

## **EDIFICIO**

# **"LABORATORIO CENTRAL PARA EL CONTROL DE CALIDAD AGUA EN LA CIUDAD DE MANTA"**

## **EMPRESA PÚBLICA AGUAS DE MANTA**

## **ESTUDIOS DEL SISTEMA HIDROSANITARIO Y CONTRA INCENDIO**

**CONSULTOR:  
ARQ. RUBEN FELIX DELGADO**

**ELABORADO POR:  
ING. VICTOR HUGO SACOTO PICO**

## **INFORME**

**ENERO 2017**

## **CONTENIDO**

### **1.0 ANTECEDENTES**

### **2.0 OBJETIVOS**

### **3.0 METODOLOGIA**

### **4.0 DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS**

#### **4.1 Abastecimiento de agua Potable**

##### **4.1.1 Sistema de agua fría**

##### **4.1.2 Sistema de agua contra incendio**

#### **4.2 Sistema de Aguas Servidas-Alcantarillado**

#### **4.3 Sistema de Aguas Servidas-Ventilación**

#### **4.4 Sistema de Aguas Lluvia**

### **5.0 PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCION**

### **6.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS**

### **7.0 PLANOS**

### **8.0 BIBLIOGRAFIA**

## **ESTUDIOS DEL SISTEMA HIDRO – SANITARIO Y CONTRA INCENDIO DEL EDIFICIO DEL “LABORATORIO CENTRAL PARA EL CONTROL DE CALIDAD AGUA EN LA CIUDAD DE MANTA” DE LA EMPRESA PUBLICA AGUAS DE MANTA**

### **1.0 ANTECEDENTES**

El Gobierno Municipal de San Pablo de Manta y la Empresa Publica Aguas de Manta (EPAM), en su afán de mejorar el servicio que presta a sus ciudadanos y para estar acorde con su política de calidad, misión, visión, objetivos estratégicos y las normativas nacionales e internacionales vigentes, conscientes en reconocer el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, emprende la ejecución del Plan Maestro Hidrosanitario, situación que precisa complementar con la implementación de un Laboratorio central, para análisis y control de calidad de agua potable, residual y de otras fuentes que lo requieran.

Debido a la necesidad de la ciudad por la implementación de una instalación que permita el desarrollo de las actividades de control de calidad de aguas, se procede a la elaboración de los diseños del laboratorio Central para el Control de la calidad de diferentes fuentes de agua para la ciudad de manta, mismo que deberá cumplir con los requisitos exigidos por la normativa nacional e internacional para la implementación de este tipo de laboratorios.

El edificio, contará con toda la infraestructura necesaria para brindar a sus usuarios la más alta calidad para el confort y seguridad; esto es infraestructura física, equipamiento y maquinarias; que, como parte fundamental en el funcionamiento del laboratorio, es necesario realizar los Estudios Hidrosanitarios con la finalidad de contar con los servicios de agua potable para consumo humano y de áreas verdes y socorrer siniestros como incendios y la evacuación de las aguas residuales y de lluvias; acatando todas las disposiciones del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, los códigos y de las Entidades Municipales de Agua Potables y Alcantarillado, del propio Municipio de Manta, así como, las Normas dictadas por la Sub Secretaría de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, y en general de todos los organismos competentes.

### **2.0 OBJETIVOS**

Los estudios referidos a la distribución de agua potable (agua fría y contra incendio), sistema sanitario y drenaje pluvial para el edificio tendrán como objetivos los siguientes puntos:

Revisión de los datos básicos de la población del edificio, así como también de la topografía, verificación en campo de la zona donde se implanta el edificio y los diseños correspondientes a:

Agua Potable y Sistema Contra Incendio:

Acometidas

Tanques de almacenamiento

Sistema de bombeo  
Conducción  
Distribución

### **Sistema Sanitario- Alcantarillado y Ventilación**

Tuberías  
Cajas de Revisión  
Pozos de recolección

Drenaje de Aguas Lluvias

El Sistema de drenaje pluvial tendrá como objetivo facilitar la evacuación de las aguas lluvias a fin de que no existan problemas de inundaciones, para ello se dimensionarán las redes de drenaje en función de las áreas de aportación y del caudal.

### **3.0METODOLOGIA**

En base a la distribución arquitectónica del edificio, se procede a implantar las redes de agua potable y alcantarillado, así como también la red de aguas lluvias.

Luego, mediante el uso de hojas electrónicas y el programa computacional FLOWMASTER se dimensionará los diferentes sistemas de conducción, considerando las normas establecidas para el efecto. Realizado este trabajo se dibujarán las redes y se procederá a costear los sistemas para la obtención del presupuesto final.

### **4.0 DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS**

#### **4.1 Abastecimiento de Agua Potable**

##### **Criterios de Diseño y Resultados**

El edificio recibirá agua suficiente para satisfacer las necesidades de sus ocupantes. También abastecerá el volumen necesario para la protección contra incendio. En este estudio se proporcionan datos específicos sobre todas estas necesidades.

A partir de la red general urbana, se hace necesaria la distribución del agua hasta el interior del edificio. Dentro de éste, el agua puede alcanzar una altura fijada por la presión que lleve en la conducción general, medida en metros de columna de agua.

Los reglamentos de construcción, mucho de los cuales tienen como referencia la American Uniform Plumbing Code del American National Standards Institute ANSI; y, a la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, en el CAPÍTULO 16 de la NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA, imponen limitaciones estrictas a las instalaciones de fontanería o plomería en aras de la salud pública. He aquí algunas indicaciones características:

- a) Todos los edificios deben estar provistos de agua potable. Los equipos y accesorios de plomería recibirán agua en volumen suficiente para funcionar de manera apropiada, y con una presión acorde a tal fin.
- b) Las tuberías que distribuyen el agua serán de calibre suficiente para transportar el volumen requerido sin reducción excesiva de la presión, ni ruidos intensos, en condiciones normales.
- c) Las tuberías se diseñan y se ajustan de manera que utilicen el volumen mínimo de agua compatible con el funcionamiento y la limpieza satisfactorio de los equipos y accesorios.
- d) Las tuberías, uniones y conexiones del sistema serán impermeable, bajo las presiones determinadas en pruebas. Se efectuarán éstas para identificar cualquier fuga o defecto del sistema.
- e) La seguridad estructural de un edificio no disminuirá con la instalación, modificación, renovación o reposición de un sistema o cualquiera de sus partes. Las tuberías se instalarán y reforzarán para evitar esfuerzos que pudieran ocasionar el mal funcionamiento del sistema. También debe tomarse en cuenta la expansión y contracción de las tuberías a causa de cambios de temperatura y del asentamiento estructural del edificio.

El volumen de agua que se suministre debe ser adecuado para las necesidades de los ocupantes y los procesos que se efectúen en el edificio. La demanda total de agua debe calcularse sumando los flujos máximos en todos los puntos de uso y aplicando un factor menor que la unidad, a fin de tomar en cuenta la probabilidad de que se empleen simultáneamente sólo alguno de los equipos.

La presión con que llega el agua a un edificio debe estar dentro de los límites aceptables. De otra forma, las presiones bajas tendrían que incrementarse mediante bombas, y las altas, abatirse con válvulas reductoras.

En el suministro de agua a las instalaciones, se presenta una caída de presión en las tuberías de distribución a causa de la fricción. Por tanto, la presión del agua que llega a la entrada del sistema de distribución debe exceder el mínimo requerido en las instalaciones, en el momento de la caída de presión en el sistema.

En la siguiente tabla se muestran las presiones y caudales requeridos en diferentes equipos sanitarios.

TABLA 1.- gasto y presión requerido en diferentes equipos sanitarios

<b>EQUIPO</b>	<b>PRESION DE FLUJO (lb/pulg<sup>2</sup>)</b>	<b>CAUDAL-GASTO (gal/min)</b>
Grifo normal de lavabo	8	3.0
Grifo de autocierra de lavabo	12	2.5
Grifo de fregadero de 3/8 pulg.	10	4.5
Grifo de fregadero de 1/2 pulg.	5	4.5
Grifo de tina	5	6.0

Llave para pileta de lavadero de ½ pulg.	5	5.0
Regadera-ducha	12	5.0
Válvula esférica para retrete	15	3.0
Válvula de descarga automática para retrete	10-20	15-40
Válvula de descarga automática para urinario	15	15.0
Manguera para jardín de 15m y con llave de nariz	20	5.0

#### Demanda de agua.-

De acuerdo a la información proporcionada por la parte arquitectónica del proyecto, el número de metros cuadrados que ocupa el edificio es de aproximadamente 500 m<sup>2</sup>. Con estas consideraciones, utilizando una dotación básica de 6 litros por metro cuadrado y por día, por ser un edificio de oficinas de acuerdo con Tabla 16.2. Dotaciones para edificaciones de uso específico de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, en el CAPÍTULO 16 de la NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA, se tiene un consumo diario de 3000 litros, si calculamos el almacenamiento para 2 días por posible desabastecimiento de la red pública, además se considera un volumen mínimo de 13000 litros para reserva contra incendio, de conformidad con el Art. 41 de Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios; adicionalmente, se considera un volumen de 3000 litros para abastecer a la futura planta alta proyectada, se tiene un volumen de agua de 22.00 m<sup>3</sup>. Consecuentemente, se diseña una cisterna con las siguientes dimensiones: 3.500x3.50x2.00 m.

De conformidad a los datos proporcionados al consultor, para el abastecimiento del caudal diario desde la tubería de PVC de 110mm de la red pública hasta la cisterna se prevé la instalación de una acometida de Ø ½" para un periodo de llenado de 4 horas y un caudal de 0.21 l/s, el agua se traslada a una velocidad de 1.06 m/s, se instalará un medidor de ½" de diámetro.

La acometida de Ø ½" tiene una longitud de 40 metros, aproximadamente; de acuerdo con la velocidad, el caudal y el diámetro de la tubería de PVC, las pérdidas por fricción por metro de tubería es de 0.085 m/m y por la longitud se tiene 4.09 metros de pérdidas. La tubería, con respecto de la calle y cisterna, tiene una diferencia de nivel de 1.50 metros. Si consideramos una presión mínima de 35 PSI en el punto de toma de la acometida de la red pública, equivalente a 24.66 metros de columna de agua, se establece que el agua llega hasta la cisterna con la presión de 30 PSI, aproximadamente.

#### Caudal de diseño

Para determinar el caudal de diseño partimos del tipo y número de equipos sanitarios y la simultaneidad de uso. La simultaneidad de uso se la determina con la formula tomada de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, en el CAPÍTULO 16 de la NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA, que es la siguiente:

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F \times (0.04 + 0.04 \times \log(\log(n)))$$

Dónde:

n = número total de aparatos servidos

ks = coeficiente de simultaneidad, entre 0.2 y 1.0

F = 1, para edificios de oficinas y semejantes

De acuerdo al número de equipos que suman 20, se obtiene un factor de simultaneidad de 0.27; sin embargo el consultor mayoró este valor y asume un factor de simultaneidad de 0.30, con lo cual se determina el caudal simultáneo de la siguiente manera:

Inodoros tanque bajo:	1*0.30*0.20 l/s	= 0.06 l/s
Inodoros con fluxómetro:	2*0.30*1.00 l/s	= 0.60 l/s
Lavabos:	3*0.30*0.20 l/s	= 0.18 l/s
Duchas:	2*0.30*0.30 l/s	= 0.18 l/s
Urinarios:	1*0.30*0.30 l/s	= 0.09 l/s
Fregaderos:	4*0.30*0.30 l/s	= 0.36 l/s
Lavaojos y ducha de emergencia:	2*0.30*0.30 l/s	= 0.18 l/s
Llave de jardín:	4*0.30*0.30 l/s	= 0.36 l/s
Total		<u>2.01 l/s</u>

Es importante anotar que, el caudal instantáneo total, considerando la futura planta alta es de 3.72 l/s.

### Redes de Distribución.-

En las viviendas y centros de producción de todo tipo, se precisan instalaciones para producir, almacenar y distribuir agua. En las viviendas, el consumo destinado a lavar, a la higiene personal y a la cocina es considerable, mientras que la industria y los edificios comunitarios (residencias, laboratorios, hoteles y hospitales) precisan a menudo de grandes cantidades. En todos ellos deben cumplir las siguientes condiciones: el agua debe suministrarse en perfectas condiciones de higiene, en cantidad suficiente, además de estar a la disposición del usuario en cualquier momento. La regulación debe ser simple, el servicio seguro y poco complicado, el manejo cómodo y la construcción sencilla. La instalación debe ser rentable, de bajo costo de adquisición y mantenimiento. Los diámetros y tipos de tubos deben seleccionarse a fin de equilibrar la pérdida de presión dinámica a causa de la fricción en las tuberías, sin importar las diferencias en sus longitudes y cambios súbitos considerables en la demanda de una u otra tubería.

Los diámetros de la tubería se calculan aplicando los principios de la hidráulica. El ahorro de costos indica el uso de los calibres más pequeños que permitan los reglamentos de construcción, pero es frecuente que otros factores hagan aconsejable el uso de diámetros mayores, entre tales factores están:

- La presión en la fuente de abastecimiento del agua, por lo general las tuberías del sistema público (en lb/pulg<sup>2</sup>).

- b) La presión requerida en cada equipo (en lb/pulg<sup>2</sup>).
- c) La caída de presión a causa de la altura de los equipos sobre la fuente de abastecimiento y la fricción durante el flujo de agua en la tubería.
- d) Las limitaciones impuestas a la velocidad del flujo de agua, en m/s, a fin de evitar los ruidos y la erosión.

Para el cálculo de los sistemas de tuberías, se realizó lo siguiente:

- Dibujar todas las tuberías de abastecimiento ascendente y descendente, horizontales y ramales propuestos, indicando el número y tipo de equipos a los que alimentan, junto con el flujo de agua requerido.
- Calcular la longitud equivalente de tubería para cada parte del sistema.
- Determinar, mediante prueba, la presión mínima promedio en la tubería principal del sistema público, o indagarla con el organismo que abastece el agua. Calcular la presión mínima que se requiere en el equipo del sistema situado a mayor altura.
- Calcular la caída de presión en la tubería equivalente que se dibujó.

Distribución por abastecimiento ascendente.- A fin de evitar el rápido desgaste de válvulas, como las de los grifos, es usual que el agua llegue a los sistemas de distribución de los edificios con presiones no mayores de 50 lb/pulg<sup>2</sup>, para elevar el agua de cuatro a seis pisos sin que pierda la presión requerida en las instalaciones. Por tanto, en construcciones de poca altura, el agua fría puede distribuirse por el método de abastecimiento ascendente, en que las instalaciones sanitarias de cada piso reciben agua por ramales de las tuberías verticales de abastecimiento, que la transportan hacia arriba con la presión del sistema público o con la ayuda de un equipo hidroneumático.

El agua de la porción inferior del tanque de regulación servirá de reserva para combatir incendios. Además, es común que el tanque se halle dividido en cámaras independientes, una junto a la otra, provista cada una con tuberías y controles idénticos. Los interruptores eléctricos de las cámaras, operados por flotadores, controlan las bombas que alimentan el tanque. Cuando el nivel de agua en éste cae por debajo de un límite especificado, el interruptor activa la bomba, y la apaga cuando se alcanza cierto límite superior.

#### **4.1.1 Sistema de Agua Fría.-**

De conformidad con los diseños arquitectónicos, el agua será distribuida desde el tanque de almacenamiento o cisterna ubicado en el patio frontal nivel 0.00, se instalará el sistema hidroneumático con succión positiva, es decir la cisterna se construirá bajo el nivel 0.00 y se según el dimensionamiento de la misma, la cota de fondo será -2.20 m.

Con estas consideraciones, se procede a calcular las redes de distribución de agua en el edificio, teniendo en cuenta que la velocidad no deberá ser menor que 0.60 m/s ni superior a 2.4 m/s y aplicando las normas de diámetros mínimos. Para el dimensionamiento de los diámetros de tuberías se utiliza la ecuación de la continuidad, que es la siguiente:



**$Q = V * A$** ; de donde:

**Q**= caudal en  $m^3/s$

**V**= velocidad en m/s

**A**= área de la tubería en  $m^2$ .

El diámetro de la tubería, se calcula, despejando:

**$\emptyset = \sqrt{(4 * Q / \pi * V)}$** .

Para conocer las pérdidas por fricción, se utiliza la fórmula de Hazen-Williams, que es la siguiente (sistema métrico):

**$J = (Q / 0.28 * C * D^{2.63})^{1.85}$** , de donde:

**Q**= Caudal en  $m^3/s$

**C**= coeficiente de rugosidad tubería de PVC= 150

**D**= Diámetro en metros

**J**= gradiente hidráulico m/m.

Para el cálculo de bombas, se utiliza la siguiente formula:

**$P_B = (Q * W * H_t) / (75 * \mu)$** , de donde:

**$P_B$** = potencia de la bomba

**Q**= caudal en  $m^3/s$

**W**= peso específico del fluido en  $Kg/m^3$

**$H_t$** = altura piezométrica o altura total de impulsión en m.

**$\mu$** = eficiencia de la bomba= 60% para sistema de agua potable y 75% para sistema contra incendio

La altura piezométrica o total es igual a:

**$H_t = h_e + h_d + h_f$** , de donde:

**$h_e$** = altura estática en m

**$h_d$** = altura de presión de la llave en m

**$h_f$** = pérdidas por fricción=  $J * L * f(1.20)$ , de donde:

**J**= gradiente hidráulico m/m

**L**= longitud de la tubería en m

**f(1.20)**= factor de mayoración por efecto de accesorios y válvulas en las tuberías

Una vez que se tiene definido el esquema de bombeo, mediante las fórmulas utilizadas para la solución de la red, se determinan los diámetros de la tubería de impulsión, así como también los diámetros de las tuberías de distribución con los respectivos caudales para cada llave de los equipos sanitarios. Asimismo se establecen las presiones a las que están sometidas las tuberías, con el objeto de que el sistema trabaje sin problemas.

A continuación se presentan las hojas de cálculo de las redes y circuitos:

CALCULO DE LA RED DE AGUA POTABLE																				
PROYECTO: EDIFICIO DEL LABORATORIO CENTRAL PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE AGUA DE MANTA																				
TRAMO	INODORO TANQUE BAO 3 GPM	INODORO CON FLUXOMETRO 15 GPM	URINARIO 5 GPM	DUCHA 5 GPM	LAVAMANOS 3 GPM	FREGADEROS 4.5 GPM	LAVAJOS Y DUCHA 5 GPM	LLAVES DE MANGUERA 5 GPM	N° EQUIPOS	CAUDAL TOTAL (l/s)	FACTOR DE SIMILITUD	CAUDAL DE DISEÑO (l/s)	DIAMETRO		AREA (m <sup>2</sup> )	COEFICIENTE C	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE (m/m)	LONGITUD (m)	ht (m)
													pulg	mm						
36-38		1							1	1	1	1	1	25	0,000491	150	2,05909	0,175	3	0,63
36-37				1					1	0,3	1	0,3	0,5	16	0,000201	150	1,50816	0,165	2,5	0,50
32-36		1		1					2	1,3	1	1,3	1,25	32	0,000804	150	1,63443	0,085	2	0,20
33-34					1				1	0,2	1	0,2	0,5	16	0,000201	150	1,00585	0,078	1,3	0,12
33-35			1						1	0,3	1	0,3	0,5	16	0,000201	150	1,50816	0,165	1,8	0,36
32-33			1		1				2	0,5	0,6	0,3	0,75	20	0,000314	150	0,96579	0,056	1,5	0,10
26-32		1	1	1	1				4	1,8	0,75	1,35	1,25	32	0,000804	150	1,69723	0,091	2	0,22
29-31		1							1	1	1	1	1	25	0,000491	150	2,05909	0,175	3	0,63
29-30				1					1	0,3	1	0,3	0,5	16	0,000201	150	1,50816	0,165	2,5	0,50
27-29		1		1					2	1,3	1	1,3	1,25	32	0,000804	150	1,63443	0,085	2	0,20
27-28					1				1	0,2	1	0,2	0,5	16	0,000201	150	1,00585	0,078	2,5	0,23
26-27		1		1	1				3	1,5	0,8	1,2	1,25	32	0,000804	150	1,50882	0,074	2	0,18
14-26		2	1	2	2				7	3,3	0,5	1,65	1,5	40	0,001257	150	1,32812	0,045	5	0,27
23-24						1			1	0,3	1	0,3	0,5	16	0,000201	150	1,50816	0,165	6	1,19
23-25							1		1	0,3	1	0,3	0,5	16	0,000201	150	1,50816	0,165	6	1,19
21-23						1		1	2	0,6	1	0,6	0,75	20	0,000314	150	1,93025	0,201	1,5	0,36
21-22							1		1	0,3	1	0,3	0,75	20	0,000314	150	0,96579	0,056	2	0,13
17-21						1	1	1	3	0,9	0,7	0,63	1	25	0,000491	150	1,29782	0,074	11	0,98
18-19						1			1	0,3	1	0,3	0,5	16	0,000201	150	1,50816	0,165	2,5	0,50
18-20						1			1	0,3	1	0,3	0,5	16	0,000201	150	1,50816	0,165	6,2	1,23
17-18						2			2	0,6	1	0,6	0,75	20	0,000314	150	1,93025	0,201	2	0,48
15-17						3	1	1	5	1,5	0,6	0,9	1	25	0,000491	150	1,85337	0,144	5	0,86
15-16							1		1	0,3	1	0,3	0,75	20	0,000314	150	0,96579	0,056	4,5	0,30
14-15						3	2	1	6	1,8	0,7	1,26	1,25	32	0,000804	150	1,58419	0,081	4,2	0,41
10-14		2	1	2	2	3	2	1	13	5,1	0,5	2,55	1,5	40	0,001257	150	2,05166	0,100	1,5	0,18
11-12						1			1	0,3	1	0,3	0,5	16	0,000201	150	1,50816	0,165	7,5	1,49
11-13								1	1	0,3	1	0,3	0,5	16	0,000201	150	1,50816	0,165	4,5	0,89
10-11						1		1	2	0,6	0,5	0,3	0,75	20	0,000314	150	0,96579	0,056	4	0,27
8-10		2	1	2	2	4	2	2	15	5,7	0,5	2,85	1,5	40	0,001257	150	2,29277	0,123	7,5	1,11
8-9						1			1	0,3	1	0,3	0,5	16	0,000201	150	1,50816	0,165	3	0,59
6A-8		2	1	2	2	5	2	2	16	6	0,4	2,4	1,5	40	0,001257	150	1,93109	0,090	2	0,21
6A-7								1	1	0,3	1	0,3	0,5	16	0,000201	150	1,50816	0,165	4	0,79
6-6A		2	1	2	2	5	2	3	17	6,3	0,4	2,52	1,5	40	0,001257	150	2,02754	0,098	2,5	0,29
6-39		2	1	2	2	5	2		14	5,4	0,4	2,16	1,5	40	0,001257	150	1,73816	0,074	9,5	0,84
4-6		4	2	4	4	10	4	3	31	11,7	0,3	3,51	2	50	0,001964	150	1,80787	0,061	7	0,51
4-5								1	1	0,3	1	0,3	0,5	16	0,000201	150	1,50816	0,165	8	1,58
1-4		4	2	4	4	10	4	4	32	12	0,3	3,6	2	50	0,001964	150	1,85418	0,064	2	0,15
1-2	1				1				2	0,4	0,5	0,2	0,75	20	0,000314	150	0,64412	0,026	22	0,69
2-3	1								1	0,2	1	0,2	0,5	16	0,000201	150	1,00585	0,078	2,5	0,23
BOMBA-1	1	4	2	4	5	10	4	4	34	12,4	0,3	3,72	2	50	0,001964	150	1,91592	0,068	4	0,33

CALCULO DE PRESION DE CIRCUITOS						
CICUITO	He (m)	Hd (m)	hf (m)	TDH (m)	Presión (Lb/pulg2)	
PLANTA BAJA, DESDE BOMBA HASTA FLUXOMETRO DE SS-HH HOMBRES: BOMBA-1-4-6-6A-8-10-14-26-32-36-38	2,8	14,09	4,11	21,00	29,81	
PLANTA BAJA, DESDE BOMBA HASTA LLAVE DE JARDIN SECTOR GLP: BOMBA-1-4-6-6A-8-10-14-15-17-21-23-25	2,8	14,09	6,59	23,48	33,32	
PLANTA BAJA, DESDE BOMBA HASTA INODORO DE GARITA: BOMBA-1-2-3	2,8	10,57	1,26	14,63	20,76	
PLANTA ALTA, DESDE BOMBA HASTA FLUXOMETRO DE SS-HH HOMBRES: BOMBA-1-4-6-39	7,2	14,09	5,46	26,75	37,97	

Debido a las características y altura del edificio se ha diseñado un sistema de presión constante compuesto por una bomba trabajando al 100% de la demanda del caudal.

Este sistema de presión constante será controlado por válvulas reguladoras de flujo instaladas en las descargas de la bomba y por presostato instalado en el manifold de descarga. También el sistema contará con un tanque de presión de 80 galones que actuará como modulador de presión máxima de apagado del sistema de 60 PSI (lb/pulg2) y una presión mínima de encendido de 40 PSI (lb/pulg2).

Además, se conformará con medidor de caudal, tablero de control con arrancadores para la bomba, operación dual (manual y automática), sistema de falla de fase, protección por sobre carga y cortocircuito.

Con las presiones obtenidas se calcula la bomba con la siguiente expresión:

$$P_B = (Q * W * H_t) / (75 * \mu),$$

$$Q = 3.72 \text{ l/s}$$

$$TDH = 60 \text{ PSI}$$

$$P_B = (0.00372 * 1000 * 42.27) / (75 * 0.60) = 3.49 * 1.2 (\text{factor de incremento de potencia}) =$$

$$5 \text{ HP},$$

El resultado de todos los cálculos se presentan en el Anexo de los planos.

#### 4.1.2 Sistema de Agua Contra Incendio.-

Las disposiciones del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios,

serán aplicadas en todo el territorio nacional, para los proyectos arquitectónicos y de ingeniería, en edificaciones a construirse, así como la modificación, ampliación, remodelación de las ya existentes, sean públicas, privadas o mixtas, y que su actividad sea de comercio, prestación de servicios, educativas, hospitalarias, alojamiento, concentración de público, industrias, transportes, almacenamiento y expendio de combustibles, explosivos, manejo de productos químicos peligrosos y de toda actividad que represente riesgo de siniestro. Adicionalmente esta norma se aplicará a aquellas actividades que por razones imprevistas, no consten en el presente reglamento, en cuyo caso se someterán al criterio técnico profesional del Cuerpo de Bomberos de su jurisdicción en base a la Constitución Política del Estado, Normas NFPA, INEN, Código Nacional de la Construcción, Código Eléctrico Ecuatoriano y demás normas y códigos conexos vigentes en nuestro país. Toda persona natural y/o jurídica, propietaria, usuaria o administrador, así como profesionales del diseño y construcción, están obligados a cumplir las disposiciones contempladas en el presente Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, basados en Normas Técnicas Ecuatorianas INEN y Normas NFPA.

El suministro de agua debe ser el más fiable de que se disponga. Para el efecto, se dispondrá de instalaciones de bombeo, y la cisterna se ubica en el patio frontal nivel 0.00, por lo cual, se dispondrá de succión positiva de conformidad a las normas NFPA.

El edificio se considera de bajo riesgo, para lo cual se emplea como fuente primaria un grupo de presión compuesto básicamente por una bomba centrífuga de succión positiva y una electrobomba "Jockey", con motor trifásico, que utiliza el líquido proveniente de la cisterna.

La electrobomba jockey se utiliza para mantener presurizada la instalación contra incendios compensando las posibles pérdidas o fugas de la instalación evitando la puesta en marcha de la bomba principal. La bomba jockey realiza la maniobra de arranque y paro mediante una señal del presostato regulado entre dos valores de mínima y máxima presión.

La bomba principal se pondrá en marcha en caso de incendio, debido a la disminución de presión ocasionada al actuar los sistemas de seguridad y sólo podrá pararse de manera manual. Esta bomba será capaz de impulsar como mínimo el 140% del caudal nominal a una presión no inferior al 70% de la presión nominal.

Las mangueras abastecidas por tomas de agua contra incendio son el medio más común de aspersión manual de agua para combatir incendios en el interior del edificio. Las tomas de agua son tuberías verticales en las que se almacena agua a presión, o a las que ésta puede llegar rápidamente, principalmente para uso del cuerpo de bomberos. Se instalarán tuberías de suministro suficientes para que puedan llegar a cualquier punto de cada piso con un chorro de seis metros de largo y un caudal de 50 GPM, a partir de una boquilla acoplada a 15 m de manguera, conectada a la válvula de una toma contra incendios. La válvula en la que se conecta la manguera estará equipada con una válvula reductora de presión, de tipo ajustable, que limite la presión del agua que sale por la manguera; es común que tal presión deba ser menor de 50 lb/pulg<sup>2</sup> por la boquilla de una manguera de 1 1/2 pulg.

Las tomas de agua contra incendio, se colocarán cerca de las escaleras, para que los bomberos tengan acceso seguro a ellas. Las mangueras se situarán en las propias tomas de agua, alojadas dentro de nichos especiales. Las válvulas serán de fácil acceso y se situarán entre 1.20 a 1.60 m por arriba del nivel de cada piso. Los gabinetes, además de la manguera, contarán con hacha, extintores de 10 libras CO2.

Las tuberías de suministro vertical ascendente será de 2 1/2" y estarán conectadas a la altura del piso de cada planta. Las conexiones de las tuberías de suministro de tomas, en el piso situado a nivel de la calle y el extremo inferior de cada zona, llegarán hasta las paredes exteriores del edificio y terminarán en una conexión gemela o siamesa en el exterior, 45 a 90 cm por arriba del nivel del piso.

Una conexión gemela es una unión en Y, a la que pueden conectarse dos mangueras contra incendio. Una toma de agua de la calle (hidrante) o una bomba móvil del cuerpo de bomberos pueden alimentar esas tomas de agua por medio de mangueras en situaciones emergentes. Se prevé una conexión de este tipo por cada 90 m frente a una calle o lugar público.

De conformidad con la Tabla 16.8 Consumos simultáneos de gabinetes equipados contra incendio de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, en el CAPÍTULO 16 de la NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA, considerando la futura ampliación de una planta alta, para un edificio de 2 a 4 plantas, se establece el uso simultaneo de 2 gabinetes equipados con manguera y accesorios.

Las tuberías y accesorios para el sistema contra incendio sugerido son de material de hierro negro sin costura.

Para el cálculo del sistema contra incendio se utilizan las siguientes formulas:

$$V = 0.36 * C * D^{0.63} * J^{0.54}$$

$$J = (Q / 0.28 * C * D^{2.63})^{1.85}, \text{ de donde:}$$

**Q**= Caudal en m<sup>3</sup>/s

**V**= Velocidad en m/s

**C**= coeficiente de rugosidad tubería de hierro negro= 120

**D**= Diámetro en metros

**J**= gradiente hidráulico m/m.

Por lo antes anotado, para el cálculo hidráulico de la red contra incendio se consideran 2 gabinetes de 50 GPM cada uno que trabajaran simultáneamente, resulta un caudal total de 100 GPM.

Para el cálculo se toma la ruta considerada más crítica, la cual nace desde la bomba que se

encuentra en el nivel -2.20 hasta el gabinete que se ubicará en la futura planta alta.

A continuación se presentan las hojas de cálculo de las redes y circuitos del área operativa de gabinetes:

CALCULO DE LA RED CONTRA INCENDIO										
PROYECTO: EDIFICIO DEL LABORATORIO CENTRAL PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE AGUA DE MANTA										
CIRCUITO	TRAMO	CAUDAL (lt/s)	DIAMETRO		AREA (m <sup>2</sup> )	COEFICIENT EC	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE (m/m)	LONGITUD (m)	ht (m)
			pulg	mm						
DESDE BOMBA HASTA CAJETIN MAS REMOTO DE LA PLANTA BAJA	2-3	3,15	1 1/2"	40	0,00126	120	2,53	0,224	27,00	7,25
	1-2	6,3	2 1/2"	63	0,00312	120	2,04	0,088	2,00	0,21
	BOMBA-1	6,3	2 1/2"	63	0,00312	120	2,04	0,088	3,00	0,32
									TOTAL	7,78
CALCULO DE LA PRESION DEL CIRCUITO										
RUTAS						He (m)	Hd (m)	hf (m)	HT (m)	PRESION (lb/pulg <sup>2</sup> ) PSI
BOMBA-1-2-3						3,7	35,23	7,78	46,71	66,30

CALCULO DE LA RED CONTRA INCENDIO										
PROYECTO: EDIFICIO DEL LABORATORIO CENTRAL PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE AGUA DE MANTA										
CIRCUITO	TRAMO	CAUDAL (lt/s)	DIAMETRO		AREA (m <sup>2</sup> )	COEFICIENT EC	VELOCIDAD (m/s)	GRADIENTE (m/m)	LONGITUD (m)	ht (m)
			pulg	mm						
DESDE BOMBA HASTA CAJETIN MAS REMOTO DE LA FUTURA PLANTA ALTA	6-7	3,15	1 1/2"	40	0,00126	120	2,53	0,224	27,00	7,25
	4-6	6,3	2 1/2"	63	0,00312	120	2,04	0,088	8,50	0,90
	1-4	6,3	2 1/2"	63	0,00312	120	2,04	0,088	10,00	1,06
	BOMBA-1	6,3	2 1/2"	63	0,00312	120	2,04	0,088	3,00	0,32
									TOTAL	9,53
CALCULO DE LA PRESION DEL CIRCUITO										
RUTAS						He (m)	Hd (m)	hf (m)	HT (m)	PRESION (lb/pulg <sup>2</sup> ) PSI
BOMBA-1-2-4-6-7						8	35,23	9,53	52,76	74,89

Con las presiones obtenidas se calcula las bombas con la siguiente expresión:

$$P_B = (Q * W * H_t) / (75 * \mu),$$

Bomba Principal:

Caudal nominal: 100 GPM

Presión nominal: 80 PSI

$$P_B = (0.0063 * 1000 * 56.36) / (75 * 0.60) = 7.89 * 1.2 (\text{factor de incremento de potencia}) = 10 \text{ HP},$$

Bomba Jockey:

Caudal: 20 GPM

Presión nominal: 100 PSI

$$P_B = (0.00126 * 1000 * 70.45) / (75 * 0.60) = 1.98 = 2 \text{ HP},$$

El resultado de todos los cálculos se presentan en el Anexo de los planos.

## 4.2 Sistema de Aguas Servidas- Alcantarillado

### Criterios de Diseño y Resultados

Los diseños del Sistema de Aguas Servidas y, Disposición de Excretas, se realizan dentro de un marco adecuado para la realidad de las poblaciones. En este sentido, el presente estudio considera la aplicación de tecnologías apropiadas y normas de diseño INEN y las publicadas por la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental, y sus criterios de diseño se describen a continuación:

#### Consumo o Demanda de Agua

El consumo o demanda de agua se determinó, además de las establecidas por las normas de saneamiento, en base a ciertos factores del sector poblacional que habitará en el edificio, así como: el clima, la presión de la red, continuidad en el servicio o que no sea interrumpido el abastecimiento de agua, etc. La cantidad de aguas servidas que se refleja al alcantarillado se considera el 80% de la dotación de agua potable.

#### Características Hidráulicas

La exigencia de una red de evacuación es incuestionable para mantener los equilibrios higiénicos y de comodidad de cualquier comunidad. La importancia de este tipo de redes, pensadas para dar salida a las aguas sucias o inútiles, obliga a conocer y entender como se estructuran, tanto a nivel público como privado. Toda red tiene que diseñarse con una serie de funciones primarias básicas pensadas para permitir una rápida evacuación de las aguas; no permitir el paso del aire, olores o sustancias tóxicas a través de ella; ser impermeables al agua, al aire y a los gases; ser lo más ligera posible y con una rigidez que permita pequeños

movimientos sin perjudicar su funcionamiento y; ser compatible, en cuanto al material, con el tipo de aguas que van a canalizar.

A partir de la red general urbana, se hace necesaria la distribución del agua hasta los puntos de consumo, instalados en el interior de los edificios.

Los reglamentos de construcción imponen limitaciones estrictas a las instalaciones de fontanería o plomería en aras de la salud pública.

En el diseño hidráulico se considera generalmente que la tubería trabaja como un canal abierto, o sea como conductos donde la lámina líquida escurre por gravedad y con la superficie expuesta a la presión atmosférica, y la formula base es:

$$Q = V \times A$$

De donde:

Q= Gasto Medio (caudal)

V= Velocidad del líquido

A= Area mojada del conducto

Para conocer la velocidad, Manning estableció una formula en la que utiliza un coeficiente de rugosidad (n) de acuerdo al tipo de material de los conductos, la formula es la siguiente:

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

De donde:

V= Velocidad del líquido (m/seg)

R= Radio hidráulico (m)

S= Pendiente de la tubería (m/m)

n= Coeficiente de rugosidad.

Las normas de diseño establecen velocidades máximas y mínimas en las alcantarillas, observándose que estas deben ser tales que no sean tan pequeñas provocando sedimentaciones, ni tan grandes que produzcan erosión del tubo, lógicamente esto depende de las pendientes que se tengan.

La velocidad mínima en el sistema diseñado es de 0.60 m/seg a sección llena y, 0.30m/seg trabajando parcialmente llena. Como velocidad máxima se establece 4.50 m/seg.

Para el sistema interno de drenaje, el cálculo de los diámetros de tuberías se lo determinó basándose en unidades sanitarias. La capacidad del tubo de drenaje varía con la pendiente de la tubería instalada. Cuanto mayor sea la pendiente por metro de tubería, tanto mayor es su capacidad, dependiendo del área a la que da servicio o del número de unidades de instalaciones sanitarias. Esto se debe a que una pendiente más pronunciada eleva la carga estática que produce el flujo en la tubería y, por tanto, el volumen de líquido que puede descargar.

El flujo probable se calcula ponderando el flujo máximo conforme a las probabilidades de que estén en uso las instalaciones. Dicho cálculo se basa en el concepto de unidades sanitarias.



Una unidad sanitaria es el consumo promedio, durante el uso, de una instalación seleccionada arbitrariamente. Una vez calculado este valor, se expresan los valores de consumo de los demás tipos de instalaciones con referencia a aquélla. Es decir, si la instalación básica de un lavabo que tiene un sifón de de 1 ¼ pulg., el flujo promedio de descarga durante su uso es de 28.5 l/min. De tal suerte, una regadera que consume 57 l/min tendrá un consumo de dos unidades (2 x 28.5). Así, se establece una tabulación con fundamento en la unidad básica. A cada equipo se le asigna un número específico de unidades sanitarias; en los que se toma en cuenta, el gasto previsto del flujo de agua en la salida que corresponda, expresado en gal/min; la duración promedio del flujo, en minutos, durante el uso del equipo; y, la frecuencia con que se es probable que se emplee el equipo. Los valores en unidades sanitarias se encuentran en la siguiente tabla:

TABLA 2.- Unidades de instalación sanitaria por equipo o grupo

Tipo de Equipo	Valor en unidades de instalaciones sanitarias como factores de carga	Tamaño mínimo del sifón (pulg)
- Un grupo de baño consistente en: inodoro, lavabo y tino o ducha.....	Inodoro de tanque: 6 Inodoro de válvula: 8	
- Tina (con o sin ducha).....	2	1 ½
- Tina .....	3	2
- Bidet .....	3	1 ½
- Escurreidor con triturador de desperdicios.	4	1 ½
- Lavavajilla doméstico.....	2	1 ½
- Fregadero de cocina doméstico.....	2	1 ½
- Lavabo.....	3	2
- Ducha.....	3	2
- Lavadora.....	4	4
- Inodoro tanque bajo.....	8	4
- Inodoro con fluxómetro.....		

Para el cálculo de los diámetros de las tuberías de drenaje, basándose en las unidades sanitarias, se determina de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA 3.- Diámetro de los drenajes y alcantarillas de edificios

Diámetro de la tubería pulg.	Número máximo de unidades sanitarias que pueden conectarse a cualquier tramo del drenaje o alcantarillado del edificio			
	Pendiente del drenaje			
	0.5 %	1.0 %	2.0 %	4.0 %
2	.....	.....	21	26
2 ½	.....	.....	24	31
3	.....	20	27	36
4	.....	180	216	250
6	.....	700	840	1000
8	1400	1600	1920	2300

10	2500	2900	3500	4200
12	3900	4600	5600	6700

Para calcular el diámetro de las bajantes hay que saber el gasto, en unidades de descarga, y éste se halla sumando las unidades sanitarias de todos los aparatos que se vierten en la bajante. Las tablas que dan el diámetro deben tener en cuenta tres factores: número total de unidades sanitarias en la bajante, número de unidades sanitarias que en cada planta se vierten a la bajante, y, altura de la bajante desde el punto en que se injerta la derivación más baja hasta su vértice.

El total de unidades de descarga tiene un límite para cada diámetro, pues la capacidad de descarga de la bajante debe estar repartida a lo largo de aquélla, y una concentración excesiva en una planta produciría insuficiencia local del diámetro de la columna en el punto en que acomete la derivación de esa planta. La altura de la bajante también influye en el diámetro adoptado, ya que, cuanto mayor es aquélla, más resistencia a afluir a la misma encuentra el aire aspirado, por el efecto de émbolo que produce el agua descargada en el bajante, y más fácil es que se produzcan sifonamientos en los aparatos. Por esto, para alturas grandes hay que aumentar el diámetro para facilitar el flujo del aire.

En cuanto a la velocidad de la caída del agua, las numerosas experiencias hechas demuestran que no hay que preocuparse, pues no alcanza valor excesivo debido a la resistencia por rozamiento. El agua adquiere su velocidad máxima a una distancia relativamente corta del punto de partida y ya no aumenta. A continuación se muestra la tabla de ramales horizontales y principales tubos verticales de drenaje:

TABLA 4.- Ramales horizontales y principales tubos verticales de drenaje

Diámetro de la tubería (pulg.)	Número máximo de unidades sanitarias que pueden conectarse a:			
	Cualquier ramal horizontal	Un tubo de drenaje de tres pisos de altura o tres intervalos	Más de tres pisos de altura	
			Total para el tubo principal de drenaje	Total en un piso o un intervalo de ramal
1 ¼	1	2	2	1
1 ½	3	4	8	2
2	6	10	24	6
2 ½	12	20	42	9
3	20	30	60	16
4	160	240	500	90
6	620	960	1900	350
8	1400	2200	3600	600
10	2500	3800	5600	1000
12	3900	6000	8400	1500

De acuerdo con el número de equipos sanitarios, se determina que el edificio tiene un total de 88 unidades sanitarias, incluye la futura segunda planta. La tabla 4 establece que una tubería de 4 pulgadas con una pendiente del 1% puede evacuar hasta 180 unidades sanitarias; consecuentemente, el sistema interno del edificio se evacua con una tubería de 4 pulgadas.

Para la red que drena por el patio del edificio, considerando las longitudes entre cajas de revisión, se diseña una tubería de 6 pulgadas que concluye en la caja (CS-11 final ubicada en la acera que le corresponde al edificio).

De conformidad a los datos proporcionados al consultor, tanto la red de aguas servidas como la de aguas lluvias se descargan a un pozo de un colector existente. En ese sentido se muestran en los planos las redes exteriores del sistema sanitario.

El resultado de todos los cálculos se presentan en el Anexo de los planos.

#### **4.3 Sistema de Aguas Servidas-Ventilación.**

Las tuberías de desecho se ventilan al exterior para equilibrar la presión del aire en los diversos ramales y disipar cualquier gas presente. La presencia de aire evita la presurización retrógrada y protege los sifones inodoros contra el efecto del sifonaje.

La ventilación o respiradero principal es la arteria más importante del sistema de ventilación. Suministra aire a los ramales de ventilación, que, a su vez, lo llevan a los respiraderos y tuberías de aguas negras individuales. Todo edificio debe tener por lo menos un ducto vertical de ventilación principal, que debe extenderse, sin variación en su diámetro y tan directamente como sea posible, desde 15 centímetros por arriba del techo hasta el drenaje del edificio. Este tubo debe permitir una circulación completa del aire por el sistema de eliminación de agua negras.

La unidad sanitaria también se emplea para calcular los tubos de ventilación. En general, el diámetro de la tubería de ventilación y sus ramales equivale a la mitad, o más, del correspondiente al tubo de drenaje o sus ramales respectivos, pero no será menos de 1 ¼ pulg. Se evitan diámetros menores, porque obstaculizan la ventilación. A continuación se muestra la tabla de diámetros y longitudes de ductos de ventilación que sirvieron para el cálculo:

TABLA 5.- Diámetro y longitud de los ductos de ventilación

Diámetro del drenaje, pulg.	Unidades sanitarias conectadas	Diámetro del ducto de ventilación, pulg.								
		1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	4	5	6	8
		Longitud máxima del ducto de ventilación, pulg.								
1 ¼	2	30								
1 ½	8	50	150							
1 ½	10	30	100							
2	12	30	75	200						
2	20	26	50	150						
2 ½	42		30	100	300					
3	10		30	100	200	600				
3	30			60	200	500				
3	60			50	80	400				
4	100			35	100	260	1000			
4	200			30	90	250	900			
4	500			20	70	180	700			
6	350				25	50	200	400	1300	
6	620				15	30	125	300	1100	
6	960					24	100	250	1000	
6	1900					20	70	200	700	
8	600						50	150	500	130

El sistema sanitario se ventilara a través de las bajantes de aguas servidas propuestas en el proyecto, que llegaran hasta las losas de cubiertas.

El resultado de todos los cálculos se presentan en el Anexo de los planos.

#### 4.4 Sistema de Aguas Iluvia

Conforme al tamaño del edificio y el reglamento vigente en la localidad, las aguas pluviales de las diversas áreas cubiertas se conducen al drenaje de la red pública. Los diámetros de los tubos de bajada y drenajes horizontales de aguas lluvias dependen de la superficie cubierta que se pretenda drenar. En las siguientes tablas se indica el máximo de área horizontal

cubierta que se permite desaguar con los diversos diámetros de bajantes y drenajes horizontales de aguas pluviales.

En caso de que se empleen drenajes y bajantes de lluvia independientes, las tuberías de drenaje del edificio reciben el nombre de drenaje pluvial.

El agua que cae sobre el techo del edificio se dirige directamente hasta la rejilla o resumidero superior de éste por medio de una pendiente en la superficie del techo.

TABLA 6.- Diámetro de los drenajes horizontales de aguas pluviales

Diámetro del drenaje, pulg.	Área máxima proyectada de techo para drenajes de diversas pendientes, pies <sup>2</sup>		
	Pendiente Del 1%	Pendiente Del 2%	Pendiente Del 4%
3	822	1160	1644
4	1880	2650	3760
6	5350	7550	10700
8	11500	16300	23000
10	20700	29200	41400
12	33300	47000	66600
15	59500	84000	119000

TABLA 7.- Diámetro de los bajantes verticales de aguas pluviales

Diámetro del bajante, pulg.	Área máxima proyectada de techo, pies <sup>2</sup>
2	720
2 ½	1300
3	2200
4	4600
6	13500
8	29000

De acuerdo con las áreas de cada cubierta y aplicando las tablas antes descritas, se establecen los diámetros de los drenajes horizontales y bajantes verticales.

La concepción del sistema, consiste en drenar las aguas de las cubiertas y patios hacia la red pública que, de acuerdo con la información proporcionada al consultor, se debe conectar al pozo del sistema pluvial cuya cota de invert es 46.42 que se ubica en la parte posterior del predio total del edificio.

Puesto que el edificio del Laboratorio de Aguas se ubica en la ciudad de Manta, el régimen de lluvia se encuentra gobernado por factores climáticos. Como se conoce el régimen de lluvia se caracteriza por presentar períodos definidos.

Para la estimación de caudales pluviales del edificio y áreas aledañas que se pueden incorporar, se diseña el colector de descarga, para lo cual se utilizó la ecuación de la infiltración límite más conocida como la fórmula racional:

$$Q = C I A / 3.6$$

Donde:

Q = Caudal máximo de crecida (m<sup>3</sup>/s)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de la lluvia de diseño (mm/h)

A = Área de la cuenca de drenaje (Km<sup>2</sup>)

El coeficiente de escorrentía se obtiene en función de las características de la superficie. Para el presente caso y considerando que el área de drenaje tiene suelos duros de hormigón, resulta un coeficiente de escorrentía igual a 0.9.

Para determinar la intensidad se toma una frecuencia de 5 años; el tiempo de concentración se toma el de una zona comercial que equivale a 10 minutos.

En la hoja de cálculo anexa se muestran las características de cada uno de los tramos del colector.

El detalle de todos los cálculos hidráulicos se presenta en el anexo de los planos.

RED EXTERNA DE AGUAS LLUVIAS DEL LABORATORIO DE AGUAS DE MANTA																						
TRAMO	POZO Nº	LONGITUD	AGUAS LLUVIA						TUBERIA				TIEMPO DE FLUJO U/60V (min)	H (m)	SALTO	COTAS		CORTES (m)	OBSERVACIONES			
			AREA PARCIAL (Ha)	TIEMPO DE CONCENTRACION (minutos)	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C)	AREA EQUIVALENTE		INTENSIDAD lt/s/Ha	CAUDAL (Q) lt/s	DIAMETRO Ø (MM)	PENDIENTE %	VELOCIDAD PARCIALME NTE LLENA				VELOCIDAD LLENA V (m/s)	CAUDAL Q (lt/s)			TERRENO	PROYECTO	
	CL-7																47,80	47,00	0,80			
CL7-PL1		9,00	0,00483	10,00	0,9	0,004	0,004	250,88	1,09	160	5,00	0,92	0,92	20,00	0,163	0,05	0,14					
	PL-1																	47,80	46,82	0,98		
	PL-1																	47,80	47,00	0,80		
PL1-PL2		10,63	0,00483	10,00	0,9	0,004	0,004	250,88	4,07	160	5,00	0,77	0,92	20,00	0,193	0,05	0,24					
	PL-2																		47,75	46,71	1,04	
	CL-8																		47,76	47,26	0,50	
CL8-CL9		6,45	0,0181	10,00	0,9	0,016	0,016	250,88	4,09	200	5,00	0,72	1,07	30,00	0,100	0,03	0,03					
	CL-9																		47,75	47,20	0,55	
CL9-PL2		28,50	0,02	10,00	0,9	0,018	0,034	250,88	8,60	200	5,00	0,77	1,07	30,00	0,444	0,14	0,35					
	PL-2																		47,75	46,71	1,04	
PL2-PL3		25,60	0,026	10,00	0,9	0,023	0,058	250,88	17,45	250	5,00	1,03	1,24	60,00	0,344	0,128	0,02					
	PL-3																		47,65	46,56	1,09	
PL3-POZO PUBLICO		30,00	0,026	10,00	0,9	0,023	0,081	250,88	17,45	250	5,00	1,03	1,24	60,00	0,403	0,150	-0,01					
	POZO PUB.																		47,58	46,42	1,16	POZO DE LA RED PUBLICA
	PL-4																		47,56	46,72	0,84	
PL4-POZO PUBLICO		23,00	0,025	10,00	0,9	0,023	0,023	250,88	5,64	200	5,00	0,77	1,07	30,00	0,358	0,115	0,06					
	POZO PUB.																		47,63	46,55	1,08	POZO DE LA RED PUBLICA