

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias de Ingeniería

Diseño Hidrosanitario del Conjunto Habitacional Esmirna

Bryan Steven Alvarez Dueñas

Miguel Araque, Ing. Civil, Director de Tesis

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

Quito, mayo de 2015

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE APROBACION DE TESIS

Diseño Hidrosanitario del Conjunto Habitacional Esmirna

Bryan Steven Alvarez Dueñas

Miguel Araque, 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 Cordova, PH.D

.....

Decana de la Escuela de Ingeniería

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Quito, mayo de 2015

© 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: Bryan Steven Alvarez Dueñas

C. I.: 1715955959

Fecha: mayo de 2015

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a mis padres Rubén y Patricia quienes fueron mis primeros maestros de vida, sin su apoyo, amor incondicional, sacrificio y paciencia no hubiera alcanzado a culminar mis estudios los cuales me han tomado mucho esfuerzo. De igual forma a mi hermano mayor Byron quien con su buen ejemplo, cariño, enseñanzas me permitieron formar mi carácter y nunca desfallecer ante ninguna circunstancia.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por iluminarme en cada examen de carrera que aprobé, por darme salud y el incentivo necesario para cumplir mis metas. A mis padres Rubén y Patricia, ya que sin su presencia y apoyo no tuviera la confianza necesaria para cumplir mis logros. A mi hermano Byron quien es mi mejor amigo y como tal siempre ha estado a mi lado en los momentos más difíciles.

A mi director de tesis Miguel Araque quien ha estado pendiente en todo el proceso de mi trabajo de titulación y compartiéndome sus conocimientos con el fin de no tener ningún impedimento en mi defensa.

RESUMEN

La presente tesis contiene el diseño de sistemas hidrosanitarios del Conjunto Habitacional Esmirna ubicado en la Av. Mariscal Sucre entre José Mendoza y Rodrigo de Chávez. El diseño hidrosanitario está compuesto por el sistema de agua potable, sistema de aguas combinado y sistema contra incendio. Se explicará la descripción de cada uno de ellos y la forma de diseñarlos de una manera práctica. De igual manera se calculará el presupuesto total del diseño por medio de cantidades de obra y precios unitarios. Finalmente se hará una evaluación de impacto ambiental que beneficiara al futuro constructor del conjunto.

ABSTRACT

The following thesis contains the design of the hidrosanitary system of “Esmirna Housing Complex”; situated in Avenue Mariscal Sucre, between José Mendoza and Rodrigo de Chávez. The hidrosanitary design is composed by the running water system; combined water and fire extinguishing systems. A detailed explanation of each one is developed along with a practical method to design them. Moreover, the budget for the design is calculated using work quantities and unitary prices. Finally, an environmental evaluation is carried out in benefit of the future constructor.

Tabla de Contenido

1. Capítulo 1: Generalidades	16
1.1 Introducción.....	16
1.2 Antecedentes	17
1.3 Demografía	18
1.4 Ubicación	18
1.5 Área de Influencia	19
1.6 Objetivos	19
1.6.1 Objetivo General del Proyecto.....	19
1.6.2 Objetivos Específicos del Proyecto.....	20
1.7 Topografía.....	20
1.8 Implantación Arquitectónica del Proyecto	21
1.9 Clima y Condiciones Meteorológicas	24
1.10 Servicios Básicos e Infraestructura	25
1.11 Metodología para el Proyecto de Aplicación	26
2. Capítulo 2 : Marco Teorico.....	28
2.1 Suministro de Agua.....	28
2.2 Sistema de Agua Potable.....	29
2.2.1 Suministro de aguas en viviendas	29

2.2.2	Estimación de caudales y presiones.....	30
2.2.3	Coeficiente de Simultaneidad según el número de salidas K1	30
2.2.4	Coeficiente de simultaneidad K2	31
2.2.5	Tipos de Abastecimientos de aguas	31
2.2.6	Cálculo de pérdidas en tuberías y accesorios	33
2.2.7	Pérdidas en accesorios	35
2.2.8	Partes constitutivas del Sistema de Agua Potable.....	36
2.2.9	Agua Caliente	37
2.2.10	Diseño del Sistema de Agua Potable	39
2.2.11	Especificaciones de la Bomba.....	42
2.2.12	Diseño de la Cisterna	43
2.3	SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES	46
2.3.1	Desagües	46
2.3.2	Flujo de Tuberías.....	47
2.3.3	Drenes de Piso	49
2.3.4	Trampas de aceite	49
2.3.5	Trampas de grasa.....	50
2.3.6	Factores importantes en el Sistema de Aguas Residuales.....	50
2.4	SISTEMA PLUVIAL.....	51
2.4.1	Sistema de aguas lluvia.....	51

2.4.2	Capacidad	52
2.4.3	Dimensionamiento	52
2.4.4	Velocidad de Flujo	53
2.4.5	Caudales	54
2.4.6	Agua de infiltración	54
2.4.7	Tubería de drenaje	55
2.4.8	Tubería perforada	55
2.4.9	Tubería porosa	55
2.5	Diseño del sistema de Evacuación de Aguas Servidas y Aguas Lluvia (Sistema Combinado)	55
2.6	REDES DE DISTRIBUCION CONTRA INCENDIOS	58
2.6.1	Clasificación.....	58
2.6.2	Gabinetes de incendios y Clasificación	60
2.6.3	Riesgos.....	62
2.6.4	Condiciones Generales	62
2.6.5	Características del Suministro de Agua.....	64
2.6.6	Conexiones Para Uso Del Cuerpo de Bomberos	64
2.6.7	Control y Mantenimiento.....	65
2.6.8	Potencia de Bombas De Incendio.....	65
2.6.9	Coeficiente de Descarga	67

2.6.10	Diseño del sistema contra incendios	68
2.6.11	Especificaciones Motobomba	69
3.	Capitulo 3: Presupuesto Referencial	70
3.1	Presupuesto Sistema de agua Potable	70
3.2	Presupuesto Sistema Combinado	74
3.3	Presupuesto Sistema Contra incendios	78
4.	Capitulo 4: Evaluación de Impacto Ambiental.....	79
4.1	Antecedentes	79
4.2	Metodología	80
4.3	Línea de Base Ambiental	81
4.4	Factores Abióticos.....	81
4.5	Factores Bióticos.....	82
4.6	Descripción del Proyecto.....	82
4.7	Identificación de Impactos Ambientales	83
4.7.1	Indicadores Ambientales	83
4.8	Evaluación de Impactos y Medidas de Mitigación	86
4.8.1	Contaminación de drenajes	86
4.8.2	Calidad de agua.....	87
4.8.3	Generación de ruido	87
4.8.4	Emisión de partículas y polvo	87

4.8.5	Generaciones de olores.....	88
4.8.6	Intervención del suelo.....	88
4.8.7	Calidad del Suelo.....	88
4.8.8	Alteración de tráfico.....	89
4.8.9	Daños a edificaciones.....	89
4.8.10	Accidentes laborales.....	90
5.	Capitulo 5: Conclusiones y Recomendaciones.....	91
5.1	Conclusiones.....	91
5.2	Recomendaciones.....	92
6.	Bibliografía.....	93
7.	Anexos.....	94

Tabla de Ilustraciones

Tabla 1:	Datos generales	22
Tabla 2:	Presiones Recomendadas	29
Tabla 3:	Valores de coeficiente de fricción.....	35
Tabla 4:	Diámetros mínimos.....	40
Tabla 5:	Intensidad de lluvia para bajantes	53
Tabla 6:	Intensidad de lluvia para colectores	53
Tabla 7:	Cantidades Agua Potable Casas.....	71
Tabla 8:	Presupuesto Agua Potable Casas.....	71
Tabla 9:	Cantidades Agua Potable Departamentos	71

Tabla 10: Presupuesto Agua Potable Departamentos	72
Tabla 11: Cantidades Agua Potable Sub1 y PB	72
Tabla 12: Presupuesto Agua Potable Sub1 y PB	73
Tabla 13: Presupuesto Cisterna de 31m3	73
Tabla 14: Presupuesto Total Sistema agua Potable	74
Tabla 15: Cantidades Casas Sistema Combinado	75
Tabla 16: Presupuesto Casas Sistema Combinado	75
Tabla 17: Cantidades Departamentos Sistema Combinado.....	75
Tabla 18: Presupuesto Departamentos Sistema Combinado.....	76
Tabla 19: Cantidades Sub1 y PB Sistema Combinado	76
Tabla 20: Presupuesto Sub1 y PB Sistema Combinado	77
Tabla 21: Presupuesto Cajas de Revisión Sistema Combinado	77
Tabla 22: Presupuesto Total Sistema Combinado	77
Tabla 23: Presupuesto Total Sistema Contra Incendios	78
Tabla 24: Indicadores ambientales.....	84
Tabla 25: Actividades del proyecto.....	84
Tabla 26: Matriz Identificación de Impactos Parte 1	85
Tabla 27: Matriz Identificación de Impactos Parte 2.....	86

Tabla de Figuras

Figura 1: Localización del proyecto	19
Figura 2: Topografía del Terreno.....	21
Figura 3: Fotos terreno.....	22
Figura 4: Fotos terreno 2.....	23

Figura 5: Diagrama de temperatura de Quito	24
Figura 6: Diagrama Precipitaciones de Quito	25
Figura 7: Partes Constitutivas del Sistema de Agua Potable	37
Figura 8: Partes Calefón Eléctrico.....	39
Figura 9: Bomba de alta presión	43
Figura 10: Edificio Tipo Conjunto Habitacional Esmirna.....	43
Figura 11: Casa Tipo Conjunto Habitacional Esmirna.....	44
Figura 12: Cisterna.....	45
Figura 13: Motobomba de Alta Presión	69

1. Capítulo 1: Generalidades

1.1 Introducción

En el Ecuador el sector de la construcción en los últimos años ha crecido de una manera impresionante, ya que la gran apertura de las instituciones bancarias por dar créditos tanto al promotor como al cliente, ha permitido el crecimiento en la oferta de inmuebles. De igual forma los ecuatorianos comprenden que el invertir en un proyecto inmobiliario es viable debido al aumento de ingresos, disminución de riesgo en la inversión y a la estabilidad política que se tiene. Al hablar de construcción se debe brindar al cliente un diseño innovador, con servicios básicos y por supuesto comodidad. Entre los servicios básicos indispensables tenemos: el alcantarillado, luz y el agua potable.

El agua potable tiene usos variados y extremadamente significativos. Como bebida el agua tiene como objetivo compensar las pérdidas líquidas de nuestro cuerpo y también actúa como disolvente en nuestro sistema digestivo. Asimismo el agua desempeña un papel importantísimo en la higiene individual y pública, por ser elemento indispensable para la alimentación y limpieza humana (García, 1965; p.10).

Teniendo en cuenta los beneficios que nos brinda el agua, es responsabilidad del constructor el implementar un perfecto diseño hidrosanitario en todo conjunto habitacional, ya que contribuye diariamente a la protección de la salud de las personas.

1.2 Antecedentes

El sur de Quito es un lugar lleno de tradiciones, arte, cultura, romanticismo, e historia. Sector separado del norte y centro de la ciudad por el barrio de la virgen del Panecillo. Inicialmente ésta sección de la ciudad terminaba en el tradicional barrio de la Villaflora, donde se soñaba y pintaba fábulas que parecían verdaderas historias; y los niños jugaban con los trompos y pelotas de trapo, mientras que a media noche se escuchaban al pie de las casas las tradicionales serenatas, muestra de cariño y afecto hacia las jovencitas que encantadas se deleitaban de la música desde sus balcones.

En sus inicios se presentó como el límite sur, urbano de la ciudad, ya que por este populoso sector se tiene que atravesar para poder llegar hacia la “**CIMA DE LIBERTAD**” lugar donde se peleó la **BATALLA DE PICHINCHA DE 1822**. Este acontecimiento dio más realce al sector, dándole un atractivo turístico e histórico. Su arquitectura se presenta en un estilo clásico y colonial mezclado con viviendas de estilo moderno, el cual a medida que transcurre el tiempo, va predominando en el sector.

Hoy en día, debido al crecimiento tan acelerado de la ciudad, todos sus habitantes viven a un ritmo acelerado, sus calles y avenidas están llenas de negocios, modernos centros comerciales, casas antiguas y grandes multifamiliares. A pesar de tantos cambios que ha sufrido el sur de Quito, todavía perdura la amabilidad, sencillez y calidez de los moradores; que en muchos casos desean permanecer toda una vida en el mismo barrio.

1.3 Demografía

Según datos del último censo de población y vivienda realizado en el año 2010 por el INEC, el distrito metropolitano de Quito cuenta con 2'239.191 habitantes ubicados en un área de 4230 kilómetros cuadrados, dando lugar a una densidad demográfica de alrededor 529 habitantes por kilómetro cuadrado. El DMQ a su vez se encuentra sectorizado por parroquias, el conjunto habitacional “ESMIRNA” se encuentra en la parroquia de Chilibulo (4 km²), sector urbano plenamente consolidado, dispone de servicios básicos y cuenta con una alta densidad residencial, 154 habitantes por hectárea.

1.4 Ubicación

El Conjunto Habitacional “ESMIRNA” se encuentra ubicado en el Centro – Sur del distrito metropolitano de Quito, en el sector de los Dos Puentes, en la Av. Mariscal Sucre entre José Mendoza y Rodrigo de Chávez.

El proyecto está situado en un sector plenamente consolidado, es decir, cuenta con un amplio grupo de servicios, dando un plus y mucha comodidad al prominente comprador; cuenta con vías acceso tanto al Norte, Centro y Sur del Distrito Metropolitano mediante el uso de vías principales, secundarias y transporte público, alrededor del proyecto existen unidades de educación primaria y secundaria, hospitales, supermercados, bancos, parques, áreas recreativas, tiendas, entre otros.



Figura 1: Localización del proyecto

Fuente: www.googlemaps.com

1.5 Área de Influencia

El proyecto influenciará 1600 m² de terreno ubicado en la Zona Centro – Sur de la Ciudad de Quito, Provincia Pichincha, los Barrios La Magdalena, La Marmota y la Villaflora.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General del Proyecto

- Realizar el diseño del sistema hidrosanitario para el Conjunto Habitacional Esmirna ubicado en sector de la Magdalena, usando todas las normas y especificaciones técnicas.

1.6.2 Objetivos Específicos del Proyecto

- Realizar el diseño del sistema de abastecimiento agua potable del Conjunto Habitacional Esmirna.
- Realizar el diseño del sistema de aguas residuales y aguas lluvias (combinado) del Conjunto Habitacional Esmirna.
- Realizar el diseño del sistema contra incendios del Conjunto Habitacional
- Implementar la evaluación del impacto ambiental que producirá el diseño hidrosanitario del conjunto.
- Calcular el presupuesto referencial del conjunto habitacional obteniendo las cantidades en obra y precios unitarios.

1.7 Topografía

El terreno donde será construido el proyecto es de característica irregular, con una topografía inclinada de pendiente positiva desde la acera hacia el lindero posterior (sentido sur – norte) con una diferencia de altura de hasta 14 metros con lo cual la disposición del diseño arquitectónico se condiciona a ser un proyecto de bloques aterrizados con la finalidad de brindar a cada una de las viviendas una vista panorámica del sur del DMQ.

El terreno del proyecto tiene un frente de 33 metros con una pendiente mínima. Debido a la topografía del terreno (pendiente positiva), se determinó que el nivel para la planta baja (PB) del proyecto será de +3.90m.

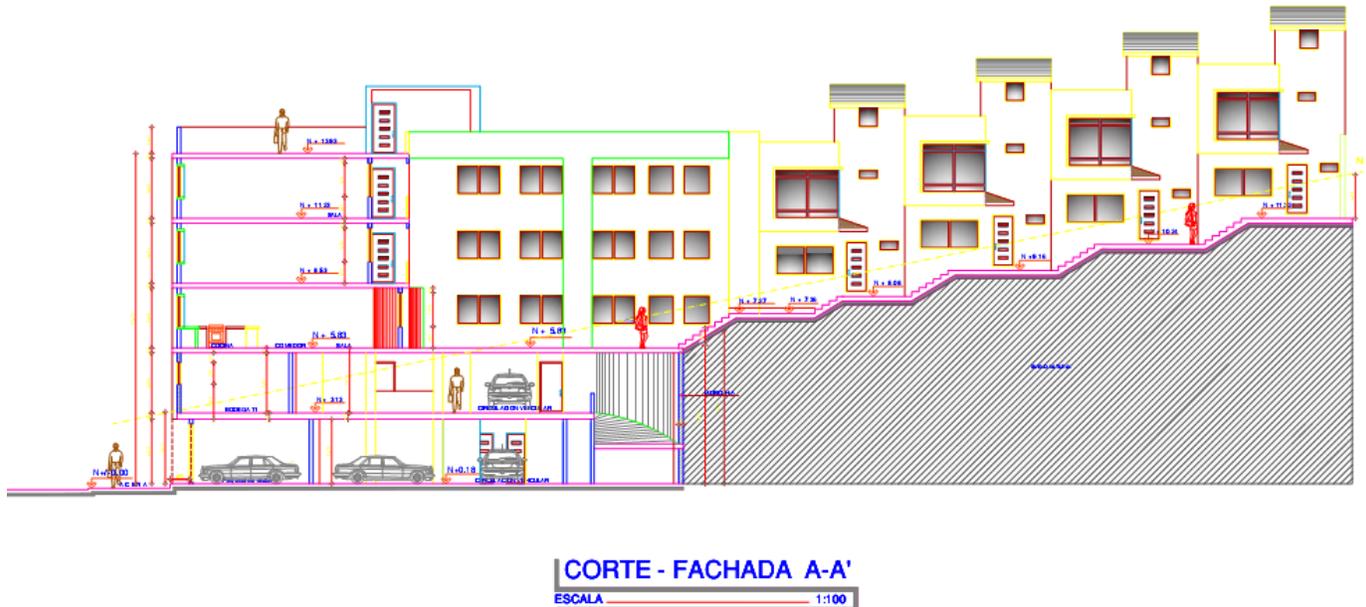


Figura 2: Topografía del Terreno
 Fuente: Elaborado por Bryan Alvarez

1.8 Implantación Arquitectónica del Proyecto

En el diseño arquitectónico del proyecto se contempló la construcción de tres locales comerciales, ya que el terreno se encuentra frente a una de las vías más transitadas del sector centro sur del DMQ. El área es de 29 m², 27 m² y 55 m² respectivamente.

Las 8 casas aterrazadas son de diferente metraje (desde 100 m² hasta 130 m²), distribuidas en dos plantas, adicionalmente cuentan con una terraza, la misma que puede ser proyectada para construir una tercera planta

El edificio, tiene un diseño un tanto curvo debido a que sigue la geometría de la calle principal, está constituida en la planta del subsuelo por 3 locales comerciales, 3

bodegas, 11 parqueaderos, guardianía y sala de espera; en la planta baja existen 7 bodegas, 17 parqueaderos y la sala comunal; en los siguientes 3 pisos se encuentran 15 apartamentos cuya superficie va desde los 80 m² hasta los 110 m².

Datos Generales	
Área De Terreno	1600 m ²
Área de Afectación Vial	60m ²
Casas	8
Departamento	15
Locales Comerciales	3
Estacionamientos	26

Tabla 1: Datos generales

Fuente: Elaborado por Bryan Alvarez

A continuación se mostrara fotografías del terreno en donde se va a construir el conjunto habitacional:



Figura 3: Fotos terreno

Fuente: Bryan Alvarez



Figura 4: Fotos terreno 2

Fuente: Bryan Alvarez

En las implantaciones arquitectónicas que serán anexados a este trabajo de titulación se observara de una mejor forma la implantación del proyecto a futuro. En el siguiente párrafo daremos una breve explicación de la distribución general del conjunto habitacional.

En el subsuelo se ubica la guardianía, las bodegas, locales comerciales y parqueaderos. La plata baja cuenta con un salón comunal, parqueaderos y bodegas para cada de uno de los inmuebles. En las tres últimas plantas del edificio se localizan los 15 departamentos, 5 unidades en cada piso. Finalmente en la parte posterior derecha del edificio se ubican 4 casas adosadas, y frente a estas otras 4 casas las cuales están separadas por un área verde.

1.9 Clima y Condiciones Meteorológicas

En la ciudad de Quito el clima es templado y cálido, su temperatura media se encuentra entre los 13,9 grados centígrados; el mes más caluroso es en mayo con 14.1 grados centígrados mientras que en junio se da una temperatura de 13.6 grados centígrados (climate-data.org). Cabe recalcar que el Sur de Quito es el lugar más frío de la ciudad ya que es la zona más alta de la ciudad.

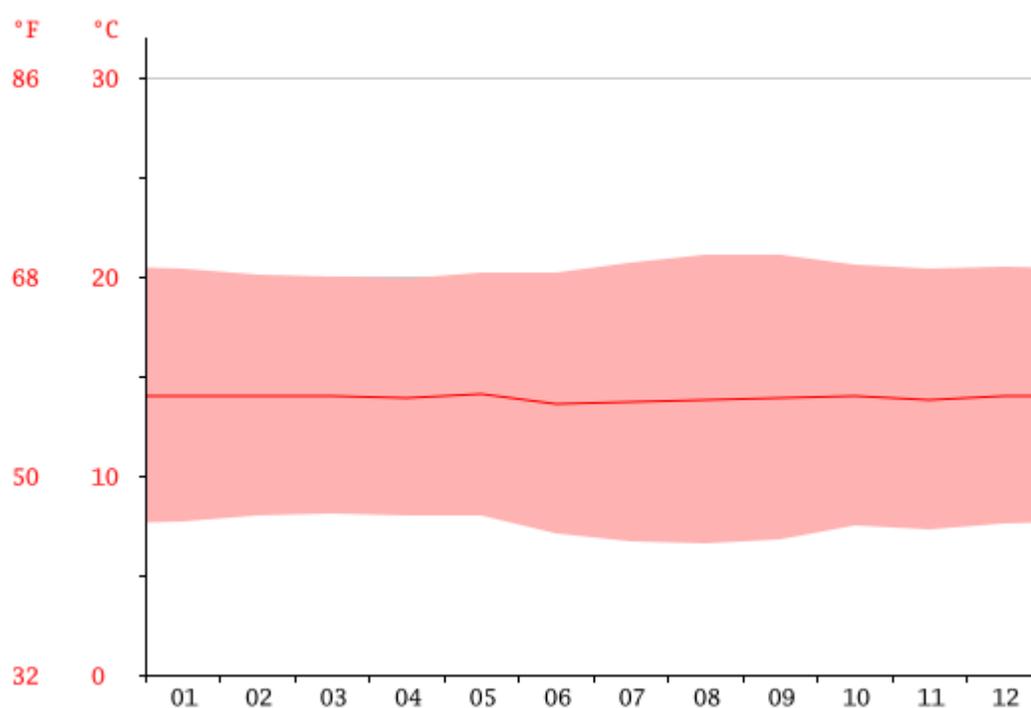


Figura 5: Diagrama de temperatura de Quito

Elaborado por: clima-data.org

La precipitación anual de la ciudad de Quito es de 1273 mm al año, el mes más seco es julio con 22mm mientras que en abril tiene las mayores precipitaciones con 189 mm (climate-data.org).

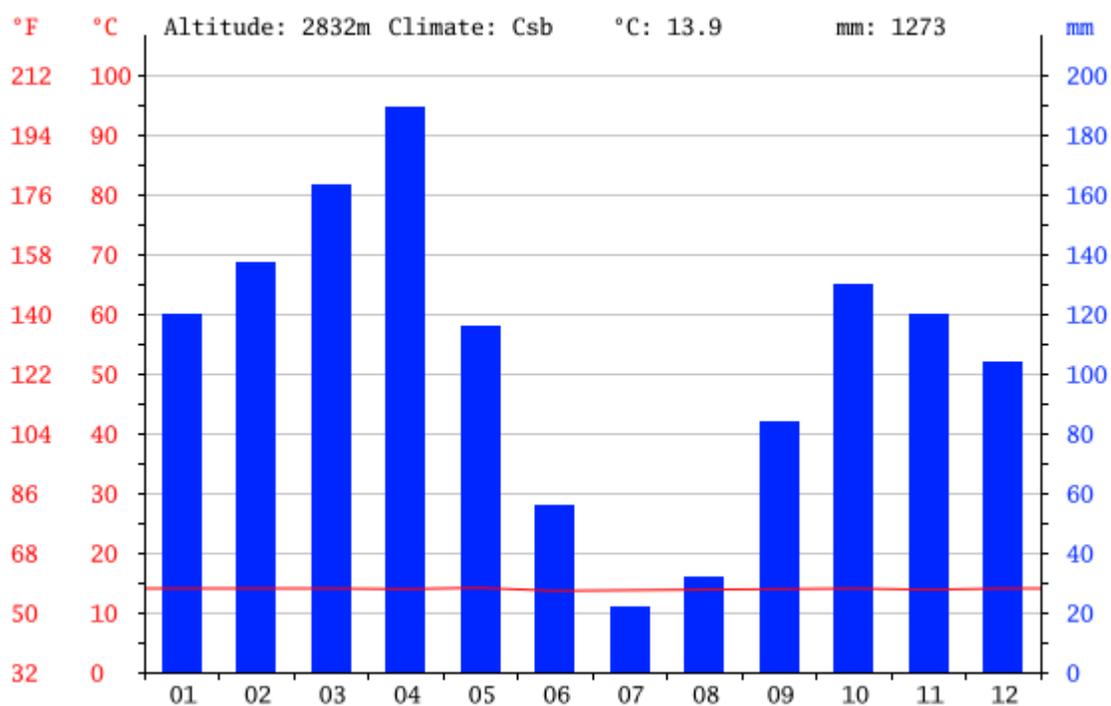


Figura 6: Diagrama Precipitaciones de Quito

Elaborado por: clima-data.org

1.10 Servicios Básicos e Infraestructura

En los Barrios La Magdalena, La Marmota y la Villaflora donde se encuentra el área de influencia de nuestro trabajo de titulación, posee los siguientes servicios básicos necesarios:

- Servicio de agua potable las 24 horas

- Servicio de electricidad las 24 horas
- Vías de acceso de primer orden
- Accesos al alcantarillado y acometidas que brinda la EMAAP

1.11 Metodología para el Proyecto de Aplicación

Seguidamente vamos a enumerar en forma secuencial las actividades que debemos tomar en cuenta al momento de realizar un diseño hidrosanitario:

- Materiales que se va a utilizar en el sistema. Para las tuberías de evacuación y abastecimiento de agua se usara PVC.
- Como dato base también debemos tener la topografía del proyecto con curvas de nivel cada 20 cm debido a que es un proyecto definitivo.
- Con la topografía es posible obtener el plano catastral del proyecto y así observar tres aspectos: el lote mínimo, el diseño vial y urbanístico.
- Para la obtención del caudal sanitario que se va a generar en el proyecto se debe conocer la población futura a 25 años
- Para obtener la población futura en una urbanización privada se deberá multiplicar el número de lotes por el número promedio de habitantes que vamos a obtener en cada lote.
- Tomar en cuenta la dotación de agua para satisfacer las necesidades durante un día, en nuestro caso es 160 litros/habitante por día, ya que el proyecto está ubicado en la Sierra.

- Observar los diámetros que se necesitan en cada sistema hidrosanitario y contra incendios. De igual forma consultar la pendiente máxima y mínima de la tubería.
- El cálculo del presupuesto referencial, se lo debe hacer tomando en cuenta cada rubro que se utilizara en la construcción del sistema hidrosanitario. Se obtendrá las cantidades de obra y el precio unitario de cada rubro.

2. Capitulo 2 : Marco Teorico

2.1 Suministro de Agua

El suministro de agua requiere fuentes interminables de agua y es principalmente para consumo doméstico, comercial e industrial. Para el entendimiento de los siguientes capítulos se definirá algunos términos que son utilizados con mayor frecuencia.

Los términos relativamente básicos para el entendimiento del comportamiento del agua son la presión y la presión estática. Según Pérez Carmona (2010), “la presión es el efecto al aplicar una fuerza a una superficie que por lo general se la expresa kg/cm², psi, psf ó en Pa” (p.3).

De igual forma Pérez Carmona (2010) define que “presión estática es cuando se ejerce en la base de un tubo vertical de descarga al momento en que el agua se encuentra en reposo”. Sin importar el tipo de líquido que pase por el tubo produce un tipo de rozamiento. Este rozamiento produce una pérdida de velocidad la cual se mide en metros y se expresa como:

$$\frac{V^2}{2g}$$

Donde:

V = velocidad media

g = Constante gravitacional

2.2 Sistema de Agua Potable

2.2.1 Suministro de aguas en viviendas

Las conexiones domiciliarias está compuesta por la red de servicio público y el medidor; las redes de distribución deben instalarse cerrando circuitos con los cuales se logra una mejor distribución de presiones en el diseño hidrosanitario. A partir de este punto comienza la instalación sanitaria domiciliaria quedando dentro de los límites de la propiedad.

Para el cálculo del diámetro de tuberías es indispensable conocer dos parámetros: la primera el saber cuánto es la demanda máxima de los aparatos sanitarios y la segunda es el conocer la demanda máxima que sera sometido el sistema hidrosanitario.

En la siguiente tabla se muestra las presiones recomendadas para los aparatos sanitarios que seran implementados en el conjunto habitacional :

Aparato sanitario	Recomendada			Mínima			Diámetro
	m.c.a	Kg/cm2	lb/pulg2	m.c.a	Kg/cm2	lb/pulg2	Conexión
Orinal con llave	7	0.7	9.96	2.8	0.28	3.98	1/2"
Orinal con fluxómetro	10.33	1.03	14.7	7.7	0.77	10.96	3/4-1"
Inodoro de tanque	7	0.7	9.96	2.8	0.28	3.98	1/2"
Inodoro fluxómetro	10.33	1.03	14.7	7.7	0.77	10.96	1"
Duchas	10.33	1.03	14.7	2	0.2	2.85	1/2"
Lavamanos	5	0.5	7.12	2	0.2	2.85	1/2"
Lavadoras	7	0.7	9.96	2.8	0.28	3.98	1/2"

Tabla 2: Presiones Recomendadas

Fuente: Pérez Carmona, R. (2010). Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Es recomendable que los accesorios sanitarios sean de la mejor calidad posible considerando que tengan una vida útil de 20 años

2.2.2 Estimación de caudales y presiones

Para la estimación de caudales y presiones es esencial verificar el modelo del caudal de suministro, ya que con el modelo del aparato se obtienen los valores de diseño exactos y la fuerza de presión. Un aspecto muy importante es el definir y distinguir cada tipo de caudal para así obtener el dimensionamiento de los diámetros.

El caudal máximo probable se lo expresa por lo general en litros por segundo y este se presenta en la tubería o tramo de red de una vivienda, y es utilizado para el diseño. Por otro lado el caudal máximo posible según Pérez Carmona (2010), “ocurre cuando la totalidad de los aparatos funcionan simultáneamente y este no se usa para diseño ya que es de ocurrencia improbable” (p.7).

2.2.3 Coeficiente de Simultaneidad según el número de salidas K1

Cuando se tenga establecido el caudal máximo probable se debe nombrar al coeficiente de simultaneidad. Generalmente este método considera que los aparatos estén conectados al mismo tiempo. Este coeficiente depende del número de salidas y el uso de la unidad de vivienda, ya que con estos factores su valor variará entre 0.2 y 1.

Según la norma francesa el coeficiente se expresa de la siguiente manera

$$K_1 = \frac{1}{(S - 1)^{1/2}}$$

Donde:

K1 = Coeficiente

S= el número de salidas

2.2.4 Coeficiente de simultaneidad K2

Al tratarse de varios edificios o un conjunto habitacional se utiliza el coeficiente K2 y su fórmula es la siguiente:

$$K_2 = \frac{(20 + 4N)}{12(N + 1)}$$

Donde:

K2= Coeficiente de simultaneidad

N = número de viviendas

2.2.5 Tipos de Abastecimientos de aguas

- Para tanque alto

Son especialmente utilizadas para edificios de máximo tres pisos y estos tanques son sometidos a la presión de la red pública. La acometida se conecta directamente al tanque alto con un paso directo al suministro, y esto ocurre por gravedad. Para el tanque alto es necesario tener un volumen con una reserva de 24 horas. La altura del tanque debe satisfacer el funcionamiento del aparato crítico. En lo que grifería se trata, se debe conocer las características solicitadas de presión.

- Tanque bajo y alto

La acometida va del tanque bajo y se conecta directamente al tanque alto mediante bombeo. El volumen del tanque bajo esta entre el 60 y 70 porciento del consumo cotidiano, en cambio el volumen del tanque alto tiene un porcentaje de 40 a 30 porciento de consumo diario.

- Tanque bajo, bombeo a tanque alto y equipo de presión elevado

En este caso la acometida va del tanque bajo con un paso directo a la red de bombeo. El equipo de bombeo para llenado de tanque alto. En los pisos inferiores el suministro se da por gravedad, por el contrario en los pisos superiores se usa un equipo de presión.

- Tanque bajo

El tanque bajo es más usado en la actualidad y mucho mas eficiente. La acometida va tanque bajo, su volumen debe ser igual al 100 porciento del consumo diario. El suministro para pisos superiores e inferiores se utiliza un equipo de presión. Por lo general los tanques bajos son usados en multifamiliares, oficinas y centros comerciales.

- Tanque bajo,alto y equipo de presión

El volumen del tanque bajo debe tener el 100 porciento del consumo diario, mientras que el volumen del tanque alto esta entre el 30 y 40 porciento del consumo, dependiendo del uso y el tipo de edificación que se tenga. La acometida va del

tanque bajo y se conecta directamente a la red de bombeo, dependiendo de la altura.

Para el suministro y el llenado del tanque alto se utiliza un equipo de presión.

- Localización de medidores

Los medidores tienen fuertes ruidos de operación no se los ubica cerca de las habitaciones y en zonas sociales. Por lo general se los instala a la entrada de las viviendas, si por lo contrario tenemos un edificio se los coloca a todos en un solo lugar.

2.2.6 Cálculo de pérdidas en tuberías y accesorios

Para el cálculo de pérdidas en tuberías se aplican ecuaciones empíricas , como la fórmula de Flamant y la de Hazen y Williams.

La fórmula de Flamant se utiliza para tuberías que tienen diámetro pequeño independientemente del material, ya sea galvanizado, PVC o acero. De igual forma se usa para el suministro de agua fría en edificios. La ecuación de Flamant se expresa de la siguiente manera:

$$j = \frac{4CV^{1.75}}{D^{1.25}}$$

$$j = \frac{6.1CQ^{1.75}}{D^{4.75}}$$

Donde:

j= Pérdida de carga en m/m

C= Coeficiente de fricción

V= Velocidad media en m/s

D= Diámetro en m

Q= Caudal en m³/s

Según Perez Carmona (2010), "la velocidad del agua esta entre 0.6 a 2 m/s cuando se tiene diametro de 3", para diametros mayor a 3" se usa una velocidad máxima de 2.5 m/s"(p.47). Otro aspecto general que muy importante es la obtención del coeficiente C de fricción, que depende de la rugosidad de la tubería.

Al tener diámetros de dos pulgadas o mayores se usa la fórmula de Hazen y Williams la cual aplica para agua de diferentes temperaturas, sin embargo la condición es que la viscosidad del agua no cambie de una manera abrupta. Se expresa de la siguiente manera:

$$Q = 0.28D^{2.63}j^{0.54}$$

$$V = 0.355CD^{0.63}j^{0.54}$$

Donde :

Q= Dado en m³/s

V= Velocidad media m/s

C= Coeficiente de fricción

D= Diámetro de la tubería en m

j = Pérdida de carga en m/m

La fórmula para el suministro de agua en edificios es la siguiente:

$$j = \left(\frac{Q}{280CD^{2.63}} \right)^{1.85}$$

Valores coeficiente de fricción	
Coeficiente de fricción	C
Según catálogo	80
Según catálogo	90
Hierro galvanizado y acelerado	100
Hierro fundido	120
Asbesto cemento	130
Cobre y fibra de vidrio	140
PVC	150

Tabla 3: Valores de coeficiente de fricción

Fuente: Pérez Carmona, R. (2010). Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones. Bogotá:

Ecoe Ediciones

2.2.7 Pérdidas en accesorios

2.2.7.1 Método de las longitudes equivalentes

El método de las longitudes equivalentes es muy útil para la práctica, se basa en la pérdida de carga que producen los accesorios como válvulas y codos. Cada accesorio posee una longitud adicional y tomando en cuenta otros orígenes de pérdida se obtiene la longitud equivalente necesaria para el cálculo.

2.2.8 Partes constitutivas del Sistema de Agua Potable

La distribución de agua llega al edificio por una acometida general la cual se esparce por todos los puntos de agua, por medio de una red de tuberías. Según Miranda (1991), “ en la instalación se pueden diferenciar cuatro clases de tuberías, el distribuidor, las columnas, las derivaciones y los ramales”(p. 43).

- **Distribuidor**

Es una tubería horizontal que empezando desde la llave de paso principal reparte el agua en las columnas del edificio.

- **Columnas**

Se definen como las tuberías verticales que van desde el distribuidor y se conectan con las derivaciones de cada piso.

- **Derivaciones**

Se definen como tuberías horizontales que desde las columnas transportan el agua al piso o vivienda.

- **Ramales**

Los ramales son tuberías que transportan el agua desde las derivaciones hacia los aparatos sanitarios.

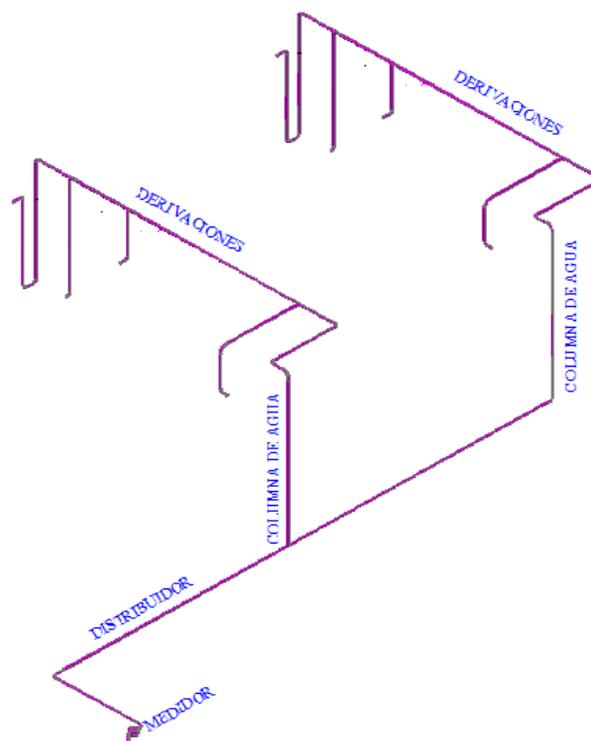


Figura 7: Partes Constitutivas del Sistema de Agua Potable

Fuente: Astudillo, J. (s/f). Sistema Hidráulico de agua Potable. Recuperado el 11 de Mayo del 2015 de <http://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/reducacue/5516/1/ASTUDILLO%20G.%20JUAN%20C.pdf>.

2.2.9 Agua Caliente

El agua caliente puede ser suministrada al inmueble desde el exterior por medio de una red pública de suministro, o ser calentada dentro de la vivienda que es lo más común actualmente. El tener una presión, volumen, temperatura y demanda controlados demuestra que el diseño de agua caliente es perfecto. Pérez (2010) aconseja, “el agua utilizada por personas debe limitarse a la escala de 82 a 88 grados centígrados, mientras que para lavadoras caseras se suministra agua caliente a 74 grados centígrados” (p.267).

Es necesario el uso de dispositivos de seguridad en el suministro de agua para así disminuir las presiones y temperaturas altas. La excesiva presión puede reventar las

tuberías produciendo daños materiales y accidentes. La mejor forma de evitar estos incidentes es instalando una válvula de alivio de presión cerca del tanque o el calentador. La válvula tiene la capacidad de disminuir una presión de 25 psi, y un factor indispensable es el de conocer que el tanque soporta una presión máxima de 125 psi.

En el momento que la temperatura del agua excede los 100 grados centígrados, se convierte en vapor de agua, el cual puede producir quemaduras a los habitantes del edificio o vivienda. De igual forma cuando el agua supera los 60 grados centígrados se produce corrosión en el tanque y tuberías. En los dos casos se utilizarán una válvula de alivio de temperatura como dispositivo de seguridad.

2.2.9.1 Calefones eléctricos

Tenemos dos tipos de calefones en el mercado, los que funcionan con electricidad y los que funcionan a gas. En la instalación de calefones a gas se recomienda ubicarlos en espacios abiertos, ya que pueden ocurrir explosiones y accidentes. Según Ortega (1965), “un calefón eléctrico consiste en un depósito metálico revestido con un material aislante y encerrado dentro de un envoltorio también metálico, conformado por una resistencia eléctrica y un termostato regulable”

Para el diseño de agua caliente utilizaremos calefones eléctricos marca KS de 9.9 Kw con conexión de 220V con reservorio de 20 litros, suficiente para la distribución de agua caliente en la vivienda.



Figura 8: Partes Calefón Eléctrico

Fuente: Comercial Kywi S.A

2.2.10 Diseño del Sistema de Agua Potable

El diseño de agua potable se caracteriza por ser un sistema que trabaja a presión y este tipo de proyectos deben ser diseñados para que trabajen satisfactoriamente durante 25 años. Se divide en zonas urbanas y rurales, considerando que en la zona urbana las edificaciones poseen cisterna, mientras que en la rural se tienen edificaciones de dos pisos.

Es importante tener en cuenta que la red de abastecimiento inicia en la cisterna del edificio y esta distribuye el agua por la línea general hasta cada accesorio sanitario.

En el sistema de agua potable es aconsejable utilizar tuberías de PVC debido a su durabilidad de 40 años, además que este tipo de tubería no forma incrustaciones por la dureza del agua. En el mercado nacional tenemos tuberías de PVC con diámetros de 50mm, 110mm, 160mm, 200mm, 250mm y 300mm; todas estas tuberías soportan una presión máxima de 80m de columna de agua (M. Araque, entrevista, Abril 22,

2015). A continuación se muestra un cuadro de diámetros mínimos utilizados en el diseño dependiendo de los puntos de agua que se tenga en la vivienda:

Puntos de agua o Salidas	Diámetros Mínimos
0 a 5	ϕ 1/2"
6 a 15	ϕ 3/4"
16 a 25	ϕ 1"
26 a 45	ϕ 1 1/4"
46 a 85	ϕ 1 1/2"
86 a 120	ϕ 2"
121 a 160	ϕ 2 1/4"
161 a 200	ϕ 2 1/2"
mayor a 200	ϕ 3"

Tabla 4: Diámetros mínimos

Fuente: Ing. Miguel Araque

En el conjunto habitacional Esmirna se utilizó tubería de PVC para el sistema de agua potable tanto en agua fría como caliente. La acometida que brinda la EMAAP está ubicada en la calle principal, se utilizó una tubería de 1" desde la acometida hasta el ingreso del subsuelo 1 donde se encuentra la cisterna. En el subsuelo 1 la tubería se dirige a la bomba centrífuga y al tanque hidroneumático con el mismo

diámetro de 1"; adquiriendo nueva presión y fuerza el agua empieza a repartirse en el proyecto.

En el subsuelo 1 se tiene una columna de agua la cual transportará el agua a la planta baja. Al llegar a la planta baja se diseñó dos columnas de agua más, ya que una repartirá el agua al edificio con sus respectivos departamentos, mientras que la otra columna distribuirá el agua a las casas.

Para la instalación de departamentos y casas se implementó una tubería de $\frac{3}{4}$ " en la red principal conectada a una válvula check seguido por una llave de paso y su respectivo medidor. La tubería de $\frac{3}{4}$ " se distribuye hasta el cuarto de máquinas y al calefón eléctrico, en los demás puntos de agua, es decir en lavamanos, inodoros y duchas se instaló una tubería de $\frac{1}{2}$ ". Por lo general en el baño social de las viviendas se proporciona solamente agua fría, a diferencia de los demás baños de las casas que son suministrados tanto de agua fría como caliente. Al existir cambios de diámetros el sistema de agua potable es recomendable colocar reducciones.

Una vez realizado el diseño de la red de distribución de agua potable es indispensable diseñar las isometrías tanto de la casa como la de los departamentos, con el objetivo de cuantificar los accesorios y tuberías (M. Araque, entrevista, Abril 22, 2015). El diseño de las isometrías es muy importante ya que nos ayuda en el cálculo del presupuesto referencial.

Como se puede apreciar esta solo es una breve explicación acerca del diseño de agua potable en el conjunto habitacional, se podrá apreciar de mejor forma las conexiones en los planos que están adjuntados a este trabajo de titulación.

2.2.11 Especificaciones de la Bomba

En la selección de nuestro equipo de presión indagamos en varias empresas nacionales. La empresa que se destacó en buenos precios y calidad es INMERA C.A. especialista en importación, instalación y distribución de equipos de bombeo.

Comercializan bombas de alta presión en hierro con motor eléctrico y poseen las siguientes características:

- Bombas centrifugas de construcción monobloque
- Cuerpo de la bomba en hierro fundido
- Impulsores cerrados
- Succión y descarga de 3" x 3"
- Motores eléctricos trifásicos desde 2HP hasta 30HP
- Presión de 175 mca. (metros columna de agua)
- Caudal hasta 396 gpm. (galones por minuto)

Para la selección de la bomba se tomaron los siguientes puntos:

- Los puntos de agua de baños completos, baños medios, cocinas, cuarto de maquinas, área de jardines de departamentos y casas. Con un total de 252 puntos de agua
- La tubería madre de 1"
- Tubería de succión de $\frac{3}{4}$ "
- Dimensión de la cisterna

La Bomba Barnes HE3 100(2020HHE-10 10HP 2" x 2" 220V TRIFASICO) es la que fue recomendada para el conjunto habitacional Esmirna. Esta clase de bomba posee una potencia de 10 HP, succión y descarga de 3", posee tres fases, voltaje de 220, peso de 68 Kg, presión de 82 mca y un caudal máximo de 135 gpm. También se recomendó un tanque hidroneumático de 119 galones metálico de marca Challenger



Figura 9: Bomba de alta presión

Fuente: INMERA C.A

2.2.12 Diseño de la Cisterna

	3P
	2P
	1P
	PB
	Sub 1

Figura 10: Edificio Tipo Conjunto Habitacional Esmirna

Fuente: Bryan Alvarez

Se considera que en los departamentos y casas cada persona puede consumir 160 l/día, para salas comunales y locales comerciales una persona consume 70 l/día y por ultimo en parqueaderos se consume 5 l/día (M.Araque, entrevista, Abril 25 2015).

$$1P) 5 \text{ departamentos} * 6 \text{ personas} * 160l/\text{personas} = 4800 \text{ litros}$$

$$2P) 5 \text{ departamentos} * 6 \text{ personas} * 160l/\text{personas} = 4800 \text{ litros}$$

$$3P) 5 \text{ departamentos} * 6 \text{ personas} * 160l/\text{personas} = 4800 \text{ litros}$$

$$PB) (1 \text{ sala comunal} * 5 \text{ personas} * 70 l/\text{persona}) + (17 \text{ parqueaderos} * 5 l/\text{día}) = 435 \text{ litros}$$

$$Sub1) (3 \text{ locales comerciales} * 4 \text{ personas} * 70l/\text{persona}) + (11 \text{ parqueaderos} * 5l/\text{día}) = 895 \text{ litros}$$

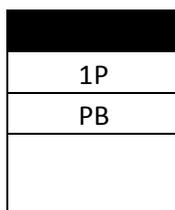


Figura 11: Casa Tipo Conjunto Habitacional Esmirna

Fuente: Bryan Alvarez

$$Casas) 6 \text{ personas} * 160l/\text{persona} * 8 \text{ casas} = 7680 \text{ litros}$$

$$\text{Volumen de casas y departamentos} = 23410 \text{ litros}$$

A este volumen deberemos considerar un 30 % que sea para la lucha contra incendios (M.Araque, entrevista, Abril 25 2015). En el caso del conjunto habitacional se aumentara a un 35%.

$$\text{Volumen incendios} = 23410 \text{ litros} * 0.35 = 8193.5 \text{ litros}$$

$$\text{Volumen total} = 23410 + 8193.5 = 31603.5 \text{ litros} = 31.6 \text{ m}^3 = 31.5 \text{ m}^3$$

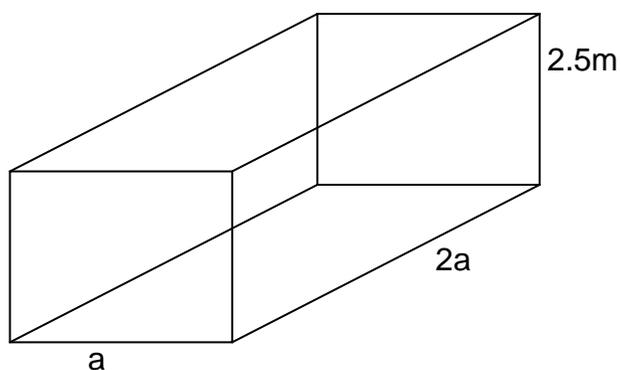


Figura 12: Cisterna

Fuente: Bryan Alvarez

$$31.5 \text{ m}^3 = a * 2a * 2.5m$$

$$a = \sqrt{\frac{31.25 \text{ m}^3}{5m}} = 2.5$$

$$2a = 5$$

2.3 SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES

2.3.1 Desagües

Los desagües son tuberías o conductos que recogen las descargas que producen cierto grado de toxicidad originadas por desechos humanos o industriales. Los aparatos sanitarios para la evacuación típicos son los inodoros, lavamanos y duchas. Por lo general son ubicadas de manera vista o subterránea.

2.3.1.1 Clasificación de los Desagües

Los desagües tienen cuatro clasificaciones:

- **Sanitario**

El desagüe sanitario recoge las descargas producidas por los seres humanos y restos alimenticios. Por lo general se utiliza un tipo de tubo o conducto que conecta un sifón a un colector de aguas negras.

- **Pluvial**

Este tipo de desagüe es el que facilita el traslado de agua lluvia para así ser aprovechada, evita que la vivienda se inunde.

- **Combinado**

El desagüe combinado es el que recibe tanto aguas lluvia como aguas negras, este sistema no se utiliza mucho actualmente ya que las normas de salubridad no aceptan mezclar distintos tipos de aguas.

- **Industrial**

Es aquel que recoge descargas que por lo general producen el sector industrial, las aguas industriales contienen elementos orgánicos, inorgánicos y elementos tóxicos. Este sistema no debe estar unido al sistema sanitario al momento de realizar el tratamiento de las aguas, ya que así se evita la contaminación. La tubería del sistema industrial debe resistir la corrosión que produce las aguas tóxicas.

Sifones, tuberías de ventilación y tuberías de evacuación son los tipos de desagües que se utilizan para el diseño de este sistema. Mientras que en tuberías de evacuación se usan las derivaciones, bajantes y colectores.

Pérez Carmona sugiere que al momento de colocar el desagüe industrial, se debe utilizar una tubería de 3" y la pendiente de los ramales no menor a 1% con empalmes no mayores a 45 grados (2010:p.127).

- **Domiciliaria**

Se define como la conexión de tuberías entre la caja de revisión de un edificio o vivienda y el alcantarillado.

2.3.2 Flujo de Tuberías

2.3.2.1 Definiciones

El sifón es un accesorio que contiene un conducto de doble curvatura y un sello hidráulico, su aplicación común es la de evitar el mal olor de materias de putrefacción de las tuberías del desagüe. La mínima dimensión del sello hidráulico es de 5cm.

Pérez Carmona (2010) afirma que, “los sistemas de drenaje y ventilación son diseñados para variaciones máximas de 2.5cm en columna de agua para presiones positivas y negativas” (p.128).

2.3.2.2 Sifonamiento

El sifonamiento se da cuando el sello hidráulico se pierde totalmente o de manera transitoria. Esto puede suceder de dos maneras:

- **Sifonamiento inducido**

Al estar el sistema en reposo las caras del sello hidráulico están sometidas a presión atmosférica, al aparecer un flujo en el sistema se tendrán cambios en la presión. Es posible que exista un exceso de presión que provoca a la columna de agua a equilibrarse a un extremo del desagüe. Se recomienda no sobrepasar la presión de 2.5 cm columna de agua para ambas presiones del sello (Perez, 2010:p.219).

- **Autosifonamiento**

La ruptura del sello hidráulico se da por el propio aparato, se produce en aparatos que facilitan el arrastre de aire y esto causa dificultades en las bajantes de presión en el ramal que recibe el aparato. Esta situación sucede frecuentemente en los lavamanos.

2.3.2.3 Tapones de inspección (T.I.)

Los tapones de inspección deben proveerse en el sistema de desagüe, ya que facilitan la inspección y subsistencia de las tuberías verticales y horizontales. Su

instalación se lo debe hacer en áreas comunes que no obstruyan con ningún espacio privado del edificio o vivienda. Pérez Carmona de igual forma sugiere en los tapones que, “el diámetro del tapón puede ser igual al de la tubería cuando ésta es menor a 4”, para tuberías de mayor diámetro el tapón puede ser de 4” (p.131).

Instalación de tapones de inspección

A continuación se dará unas pautas para la correcta instalación de tapones de inspección:

- Se requiere instalar el tapón en cambios de direcciones mayores a 45 grados
- Se recomienda instalarlos en la base de todas las bajantes
- Instalar en longitudes máximas de 15 m en tuberías de 4” o menos de 30 m en tuberías de mayor diámetro.

2.3.3 Drenes de Piso

Conformados por sifones los cuales están interconectados a la red de desagüe, se los instala para dispositivos que produzcan goteo como aire acondicionado o bombas.

2.3.4 Trampas de aceite

Son necesarios al momento en que las aguas servidas tienen elementos que puedan causar riesgo de explosión o fuego, como la gasolina o el aceite. Estas trampas ayudan a impedir este tipo de líquidos peligrosos se mezclen.

2.3.5 Trampas de grasa

Se denomina trampa o interceptor y está ubicado en el drenaje de vertederos, y su función es la separación y recolección de grasas para evitar que ingresen al alcantarillado público. La principal razón de su uso es que los aceites y grasas generan trastornos al sistema de recolección de aguas servidas. Este tipo de trampas son más utilizadas en restaurantes, cocinas de hoteles y hospitales. Como nuestro proyecto es un conjunto habitacional no se explicara el procedimiento de su diseño.

2.3.6 Factores importantes en el Sistema de Aguas Residuales

- Se debe tomar en cuenta que el 80% del agua potable que ingresa a una vivienda se convierte en aguas negras
- El diámetro mínimo para la evacuación de aguas servidas es de 200 mm pudiendo como llegar a un máximo de 300mm
- La pendiente mínima en las tuberías es de 1% pudiendo llegar a una máxima del 40%
- El caudal de aguas servidas es:

$$Q = \frac{\text{Densidad Poblacional} * \text{Dotacion}}{86400} * \text{factorA}$$

Dotación = 160 litros por habitante por día si el proyecto es en la Sierra, 220 litros por habitante por día si el proyecto es en la Costa

Factor A = 0.80 ya que el 80 % de agua potable que ingresa a la vivienda se convierte en aguas negras

2.4 SISTEMA PLUVIAL

2.4.1 Sistema de aguas lluvia

El sistema de aguas lluvia permite evacuar varios tipos de agua que serán explicadas y detalladas a continuación:

- Aguas industriales o subterráneas que no necesiten tratamiento alguno
- Es recomendable realizar sistemas de alcantarillados separados entre aguas negras y aguas lluvia, ya que antes de ser evacuadas las aguas negras a lagos u océanos se brindara el respectivo tratamiento. Con este razonamiento benéfica a la dimensión de las plantas, ya que por lo general el caudal de lluvias es mucho mayor al de aguas servidas.
- En situaciones cuando se tiene sistemas combinados puede ocurrir que la dimensión de la planta no abarque el tratamiento deseado y esto produzca un desbordamiento con aguas contaminadas.
- Dentro de edificios no es recomendable tener sistemas combinados, es decir mezclar aguas lluvia con negras. Se debe diseñar colectores para cada tipo de agua y ser conectados a las cajas de revisión. Para bajantes en aguas lluvia es necesario poner un sifón y así evitar malos olores en los colectores. Como prevención se deberán revisar periódicamente.
- La ventaja de los colectores de aguas lluvia es que no se necesita presiones específicas ni ventilación para su funcionamiento, por lo que el agua puede fluir a tubo lleno.

2.4.2 Capacidad

El sistema de aguas lluvia se diseña para que inmediatamente evacue las aguas producida por la lluvia, ya que las áreas y espacios de este sistema son bastante reducidos y no permiten la acumulación de las mismas.

La intensidad de lluvia se la define por unidad de tiempo mm/h, y esta varía de acuerdo al lugar donde se va a realizar el proyecto. Está en función del período de retorno y tiempo de concentración.

El caudal total será producto del área protegida horizontalmente por su caudal unitario

Al tener muros verticales adyacentes a las cubiertas que también influyen a la cantidad de lluvia Pérez Carmona (2010) recomienda “una inclinación de 35 a 50 % según la ubicación del muro en línea o en ángulo (p.192).

2.4.3 Dimensionamiento

Para el dimensionamiento de colectores horizontales se utiliza las tablas de Manning. Está basado en una proyección horizontal en m² de área servida

Para el cálculo de bajantes de lluvia:

ϕ	Intensidad de lluvia en mm/h					
	50	75	100	125	150	200
2	130	85	65	50	40	30
2.5	240	160	120	95	80	60
3	400	270	200	160	135	100
4	850	570	425	340	285	210
5	1570	1050	800	640	535	400
6	2450	1650	1200	980	835	625
8	5300	3500	2600	2120	1760	1300
C	0.0139	0.0208	0.0278	0.0347	0.0417	0.0556

Tabla 5: Intensidad de lluvia para bajantes

Fuente: Pérez Carmona, R. (2010). Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones. Bogotá:

Ecoe Ediciones

Para cálculo de colectores de aguas lluvia:

ϕ	Intensidad de lluvia en mm/h									
	S=1%					S=2%				
pulg.	50	75	100	125	150	50	75	100	125	150
3	150	100	75	60	50	215	140	105	85	70
4	315	230	170	135	115	400	325	245	195	160
5	620	410	310	245	205	875	580	435	350	290
6	990	660	495	395	330	1400	935	700	560	465
8	2100	1425	1065	855	705	3025	2015	1510	1210	1005
C	0.0139	0.0208	0.0278	0.0347	0.0417	0.0139	0.0208	0.0278	0.0347	0.0417

Tabla 6: Intensidad de lluvia para colectores

Fuente: Pérez Carmona, R. (2010). Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones. Bogotá:

Ecoe Ediciones.

2.4.4 Velocidad de Flujo

La velocidad de flujo mínima para desagües de un sistema pluvial está entre 0.8m/s y 1 m/s con una fuerza tractiva de 0.15 kg/m². Esta velocidad es aconsejable para

remolcar partículas que van acompañadas del agua y también evitar el decante de las mismas.

2.4.5 Caudales

El agua que desciende del techo es recogida por canales rectangulares, y para conocer la capacidad de flujo que se tiene es muy importante el conocer la pendiente que existe en la bajante. Más del 70% ocupa el agua en la profundidad del canal y el otro 30% es borde.

La forma de determinar el caudal lluvia es por medio de la ecuación racional siguiente:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

C = Coeficiente de escorrentía que está en función de la cobertura del terreno, con calles asfaltadas o adoquinadas se considera 0.90.

I = es la intensidad de lluvia medida en mm/h

A = es el area de aportación calculada en hectáreas

2.4.6 Agua de infiltración

Es el agua que se encuentra en el subsuelo dentro de lugares granulares del terreno, su cantidad depende de la porosidad que se tenga y la textura del terreno.

2.4.7 Tubería de drenaje

Este tipo de tuberías son clasificadas por su capacidad de infiltración ($m^3/día/m$). Cuando se tiene partículas de gran tamaño y altos caudales se recomienda usar una tubería a junta abierta. En la tubería de drenaje es necesario usar material filtrante Pérez (2010:p.193) afirma que para tuberías de 4" su capacidad de infiltración es de $3500 m^3/día/m$ y para un diámetro de 3" es de $2600 m^3/día/m$.

2.4.8 Tubería perforada

Cuando se tiene un suelo pobre en porosidad y con infiltración alta se usa la tubería perforada. Pérez (2010: p.194) igualmente afirma que para un tubo de 4" la capacidad es de 2000 a $3000 m^2/día/m$ y para un diámetro de 3" es de 1500 a $2000 m^2/día/m$ dependiendo del número de hoyos.

2.4.9 Tubería porosa

La tubería porosa se utiliza para un suelo muy fino y cuando se desea proteger al tubo del arrastre. Si por alguna situación se tiene terrenos muy permeables se debe aumentar la longitud al doble al igual que el diámetro. Pérez (2010: p.195) como en los casos anteriores explica que la capacidad de una tubería de 4" es de 1200 a $1400 m^2/día/m$ y para 3" es de 900 a 1100 .

2.5 Diseño del sistema de Evacuación de Aguas Servidas y Aguas Lluvia (Sistema Combinado)

Las aguas negras se componen de las evacuaciones humanas también de aguas que provienen del lavado de vajillas, aguas lluvia y aguas que emanan del lavado de

ropa. En la actualidad los proyectos a nivel de residencia, edificios y urbanizaciones se utilizan tuberías de PVC.

Para el Conjunto Habitacional Esmirna se utilizara tuberías de PVC de igual forma que diseño anterior, ya que su durabilidad es de 40 años y son totalmente impermeables. Otra razón muy importante para el uso de PVC es que la descomposición química de las aguas servidas no le afecta en ningún nivel.

El diseño del sistema combinado de las casas se inicia desde la planta baja en donde debemos colocar las cajas de revisión que nos van a permitir la evacuación de aguas servidas y lluvias. En los departamentos las cajas de revisión están implementadas en el subsuelo 1.

Para unir las cajas de revisión siempre se debe utilizar tuberías de PVC de 200mm de diámetro y una pendiente del 1 % para garantizar la evacuación (M. Araque, entrevista, Abril 22, 2015). Al referirnos una pendiente del 1 % quiere decir que cada 100 m. horizontales de bajara verticalmente 1 m. Las dimensiones mínimas de las cajas son de 0.80m x 0.80m x 0.80.

Es recomendable construir una caja de revisión en cada una de las bajantes de agua lluvia, el número de cajas de revisión queda en el criterio del ingeniero calculista. Por lo general se anexa aguas que provienen de cocinas, baños y de sumideros de patios. Con la finalidad de que las cajas de revisión sean impermeables se recomienda recubrirlas con geotextiles y además por dentro deben estar bien enlucidas para permitir que las aguas servidas se desplacen con facilidad.

En el caso de los inodoros son conectados con tuberías de diámetro de 4", la cual debe estar ubicada a una distancia determinada de la pared (M. Araque, entrevista, Abril 22, 2015). Se tomo en cuenta que los inodoros ya vienen incorporados al sifón.

El sifón como se explicó en secciones anteriores es un aditamento que se incorpora a la red de aguas servidas y su función es impedir el paso de malos olores hacia las casas y departamentos del Conjunto Habitacional Esmirna.

Los sumideros de piso que se colocan en los diferentes ambientes del conjunto habitacional son con tubería de 2"; los ambientes que son obligatorios el uso de sumideros son en baños, cocinas, cuarto de maquinas, patios y terrazas (M. Araque, entrevista, Abril 22, 2015).

Los lavamanos, lavaplatos y tinas de baño son conectados con tuberías de 2" para así evitar taponamientos.

Por norma de diseño el recorrido de las tuberías que evacuan la aguas servidas y lluvia deben tener el recorrido mínimo posible para incrementar su eficiencia de funcionamiento (M. Araque, entrevista, Abril 22, 2015).

Un aspecto muy elemental que se tomo en el diseño del sistema combinado es el ángulo de inclinación de las tuberías de PVC, estas deben ser máximas de 45 grados. Otro aspecto importante al trabajar con PVC es la utilización de un buen pegante y en la fase constructiva evitar calentar el material.

Por último para evitar los malos olores se agrega una tubería de ventilación en los lavabos y tinas, la cual su salida será ubicada en las terrazas o en los techos de las casas.

En los planos adjuntos en anexos se podrá apreciar de mejor manera el diseño del sistema combinado.

2.6 REDES DE DISTRIBUCION CONTRA INCENDIOS

Para las redes de distribución contra incendios en los edificios es recomendable instalar tuberías verticales y horizontales, ya que los tubos verticales brindan un abastecimiento apropiado para controlar el fuego. Por lo general el fuego en edificios altos se propaga en un lugar cerrado y a veces el agua bombeada no tiene el rango necesario, por ello es útil también las tuberías verticales y horizontales.

La protección contra incendios se lo hace a base de mangueras, escaleras y bombas de servicio público de bomberos a edificios que no sean mayores a seis plantas. Si se sobrepasa el número de plantas se debe realizar una instalación propia en el edificio.

Existen prescripciones oficiales para la instalación del sistema y son: la altura y superficie del edificio, la calificación del mismo con respecto al fuego y el número de las bocas contra incendios.

2.6.1 Clasificación

- **Tuberías verticales**

Muy importante que su presión y diámetro sean los correctos para el uso eficiente en todo el edificio.

- **Toma de agua**

Se define como la salida de una tubería o conducto de conducción el cual esta conformada por un tampón, acople o válvula.

- **Regadera automática**

El sistema automático de regaderas está compuesta una red horizontal de tuberías, instaladas a la altura media del cielo raso de los edificios. Pueden ser accionadas manualmente o por elementos sensibles. La regadera automática al detectar un aumento de temperatura en el ambiente esta se acciona y descarga agua para sofocar el calor que produjo ese cambio.

- **Siamesas**

Pieza que se acopla a una tubería conformada por dos entradas y una válvula de retención con el fin de duplicar la salida de agua. Por lo general es instalada en la fachada del edificio.

- **Bombas**

Son diseñadas para aumentar la presión de agua y suministrar un alto volumen de agua a presión para luchar contra un incendio. Para su diseño se toma en cuenta el caudal y la presión. Normalmente son usadas de dos tipos, las centrifugas y las bombas verticales de turbina.

2.6.2 Gabinetes de incendios y Clasificación

Dependiendo del tipo de riesgo hay diferentes componentes que pueden conformar un gabinete de incendios como: pistón de niebla, llave de hidrante, extintor.

- **Clase 1**

Los gabinetes de clase 1 son utilizados para riesgos leves es decir para fuegos de pequeños alcances y para edificios no mayor de 78 m. Las conexiones deben tener un diámetro de 1 ½" con salidas en cada piso y una longitud de manguera de 30 m. La boquilla no puede estar a más de 9 m de cualquier punto de construcción.

En las tuberías verticales el diámetro para una manguera de 30 m será de 4", si la longitud es mayor a 30 m se cambia el diámetro a 6".

Para este gabinete el caudal mínimo es de 6.3 l/s con un diámetro de 2 ½" y una presión final de 55 psi. Con estas especificaciones se debe diseñar el tanque de reserva.

- **Clase 2**

Este tipo de gabinetes están específicamente dirigidos para el cuerpo de bomberos y es recomendable la utilización de siamesas. Las conexiones tienen un diámetro 2 ½" con una boquilla de 1 1/8" y una manguera de 30 m de longitud.

En las tuberías verticales se usan las mismas especificaciones que en el gabinete Clase 1. Si en la edificación se ubica regaderas automáticas es recomendable una tubería de 6 “.

Para este gabinete el caudal mínimo es de 32 l/s y una presión máxima de 100 psi para los bomberos. Con estas especificaciones se debe diseñar el tanque de reserva. Pérez (2010: p.231) recomienda una válvula 2 ½” para uso del cuerpo de bomberos en la escalera de incendio o de emergencia.

- **Clase 3**

El uso propuesto para este gabinete es la combinación de la Clase 1 y Clase 2, y de igual forma que la Clase 2 es necesario usar siamesas. Son utilizados para riesgos moderados o altos. Las conexiones tienen un diámetro 1 ½” y 2 ½” con salidas en cada piso y una manguera de 18 m de longitud.

En las tuberías verticales se usan las mismas especificaciones que en el gabinete Clase 1 y Clase 2. El caudal mínimo es de 32 l/s y el tanque de reserva es el mismo que los gabinetes anteriores.

Es muy importante recalcar que para todos los gabinetes ya sea de Clase 1,2 o 3 la máxima altura de zona es de 122 m.

2.6.3 Riesgos

- **Leve**

Los riesgos leves se refieren a materiales que tengan baja combustibilidad como plástico, telas y gomas. Y se caracterizan por la carga de combustible que es de unos 35 Kg/cm² en a lo que madera se refiere. Por lo general son presenciados en edificaciones como: clubes, restaurantes, hospitales y viviendas multifamiliares.

- **Moderado**

En esta clasificación hablamos de materiales que poseen mucha mayor combustibilidad o que produzcan gran cantidad de humo. Su carga de combustible se encuentra entre 35 y 75 Kg/cm² en a lo que madera se refiere. Son presenciados en edificaciones como: panaderías, fábricas y procesadoras.

- **Alto**

Es aquel riesgo donde hay presencia de materiales que arden de manera rápida y puedan producir gases tóxicos al momento de quemarse, o puedan generar una fuerte explosión. Su carga de combustible supera a los 75 Kg/cm².

En este caso no es una buena opción el diseñar el sistema contra incendios con tuberías plásticas es decir PVC.

2.6.4 Condiciones Generales

Para un mejor entendimiento del sistema contra incendios, se explicara de una forma general algunas condiciones relevantes. Se debe insistir que el sistema contra

incendios hay que diseñarlo de manera independiente a otros sistemas, es decir cada uno de ellos debe tener su propia reserva de agua y conexiones.

Dependiendo de la clase de riesgo ya sea leve, medio o alto y del tipo de edificación que se realice será implementado el sistema contra incendios.

El tanque de reserva se lo puede utilizar para el racionamiento de agua del edificio y también para el suministro de agua en caso de un incendio. Siempre y cuando, “la toma de agua potable se localice a una altura tal del fondo del tanque, de manera que la cantidad de agua debajo del tanque corresponda a la reserva” (Pérez, 2010:p.232).

Otra condición importante es sobre las bombas las cuales deben tener una capacidad superior a 16 l/s, ya que estas abastecen el tanque inferior desde hidrantes públicos y carros de bomberos. (Pérez, 2010:p.232).

El uso de tuberías plásticas está totalmente prohibido en el diseño del sistema contra incendios, ya que al momento de un altercado que esté relacionado con el fuego esta pueda derretirse. La única excepción es si se tratase de tuberías que estén instaladas dentro del suelo, es decir subterráneas.

El diseño para el abastecimiento eléctrico de las bombas debe tener su propia acometida e interruptor, ya que al momento de que el edificio este sin electricidad, la corriente de las bombas funciones sin ningún problema cuando ocurra una emergencia.

2.6.5 Características del Suministro de Agua

Las siguientes características son enfocadas a las tuberías verticales las cuales necesitan abastecimiento de agua según los requisitos necesitados para el sistema.

- Suministro de la red pública donde este comprobado la presión y caudal necesarios
- Bombas controladas manualmente que esta conectada al tanque de presión y bombas automáticas. Otro suministro seria de igual forma con bombas manuales pero controladas a control remoto desde el gabinete
- Tanques de gravedad y también tanques de presión hidroneumáticos

Un aspecto muy importante es el de escoger un suministro de agua capaz de abastecer lo necesario, mientras otras fuentes de agua estén operando. Si el origen del abastecimiento es la red pública se debe evitar su contaminación.

2.6.6 Conexiones Para Uso Del Cuerpo de Bomberos

En edificaciones que solo tienen una zona se implementan gabinetes contra incendios de Clase 2 y 3 con sus respectivas conexiones siamesas para la utilización de los bomberos. Como se comento anteriormente el gabinete Clase 1 no requiere de conexiones siamesas y eso depende del tipo de vivienda o edificio.

Al tener dos o más zonas en la edificación se debe implementar una conexión siamesa en cada zona. El instalar una válvula de cierre en las siamesas dificulta la manipulación del agua para el cuerpo de bomberos cuando se presente una

situación de emergencia. Por ello lo más aconsejable es implementar una válvula check en la conexión siamesa.

En el caso de las conexiones de mangueras deben ser aseguradas con tapas y sus conexiones siamesas habitualmente son instaladas en la fachada del edificio. También se debe colocar un rotulo de emergencia cerca las siamesas indicando que son conexiones contra incendios y para el uso exclusivo del cuerpo de bomberos.

2.6.7 Control y Mantenimiento

El control y el mantenimiento corresponden a la propiedad y empleo del usuario, es decir las personas o entidades encargadas deben realizar oportunas revisiones o sustituciones de las piezas en malas condiciones.

El sistema contra incendios no actúa constantemente sino todo lo contrario pasa inactiva por mucho tiempo y en un imprevisto esta debe funcionar de manera correcta sin ninguna falla. Por ello, “todo sistema contra incendio se somete a una prueba hidrostática a una presión sostenida no inferior a 0.14 MPA durante dos horas” (Perez, 2010: p. 234). Estas pruebas deben ser controladas por un registro, y por ultimo ubicar una placa que detalle la presión con la que funciona el sistema.

2.6.8 Potencia de Bombas De Incendio

Antes de la instalación de la bomba es necesario conocer la potencia efectiva que posee, y ese dato se determina o se la consigue por medio del fabricante del mismo. Según Pérez (2010), “las bombas de incendio típicas, alcanzan su máxima potencia efectiva entre el 140 y 170 % de su capacidad nominal” (p.234).

Si por alguna razón no se consigue el dato de la potencia efectiva, es posible calcularla con la siguiente fórmula:

$$Hp = \frac{5.83 QP}{10000 E}$$

ó

$$Hp = \frac{QP}{1710 E}$$

Donde:

Hp= potencia efectiva

Q = Caudal

P = presión neta o altura de elevación en psi

Para el cálculo del rendimiento (E) que va desde un 60 a 75 % se realiza de la siguiente manera:

$$E = \frac{\text{Potencia útil}}{\text{Potencia empleada}}$$

Para unidades métricas el cálculo de la potencia es igual a:

$$HP = \frac{PQ}{27E}$$

Donde:

HP = Potencia efectiva en medidas métricas

P = Presión en kg/cm²

Q = Caudal en m³/h

2.6.9 Coeficiente de Descarga

Para obtener el caudal que pasa por un orificio es necesario tener la velocidad real que se asemeja a la velocidad promedio en la sección transversal del orificio, la cual es inferior al cálculo de la velocidad cuando se toma en cuenta la presión. Esta diferenciación se define por un coeficiente de velocidad C_v y su valor es de 0.98 cuando las boquillas están bien diseñadas.

Como existe una diferencia de velocidades también pasa en las superficies de la sección transversal de las boquillas. La diferencia de superficie se da entre el chorro y el orificio. Se designa esta diferencia como el coeficiente de contracción C_c y su valor es de 0.62.

Generalmente el coeficiente de velocidad y de contracción se combina de la siguiente manera:

$$C_d = C_v \times C_c$$

Obteniendo el coeficiente de descarga C_d . En términos de caudal se expresa de la siguiente manera:

$$Q = 29.83 C_d \Phi^2 \sqrt{P}$$

Donde:

C_d = el coeficiente de descarga para boquillas valores entre 0.96 y 0.98

ϕ = diámetro de la boquilla

P = presión en el acople de la manguera

En unidades métricas:

$$Q = 66Cd\phi^2\sqrt{P}$$

2.6.10 Diseño del sistema contra incendios

Para el diseño del sistema contra incendios del Conjunto Habitacional Esmirna se utilizo los dibujos en planta de todos los niveles del edificio incluyendo los subsuelos. En el subsuelo 1 y planta baja se ubico un gabinete en cada nivel y rociadores automáticos de agua. Por cada dos casas de implemento un gabinete y para los departamentos que se encuentran en el piso 1, 2 y 3 se coloco un gabinete en cada zona.

Los gabinetes contra incendios deben ser colocados a 1.20m de altura del piso acabado con una dimensión de 0.80m x 0.80m x 0.20m y un espesor de lamina metálica de 0.75mm (Reglamento de prevención contra incendios, 2009: p. 8).

El gabinete alojará un extintor de 10 libras, una llave spanner, un hacha de pico de 5 lb y sus vidrios deben tener un espesor de 2 a 3 mm (Reglamento de prevención contra incendios, 2009: p. 8). En nuestro caso consideramos ubicar gabinetes de Clase 1 que aplica a todas las especificaciones explicadas anteriormente. Este tipo de gabinetes son utilizados para riesgos leves y para edificios no mayor a 78 metros. La longitud de manguera es de 30 metros.

Las tuberías verticales implementadas son de hierro galvanizado debido a que van a estar expuesta a temperaturas altas. En el diseño contra incendios del conjunto la tubería principal que recorre toda el área del edificio será de 3"; y la salida a cada uno de los gabinetes se lo realizo con un diámetro de 2" mientras que para los rociadores se utilizo un diámetro $\frac{3}{4}$ " (M. Araque, entrevista, Abril 22, 2015). Estos diámetros son normativos por lo que no se necesitan cálculos y al igual que en aguas servidas y potables se utilizaron reducciones.

2.6.11 Especificaciones Motobomba

En la selección de nuestro equipo contra incendios acudimos de igual forma a la empresa INMERA C.A, donde se recomendó una motobomba de alta presión HD 3 100 HF. Este producto funciona a diesel con una potencia de 10 HP, posee una succión y descarga de 3". En la escogencia del aparato se tomo en cuenta el número de gabinetes que funcionaran en el sistema contra incendios, que en nuestro caso son 8 los cuales son aptos para una potencia de 10 HP.



Figura 13: Motobomba de Alta Presión
Elaborado por: INMERA C.A

3. Capítulo 3: Presupuesto Referencial

El presupuesto referencial se realizó calculando las cantidades de obra de casas, departamentos, planta baja y subsuelo. Al obtener las cantidades de cada rubro, el siguiente paso es obtener el respectivo precio unitario. En nuestro caso consultamos los precios unitarios en La Cámara de Industria de la Construcción (CAMICON) y en ferreterías cercanas del proyecto.

3.1 Presupuesto Sistema de agua Potable

	Plantas	TUBERIA PVC 3/4"	TUBERIA PVC 1/2"	CODOS 1/2" X 90	CODOS 3/4" X 90	Tee DE 1/2"	Tee DE 3/4"	LLAVE DE PASO	VALVULA CHECK	UNIONES DE 1/2"	UNIONES DE 3/4"	Reducción de 3/4 a 1/2"
CASA 1	PB	3	1	5	13	1	6	10	1	4	7	2
	PA	3	3	20	0	8	3	4		4	2	2
	T	4	4	6	2	2	3	5		2	2	2
CASA 2	PB	3	1	5	13	1	6	10	1	4	7	2
	PA	3	3	20	0	8	3	4		4	2	2
	T	4	4	6	2	2	3	5		2	2	2
CASA 3	PB	3	1	5	13	1	6	10	1	4	7	2
	PA	3	3	20	0	8	3	4		4	2	2
	T	4	4	6	2	2	3	5		2	2	2
CASA 4	PB	3	1	5	13	1	6	10	1	4	7	2
	PA	3	3	20	0	8	3	4		4	2	2
	T	4	4	6	2	2	3	5		2	2	2
CASA 5	PB	3	1	5	13	1	6	10	1	4	7	2
	PA	3	3	20	0	8	3	4		4	2	2
	T	4	4	6	2	2	3	5		2	2	2
CASA 6	PB	3	1	5	13	1	6	10	1	4	7	2
	PA	3	3	20	0	8	3	4		4	2	2
	T	4	4	6	2	2	3	5		2	2	2
CASA 7	PB	3	1	5	13	1	6	10	1	4	7	2
	PA	3	3	20	0	8	3	4		4	2	2
	T	4	4	6	2	2	3	5		2	2	2
CASA 8	PB	3	1	5	13	1	6	10	1	4	7	2
	PA	3	3	20	0	8	3	4		4	2	2
	T	4	4	6	2	2	3	5		2	2	2

Total	80	64	248	120	88	96	152	8	80	88	48
-------	----	----	-----	-----	----	----	-----	---	----	----	----

Tabla 7: Cantidades Agua Potable Casas

Fuente: Bryan Alvarez

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TUBERIA PVC 3/4"	6m	80	15	1200
TUBERIA PVC 1/2"	6m	67	12	804
CODOS 1/2" X 90	U	248	0.9	223.2
CODOS 3/4" X 90	u	120	1.25	150
TEE DE 1/2"	u	88	0.8	70.4
TEE DE 3/4"	u	96	0.9	86.4
LLAVE DE PASO	u	152	8	1216
VALVULA CHECK	u	8	15	120
UNIONES DE 1/2"	u	80	0.5	40
UNIONES DE 3/4"	u	88	0.6	52.8
REDUCCION de 3/4 a 1/2"	u	48	0.8	38.4
CALEFONES ELECTRICOS	u	8	550	4400
			TOTAL	8401.2

Tabla 8: Presupuesto Agua Potable Casas

Fuente: Bryan Alvarez

	Plantas	TUBERIA PVC 3/4"	TUBERIA PVC 1/2"	CODOS 1/2" X 90	CODOS 3/4" X 90	Tee DE 1/2"	Tee DE 3/4"	LLAVE DE PASO	VALVULA CHECK	UNIONES DE 1/2"	UNIONES DE 3/4"	Reducción de 3/4 a 1/2"
DEP 1	PB	4	8	32	5	15	2	18	1	4	2	1
DEP 2	PB	2	7	28	5	12	2	16	1	4	2	1
DEP 3	PB	2	8	28	5	12	2	16	1	4	2	1
DEP 4	PB	4	7	30	5	15	2	16	1	4	2	1
DEP 5	PB	4	8	32	5	15	2	18	1	4	2	1
Total		16	38	150	25	69	10	84	5	20	10	5

Tabla 9: Cantidades Agua Potable Departamentos

Fuente: Bryan Alvarez

Nota: Aquí se sumo las cantidades de los 10 departamentos restantes

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TUBERIA PVC 3/4"	6m	48	15.00	720
TUBERIA PVC 1/2"	6m	114	12.00	1368
CODOS 1/2" X 90	u	450	0.90	405
CODOS 3/4" X 90	u	75	1.25	93.75
" T " DE 1/2"	u	207	0.8	165.6
" T " DE 3/4"	u	30	0.9	27
LLAVE DE PASO	u	252	8.00	2016
VALVULA CHECK	u	15	15.00	225
UNIONES DE 1/2"	u	60	0.5	30
UNIONES DE 3/4"	u	30	0.6	18
REDUCCION DE 3/4 a 1/2"	u	15	0.8	12
CALEFONES ELECTRICOS	u	15	550	8250
			TOTAL	13330.35

Tabla 10: Presupuesto Agua Potable Departamentos

Fuente: Bryan Alvarez

PLANTAS	TUBERIA PVC 3/4"	TUBERIA PVC 1/2"	CODOS 1/2" X 90	CODOS 3/4" X 90	TEE DE 1/2"	TEE DE 3/4"	LLAVE DE PASO	VALVULA CHECK	UNIONES DE 1/2"	UNIONES DE 3/4"	REDUCCION de 3/4 a 1/2"
SUB 1	6	7	23	6	13	4	13	2	10	2	4
PLANTA BAJA	4	5	20	6	10	4	8	1	8	2	4
TOTAL	10	12	43	12	23	8	21	3	18	4	8

Tabla 11: Cantidades Agua Potable Sub1 y PB

Fuente: Bryan Alvarez

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TUBERIA PVC 3/4"	6m	10	15.00	150
TUBERIA PVC 1/2"	6m	12	12.00	144
CODOS 1/2" X 90	u	43	0.90	38.7
CODOS 3/4" X 90	u	12	1.25	15
" T " DE 1/2"	u	23	0.8	18.4
" T " DE 3/4"	u	8	0.9	7.2
LLAVE DE PASO	u	21	8.00	168
VALVULA CHECK	u	3	15.00	45
UNIONES DE 1/2"	u	18	0.5	9
UNIONES DE 3/4"	u	4	0.6	2.4
REDUCCION de 3/4 a 1/2"	u	8	0.8	6.4
			TOTAL	604.1

Tabla 12: Presupuesto Agua Potable Sub1 y PB

Fuente: Bryan Alvarez

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
EXCAVACION A MANO	m3	31	8.00	248
DESALOJO CON VOLQUETA	m3	40.3	15.00	604.5
HORMIGON PREMEZCLADO 210 KG/CM2	m3	13.75	160.00	2200
ACERO DE REFUERZO	Kg	638	1.60	1020.8
ENLUCIDO CISTERNA	m2	62.5	12.50	75.00
BOMBA BARNES HE3	u	1	1623.25	1623.25
TANQUE HIDRONEUMATICO 120L	U	1	1250.00	1250.00
				7021.55

Tabla 13: Presupuesto Cisterna de 31m3

Fuente: Bryan Alvarez

PRESUPUESTOS	VALOR TOTAL
CASAS AGUA POTABLE	8401.2
DEPARTAMENTOS AGUA POTABLE	13330.35
SUBSUELO 1 Y PLANTA BAJA	604.1
CISTERNA	7021.55
TOTAL	29357.2

Tabla 14: Presupuesto Total Sistema agua Potable

Fuente: Bryan Alvarez

3.2 Presupuesto Sistema Combinado

	PLANTAS	TUBERIA PVC 2"	TUBERIA PVC 200mm	TUBERIA PVC 4"	CODOS 2" X 45	CODOS 2" X 90	CODOS 4" X 90	TEE DE 4"	YEE DE 2"	YEE DE 4"	SIFON DE 2"	REDUCCIONES
CASA 1	PB	4	2	12	15	8	5		2	2	3	5
	PA	3		6	5	2	3	1		2	4	4
	T	2	4	1	3	1	2	1	3	1	1	1
CASA 2	PB	4	2	12	15	8	5		2	2	3	5
	PA	3		6	5	2	3	1		2	4	4
	T	2	4	1	3	1	2	1	3	1	1	1
CASA 3	PB	4	2	12	15	8	5		2	2	3	5
	PA	3		6	5	2	3	1		2	4	4
	T	2	4	1	3	1	2	1	3	1	1	1
CASA 4	PB	4	2	12	15	8	5		2	2	3	5
	PA	3		6	5	2	3	1		2	4	4
	T	2	4	1	3	1	2	1	3	1	1	1
CASA 5	PB	4	2	12	15	8	5		2	2	3	5
	PA	3		6	5	2	3	1		2	4	4
	T	2	4	1	3	1	2	1	3	1	1	1
CASA 6	PB	4	2	12	15	8	5		2	2	3	5
	PA	3		6	5	2	3	1		2	4	4
	T	2	4	1	3	1	2	1	3	1	1	1
CASA 7	PB	4	2	12	15	8	5		2	2	3	5
	PA	3		6	5	2	3	1		2	4	4

	T	2	4	1	3	1	2	1	3	1	1	1
CASA 8	PB	4	2	12	15	8	5		2	2	3	5
	PA	3		6	5	2	3	1		2	4	4
	T	2	4	1	3	1	2	1	3	1	1	1
TOTAL		72	48	152	184	88	80	16	40	40	64	80

Tabla 15: Cantidades Casas Sistema Combinado

Fuente: Bryan Alvarez

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TUBERIA PVC 2"	3m	72	6.00	432
TUBERIA PVC 200mm	3m	48	8.00	384
TUBERIA PVC 4"	3m	152	12.00	1824
CODOS 2" X 45	u	184	1.25	230
CODOS 2" X 90	u	88	1.25	110
CODOS 4" X 90	u	80	3	240
TEE DE 4"	u	16	3.50	56
YEE DE 2"	u	40	2.50	100
YEE DE 4"	u	40	4	160
SIFON DE 2"	u	64	3.5	224
REDUCCIONES	u	80	2	160
			TOTAL	3920

Tabla 16: Presupuesto Casas Sistema Combinado

Fuente: Bryan Alvarez

	ITEM 2	TUBERIA PVC 2"	TUBERIA PVC 200mm	TUBERIA PVC 4"	CODOS 2" X 45	CODOS 2" X 90	CODOS 4" X 90	TEE DE 4"	YEE DE 2"	YEE DE 4"	SIFON DE 2"	REDUCCIONES
DEP 1	PB	3	2	2	6	4	3	2	2	2	5	6
DEP 2	PB	2	2	2	5	3	3	1	2	2	4	6
DEP 3	PB	2	2	2	5	4	3	2	2	2	5	6
DEP 4	PB	3	2	2	6	4	3	2	2	2	5	6
DEP 5	PB	3	2	2	6	4	3	2	2	2	5	6
TOTAL		13	10	10	28	19	15	9	10	10	24	30

Tabla 17: Cantidades Departamentos Sistema Combinado

Fuente: Bryan Alvarez

Nota: Aquí se sumo las cantidades de los 10 departamentos restantes

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TUBERIA PVC 2"	3m	39	6.00	234
TUBERIA PVC 200mm	3m	30	8.00	240
TUBERIA PVC 4"	3m	30	12.00	360
CODOS 2" X 45	u	84	1.25	105
CODOS 2" X 90	u	57	1.25	71.25
CODOS 4" X 90	u	45	3	135
TEE DE 4"	u	27	3.50	94.5
YEE DE 2"	u	30	2.50	75
YEE DE 4"	u	30	4	120
SIFON DE 2"	u	72	3.5	252
REDUCCIONES	u	90	2	180
			TOTAL	1866.75

Tabla 18: Presupuesto Departamentos Sistema Combinado

Fuente: Bryan Alvarez

PLANTAS	TUBERIA PVC 2"	TUBERIA PVC 200mm	TUBERIA PVC 4"	CODOS 2" X 45	CODOS 2" X 90	CODOS 4" X 90	TEE DE 4"	YEE DE 2"	YEE DE 4"	SIFON DE 2"	REDUCCIONES
SUB 1	13	9	17	10	9	7	5	2	6	4	15
PLANTA BAJA	9	8	9	6	4	5	5	6	6	4	11
TOTAL	22	17	26	16	13	12	10	8	12	8	26

Tabla 19: Cantidades Sub1 y PB Sistema Combinado

Fuente: Bryan Alvarez

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TUBERIA PVC 2"	3m	22	6.00	132
TUBERIA PVC 200mm	3m	17	8.00	136
TUBERIA PVC 4"	3m	26	12.00	312
CODOS 2" X 45	u	16	1.25	20
CODOS 2" X 90	u	13	1.25	16.25
CODOS 4" X 90	u	12	3	36
TEE DE 4"	u	10	3.50	35
YEE DE 2"	u	8	2.50	20
YEE DE 4"	u	12	4	48
SIFON DE 2"	u	8	3.5	28
REDUCCIONES	u	26	2	52
			TOTAL	835.25

Tabla 20: Presupuesto Sub1 y PB Sistema Combinado

Fuente: Bryan Alvarez

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CAJA DE REVISION	U	20	120.00	2400
EXCAVACION A MANO	M3	68	8.00	544
DESALOJO CON VOLQUETA	M3	88.4	15.00	1326
				4270

Tabla 21: Presupuesto Cajas de Revisión Sistema Combinado

Fuente: Bryan Alvarez

PRESUPUESTOS	VALOR TOTAL
CASAS SISTEMA COMBINADO	3920
DEPARTAMENTOS SISTEMA COMBINADO	1866.75
SUBSUELO 1 Y PLANTA BAJA	835.25
CAJAS DE REVISION	4270
TOTAL	10892

Tabla 22: Presupuesto Total Sistema Combinado

Fuente: Bryan Alvarez

3.3 Presupuesto Sistema Contra incendios

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
GABINETES	u	9	350	3150
ROSEADORES	u	25	3	75
EXTINTORES	u	27	50	1350
TUBERIA HG 3"	6m	36.05	120	4326
REDUCCION DE 3 A 2"	u	9	6	54
REDUCCION DE 3 A 3/4"	u	25	6	150
CODOS 3 X 90	u	6	15	90
CODOS 1 1/2" X 90	u	9	6	54
TEE 3"	u	25	16	400
UNIONES DE 3"	u	4	8	32
SIAMESA	u	1	400	400
BOMBA 10HP	u	1	6000	6000
VALVULA CHEK 3"	u	2	250	500
LLAVES DE CONTROL	u	2	150	300
TABLERO DE CONTROL	u	1	200	200
VALVULA DE PIE 3"	u	1	150	150
			TOTAL	16081

Tabla 23: Presupuesto Total Sistema Contra Incendios

Fuente: Bryan Alvarez

4. Capítulo 4: Evaluación de Impacto Ambiental

4.1 Antecedentes

Actualmente los diseños de alcantarillado son sistemas importantes y básicos para la sociedad en la que vivimos, ya que nos aseguran una mejor calidad de vida, protección y prevención del medio ambiente. Son muy necesarios e indispensables para el desarrollo tanto económico como social de los habitantes ecuatorianos.

Hoy en día es considerado como obligación que los gobiernos por medio de varias entidades brinden los respectivos servicios básicos a las diferentes zonas del país. Servicios básicos como agua potable, educación, electricidad y alcantarillado sanitario son los más destacados que el gobierno debe implementar sin importar la ubicación de la zona o el estatus social de la población.

Como nuestro trabajo de titulación se enfoca en el diseño hidrosanitario de un conjunto habitacional nos centraremos más en este aspecto, describiendo las características del proyecto, el marco legal, los impactos ambientales y la forma de cómo mitigarlos.

Es necesario realizar una evaluación de impacto en todo tipo de obra civil, ya que produce una mejora en la adecuación y la optimización ambiental en los proyectos e incrementa la participación y conciencia de las personas.

Una evaluación de impacto ambiental o EIA se define como “un proceso administrativo para identificar las consecuencias o efectos ambientales que

determinadas acciones o proyectos pueden causar al bienestar humano así como al entorno” (R. Parra, entrevista, Mayo 3 del 2015).

4.2 Metodología

La elaboración de una evaluación ambiental está compuesta por los siguientes términos básicos que son aplicados a cualquier tipo de proyecto: Línea de Base Ambiental, Descripción del Proyecto, Evaluación de Impactos y por último la Mitigación de los mismos.

En la Línea Base ambiental se describe los factores bióticos y abióticos. Se diagnostica el ambiente en el área de influencia del proyecto, en nuestro caso en un terreno de 1600 m² donde será construido el Conjunto Habitacional Esmirna.

Se realizara una descripción de las actividades más importantes que forman parte de la construcción del diseño hidrosanitario, con esto estará cubierto la descripción del proyecto.

En la evaluación de impactos se analizará los mayores efectos negativos que se tenga al momento de implementar el diseño en el conjunto

Por último en la mitigación, daremos varios criterios los cuales nos ayudaran a erradicar cada uno de los problemas ambientales que se produzcan en el diseño hidrosanitario del conjunto habitacional.

4.3 Línea de Base Ambiental

El proyecto se encuentra ubicado en el centro- sur del distrito metropolitano de Quito, en el sector de los Dos Puentes, en la Av. Mariscal Sucre entre José Mendoza y Rodrigo de Chávez.

El proyecto está situado en un sector plenamente consolidado, es decir, cuenta con un amplio grupo de servicios. Alrededor del área de influencia existen unidades de educación primaria y secundaria, hospitales, supermercados, bancos, parques, áreas recreativas, tiendas, entre otros.

4.4 Factores Abióticos

La temperatura, agua, suelo, lluvia y aire son los factores abióticos principales que se toman en cuenta en el desarrollo de línea base ambiental.

La temperatura media en la ciudad de Quito se encuentra entre unos 13.9 grados centígrados, y su mes más caluroso es en mayo con unos 14.1 grados centígrados (climate-data.org). La precipitación anual de Quito es de 1273 mm al año, y hay que recalcar que el sur de Quito posee un clima más frío, ya que se encuentra en la parte más alta de la ciudad.

En el sector del estudio se encontró a 1 metro de profundidad arcillas inorgánicas y limos arcillosos. Este tipo de suelos tienen un alto grado de humedad, lo que los hace menos densos.

Cerca de la zona no se encuentran ríos o posos, la distribución de agua se da gracias a una acometida que facilito la EMAAP. En lo que respecta a luz, se tiene

energía eléctrica las 24 horas del día, es decir es un sector consolidado con muy buenos servicios básicos.

4.5 Factores Bióticos

Lo que respecta a seres bióticos por lo general son los seres humanos, animales, insectos y plantas o cualquier ser viviente que forme parte de un ecosistema.

Alrededor del terreno de 1600 metros cuadrados donde estará ubicado el conjunto habitacional se observa animales como perros, gatos, pájaros e insectos. Las especies típicas de una zona urbanizada. Arbustos, arboles y hierbas también forman parte de este ecosistema y están ubicadas en los diferentes complejos habitacionales de los barrios la Magdalena y Marmota. En el sector se tiene una densidad poblacional de 154 habitantes por hectárea, de las cuales están conformadas por hombres, mujeres, ancianos y niños.

4.6 Descripción del Proyecto

El diseño hidrosanitario abarca el dimensionamiento de toda la red de tuberías para el sistema de agua potable, aguas servidas, aguas lluvia y el sistema contra incendios. La evaluación de los impactos ambientales se observaran en la fase de construcción, ya que aquí se contempla las actividades y etapas de la obra civil que se efectuará.

A continuación una breve explicación de las componentes y diseño del proyecto:

- Cajas de revisión, en lo que casas se refiere están ubicadas en la acera de la entrada mientras que las cajas de revisión de los departamentos se encuentran en el subsuelo 1. Especialmente para aguas servidas y lluvia
- Las tuberías del sistema de agua potable y combinado son de PVC, caracterizada por su larga duración.
- El tratamiento de aguas servidas no lo tomamos en cuenta ya que todas las aguas toxicas son descargadas en el alcantarillado público.
- Bombas para el sistema de agua potable y contra incendios, instaladas en la estación de bombeo del subsuelo 1.
- Instalación de aparatos sanitarios y sumideros verificando el diámetro correspondiente.
- Tuberías de hierro galvanizado para el sistema contra incendios

4.7 Identificación de Impactos Ambientales

4.7.1 Indicadores Ambientales

Los indicadores más comunes en un diseño hidrosanitario para un conjunto habitacional se detallarán a continuación:

Componente	Elemento	Indicador Ambiental
Físico	Agua	Contaminación de drenajes
		Calidad de agua
	Aire	Generación de ruido
		Emisión de partículas y polvo
		Generación de olores
	Suelo	Intervención del suelo
Calidad del suelo		
Humano	Espacio Publico	Alteración de tráfico
		Daños a edificaciones
	Seguridad	Accidentes laborales

Tabla 24: Indicadores ambientales

Fuente: Bryan Alvarez

En el siguiente cuadro detallaremos las actividades del proyecto tanto en la construcción como en el mantenimiento:

Construcción	Operación y Mantenimiento
Campamento	Operación en el sistema hidrosanitario
Señalización en la vías	Operación de bombas
Cierre de Vías	Mantenimiento de los sistemas
Preparación del terreno	
Excavaciones	
Operación de Maquinaria	
Transporte de materiales	
Desalojo de materiales	
Vertido de aguas freáticas	

Tabla 25: Actividades del proyecto

Fuente: Bryan Alvarez

Al tener los indicadores ambientales y las actividades del proyecto, se puede realizar una matriz de identificación de impactos ambientales:

Elemento	Indicador Ambiental	Campamento	Señalización	Cierre de vías	Preparación del terreno	Excavaciones	Operación de Maquinaria
Agua	Contaminación de drenajes	X			x	x	
	Calidad de agua	X			x	x	
Aire	Generación de ruido				x	x	x
	Emisión de partículas y polvo	X			x	x	X
	Generación de olores					x	
Suelo	Intervención del suelo	X					
	Calidad del suelo	X					
Espacio Publico	Alteración de tráfico			X		x	X
	Daños a edificaciones					x	
Seguridad	Accidentes laborales	x				x	X

Tabla 26: Matriz Identificación de Impactos Parte 1

Fuente: Bryan Alvarez

Elemento	Indicador Ambiental	Transporte de materiales	Desalajo de materiales	Vertido de aguas freáticas	Operación en el sistema	Operación de bombas	Mantenimiento
Agua	Contaminación de drenajes		x	X			
	Calidad de agua		x	X	x		
Aire	Generación de ruido	x		X		x	
	Emisión de partículas y polvo						
	Generación de olores						
Suelo	Intervención del suelo						
	Calidad del suelo		x				
Espacio Publico	Alteración de tráfico						
	Daños a edificaciones						
Seguridad	Accidentes laborales	x				x	x

Tabla 27: Matriz Identificación de Impactos Parte 2

Fuente: Bryan Alvarez

4.8 Evaluación de Impactos y Medidas de Mitigación

4.8.1 Contaminación de drenajes

Este impacto ambiental afecta de manera moderada la calidad de agua en los drenajes y produce un impacto temporal en cuanto al ambiente. Aquí el drenaje de aguas freáticas afecta de los drenajes del área de construcción. Para este impacto no existe una forma de mitigarlo.

4.8.2 Calidad de agua

De igual forma que el anterior impacto, este es de tipo moderado y temporal. Al momento de la construcción el agua se verá afectada por la generación de aguas residuales de los trabajadores. El impacto puede ser reversible si se instala baños portátiles o cabañas sanitarias.

4.8.3 Generación de ruido

La generación de ruido afectara a las personas que habitan alrededor del proyecto como también a los trabajadores de la construcción, ya que el uso de maquinaria, equipos y mulas al momento del transporte de material sobrepasara el ruido tolerante que las personas están acostumbradas. Para mitigarlos se aconseja proveer herramientas de protección de ruido a los trabajadores, y calibrar de manera adecuada los equipos con el fin de reducir el ruido de la maquinaria.

4.8.4 Emisión de partículas y polvo

Las emisiones de partícula y polvo afectara de sobremanera la calidad de aire en los 1600 metros cuadrados de área de construcción del conjunto habitacional. Por lo general el polvo se generara en áreas abiertas y también en las distintas actividades de construcción como por ejemplo: limpieza y desbroce del terreno, excavaciones, desalojo de material. La medida de mitigación es el humedecer las áreas de construcción y abiertas.

4.8.5 Generaciones de olores

En el momento de las excavaciones para la instalación de tuberías por lo general emanan olores desagradables producidos por lodos. No existe una medida para mitigar esta actividad.

Las bombas centrifugas que se utilizan para el agua potable y contra incendios podrían generar malos olores sin el debido mantenimiento. En este caso para mitigar esta actividad, es la de realizar el respectivo mantenimiento periódicamente.

4.8.6 Intervención del suelo

Este impacto afecta de manera temporal y se produce al momento de implementar el campamento, por ello no se plantea un criterio para mitigarlo

4.8.7 Calidad del Suelo

La calidad del suelo puede verse afectada por químicos que accidentalmente se derramen en el área de trabajo. Combustible, aceites, acelerantes y aditivos para el hormigón son las principales sustancias que se vierten en el suelo.

Para la mitigación de esta actividad se debe diseñar un plan de prevención en caso de que suceda algún tipo de derrame y almacenar en un ambiente seguro este tipo de químicos.

4.8.8 Alteración de tráfico

El incremento de tráfico es muy típico en la construcción de una obra civil, debido a la circulación de maquinaria pesada y volquetas. Al ser un sector urbano es inevitable que suceda esto.

Se toma las siguientes medidas:

- La entrada y salida de estos vehículos debe ser supervisada para así no producir accidentes de tránsito.
- Implementar señalización con letreros preventivos
- Capacitación de los choferes y encargados de maquinaria pesada.

4.8.9 Daños a edificaciones

En el diseño hidrosanitario se realizara excavaciones profundas las cuales pueden infringir daño a las estructuras de los conjuntos habitacionales cercanos al Conjunto Esmirna.

Se toma las siguientes medidas:

- Tener una base de datos fotográficos del estado de las viviendas aledañas antes de empezar con el proyecto.
- Es muy improbable que no se den daños en los conjuntos vecinos, por lo que se debe tomar en cuenta un presupuesto para la reparación de casas afectadas.

4.8.10 Accidentes laborales

La mayor parte de las actividades en la construcción tienen riesgos como: desalojo y transporte de materiales, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, excavaciones, incluso en el mantenimiento de los aparatos.

Se toma las siguientes medidas:

- Brindar quipos de protección a los trabajadores
- Capacitación sobre la seguridad , ambientalismo e higiene al personal calificado.

5. Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Para el diseño hidrosanitario del Conjunto habitacional Esmirna se utilizó tubería de PVC por las características muy favorables que posee, como su durabilidad de 40 años y el precio cómodo para el constructor.
- Las tuberías contra incendios son instaladas de hierro galvanizado a diferencia del sistema de agua potable y combinado que son de PVC, ya que al momento de un accidente serán expuestas a altas temperaturas.
- En primera instancia el sistema de aguas lluvia y negras se diseñaría por separado pero se analizó que un sistema combinado es mucho más económico.
- Cada uno de los sistemas realizados en la tesis se los diseñó de acuerdo a las normas vigentes y en especial a los conocimientos en práctica que posee el Ing. Miguel Araque.
- Para la recolección de las cantidades de obra en tuberías se tomó en cuenta tubos de 6 m de largo para el sistema de agua potable y contra incendios, mientras que para sistema combinado se utilizó de 3 m de longitud.
- El proyecto al estar ubicado en una zona urbanizada, no hubo la necesidad de diseñar un tanque séptico ya que las aguas negras se descargan directamente en sistema de alcantarillado público.
- Los elementos que serán afectados ambientalmente cuando se construya los sistemas de agua potable, combinado y contra incendios serán el agua, aire, suelo, espacios públicos, y seguridad del personal. Por lo general la mayoría

de actividades que se realicen en obra perturbaran el ambiente y es posible que algunas de ellas no se mitiguen.

- Se utilizó el Reglamento de Prevención de Incendios N 114 2 para el diseño de gabinetes, rociadores y general gran parte del sistema contra incendios.

5.2 Recomendaciones

- Es de gran importancia que se realice un mantenimiento periódico de las cajas de revisión, las tuberías, sumideros que conforman el sistema combinado. Con el respectivo mantenimiento el diseño rendirá su vida útil sin ningún problema, y evitando causar problemas a los futuros habitantes del conjunto habitacional.
- Capacitar al personal encargado de las bombas de alta presión con el fin de evitar problemas en el funcionamiento de las mismas.
- Agregar una tubería de ventilación en los lavabos y tinajas para evitar malos olores. La tubería de ventilación debe tener su salida por la terraza o techos de las casas
- Por último se aconseja al constructor del conjunto tomar en cuenta las medidas de mitigación que se desarrollaron en la tesis, y así disminuir un poco los daños al ambiente que rodea el área de influencia.

6. Bibliografía

Araque, M. (28 de Abril 2015). Comunicación personal. Quito: Universidad San Francisco de Quito

Parra Narvárez, R. (5 de Mayo 2015). Comunicación personal. Quito: Universidad San Francisco de Quito

Vascones, J. (s/f.). Evaluación de Impacto Ambiental Sanitario. Recuperado el 25 de Abril de 2015 de <http://simce.ambiente.gob.ec/documentos/eia-relleno-sanitario-santa-elena.pdf>

INMERA C.A. (s/f). Bombas de Alta Presión. Recuperado el 6 de Mayo de 2015 en <http://inmera.com.ec/index.php/productos/compras-online/bombas.html?dir=desc&limit=5&mode=list&order=price&p=1>.

Pérez Carmona, R. (2010). Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Miranda, L. (1991). Biblioteca de Instalaciones de Agua, Gas, y Aire Acondicionado. Barcelona: Eac Ediciones.

Ortega García. (1988). Instalaciones Sanitarias en Viviendas. Barcelona: Ediciones Eac.

Gay, M., Fawcett, C., Mcguinnes, W. y Stein B.(1988). Instalaciones en los Edificios. México: Ediciones G.Gili, S.A de C.V.

CAMICON. (10/5/2014). Lista de precios /Materiales de Construcción. *Construcción*, 234, B2-B23.

Registro Oficial. (2009). Reglamento de prevención de incendios N114. Ecuador.
Registro Oficial.

Climate-data.org. (s/f). Recuperado el 15 de Abril del 2015 de <http://es.climate-data.org/location/1012/>.

7. Anexos

- Implantaciones Conjunto Habitacional Esmirna
- Diseño del sistema de agua potable
- Diseño del sistema de aguas servidas y lluvias (sistema combinado)
- Diseño de cisterna
- Diseño de sistema contra incendios