

**MEMORIA DE DISEÑO
SISTEMA SANITARIO
CONTRATACION DE ESTUDIOS
PREVIOS PARA LA AMPLIACION
DE LA ACADEMIA DE
BOMBEROS GUAYAQUIL “CRNL.
GABRIEL GOMEZ SANCHEZ”**

MEMORIA DE DISEÑO SISTEMA SANITARIO

- **ANTECEDENTES**

La red de alcantarillado ha cumplido históricamente con la función de evacuar el agua de las ciudades, ya sea la procedente de los episodios de lluvia, o el agua residual generada por la actividad humana

En la construcción de la edificación, uno de los aspectos más importantes es el diseño de la red de instalaciones sanitarias, debido a que debe satisfacer las necesidades básicas del ser humano, como son el agua potable para la preparación de alimentos, el aseo personal y la limpieza de las instalaciones, eliminando desechos orgánicos, etc.

El alcantarillado sanitario o red de drenaje es un sistema de estructuras y tuberías usado para la recolección y transporte de las aguas residuales, aguas industriales y aguas de lluvias de una población desde el lugar en que se generan hasta algún cuerpo de agua, corriente o punto de descarga donde pueda ser tratada.

La propuesta actual para la **CONTRATACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL “CRNL. GABRIEL GÓMEZ SÁNCHEZ”** ubicada en el KM 30.5 del Campus de la Espol, cumple con la normativa legal vigente como es el Reglamento para la Provisión y Prestación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado en el cantón Guayaquil, servicio que es brindado por la Empresa INTERAGUA.

Por las razones antes expuestas es de gran importancia, la formulación de “una propuesta de diseño del Sistema Sanitario para la **CONTRATACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL “CRNL. GABRIEL GÓMEZ SÁNCHEZ”**”, realizada con la intención de contribuir al mejoramiento de las instalaciones de la Academia de Bomberos, para integrarse al Plan de Modernización de la institución, además de contar con la aprobación de la Empresa Aguas Interagua del diseño hidrosanitario y así garantiza los servicios básicos de agua potable y saneamiento con la calidad que requieren los profesores, instructores y alumnos de la academia.

- **DESCRIPCION DEL PROYECTO**

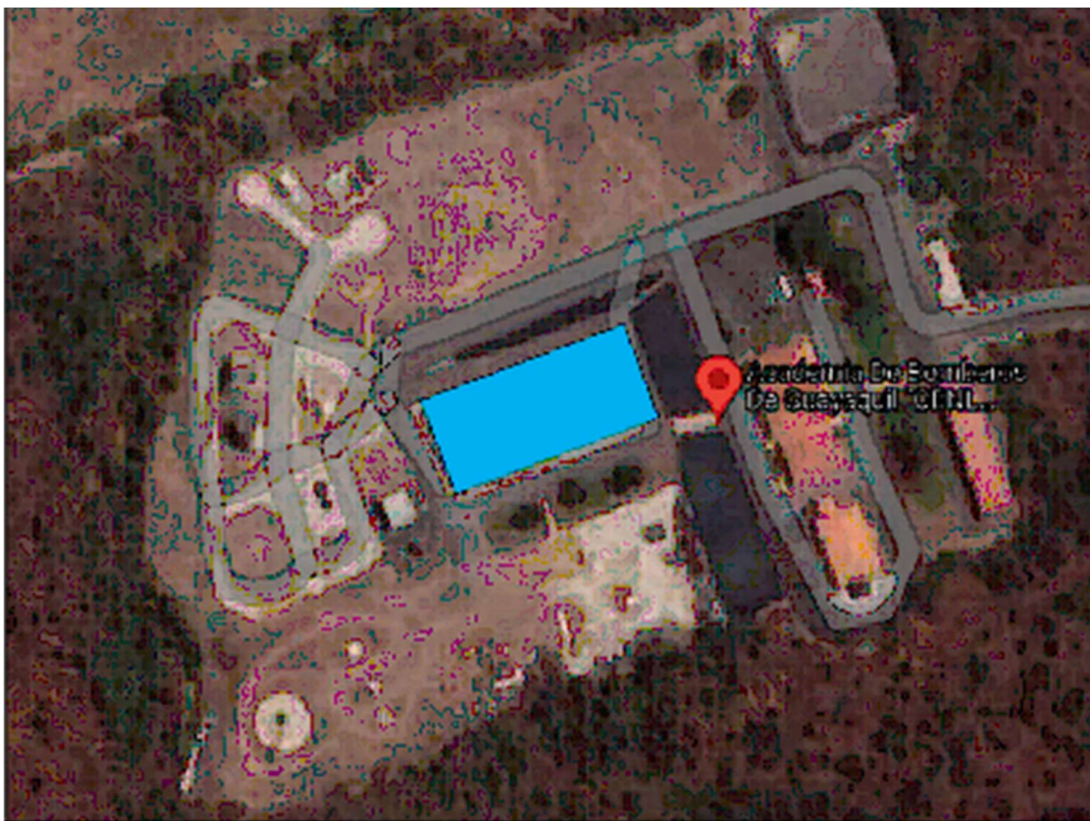
El proyecto **CONTRATACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL “CRNL. GABRIEL GÓMEZ SÁNCHEZ”** está ubicado en campus de la Espol, en el cantón Guayaquil, Provincia del Guayas.

El proyecto está enmarcado dentro de los planes que el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil tiene y más concretamente para el caso de Proyectos de Modernización en un conjunto de iniciativas para brindar a la ciudadanía servicios eficientes, la cual constara de servicios básicos de calidad incluyendo en estos los servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.

.1 Límites del Proyecto

- Al norte: Terrenos de Propiedad de la Espol en comodato al Cuerpo de Bomberos de Guayaquil
- Al sur Terrenos de Propiedad de la Espol en comodato al Cuerpo de Bomberos de Guayaquil
- Al este Terrenos de Propiedad de la Espol en comodato al Cuerpo de Bomberos de Guayaquil
- Al Oeste: Terrenos de Propiedad de la Espol en comodato al Cuerpo de Bomberos de Guayaquil

Fig. 1. Ubicación del proyecto



El Proyecto hidrosanitario “**CONTRATACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL “CRNEL. GABRIEL GÓMEZ SÁNCHEZ”**

” comprende los diseños de:

- Sistema de agua potable
- Sistema de aguas servidas y aguas lluvia
- Sistema de Riego.

El sistema de agua potable dotara de este servicio a las baterías sanitarias del edificio del Bloque B4 Aulas y Bloque B3 Auditorium, las cuales se abastecerán de la cisterna destinada para su uso exclusivo ubicada en la parte posterior del bloque B4, la misma que se abastece de la Cisterna ubicada en la plataforma del nivel N+ 83.00

Para el sistema de aguas servidas se ha proyectado su evacuación hacia el lado oeste de acuerdo a información proporcionada por el consultor (levantamiento topográfico); donde se proyecta construir una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. (PTAR),

El sistema de aguas lluvia comprende la construcción de una cancheta perimetral ubicado en la plataforma del nivel N+93,00 que evacua a través de una red de canales existente hasta su recolección en una estructura de almacenamiento.

La ejecución del diseño se lo ha realizado de acuerdo a la información arquitectónica contenida en los planos, lo suministrado por el proyectista de la obra, la información proporcionada por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, mediante las inspecciones realizadas en el sitio y en base a la experiencia de este tipo de estudios, a través de las normas vigentes en el Ecuador.

Los ambientes respectivos son los graficados en los planos.

- **OBJETIVOS**

Entendemos por saneamiento el conjunto de obras, técnicas e instalaciones necesarias para una correcta evacuación y posterior tratamiento del agua residual con el objetivo de mantener y mejorar las condiciones de salubridad de las poblaciones y originar el menor impacto ambiental en los vertidos.

Como objetivos podemos mencionar:

- Diseñar las redes de abastecimiento de agua potable, así como las de desagüe para una buena conservación del medio ambiente.
- Permitir la evacuación correcta y rápida de las aguas servidas y aguas lluvias que se producen de acuerdo al análisis realizado dentro del Proyecto **"CONTRATACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL "CRNEL. GABRIEL GÓMEZ SÁNCHEZ"**

- **SISTEMA DE AGUA POTABLE**

- .1 **Descripción**

El proyecto de agua potable para la **CONTRATACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL "CRNEL. GABRIEL GÓMEZ SÁNCHEZ"** se abastece de una cisterna existente en la Plataforma del nivel N+ 83,00, de donde se abastece la Cisterna de Agua Potable proyectada en el nivel N+ 93,00.

- 4.2 Bases de diseño**

- 4.2.1 Caudal**

Para el cálculo del caudal de diseño se consideraron las unidades de litros/segundo (l/s) de cada pieza sanitaria que se instalará en el proyecto.

Los caudales se han establecido en base a la **NEC -11 - CAPITULO 16 - NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA.**

**CONTRATACION DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACION DE LA
ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL “CRNL. GABRIEL GOMEZ SANCHEZ”**

APARATO SERVICIO PUBLICO	CAUDAL INSTANTANEO MINIMO Q (l/s)	CAUDAL INSTANTANEO MINIMO PARA USO PUBLICO Q (l/s)	PRESION RECOMENDADA (m.c.a.)	PRESION MINIMA (m.c.a.)	DIAMETRO (mm)
INODOROCON FLUXOR	1,25	2,09	15,00	10,00	25
URINARIO CON FLUXOR	0,50	0,835	15,00	10,00	25
URINARIO CON LLAVE	0,15	0,167	7,00	3,00	16
LAVABO	0,10	0,17	5,00	2,00	16
GRIFO PARA MANGUERA	0,20	0,33	10,33	3,00	16

Fuente: : NEC -11 - CAPITULO 16 - NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA Tabla 16.1. Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo

El caudal de diseño calculado para el sistema de agua potable de los edificios, incluyendo el sistema de riego es de: 8,33 l/s.

4.3 Partes del sistema.

4.3.1 Factibilidad.

No existe red de agua potable en el área destinada para el proyecto **CONTRATACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL “CRNEL. GABRIEL GÓMEZ SÁNCHEZ”**, por lo que el proyecto se abastecerá de la cisterna existente ubicada en el nivel N+83,00, de propiedad de la Academia del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil.:

4.3.2 Acometida principal

La **CONTRATACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL “CRNEL. GABRIEL GÓMEZ SÁNCHEZ”** proyecta realizar la interconexión de una estación de bombeo de la siguiente manera:

- Cisterna de agua Potable y Cisterna del Sistema Contra Incendio se abastecerá de la Cisterna existente ubicada en la plataforma del Nivel N+83,00

4.3.3 Dotación y Cisternas

El cálculo de volúmenes de los depósitos de almacenamiento se ha realizado en base a los valores de dotaciones establecidos en la NEC -11 - CAPITULO 16 - NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA

La Cisterna para agua potable de uso diario se ha calculado para un día de reserva de acuerdo a lo establecido a la Norma NEC 11-16.

DOTACION Y VOLUMEN DE CISTERNA DE ABASTECIMIENTO DIARIO

EDIFICIO	TIPO DE EDIFICACION	UNIDAD	DOTACION SEGÚN NORMA NEC 11 -16	DOTACION SELECCIONADA	CANTIDAD	CONSUMO (ltrs/día)
Bloque 4 : Aulas	Escuelas y colegios	l/estudiante/día	20 - 50	35,00	150,00	5.250,00
Bloque 3: Auditorio	Servicios sanitarios públicos	l/mueble sanitario/día	300,00	300,00	14,00	4.200,00
Bloque 2: Bodega	Oficinas	l/persona/día	50 - 90	70,00	4,00	280,00
áreas verdes	Jardines y ornamentación con recirculación	l/m2/día	2 - 8	4,00	1.030,62	4.122,48
	SUMAN					13.852,48

Se consideró un volumen de 14m³ de agua para la cisterna.

VOLUMEN DE CISTERNA USO DIARIO = 14,00m³

El proyecto **CONTRATACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL “CRNEL. GABRIEL GÓMEZ SÁNCHEZ”** plantea disponer de una cisterna de uso exclusivo destinada a agua potable para abastecimiento de las baterías sanitarias del edificio del Bloque B4: Aulas y, Bloque B3: Auditorio y áreas verdes.

La altura propuesta considera un bordo libre de 0,30 m entre el nivel máximo del agua y la parte interior de la losa superior de la cisterna.

El control de nivel de agua de la cisterna, que comandará las bombas del sistema de presión, irá instalado en el cuarto de bombas ubicado en la parte posterior del edificio del Bloque B4 Aulas, permitiendo el libre desplazamiento del elemento de control, el rango de desplazamiento vertical estará determinado por la reserva establecida y el tipo de control.

4.3.4 Redes de distribución.

El sistema de distribución ha sido calculado y diseñado para conducir el caudal máximo diario. Para esta condición de funcionamiento la velocidad y presión de servicio se han mantenido dentro de los límites recomendados por las normas técnicas.

- La red de del edificio del Bloque B4: Aulas y, Bloque B3: Auditorio, se ha diseñado en su totalidad con tuberías de PVC E/C y unión por cementado solvente.
- Los accesorios de la red de PVC.
- Los detalles y especificaciones técnicas de la red de distribución se presentan en los respectivos planos y anexos.

4.3.5 Trazado.

El trazado de la acometida y de red de distribución de agua potable se ha proyectado utilizando el recorrido más favorable dentro del proyecto.

Para realizar adecuadamente el trazado de la red de distribución se utilizaron los planos arquitectónicos.

4.3.6 Presión máxima estática y mínima de la red

Las presiones de trabajo al final del periodo de diseño no deberán exceder la presión máxima de trabajo de la tubería proyectada, la presión estática no excede los 50 m.c.a. y la presión mínima suministrada a cada mueble sanitario siempre es mayor a la presión mínima recomendada en los puntos y condiciones más desfavorables

4.3.7 Tuberías

Se han proyectado en las redes de distribución y conducción de tubería de PVC ROSCABLE, las tuberías se instalarán de acuerdo al recorrido especificado en planos a una profundidad de 0.80 metros, y a un 1,00m de profundidad en las áreas de circulación vehicular que va desde la estación de bombeo ubicada en la cisterna del nivel N+83,00 a la cisterna ubicada en la plataforma del nivel N+93,00.

En los cambios de dirección se proyectan utilizar un anclaje que evite que este se mueva del sitio donde se lo ha instalado.

4.3.8 Válvulas

La red de distribución se instalará con una válvula ubicada en la estación de bombeo del nivel N+83,00, con libre acceso al mantenimiento de esta, tres válvulas ubicadas después de las bombas para la distribución de agua potable, dos líneas de distribución, una para las baterías del auditorio, la otra para las baterías del bloque de aulas; y la tercera destinada para el riego de áreas verdes.

4.3.9 Guías y medidor

Para determinar el diámetro de la acometida que va desde la estación de bombeo en la plataforma del nivel N+83,00 hasta la cisterna ubicada en el nivel N+93,00, se consideró:

$$Q = \frac{\text{Volumen cisterna}}{\text{Tiempo de llenado}}$$

Donde:

Qa= Caudal en la acometida

V= Volumen de uso diario de cisterna

T= Tiempo de llenado

Volumen de Cisterna de uso diario = 14 m³/día

Tiempo de llenado= 2 horas

El tiempo de llenado debe de encontrarse siempre entre 2 y 4 horas para que el proceso sea eficiente.

ACOMETIDA Y MEDIDOR DE CISTERNA

CAUDAL PARCIAL (l/s)	VELOCIDAD V (m/s)	DIAMETRO INTERIOR (mm)	DIAMETRO INTERIOR (pulg)
1,94	0,85	38,10	1,50

4.3.10 Cálculo hidráulico

El cálculo de las redes de Aguas Servidas se lo ha efectuado mediante método de simultaneidad de uso y utilizando tablas especializadas.

El cálculo hidráulico para las tuberías se lo realizó aplicando el criterio de simultaneidad de uso.

Este método se basa en las aplicaciones de un factor que evalúa la simultaneidad de funcionamiento de los aparatos sanitarios. Para aplicar el método se deben conocer los valores de caudal de cada mueble sanitario según los valores dados por las normas técnicas ecuatorianas.

El método del factor de simultaneidad determina un caudal máximo probable que será el caudal del tramo suponiendo que no presenta un funcionamiento de todos los aparatos al mismo tiempo.

Para calcular el caudal máximo probable, se debe multiplicar el caudal máximo posible por el factor de simultaneidad k_s .

Este factor depende fundamentalmente del número de aparatos y si el uso es público o privado.

Para nuestro caso utilizamos el método de simultaneidad de uso, siendo el factor de simultaneidad

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} - 0.07$$

Fuente: NEC -11 - CAPITULO 16 - NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA

Donde:

n = número total de aparatos servidos

k_s = coeficiente de simultaneidad, entre 0.2 y 1.0

q_i = caudal mínimo de los aparatos suministrados (Tabla 16-1)

F = factor que toma los siguientes valores: $F = 3$, hoteles, hospitales y semejantes

Establecido el caudal de diseño, se procedió a calcular las pérdidas de carga por longitud por fricción para lo cual se utilizó a la fórmula de Hazen Williams

$$J = (Q / (280 * C * D^{(2,63)})^{(1,85)}$$

Por efecto de verificación se aplicó también la fórmula para determinar pérdidas por longitud establecida en la NEC 11-16, donde se comprobó que las perdidas siempre se darán en longitudes similares

$$L_e = \left(A \times \left(\frac{d}{25.4} \right) \pm B \right) \times \left(\frac{120}{C} \right)^{1.8519}$$

Donde:

Le= Longitud equivalente en metros

A,B= Factores que dependen del tipo de accesorio

d= Diámetro interno en mm

C= coeficiente según material de tubería (para nuestro caso PVC =150)

Tabla 16.4. Factores para el cálculo de longitudes equivalentes

Accesorio	Factor A	Factor B
Codo de 45°	0.38	+ 0.02
Codo radio largo 90°	0.52	+ 0.04
Entrada normal	0.46	- 0.08
Reducción	0.15	+ 0.01
Salida de tubería	0.77	+ 0.04
Tee paso directo	0.53	+ 0.04
Tee paso de lado y tee salida bilateral	1.56	+ 0.37
Tee con reducción	0.56	+ 0.33
Válvula de compuerta abierta	0.17	+ 0.03
Válvula de globo abierta	8.44	+ 0.50
Válvula de pie con criba	6.38	+ 0.40

Para el dimensionamiento de las tuberías se escogieron diámetros que permitan cumplir con las velocidades permitidas en las redes a presión que van desde 0,6m/s a 2,5 m/s.

Con las pérdidas de carga en presión se determinó las presiones en la red, para lo cual se consideró que la mínima presión en el punto más desfavorable estará siempre por encima de la mínima presión requerida en ese punto.

Las presiones en todas las redes fluctúan dentro de los valores establecidos en la norma, es decir no superan los 50m.c.a. máxima admisible en la red.

Con los requerimientos de caudal calculado y de presiones en la red se calculó las bombas y equipo de presión necesario para el correcto funcionamiento de todo el sistema.

4.3.11 Equipo Hidroneumático

El agua que es suministrada desde la cisterna, es retenida en un tanque de almacenamiento; de donde, a través de un sistema de dos bombas, será impulsada a un recipiente a presión (de dimensiones y características calculadas en función de la red, indicadas en los planos y en estas memorias), y que posee volúmenes variables de agua y aire. Cuando el agua entra al recipiente aumenta el nivel de agua, se comprime el aire y aumenta la presión, cuando se llega a un nivel de agua y presión determinados, se produce la señal de parada de las bombas y el tanque queda en la capacidad de abastecer la red, cuando los niveles de presión bajan, a los mínimos preestablecidos, se acciona el mando de encendido de las bombas nuevamente.

El Sistema Hidroneumático deberá estar construido y dotado de los componentes que se indican a continuación:

a.- Un tanque de presión, el cuales constan entre otros de un orificio de entrada y otro de salida para el agua (en este se debe mantener un sello de agua para evitar la entrada de aire en la red de distribución) y uno para la inyección de aire en caso de faltar el mismo.

b.- Las bombas se calcularon de acorde con las exigencias de la red (dos para que trabajen en simultaneidad y una adicional de reserva en caso de daños o mantenimiento).

c.- Interruptor eléctrico para detener el funcionamiento del sistema, en caso de faltar el agua en el estanque bajo.

d.- Llaves de purga en las tuberías de drenaje.

e.- Válvulas de retención en cada una de las tuberías de descarga de las bombas al tanque hidroneumático.

f.- Conexiones flexibles para absorber las vibraciones.

g.- Llaves de paso entre la bomba y el equipo hidroneumático; entre éste y el sistema de distribución.

h.- Manómetro.

i.- Válvula de seguridad.

j.- Dispositivo para control automático de la relación aire/agua.

k.- Interruptores de presión para arranque a presión mínima y parada a presión máxima, arranque aditivo de la bomba en turno y control del compresor.

l.- Indicador exterior de los niveles en el tanque de presión, para la indicación visual de la relación aire agua.

m.- Tablero de potencia y control de los motores.

n.- Dispositivo de drenaje de los tanques hidroneumáticos, con su correspondiente llave de paso.

o.- Compresor u otro mecanismo que reponga el aire perdido en el tanque hidroneumático.

p.- Filtro para aire, en el compresor o equipo de inyección

Por convención se usa una frecuencia de 4 a 6 ciclos por hora, el ciclo de cuatro (4) arranques/hora se usa para el confort y se considera que con más de seis (6) arranques/hora puede "haber" un sobrecalentamiento del motor, desgaste innecesario de las unidades de bombeo y excesivo consumo de energía eléctrica

El punto en que ocurre el número máximo de arranques, es cuando el caudal de demanda de la red alcanza el 50% de la capacidad de la bomba. En este punto el tiempo que funcionan las bombas iguala al tiempo en que están detenidas. Si la demanda es mayor que el 50%, el tiempo de funcionamiento será más largo; cuando la bomba se detenga, la demanda aumentada extraerá el agua útil del tanque más rápidamente, pero la suma de los dos periodos, será más larga.

Con los caudales máximo probable de agua correspondiente a la red de distribución, así como, los diámetros y presión mínimas requeridos por la red, se consideró la presión mínima de operación, la presión diferencial y la presión máxima

La primera consideración al seleccionar el tamaño de las bombas, es el hecho de que deben ser capaces por si solas de abastecer la demanda máxima dentro de los rangos de presiones y caudales, existiendo siempre una bomba adicional para alternancia con la otra y para cubrir entre las dos, por lo menos el 140 % de la demanda máxima probable

Ya que se debe dejar una unidad de bombeo de reserva para la alternancia y para confrontar caudales de demanda súper-pico, se deberá usar el siguiente criterio:

La suma total de los caudales de las unidades de bombeo utilizados no será nunca menor del 140 % del caudal máximo probable calculado en la red

La potencia de la bomba para un sistema hidroneumático se calculó por la fórmula

$$HP = \frac{Qb \text{ (lps)} * H \text{ (metros)}}{75 * n \text{ (\%)} / 100}$$

Las bombas se seleccionaron para trabajar contra una carga por lo menos igual a la presión máxima en el tanque hidroneumático.

El dimensionamiento de los tanques a presión, se efectuó tomando como parámetros de cálculo el caudal de bombeo (Qb), los ciclos por hora (U), y las presiones de operación, el procedimiento es resumido en cuatro pasos, cada uno con su respectiva fórmula:

a) Determinación del tipo de ciclo de bombeo (Tc)

$$Tc = \frac{1 \text{ hora}}{U}$$

Donde:

U= número de ciclos por hora

b) Determinación del volumen útil del tanque (Vu)

Es el volumen utilizable del volumen total del tanque y representa la cantidad de agua a suministrar entre la presión máxima y la presión mínima.

$$Vu = \frac{Tc * Q(\text{bombeo})}{4}$$

c) - Cálculo del porcentaje del volumen útil (% Vu)

Representa la relación entre el volumen utilizable y el volumen total del tanque y se calculó a través de la siguiente ecuación:

$$\%Vu = 90 * \frac{(P_{\text{máx}} - P_{\text{mín}})}{P_{\text{máx}}}$$

Donde:

P_{máx} = Es la presión máxima del sistema

P_{mín} = Es la presión mínima del sistema

Nota: Tanto la P_{máx} como la P_{mín} serán dados como presiones absolutas.

d.- Cálculo del volumen del tanque (Vt).

$$Vt = \frac{Vu}{\% Vu / 100}$$

El sistema hidroneumático consta de:

- a) Cisterna
- b.- Un número de bombas acorde con las exigencias de la red (dos bombas de acuerdo a los Hp especificados).
- c.- Interruptor eléctrico para detener el funcionamiento del sistema, en caso de faltar el agua en el estanque bajo.
- d.- Llaves de purga en las tuberías de drenaje.
- e.- Válvula de retención en cada una de las tuberías de descarga de las bombas al tanque hidroneumático.
- f.- Conexiones flexibles para absorber las vibraciones.
- g.- Llaves de paso entre la bomba y el equipo hidroneumático; entre este y el sistema de distribución.
- h.- Manómetro.
- i.- Válvula de seguridad.
- j.- Dispositivo para control automático de la relación aire/agua.
- k.- Interruptores de presión para arranque a presión mínima y parada a presión máxima, arranque aditivo de la bomba en turno y control del compresor.
- l.- Indicador exterior de los niveles en el tanque de presión, para la indicación visual de la relación aire agua.
- m.- Tablero de potencia y control de los motores.

- n.- Dispositivo de drenaje del tanque hidroneumático, con su correspondiente llave de paso.
o.- Compresor u otro mecanismo que reponga el aire perdido en el tanque hidroneumático.
p.- Filtro para aire, en el compresor o equipo de inyección.

$$W = \frac{19 * R_{aires} * Q * (P_{off} + 10,33)}{N_{bombas} * N_{ciclo} (P_{off} - P_{on})}$$

FORMULA PARA CALCULAR EL TANQUE DE PRESION SEGÚN NEC 16 - 11

Donde:

R Coeficiente R aires = 1

Q = Caudal

P_{off} = Presión de apagado

P_{on} = Presión de encendido

Nbombas = Número de bombas

NOTA: VER ANEXOS DE TABLA DE CALCULOS

5. SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS

5.1 Descripción

La evacuación de las Aguas Servidas del Proyecto **CONTRATACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL "CRNEL. GABRIEL GÓMEZ SÁNCHEZ"** se lo efectuara a través de una red de tuberías que se conectan a través de cajas de registro donde llegan las descargas de los edificios:

El Bloque B3: Auditorio tiene dos descargas que proceden de las baterías sanitarias de hombres y mujeres y se conectan entre sí por medio de las cajas de registro As1 y As2, para continuar hasta la Caja As 9 donde se recoge las descargas procedentes del edificio del Bloque 4 Aulas. El Bloque 4 Aulas presenta dos descargas, una que recoge el baño destinado a minusválidos y la otra que recoge la bajante procedente de las baterías sanitarias de la planta alta y la descarga de las baterías sanitarias de la planta baja para conectarse a la Caja As9 desde donde se recogen las descargas de ambos edificios para dirigirse a su disposición final en la proyectada Planta de Tratamiento de Aguas Residuales o PTAR.

La red de evacuación de aguas servidas y de ventilación del diseño está constituida por un conjunto de tuberías destinadas a dar salida a las aguas grises y negras generadas por las baterías sanitarias, considerando que para cumplir las normas de construcción sanitarias y ambientales vigentes deberán enmarcarse dentro de las siguientes condiciones:

- Evacuar rápidamente las aguas, alejándolos de los aparatos sanitarios.
- Impedir el paso de aire, olores y microbios de las tuberías al interior del edificio.
- La localización construcción de la instalación deberá ser accesible para la limpieza y mantenimiento, lo que se logra con ayuda de tapones y cajas de inspección.
- Se evitará los problemas de sifonamiento, que se solucionará con una buena red de ventilación
- Las velocidades máximas serán de 4m/seg. y 0.6 m/seg para las velocidades mínimas
- Los diámetros mínimos para los diferentes aparatos sanitarios serán:

- Sanitario (WC) 4"
- Lavamanos (LVM) 2"
- Urinarios (U) 2"
- Sifón (SF) 2"
- Las tuberías deben ser impermeables.
- Evitar la pérdida de los sellos en los sifones, retraso del flujo y deterioro de los materiales.

5.2 Parámetros Técnicos

Estos parámetros se tomaron con base en las unidades de descargas de cada uno de los aparatos sanitarios que integran la red sanitaria en el proyecto.

Para el dimensionamiento de la red, se utilizó el criterio de la unidad de descarga de acuerdo a la siguiente tabla

Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo

APARATO SERVICIO PUBLICO	CAUDAL INSTANTANEO MINIMO Q (l/s)	CAUDAL INSTANTANEO MINIMO PARA USO PUBLICO Q (l/s)	PRESION RECOMENDADA (m.c.a.)	PRESION MINIMA (m.c.a.)	DIAMETRO (mm)
INODOROCON FLUXOR	1,25	2,09	15,00	10,00	25
URINARIO con FLUXOR	0,50	0,84	15,00	10,00	20
LAVABO	0,10	0,17	5,00	2,00	16
GRIFO PARA MANGUERA	0,20	0,33	10,33	3,00	16

Fuente: NEC -11 - CAPITULO 16 - NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA

Para las baterías sanitarias los aparatos utilizados se encuentran definidos en los planos arquitectónicos del proyecto.

La descarga de los aparatos sanitarios para se verá afectado por el coeficiente de retorno

Métodos para estimar el caudal de diseño

MÉTODO DE SIMULTANEIDAD DE USO.

Este método se basa en las aplicaciones de un factor que evalúa la simultaneidad de funcionamiento de los aparatos sanitarios. Para aplicar el método se deben conocer los valores de caudal de cada sanitario según los valores dados por las normas técnicas ecuatorianas.

El método del factor de simultaneidad determina un caudal máximo probable que será el caudal del tramo suponiendo que no presenta un funcionamiento de todos los aparatos al mismo tiempo.

Para calcular el caudal máximo probable, se debe multiplicar el caudal máximo posible por el factor de simultaneidad ks.

Este factor depende fundamentalmente del número de aparatos y si el uso es público o privado.

Para nuestro caso utilizamos el método de simultaneidad de uso, siendo el factor de simultaneidad

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F \times (0,04 + 0,04 * \log(\log(n)))$$

Fuente: NEC -11 - CAPITULO 16 - NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA

Donde:

n = número total de aparatos servidos

k_s = coeficiente de simultaneidad, entre 0.2 y 1.0

q_i = caudal mínimo de los aparatos suministrados (Tabla 16-1)

F = factor que toma los siguientes valores: F = 3, hoteles, hospitales y semejantes

5.2.1 Coeficiente de retorno

El alcantarillado para aguas servidas de la **CONTRATACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL “CRNL. GABRIEL GÓMEZ SÁNCHEZ”** tiene que ser compatible con el servicio de agua potable, en lo que respecta a la relación que existe entre dotación de agua potable y el aporte al sistema de alcantarillado.

El coeficiente de retorno FS aplicado es el 0,8 o 80% de retorno del caudal de unidades de gasto de cada aparato sanitario, expresados en la tabla de unidades de descarga, salidas caudales y presiones de aparatos sanitarios (Tabla 1)

5.2.2 Parámetros de diseño

La red sanitaria se diseñó con base en un sistema de tuberías de evacuación que se llaman derivaciones o ramales de desagües y colectores. Y serán estos últimos los conductores horizontales que recogerán el agua de los aparatos sanitarios y las conducirán a la caja de inspección, para luego descargarlas al sistema de alcantarillado existente.

5.2.3 Detalles de diseño

Los aparatos sanitarios descargarán sus aguas por medio de tuberías que luego conectarán con los ramales de aguas servidas.

Todas las derivaciones tendrán una pendiente uniforme y no menor de 1%, sus diámetros serán de 50mm, 63mm, 75mm, 90mm y 110mm. El material de las tuberías será de PVC TIPO PESADO de desagüe para interiores y TIPO TDP (Tubería doble pared) o corrugada para exteriores.

Cuando las derivaciones de aguas servidas se crucen con las derivaciones de agua potable, los primeros sistemas deben ir por bajo los segundos.

Las ramas horizontales de ventilación deben tener una pendiente, para dar salida a los tubos de descarga al agua condensada que puede formarse en su interior. Irán acopladas a las derivaciones de aguas servidas

El desalojo de las Aguas Servidas del Proyecto **“CONTRATACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL “CRNL. GABRIEL GÓMEZ SÁNCHEZ”** se lo efectuará mediante los respectivos ramales hasta finalmente evacuarla a la proyectada Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR.

El cálculo de las redes de Aguas Servidas se lo ha efectuado mediante método de la simultaneidad de uso y utilizando tablas especializadas.

5.2.4 Colectores

Son tuberías horizontales que dirigen las aguas hacia el alcantarillado exterior del proyecto.

Las tuberías de desagüe fueron diseñadas para que funcionen libres y en condiciones uniformes, con una pendiente del 1% utilizando la fórmula de Manning

Con el caudal de diseño (Q) se estimó el diámetro y la pendiente en condición de tubería llena donde se obtuvo la velocidad y el caudal, para aplicar las relaciones de tubería llena y parcialmente llena (Coeficiente de mayoración= Relación entre el caudal máximo instantáneo y el caudal medio diario, en un mismo período (q/Q) y obtener la velocidad de diseño v que deberá cumplir la condición de ser mayor a 0,6m/seg y menor a 4,5m/seg de tal manera que se garantice el arrastre de los sólidos sedimentables..

Para determinar el caudal y la velocidad en condiciones de tubería llena se utilizó las fórmulas de Manning

$$V = Rh^{2/3} \frac{s^{1/2}}{n}$$

$$Q(h) = \frac{1}{n} \times A (Rh)^{1/2} \times s^{1/2}$$

Donde:

s= pendiente de la conducción en m/m

v= la velocidad media en m/s

R= el radio hidráulico en m (superficie mojada / perímetro mojado)

n= coeficiente de Manning

Para el uso del coeficiente de Manning se utilizó la siguiente tabla

MATERIAL	VELOCIDAD MAXIMA m/s	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
Hormigón simple: con uniones de mortero	4	0,013
Hormigón simple: con uniones de neopreno para nivel freático alto	3,5 - 4	0,013
Asbesto cemento	4,5 - 5	0,011
Plástico	4,5	0,011

FUENTE: NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES - SENAGUA
TABLA VIII.1 Velocidades máximas a tubo lleno y coeficientes de rugosidad recomendados

5.2.5 Cálculo hidráulico

El cálculo de las redes de Aguas Servidas se lo ha efectuado mediante método de simultaneidad de uso y utilizando tablas especializadas.

El cálculo hidráulico para las tuberías en los colectores se lo realizó aplicando la fórmula de Manning y considerando que la velocidad mínima de auto limpieza sea de 0.60 m/seg. De tal manera que se garantice el arrastre de los sólidos sedimentables.

5.2.6 Dotación de agua potable

En un sistema de alcantarillado sanitario, generalmente el agua que circula por éste proviene de los usos que le dan los usuarios al agua potable, por lo tanto, es necesario establecer este parámetro para luego determinar el porcentaje en que ésta pasa al sistema de recolección de las aguas servidas.

Las dotaciones de diseño considerado para este estudio se encuentran establecidas, de acuerdo a la factibilidad.

5.2.7 Caudales de diseño para los sistemas de alcantarillado sanitario

Los criterios a adoptarse para el cálculo del caudal de diseño, utilizado para el dimensionamiento de las redes de cada una de las partes del sistema de aguas servidas, son los siguientes:

5.2.7.1 Aguas servidas comerciales

El caudal de aguas servidas se obtiene de la producción de la dotación de agua, de acuerdo al coeficiente de retorno de agua potable al sistema de alcantarillado.

5.2.7.2 Relación agua utilizada/agua potable

El alcantarillado para aguas servidas de la **CONTRATACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL "CRNL. GABRIEL GÓMEZ SÁNCHEZ"** tiene que ser compatible con el servicio de agua potable, en lo que respecta a la relación que existe entre dotación de agua potable y el aporte al sistema de alcantarillado.

Sin embargo y de acuerdo al uso, se puede adoptar un coeficiente de relación agua potable utilizada/agua potable producida en 0.8, es decir regresa el 80% de la dotación de agua potable establecida.

5.2.7.3 Aguas de Infiltración y Aguas Ilícitas.

Las normas, establecen que en las tuberías a diseñarse debe existir una tolerancia para los probables esfuerzos de infiltración de las aguas a través de las juntas de los tubos, porosidad del material o en las conexiones defectuosas de la tubería con la cámara de revisión.

Para prever aquello se debe dimensionar las alcantarillas de tal manera que se deje en la tubería un volumen no ocupado sobre la altura neta de diseño de las aguas servidas.

Para esto aplicamos los siguientes parámetros normados por SENAGUA:

$\frac{D}{160 \text{ a } 400 \text{ mm}}$	$\frac{q/Q}{0,50}$
---	--------------------

Siendo:

D = Diámetro de la tubería

q = Caudal de diseño

Q = Caudal a tubería llena

5.2.8 Caudal de diseño.

El Caudal de diseño está representado por el caudal más probable multiplicado por un coeficiente de retorno.

$$Q_d = Q_{md} \times K_r$$

Donde:

Q_d = Caudal de diseño

Q_{mp} = Caudal más probable

K_r = Coeficiente de retorno

El caudal más probable está definido por:

$$Q_{mp} = k_s \times \sum q_i$$

Fuente: NEC -11 - CAPITULO 16 - NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA

Donde:

Q_{mp} = Caudal más probable

K_s = Coeficiente de simultaneidad, entre 0.2 y 1.0

q_i = caudal mínimo de los aparatos suministrados (Tabla 1)

El coeficiente de simultaneidad está dado por:

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F \times (0,04 + 0,04 \times \log(\log(n)))$$

Fuente: NEC -11 - CAPITULO 16 - NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA

Donde:

n = número total de aparatos servidos

k_s = coeficiente de simultaneidad, entre 0.2 y 1.0

F = factor que toma los siguientes valores, F = 3, hoteles, hospitales y semejantes

El cálculo de los caudales de aportación consta en las planillas de diseño, anexas a estas memorias.

5.2.8.1 Fundamentos hidráulicos

Se ha considerado para este diseño, las Normas de Diseño y realizados los cálculos hidráulicos para la determinación de los diámetros y pendientes de las tuberías por medio de la utilización de la fórmula de Manning, para tuberías trabajando a gravedad parcialmente llenas, cuya expresión matemática es la siguiente:

$$Q(h) = \frac{1}{n} \times A (Rh)^{1/2} \times S^{1/2}$$

$$V = Rh^{2/3} \frac{S^{1/2}}{n}$$

Donde:

V= velocidad del flujo en m/s

Q= caudal en lt/s

n= coeficiente de rugosidad del material de la tubería

Rh= Radio hidráulico en m.

S= Pendiente del tramo de la tubería en m/m

A= Área de la sección de la tubería en m²

Para esto se han considerado los siguientes parámetros:

Velocidad mínima: 0.60 m/s para colectores principales, a sección llena.

Velocidad máxima: 3.00 m/s para colectores principales, a sección llena.

Coeficiente de fricción en tuberías de PVC: n=0.012 – 0.020.

Diámetro mínimo de colectores a cámaras existente: 200 mm

Diámetro de ramales: 110 mm. – 160 mm

Profundidad mínima de caja de registro: 0.60 m.

Altura de relleno de protección sobre lomo de tubería: variable

Las cámaras de inspección se colocarán en los siguientes lugares:

- Al comienzo de todo colector.
- En la intersección de los colectores
- En los cambios de dirección
- En los cambios de pendiente
- En los cambios de diámetros

5.2.9 SISTEMA DE VENTILACION

La ventilación se considera de gran importancia en la distribución de desagües pues sirve para controlar el fenómeno de sifonamiento, para proteger los sellos hidráulicos. Por tal motivo se instalará ventilación para cada una de las instalaciones sanitarias.

El diámetro mínimo de ventilación individual para lavamanos, será de 1 1/2" y para sanitarios de 2" pero para nuestro caso se instalarán ventilación de acuerdo a los detalles en los planos tuberías de ventilación con sus respectivos puntos de 2".

El diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario del **CONTRATACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACIÓN DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL "CRNEL. GABRIEL GÓMEZ SÁNCHEZ"** se los muestra en las planillas de diseño adjuntas

NOTA: VER ANEXOS DE TABLAS DE CALCULOS

6. SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

El diseño de del sistema de alcantarillado pluvial en nuestro país contribuye al mejoramiento integral del medio ambiente de una comunidad. La recolección y conducción de todas las aguas lluvias hacia un cauce natural conforman un sistema pluvial. También las vías, cunetas y canales forman parte del sistema de agua lluvias. La topografía inclinada ayuda a la evacuación de las aguas lluvias.

Este sistema de alcantarillado pluvial tiene elementos para su funcionamiento, cajas sumideros, estos están diseñados para trabajar a toda capacidad para evacuar el caudal de una máxima lluvia dentro de un periodo de retorno de cinco años.

6.1 Evacuación de las Aguas Lluvias desde la cubierta hasta la calle

La red de aguas lluvias se diseñó para evacuar todo el caudal de la precipitación instantánea.

El drenaje de las Aguas Lluvias desde la cubierta es proyectado en caída libre, para ser conducidas por gravedad a las cunetas del área de diseño, que se encuentran conectadas a un canal perimetral ubicado en la plataforma del nivel N+83,00, el cual bajara al nivel de la plataforma N+83,00 a través de un canal existente y luego ser conducida por cunetas, sumideros hasta el sitio de recolección final.

6.2 Criterio de Diseño

El diseño de las canalizaciones recolectoras de aguas lluvias se lo ha realizado por el Método Racional aplicado a cuencas menores a 200 hect. en función del área que drenan y empleando una intensidad de lluvia de 117,51 mm/hora, establecida por el INHAMI, de la estación pluviométrica más cercana, para el intervalo de tiempo de lluvia 5>30 min considerando que dentro de este intervalo se producen las lluvias más intensas y las redes deben tener capacidad

de evacuar las aguas en el menor tiempo posible; y una período de retorno de 5 años, que se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES.

Para determinar el caudal a drenar se utilizó la fórmula:

$$Q = C \times I \times A$$

Dónde: Q = Caudal en lt/seg.

C = Coeficiente de escorrentía (0,85 Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas pavimentadas)

(TABLA VIII.3 VALORES DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA DIFERENTES TIPOS DE SUPERFICIES - NORMA PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES – SENAGUA)

I = Intensidad de lluvias en mm / hora/ m²

A = Área de Protección de la cubierta.

6.3 Área a servir del proyecto

El área del proyecto a servir es de 4.681,26 m², los cuales fueron obtenidos de los planos topográficos. Para el cálculo del canal perimetral se consideró la distribución del área en dos partes iguales que se distribuirán a cada lado del canal de acuerdo a los planos de diseño. En el área a drenar se ha considerado el coeficiente de escurrimiento - 85% para vías y calzadas pavimentadas.

6.4 Trazado

Las precipitaciones pluviales se recogen a través de cunetas conectadas al canal perimetral de aguas lluvia, que recogen las aguas procedentes de las cubiertas y las vías que ha sido diseñada con escurrimiento superficial de 2% en su sección transversal.

El diseño del sistema de alcantarillado pluvial en nuestro país ayuda al progreso general del medio ambiente. Las vías, cunetas y cajas de registro forman parte del sistema de aguas lluvias. La topografía inclinada ayuda a la evacuación de las aguas lluvias.

El diseño del sistema de alcantarillado pluvial está diseñado para trabajar a toda capacidad para evacuar el caudal de una máxima lluvia dentro de un periodo de retorno de cinco años.

6.5 Descripción Del Sistema

Un sistema de aguas lluvias lo conforman los cauces, cajas, sumidero, tirante, colectores, que se encuentran en la cuenca de drenaje.

6.6 Bases De Diseño

Se ha tomado los siguientes datos para el diseño:

- Área actual a servir 4.681,26 m² aproximadamente 0,47 has
- Red colectora separativa y el flujo es a gravedad

6.6.1 Bases

- Método racional $Q=C I A$
- Coeficiente de escurrimiento = 0.85 (para pavimentos de hormigón)
- Tiempo inicial de concentración $t_c = 5$ min
- Velocidad de auto limpieza a tubo lleno 0.9m/seg
- Diámetro tubería mínimo $d = 110$ mm
- Ecuación de Manning
- Coeficiente de rugosidad $n= 0.011$ para tubería de PVC
- La relación v/V será menor o igual a 0.80
- Periodo de Diseño de 5 años.

El sistema de micro drenaje se dimensionará para el escurrimiento cuya ocurrencia tenga un período de retorno entre 2 y 10 años, seleccionándose la frecuencia
(NORMA PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES – SENAGUA - 5.1.5.6)

6.6.2 Caudal

Las aguas lluvia a ser evacuadas por el sistema de alcantarillado pluvial están constituidas por aguas lluvias superficiales, ya que en principio en la construcción solo se deben de entregar y receptor obras cuyos tirantes y sumideros pasen las pruebas de estanquidad.

Para la determinación de los caudales efectivos que aportarán al sistema se utilizó el método racional, indicada con la siguiente formula, la cual es aceptada en cuencas menores a 200 has.

$$Q= 0,00278 \times C \times I \times A$$

Donde:

Q = caudal [m³/seg]

C = coeficiente de escurrimiento [adimensional]

I = intensidad de lluvia [mm / h] para un periodo de retorno de 5 años

A = el área de aporte [hectáreas].

Se ha determinado el área de aportación que ingresa al sistema mediante cajas de aguas lluvia como se indica en el plano respectivo.

6.6.3 Coeficiente De Escurrimiento

El coeficiente de escurrimiento " C " considerado en el proyecto es del 85%. Este coeficiente corresponde a que el 85 por ciento del agua lluvia que se precipita en el área de estudio será conducido hacia el sistema de aguas lluvias y el 15 por ciento se escurrirá a alimentar el nivel freático.

Considerando áreas en conjunto de una zona por drenar, se pueden fijar coeficientes medios de escurrimiento de acuerdo a valores recomendados en la tabla 5.4 de las normas sanitarias.

Valores Del Coeficiente De Escurrimiento Para Zonas Urbanas

Tipo de zona	C
Zonas comerciales o densamente pobladas	0.70 a 0.90
Zonas adyacentes a las anteriores	0.50 a 0.70
Zonas residenciales con casas separadas	0.25 a 0.50
Zonas suburbanas no desarrolladas totalmente.	0.11 a 0.25

6.6.4 Intensidad

La ecuación de intensidad de lluvia o precipitación máxima a utilizar es dada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología en las zonas o sectores donde no se hayan realizado estudios profundos.

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología recomienda que en la zona del proyecto las fórmulas establecidas para la Estación Pluviométrica M0056, Estación Aeropuerto de Guayaquil, intensidades donde el tiempo de concentración este entre 5 a 30 min sea utilizada la siguiente ecuación:

Fuente: Inhami

**CUADRO N° 26: INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA ESTACIÓN M0056
GUAYAQUIL AEROPUERTO**

ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R ²
CÓDIGO	NOMBRE				
M0056	GUAYAQUIL AEROPUERTO	5<30	$i = 135.7748 * T^{0.2169} * t^{-0.3063}$	0.9840	0.9683
		30<120	$i = 203.0259 * T^{0.2169} * t^{-0.6701}$	0.9944	0.9889
		120<1440	$i = 1113.4537 * T^{0.2169} * t^{-0.7779}$	0.9992	0.9984

Donde:

I = intensidad de lluvia (mm/h)

Id_{TR} = Intensidad diaria para un TR (mm/h)

Tr = Período e retorno de la lluvia de mayor intensidad (años)

t= tiempo de duración de la lluvia (minutos)

Para efectos de cálculos se parte con t = 5 minutos (tiempo de concentración inicial de la lluvia – en el caso de los colectores).

6.6.5 Período de retorno

De acuerdo a las normas sanitarias el período de retorno o período de recurrencia para tuberías de drenaje y colectores principales y secundarios es de 1 a 5 años, para el presente proyecto se ha escogido un período de retorno de 5 años.

6.6.6 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración (t_c) es la suma del tiempo que tarda una gota caída al extremo de la cuenca pluvial en llegar a la alcantarilla (tiempo de entrada, t_e), más el tiempo de flujo (t_f) dentro de la alcantarilla.

El tiempo de entrada en áreas densamente pobladas y desarrolladas, en las que hay un alto porcentaje de impermeabilidad, y con sumideros muy cercanos estará por el orden de los 5 minutos.

En áreas desarrolladas pero muy planas, se puede utilizar tiempos de entrada de 10 a 15 minutos. En zonas residenciales con un moderado grado de impermeabilidad se utilizarán tiempos de entrada de 15 a 20 minutos. En zonas residenciales con pendientes moderadas se podrá utilizar entre 20 y 25 minutos. En zonas residenciales con topografía muy plana, se pueden utilizar hasta 30 minutos. Para el proyecto se ha asumido un tiempo de concentración de 5 minutos.

Para el tiempo de recorrido del agua dentro de la alcantarilla o tiempo de flujo t_f , se calcula por medio de la fórmula siguiente:

$$t_f = L / 60 \times v$$

Donde:

t_f = tiempo de concentración en minutos

L = longitud del colector en metros

v = velocidad de flujo a tubo parcialmente lleno en m/s

6.6.7 Cálculo Hidráulico

Los detalles de los cálculos hidráulicos se muestran en el cuadro correspondiente en donde se indica claramente el nombre del tirante, su longitud, el área de aportación; propia o añadida, el diámetro o dimensión del tirante, la pendiente, el caudal de diseño y la capacidad de la tubería, cotas de terreno, cota insert de salida y llegada.

El flujo en las tuberías será a gravedad, por lo que se utiliza la fórmula de Manning para el diseño hidráulico de las tuberías de alcantarillado, para la tubería de sección circular o canales abiertos la fórmula de Manning para un flujo uniforme se expresa en los siguientes términos:

$$Q(h) = \frac{1}{n} \times A \times (Rh)^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$V = R h^{2/3} \frac{s^{1/2}}{n}$$

Donde:

Q = caudal [lts/ seg]

R = radio hidráulico (área de la sección mojada / perímetro mojado)

A = área de la sección

s = pendiente de la tubería [adimensional]

n = coeficiente de rugosidad [adimensional]

n = 0.011 para la tubería de PVC.

La velocidad mínima permitida en las tuberías de los colectores es la velocidad a tubería llena considerada como de auto limpieza, es de 0.9 m/seg

6.6.8 Sumideros

Si bien la práctica común es la de colocar imbornales de acera que permitan el ingreso de aguas lluvias a los sumideros, se ha notado que en lluvias de moderada intensidad el agua no penetra en el imbornal, sino que pasa de largo inundando las zonas bajas.

Para el caso presente se procederá a colocar rejillas de sumideros de acuerdo al tipo que se encuentra determinado en los planos, que por su capacidad permiten un mejor drenaje de las aguas lluvias. Si bien los imbornales de acera de cierta manera evitan que la basura arrojada a las calles penetre de forma directa al sistema, en situaciones controladas como la presente es factible utilizar rejillas de calzada con el consecuente ahorro de tuberías debido a la capacidad de conducción de las mismas.

6.6.9 Cajas de revisión

Son las estructuras que permiten el acceso a las alcantarillas para su revisión y limpieza, los pozos de revisión se colocarán en los cambios de dirección de redes, con el objetivo de mantener presión atmosférica en el sistema, cuando por necesidad del diseño se incremente el diámetro de la tubería o cuando se produzcan cambios de dirección superiores a 120°.

7. SISTEMA DE RIEGO

Las presiones y caudales del sistema se han establecido en base a las presiones mínimas y caudales recomendados por los fabricantes de aspersores existentes en el mercado nacional.

El caudal de diseño calculado para cada circuito es:

- | | | |
|-----------------------|-------------|---------------|
| 1. Primer circuito = | 1,18 l/seg. | 15 aspersores |
| 2. Segundo circuito = | 1,18 l/seg. | 15 aspersores |
| 3. Tercer circuito= | 1,10 l/seg. | 14 aspersores |

7.1 Tiempo de funcionamiento del sistema

El tiempo estimado de funcionamiento del sistema está establecido por el caudal a regar y por el número de aspersores de cada circuito, cada circuito tendrá un tiempo de riego de 20 min y el tiempo total de riego de los 3 circuitos es de 60 min (1 hora)

CIRCUITO N=.	AREAS DE COBERTURA	AREAS DE COBERTURA	ASPERORES	CAUDAL (l/s)	CAUDAL (l/min)	DOTACION POR CIRCUITO (l/día)	CONSUMO DE AGUA POR AREA (l/min)	TIEMPO DE RIEGO POR CIRCUITO (min)
1	Vs 1	447,60	8	1,64	98,42	1.030,62	98,42	10,47
2	Vs 2	309,00	8	1,44	86,12	1.030,62	86,12	11,97
3	Vs 3	233,37	7	1,44	86,12	1.030,62	86,12	11,97
4	Vs 4	105,74	9	1,85	110,72	1.030,62	110,72	9,31
TOTAL						3.091,86	270,66	34,41

7.2 Factibilidad.

De acuerdo a los planos el sistema de riego se abastecerá de la cisterna y de la misma bomba de agua potable

La dotación de agua para áreas verdes corresponde a 4.122,48 ltrs/día

7.3 Redes de distribución.

El sistema de distribución ha sido calculado y diseñado para conducir el caudal máximo diario para un circuito. Para esta condición de funcionamiento la velocidad y presión de servicio se han mantenido dentro de los límites recomendados por las normas técnicas.

- La red de Riego se ha diseñado en su totalidad con tuberías de PVC unión por cementado solvente (EC) para riego, de 1,00MPA o 145PSI.
- Los accesorios de la red de PVC.
- Los detalles y especificaciones técnicas de la red de distribución se presentan en los respectivos planos y anexos.

7.4 Trazado.

El trazado de la acometida y de red de distribución de agua para riego se ha proyectado utilizando líneas en las vías de circulación dentro del proyecto.

Para realizar adecuadamente el trazado de la red de distribución se utilizaron los planos arquitectónicos.

Entre las condiciones dominantes analizadas para definir el sistema se pueden anotar:

- a) La extensión, forma y topografía de las áreas verdes o jardineras que encuentran en el proyecto
- b) La abundancia y regularidad del abastecimiento de agua.

- c) El clima, que es un factor primordial en la determinación de la cantidad de agua que se va requerir en los jardines.
- d) Las propiedades físicas del suelo, de las que dependen en gran medida el índice de la infiltración del agua en el suelo y la capacidad de retención de agua en éste.
- e) El costo y la disponibilidad de energía eléctrica para el funcionamiento de los sistemas hidroneumáticos a utilizarse.

7.5 Disposición del sistema:

Con gran frecuencia la extensión y la forma del terreno y la localización de la fuente de suministro de agua son los factores que rigen la disposición de un sistema de riego por aspersión.

Los principios que se han tenido en cuenta al proyectar la disposición del sistema son:

- Las tuberías principales se han situado en dirección de los trazados arquitectónicos principales.
- Los ramales laterales han tratado de colocarse formando ángulo recto.
- Se han evitado los ramales laterales de aspersión largos, que impliquen una distribución no uniforme del agua y tubos de mayor diámetro, lo que dificulta el manejo.

7.6 Presión máxima estática y mínima de la red

Las presiones de trabajo al final del periodo de diseño no deberán exceder la presión máxima de trabajo de la tubería proyectada, la presión estática no excede los 50 m.c.a. y la presión mínima suministrada a cada aspersor siempre es mayor a la presión mínima recomendada en los puntos y condiciones más desfavorables

7.7 Tuberías

Se han proyectado en las redes de distribución y conducción de tubería de PVC las tuberías se instalarán en las áreas de circulación peatonal dentro del área del proyecto a una profundidad de 0.60 metros, y a un 0,80m de profundidad en las áreas de circulación vehicular.

En los cambios de dirección se proyectan utilizar un anclaje que evite que este se mueva del sitio donde se lo ha instalado.

Las tuberías para riego cumplirán la NORMA INEN 1369, su especificación será PVC por unión por cementado solvente (EC) para riego.

Diámetro Nominal		Diámetro interior	Presión de trabajo	
pulg	mm	mm	MPA	PSI
¾"	20	17.6	1.25	181
1"	25	22.6	100	145
1 ¼"	32	29.4	100	145
1 ½"	40	37.0	100	145
2"	50	46.2	100	145
2 ½"	63	58.2	100	145

7.8 Válvulas

En la red de distribución se instalarán válvulas de compuerta de bronce ubicadas en cada una de las jardineras grandes o en tramos cortos que contienen varias jardineras pequeñas, y válvulas de control para cada uno de los circuitos del sistema.

Estas válvulas permanecer durante el periodo de operación, totalmente abiertas o totalmente cerradas.

Al operar estas válvulas, no se deben cerrar nunca a la fuerza con una llave o una palanca, abrirlas con lentitud para evitar el choque hidráulico en la tubería y cerrarlas con lentitud para ayudar a descargar los sedimentos y mugre atrapados y no queden en el asiento del disco.

El mantenimiento de consiste en lubricarla a intervalos periódicos, corregir de inmediato las fugas por la empaquetadura utilizando los tornillos de ajuste para tal fin y sustituir la empaquetadura en caso de desgaste.

7.9 Requerimientos de riego

La estimación de la demanda de agua, a través de cualquier sistema de riego, depende en gran medida del conocimiento de la cantidad de agua que consumen los cultivos y del momento oportuno para aplicarla, con el objetivo de no perjudicar su rendimiento

7.10 Dosis bruta d [mm]

Las pérdidas de agua que se producen durante el riego por distribución suelen ser prácticamente despreciables, no superando el 5 %. Para nuestro proyecto se despreciaron considerándose la dosis bruta el 100% de la dotación para el riego.

7.11 Precipitación máxima P [mm/h]

Corresponde a la precipitación de mayor intensidad que el equipo de aspersión puede arrojar sin que se supere durante el riego la velocidad de infiltración del suelo con objeto de evitar encharcamiento y en especial, la escorrentía.

Se estima según en función de las distintas texturas de suelos, la pendiente del terreno y la cubierta vegetal. Los valores son estimativos y se tienen que hallar con ensayos de campaña.

7.12 Duración de riego T [horas]

Es el tiempo que los ramales deben permanecer arrojando la precipitación de diseño, para aplicar la dosis de riego en un circuito, para luego iniciar el proceso en otro circuito.

$$T_{min} = \frac{db}{P_{m\acute{a}x}}$$

Donde:

Tmin= Tiempo mínimo de riego

db= Dosis bruta de agua de riego

Pmax= Precipitación máxima

Tt= Tiempo total

Tcambio= Tiempo que se demora en realizar un cambio de un circuito a otro.

$$P_{\max} = \frac{db}{T_{\min}}$$

$$T_t = T_{\min} + T_{\text{cambio}}$$

7.13 Número de ramales laterales ramales N.º [ramales]

Está condicionado por:

a) La frecuencia de riego, que expresa el número máximo de días que pueden transcurrir entre dos riegos consecutivos *TR*.

$$N_{\max} = \frac{TR}{T_{\text{total}}}$$

Nmax= Número máximo de posiciones por ramal

TR= frecuencia de riego = días entre un riego y otro

7.14 Número de aspersores

Además, para conocer la separación entre aspersores de un mismo ramal "*e*" y la distancia entre posiciones sucesivas de los ramales "*l*" se consideró:

- Los aspersores se han dispuestos en cuadrados y/o rectángulos.
- El espaciamiento entre aspersores está condicionado por el radio de cobertura de los mismos, los radios de cobertura de diseño se encuentran dentro del radio mínimo de 5m y radio máximo de 9m.
- El escalamiento máximo está en función del alcance de los aspersores.
- En general un espaciamiento pequeño da lugar a un riego más uniforme.

$$N_{\text{asp}} = \frac{\text{Longitud}}{\text{radio de cobertura} - \text{ancho de seguridad de 1m}}$$

7.15 Caudal de cada aspersor y caudal total q, Q [m3/h]

A cada aspersor le corresponde atender el riego de una superficie teórica de $e \times l$, por lo que el caudal que debe arrojar es:

$$Q = P_{\max} \times e \times l$$

El caudal por circuito requerido por la instalación es:

$$Q = q * N_{\text{totales asp}}$$

Lo que representa el caudal con el que se calculó el equipo de bombeo es el caudal del circuito de mayor valor en l/s

7.16 Elección del aspersor

El tipo de aspersor se seleccionará de entre los modelos comerciales disponibles, aplicando el siguiente criterio

Cada aspersor tiene una o dos boquillas de diámetro d , un caudal q , un radio mojado R , según una presión de funcionamiento $a P$ y para tres grupos:

- De baja y media presión y una boquilla.
- De baja y media presión y dos boquillas.
- De alta presión de 2 boquillas.

El aspersor se seleccionado de acuerdo al caudal q que debe arrojar y de los posibles modelos que se adecuan a ello, se adoptó aquel que se encuentra en la zona media de funcionamiento en cuanto a su presión media de funcionamiento, ya que el mismo puede empeorar conforme las condiciones se aproximan a los valores extremos de cada modelo, haciendo que los tamaños y distribución espacial de las gotas no resulten los adecuados.

La presión de trabajo de los aspersores no será inferior a los 15 PSI, que es la presión mínima de aspersores que existen en el mercado nacional.

La presión calculada en el aspersor más desfavorable de la red se encuentra siempre por encima de la presión mínima de trabajo de los aspersores comerciales de las características de baja y media presión y una boquilla, que son los seleccionados para este proyecto.

El proyecto requiere un modelo de baja a meda presión con una sola boquilla.

7.17 Cálculo hidráulico

El cálculo de las redes de aguas para riego se lo ha efectuado mediante método de simultaneidad de funcionamiento de circuitos.

Para aplicar el método se deben conocer los valores de caudal de cada aspersor y determinar el circuito que requiera el mayor caudal para dimensionar la red principal en función a ese caudal.

El método del factor de simultaneidad determina un caudal máximo probable que será el caudal del circuito suponiendo que no presenta un funcionamiento de todos los circuitos al mismo tiempo.

Establecido el caudal de diseño, en cada aspersor q , se procedió a calcular las pérdidas de carga por longitud por fricción para lo cual se utilizó a la fórmula de Hazen Williams

$$J = (Q / (280 * C * D^{2.63}))^{1.85}$$

Por efecto de verificación se aplicó también la fórmula para determinar pérdidas por longitud establecida en la NEC 11-16, donde se comprobó que las perdidas siempre se darán en longitudes similares

$$L_e = \left(A \times \left(\frac{d}{25.4} \right) \pm B \right) \times \left(\frac{120}{C} \right)^{1.8519}$$

Donde:

L_e = Longitud equivalente en metros

A, B = Factores que dependen del tipo de accesorio

d = Diámetro interno en mm

C = coeficiente según material de tubería (para nuestro caso PVC = 150)

Tabla 16.4. Factores para el cálculo de longitudes equivalentes

Accesorio	Factor A	Factor B
Codo de 45°	0.38	+ 0.02
Codo radio largo 90°	0.52	+ 0.04
Entrada normal	0.46	- 0.08
Reducción	0.15	+ 0.01
Salida de tubería	0.77	+ 0.04
Tee paso directo	0.53	+ 0.04
Tee paso de lado y tee salida bilateral	1.56	+ 0.37
Tee con reducción	0.56	+ 0.33
Válvula de compuerta abierta	0.17	+ 0.03
Válvula de globo abierta	8.44	+ 0.50
Válvula de pie con criba	6.38	+ 0.40

Para el dimensionamiento de las tuberías se escogieron diámetros que permitan cumplir con las velocidades permitidas en las redes a presión que van desde 0,6m/s a 2,5 m/s.

Con las pérdidas de carga en presión se determinó las presiones en la red, para lo cual se consideró que la mínima presión en el punto más desfavorable estará siempre por encima de la mínima presión requerida en ese punto.

Las presiones en todas las redes fluctúan dentro de los valores establecidos en la norma, es decir no superan los 50m.c.a. máxima admisible en la red.

Con los requerimientos de caudal calculado y de presiones en la red se calculó las bombas y equipo de presión necesario para el correcto funcionamiento de todo el sistema.

NOTA: VER ANEXOS DE TABLAS DE CALCULOS

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El diseño del sistema de agua potable garantiza la cobertura, presión y continuidad del servicio de agua potable en una operación normal.

El diseño del sistema de aguas lluvias garantiza un adecuado escurrimiento de estas evitando cualquier acumulación.

Como recomendación general para la operación y mantenimiento de los sistemas hidrosanitario se puede indicar que:

Una vez al año se debe de verificar el correcto funcionamiento de las bombas de AA.PP.
Una vez al año se debe de verificar las pérdidas o fugas mediante una prueba de presión a 100 psi.

Una vez al año se debe de desinfectarse tanto la red de agua potable como cisternas de agua con una dosificación de 20 mg/litro.

9. BIBLIOGRAFIA

- NEC -11 – Capitulo 16 – Norma Hidrosanitaria NHE AGUA
- Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes- Senagua
- IEOS 1993,
- Manual de instalaciones sanitarias, Arq. Lis López
- Aurelio Hernández M, Abastecimiento y Distribución de Agua

Belki Karina Guerrero Cruz
Ingeniera Civil – Ingeniera Comercial
Magister en Ingeniería Sanitaria

ANEXOS: TABLAS DE CALCULOS HIDRAULICOS

CONTRATACION DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACION DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL "CRNL. GABRIEL GOMEZ SANCHEZ"

TABLA DE CALCULO SISTEMA DE AGUA POTABLE

NUDO	TRAMO	Total, de Aparatos sanitarios	Caudal Instantáneo o adoptado de aparatos con fluxores	Caudal Instantáneo o adoptado de aparatos sin fluxores	Caudal Parcial instantáneo (l/s)	Caudal Acumulado (l/s)	Coefficiente de simultaneidad ks	ks aplicada al diseño	Caudal de diseño (l/s)	Diámetro exterior de tubería (pulg)	Velocidad (m/s)	Longitud de tubería (m)	Longitud por pérdida en accesorios (m)	Longitud Total (m)	Pérdida de carga por longitud según Norma INEN NEC 11-16	Presión en el extremo final (m.c.a)	Presión en el extremo inicial (m.c.a)
BLOQUE 3 - AUDITORIO																	
Baterías Sanitarias																	
N1	P1 - P3	2	4,175	0	4,175	4,175	0,930	0,930	3,883	2,00	2,04	7,57	9,71	17,28	1,40	7,00	8,13
N2	P2 - P3	4	2,0875	0,501	2,5885	2,5885	0,507	0,507	1,313	2,00	0,69	4,67	9,74	14,41	0,18	7,03	8,13
N3	P3 - P5	6	6,2625	0,501	6,7635	6,7635	0,377	0,377	2,551	2,00	1,34	8,93	1,40	10,33	0,40	8,13	8,65
N4	P4 - P5	4	2,0875	0,501	2,5885	2,5885	0,507	0,507	1,313	2,00	0,69	6,64	7,63	14,27	0,17	7,56	8,65
N5	P5 - P9	10	8,35	1,002	9,352	9,352	0,263	0,263	2,463	2,00	1,29	3,12	0,71	3,83	0,14	8,65	8,83
N6	P6 - P7	3	0	0,501	0,501	0,501	0,816	0,816	0,409	1,00	0,88	3,45	4,59	8,04	0,36	7,44	8,79
N7	P8 - P7	1	2,0875	0	2,0875	2,0875	1,000	1,000	2,088	2,00	1,10	0,5	6,93	7,43	0,20	7,64	8,79
N8	P7 - P9	4	2,0875	0,501	2,5885	2,5885	0,507	0,507	1,313	2,00	0,69	2,08	0,94	3,02	0,04	8,79	8,83
N9	P9 - Bomba	14	10,438	1,503	11,941	11,941	0,207	0,207	2,476	2,50	0,98	61,2	3,18	64,38	1,20	8,83	10,27
BLOQUE 4 - AULAS																	
Planta Alta - Baterías Sanitarias																	
N1	P1 - P4	3	0	0,501	0,501	0,501	0,816	0,816	0,409	1,00	0,88	6,41	4,59	11,00	0,50	10,00	9,72

MEMORIA TECNICA DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE, AGUAS SERVIDAS Y AGUAS LLUVIAS
 Responsable: Ing Belki Karina Guerrero Cruz Magister en Ingeniería Sanitaria

CONTRATACION DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACION DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL “CRNL. GABRIEL GOMEZ SANCHEZ”

N2	P3 - P4	2	4,175	0	4,175	4,175	0,930	0,930	3,883	2,00	2,04	1,8	8,80	10,60	0,86	7,57	9,72
N3	P4 - M	5	4,175	0,501	4,676	4,676	0,430	0,430	2,011	2,00	1,06	0,15	1,63	1,78	0,05	9,72	9,77
N4	P2 - P6	4	1,67	0,334	2,004	2,004	0,507	0,507	1,017	1,00	2,19	7,24	5,17	12,41	2,76	4,52	9,72
N5	P5 - P6	2	4,175	0	4,175	4,175	0,930	0,930	3,883	2,00	2,04	1,8	8,80	10,60	0,86	7,58	9,72
N6	P6 - M	6	5,845	0,334	6,179	6,179	0,377	0,377	2,331	2,00	1,22	0,2	0,94	1,14	0,04	9,72	9,77
Baja	Pa - Pb	11	10,02	0,835	10,855	10,855	0,246	0,246	2,673	2,00	1,40	0				9,77	14,47
Planta Baja - Baterías Sanitarias																	
N0	P0 - P1	2	2,0875	0,167	2,2545	2,2545	0,930	0,930	2,097	2,00	1,10	10,19	9,25	19,44	0,54	12,67	14,23
N1	P1 - P4	5	2,0875	0,668	2,7555	2,7555	0,430	0,430	1,185	2,00	0,62	6,41	8,80	15,21	0,15	13,33	14,40
N2	P3 - P4	2	4,175	0	4,175	4,175	0,930	0,930	3,883	2,00	2,04	1,8	8,80	10,60	0,86	12,25	14,40
N3	P4 - M	7	6,2625	0,668	6,9305	6,9305	0,338	0,338	2,344	2,00	1,23	0,15	1,63	1,78	0,06	14,40	14,47
N4	P2 - P6	4	1,67	0,334	2,004	2,004	0,507	0,507	1,017	1,00	2,19	3,14	5,17	8,31	1,85	10,69	14,47
N5	P5 - P6	2	4,175	0	4,175	4,175	0,930	0,930	3,883	2,00	2,04	5,84	8,80	14,64	1,19	11,85	14,47
N6	P6 - M	6	5,845	0,334	6,179	6,179	0,377	0,377	2,331	2,00	1,22	0,2	0,94	1,14	0,04	14,52	14,47
N7	P6 - Bomba	24	22,128	1,837	23,965	23,965	0,139	0,200	4,793	2,50	1,89	0,2	1,05	1,25	0,07	14,52	14,63
SUMAN		38	32,565	3,34	35,905	35,905	0,094	0,200	7,181						13,90		

TABLA DE CALCULO DE RED DE BOMBEO DE NIVEL N+83,00 A N+93,00

NUDO	TRAMO	Total, de Aparatos sanitarios	Caudal Instantáneo o adoptado de aparatos con fluxores	Caudal Instantáneo o adoptado de aparatos sin fluxores	Caudal Parcial instantáneo o (l/s)	Caudal Acumulado (l/s)	Coficiente de simultaneidad ks	ks aplicado al diseño	Caudal de diseño (l/s)	Diámetro exterior de tubería (pulg)	Velocidad (m/s)	Longitud de tubería (m)	Longitud por perdida en accesorios (m)	Longitud Total (m)	Perdida de carga por longitud según Norma INEN NEC 11-16	Presión en el extremo final (m.c.a)	Presión en el extremo inicial (m.c.a.)
ESTACION DE BOMBEO																	
CISTERNA EXISTENTE EN NIVEL + 83,30																	
Estación Nivel +83,00	P1 - P2				0,972	0,972			0,972	1,50	0,853	92,210	1,085	93,295	2,265	22,000	24,694

CALCULO BOMBA AA.PP. (BOMBEO DE CISTERNA N+83,00 A CISTERNA N+93,00)

CALCULO DE LA BOMBA	
DATOS INICIALES	
Periodo de diseño (años)	50
Caudal Máximo Probable (l/s)	1,94
temperatura del agua (°C)	14
Tubería PVC	150
CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO	
Caudal de diseño (m3/s)	0,0019
CALCULO DE LOS DIAMETROS	
Tubería de succión	
Diámetro comercial Di (in)	2
Diámetro comercial Di (m)	0,0508
Velocidad en la tubería (m/s)	0,96
Sumergencia (m)	0,55
Tubería de impulsión	
Diámetro comercial Di (in)	2
Diámetro Di (in)	0,0508
Velocidad en la tubería (m/s)	0,96
Cálculo de la altura dinamica de elevación	
Altura estática de succión (m)	13,0000
Altura estática de impulsión (m)	26,5
Altura estática total (m)	39,5
Perdidas en la succión	
Valvula de pie con coladera (m)	0,0128
Terminal curvo a 90° (m)	0,0011
Terminal recto (m)	0,0010
Tee	0,0011
Reduccion excéntrica (6D) (m)	0,3048
Entrada (borda) (m)	0,0008
Longitud de tubería de succión recta (m)	3,0000
Terminal recto (m)	0,0010
Valvula de paso	0,0004
Unión americana	0,0008
Longitud equivalente total (m)	3,3238
Perdida de carga total (J)	0,0191
Perdida en la succión (m)	0,0634

**CONTRATACION DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACION DE LA
ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL "CRNL. GABRIEL GOMEZ SANCHEZ"**

Perdidas en la impulsión (m)	
Expansión concéntrica (12D)	0,6096
Terminal recto (m)	0,0010
Terminal curvo a 90° (m)	0,0011
Unión americana	0,0008
Valvula de paso	0,0004
Terminal recto (m)	0,0010
Perdidas localizadas en impulsión	0,6139
Perdida de carga por fricción total (J)(m.c.a.)	2,69
Total, Perdidas en la impulsión	3,31
Presión de la bomba	
Pe= Presión estática	13
Pr= Presión residual	7,00
Pl= perdidas localizadas en la succión	0,06
Pc= Perdidas de carga en la impulsión	2,69
Carga total en la bomba (ADT)	22,76
$P_b = Q \cdot \rho \cdot g \cdot ADT / 746$	
Potencia teórica	0,58
% de eficiencia de la bomba	50%
Potencia de la Bomba (HP)	1,16
Potencia del motor	1,51
Potencia de la Bomba de diseño (HP)	2,00
Potencia del motor de diseño (KW)	2,00
CARACTERISTICAS DE LAS BOMBAS:	
1 BOMBAS QUE TRABAJAN AL 100% (HP)	2,00
TUBERIA DE SUCCION PARA LA OPCION RECOMENDADA	
Diámetro comercial DI (in)	1,5
Diámetro comercial DI (m)	0,0381
Velocidad en la tubería (m/s)	0,85

CALCULO BOMBA AA.PP. (CISTERNA N+93,00)

CALCULO DE LA BOMBA	
DATOS INICIALES	
Periodo de diseño (años)	50
Caudal de bombeo máximo Probable (l/s)	9,03
temperatura del agua (°C)	14
Tubería PVC	150
CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO	
Caudal de diseño (m3/s)	0,0090
CALCULO DE LOS DIAMETROS	
Tubería de succión	
Diámetro comercial Di (in)	4
Diámetro comercial Di (m)	0,1016
Velocidad en la tubería (m/s)	1,11
Sumergencia (m)	0,56
Tubería de impulsión	
Diámetro comercial Di (in)	4
Diámetro Di (in)	0,1016
Velocidad en la tubería (m/s)	1,11
Cálculo de la altura dinámica de elevación	
Altura estática de succión (m)	11,2
Altura estática de impulsión (m)	29
Altura estática total (m)	40,2
Perdidas en la succión	
Valvula de pie con coladera (m)	0,0256
Terminal curvo a 90° (m)	0,0021
Terminal recto (m)	0,0019
Tee	0,0022
Reduccion excéntrica (6D) (m)	0,6096
Entrada (borda) (m)	0,0018
Longitud de tubería de succión recta (m)	2,8
Terminal recto (m)	0,0019
Valvula de paso	0,0007
Unión americana	0,0018
Longitud equivalente total (m)	3,4475
Perdida de carga total (J)	0,0112
Perdida en la succión (m)	0,0386
Perdidas en la impulsión (m)	
Expansión concéntrica (12D)	1,2192
Terminal recto (m)	0,0019
Terminal curvo a 90° (m)	0,0021
Unión americana	0,0018
Valvula de paso	0,0007
Terminal recto (m)	0,0019
Perdidas localizadas en impulsión	1,2276
Perdida de carga por fricción total (J)(m.c.a.)	63,33
Total, Perdidas en la impulsión	64,56

**CONTRATACION DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACION DE LA
ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL "CRNL. GABRIEL GOMEZ SANCHEZ"**

Presión de la bomba	
Pe= Presión estática	11,2
Pr= Presión residual	7,00
Pl= pérdidas localizadas en la succión	0,04
Pc= Perdidas de carga en la impulsión	64,56
Carga total en la bomba (ADT)	82,80
$P_b = Q \cdot \rho \cdot g \cdot ADT / 746$	
Potencia teórica	9,83
% de eficiencia de la bomba	75%
Potencia de la Bomba (HP)	13,11
Potencia del motor	17,04
Potencia de la Bomba de diseño (HP)	14,00
Potencia del motor de diseño (KW)	18,00
CARACTERISTICAS DE LAS BOMBAS:	
2 BOMBAS QUE TRABAJAN EL 50% CADA (HP)	7
1 BOMBAS DE RESERVA (HP)	7

CALCULO SISTEMA DE PRESION. (CISTERNA N+93,00)

CALCULO DE TANQUE DE PRESION		
CAUDAL DE DISEÑO DE LA BOMBA:	0,0090	m3/seg
CAUDAL MAX PROBABLE:	9,03	l/s
CAUDAL MAX:	541,58	l/min
USO DE EDIFICACION:	Publico	
Numero de bombas	2,00	unidades
Tipo de ciclo de bombeo (Tc).		Tc= 1h/U
Ciclos de bombeo por hora U	6,00	
Tc=	0,17	h/ciclo
Tiempo de trabajo	10,00	min cada hora
Volumen útil del tanque (Vu).		$Vu = (Tc * Q)/(4 * \# \text{ bombas})$
Vu=	451,32	ltrs/h
Porcentaje del volumen útil (% Vu)		$\% Vu = 90 * \frac{(P_{max} - P_{min})}{P_{max}}$
% Vu=	36,73	
Volumen del tanque (Vt).		$Vt = \frac{Vu}{\%Vu/100}$
Vt=	1.228,59	ltrs/h
Vt=	204,77	l/ciclo
Vt=	55,00	Gal
Presiones absolutas		
Pmax= Presión máxima	49,00	m.c.a.
Pmin= Presión mínima	29,00	m.c.a.
Pmax= Presión máxima	69,68	P.S.I.
Pmin= Presión mínima	41,24	P.S.I.
ESPECIFICACIONES DEL TANQUE DE PRESION		
PRESION DE MAX DE TRABAJO	70,00	PSI
VOLUMEN REQUERDIDO	55,00	GLNS
CANTIDAD DE TANQUES	1,00	
VOLUMEN DE CADA TANQUE	208,00	LTRS

CONTRATACION DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACION DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL "CRNL. GABRIEL GOMEZ SANCHEZ"

TABLA DE CALCULO SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS

											Tubería llena		Relación de tubería llena y parcialmente llena						Cotas			
NUD O	TRAMO	Tota l, de Apar atos sani tario s	Caudal Instantán eo adoptado de aparatos con fluxores	Caudal Instantán eo adoptado de aparatos sin fluxores	Caudal Parcial instantán eo (l/s)	Caudal Acumula do (l7s)	Caud al Parci al de diseñ o (l/s)	Caudal Acumula do de diseñ o (l/s)	Diámet ro exterio r de tubería (pulg)	Pendien te (%)	Velocid ad (m/s)	Caud al Q (l/s)	Coefic iente de mayor ación q/e	d/D	d	v/V	Veloc idad de diseñ o (m/s)	Longit ud de tubería (m)	invert de salida en la tuberí a del apara to más lejano	Cota Invert de llegad a a cáma ra	Invert de salida de cáma ra	Invert llega da
BLOQUE 4 - AULAS																						
Planta Baja - Baño Minusválidos																						
N1	Ramal 4	2	2,0875	0,167	2,255	2,255	1,80	1,80	4,00	1,00	0,83	6,51	0,28	0,36	3,62	0,86	0,71	1,18	93,29			
N2	P1 - Caja	2	2,0875	0,167	2,255	2,255	1,80	1,80	4,00	1,00	0,88	8,39	0,22	0,32	3,51	0,80	0,71	0,58		93,46		
N3	Caja AS1- Caja AS2							1,80	4,00	1,00	0,88	8,39	0,22	0,32	3,51	0,80	0,71	9,21			93,09	93,18
Planta Alta - Baterías Sanitarias																						
N1	Ramal 1	4	1,6700	0,334	2,004	2,004	1,60	1,60	4,00	1,00	0,88	8,39	0,19	0,30	3,25	0,77	0,68	7,27	97,94			
N2	P1 - P2	4	1,6700	0,334	2,004	2,004	1,60	1,60	4,00	1,00	0,88	8,39	0,19	0,30	3,25	0,77	0,68	4,05				
N3	Ramal 2	2	4,1750	-	4,175	4,175	3,34	3,34	4,00	1,00	0,88	8,39	0,40	0,44	4,84	0,94	0,83	3,11				
N4	P2 - P3	6	5,8450	0,334	6,179	6,179	4,94	4,94	4,00	1,00	0,88	8,39	0,59	0,55	6,08	1,04	0,92	1,02				
N5	Ramal 3	2	4,1750	-	4,175	4,175	3,34	3,34	4,00	1,00	0,88	8,39	0,40	0,44	4,84	0,94	0,83	3,11				
N6	P3 - P4	8	10,0200	0,334	10,354	10,354	8,28	8,28	4,00	1,00	0,88	8,39	0,99	0,81	8,92	1,14	1,01	3,00				
N7	Ramal 4	3	-	0,501	0,501	0,501	0,40	0,40	4,00	3,00	1,53	14,53	0,03	0,12	1,28	0,46	0,70	2,91				

MEMORIA TECNICA DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE, AGUAS SERVIDAS Y AGUAS LLUVIAS
 Responsable: Ing Belki Karina Guerrero Cruz Magister en Ingeniería Sanitaria

CONTRATACION DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACION DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL “CRNL. GABRIEL GOMEZ SANCHEZ”

N8	P4 - Bajante	11	10,0200	0,835	10,855	10,855	8,68	8,68	4,00	3,00	1,53	14,53	0,60	0,56	6,14	1,05	1,60	0,97	97,91			
Planta Baja - Baterías Sanitarias																						
N1	Ramal 1	4	1,6700	0,334	2,004	2,004	1,60	1,60	4,00	3,00	1,53	14,53	0,11	0,22	2,46	0,66	1,01	7,27	93,20			
N2	P1 - P2	4	1,6700	0,334	2,004	2,004	1,60	1,60	4,00	3,00	1,53	14,53	0,11	0,22	2,46	0,66	1,01	4,05				
N3	Ramal 2	2	4,1750	-	4,175	4,175	3,34	3,34	4,00	3,00	1,53	14,53	0,23	0,33	3,59	0,81	1,24	3,11				
N4	P2 - P3	6	5,8450	0,334	6,179	6,179	4,94	4,94	4,00	3,00	1,53	14,53	0,34	0,40	4,42	0,90	1,38	1,02				
N5	Ramal 3	2	4,1750	-	4,175	4,175	3,34	3,34	4,00	3,00	1,53	14,53	0,23	0,33	3,59	0,81	1,24	3,11				
N6	P3 - P4	8	10,0200	0,334	10,354	10,354	8,28	8,28	4,00	3,00	1,53	14,53	0,57	0,54	5,95	1,03	1,58	3,00				
N7	Ramal 4	3	-	0,501	0,501	0,501	0,40	0,40	4,00	3,00	1,53	14,53	0,03	0,12	1,28	0,46	0,70	2,91				
N8	P4 - Caja AS2	11	10,0200	0,835	10,855	10,855	8,68	8,68	4,00	3,00	1,53	14,53	0,60	0,56	6,14	1,05	1,60	0,97	93,29			
	Caja AS3 - Caja AS4							19,17	6,00	1,00	1,13	22,78	0,84	0,70	11,23	1,12	1,27	18,03		93,18	93,18	93,00
	Caja AS4 - Caja AS5																				93,00	92,82
	Caja AS5 - Caja AS10																				92,82	92,52

CONTRATACION DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACION DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL "CRNL. GABRIEL GOMEZ SANCHEZ"

TABLA DE CALCULO SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS

NUDO	TRAMO	Total, de Aparatos sanitarios	Caudal Instantáneo adoptado de aparatos con fluxores	Caudal Instantáneo adoptado de aparatos sin fluxores	Caudal Parcial instantáneo (l/s)	Caudal Acumulado (l/s)	Caudal Parcial de diseño (l/s)	Caudal Acumulado de diseño (l/s)	Diámetro exterior de tubería (pulg)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Caudal Q (l/s)	Coefficiente de mayoración q/e	d/D	d	v/V	Velocidad de diseño (m/s)	Longitud de tubería (m)	invert de salida en la tubería a del aparato más lejano	Cota Invert de llegada a cámara	Invert de salida de cámara	Invert llegada
BLOQUE 3 - AUDITORIO																						
Baterías Sanitarias Hombres																						
N1	Ramal 1	1	0,8350	-	0,835	0,835	0,67	0,67	2,00	2,00	0,74	1,45	0,46	0,48	2,38	0,98	0,72	1,87	93,29			
N2	Ramal 2	2	1,6700	-	1,670	1,670	1,34	1,34	2,00	2,00	0,74	1,45	0,92	0,76	3,78	1,14	0,84	2,63				
N3	P1 - P2	3	2,5050	-	2,505	2,505	2,00	2,00	4,00	1,00	0,88	8,39	0,24	0,33	3,67	0,82	0,73	2,40				
N4	Ramal 3	2	2,0875	0,167	2,255	2,255	1,80	1,80	4,00	1,00	0,88	8,39	0,22	0,32	3,51	0,80	0,71	3,34				
N5	P2 - P3	5	4,5925	0,167	4,760	4,760	3,81	3,81	4,00	1,00	0,88	8,39	0,45	0,47	5,17	0,97	0,86	0,37				
N6	Ramal 4	1	2,0875	-	2,088	2,088	1,67	1,67	4,00	1,00	0,88	8,39	0,20	0,30	3,33	0,78	0,69	1,48				
N7	P3 - P4	6	6,6800	0,167	6,847	6,847	5,48	5,48	4,00	1,00	0,88	8,39	0,65	0,59	6,46	1,06	0,94	1,63				
N8	Ramal 5	2	-	0,334	0,334	0,334	0,27	0,27	2,00	3,00	0,90	1,77	0,15	0,26	1,31	0,72	0,65	3,01				
N9	P4 - P5	8	6,6800	0,501	7,181	7,181	5,74	5,74	4,00	1,00	0,88	8,39	0,68	0,61	6,66	1,08	0,95	0,37				
N10	P5 - Caja AS6	8	6,6800	0,501	7,181	7,181	5,74	5,74	4,00	1,00	0,88	8,39	0,68	0,61	6,66	1,08	0,95	8,83		93,09		
	Caja AS6 - Caja AS7							5,74	4,00	1,00	0,88	8,39	0,68	0,61	6,66	1,08	0,95	11,33			93,09	92,98
Baterías Sanitarias Mujeres																						
N1	Ramal 1	1	2,0875	-	2,088	2,088	1,67	1,67	4,00	1,00	0,88	8,39	0,20	0,30	3,33	0,78	0,69	1,51				

CONTRATACION DE ESTUDIOS PREVIOS PARA LA AMPLIACION DE LA ACADEMIA DE BOMBEROS GUAYAQUIL "CRNL. GABRIEL GOMEZ SANCHEZ"

N2	Ramal 2	1	2,0875	-	2,088	2,088	1,67	1,67	4,00	1,00	0,88	8,39	0,20	0,30	3,33	0,78	0,69	1,46				
N3	P1 - P2	2	4,1750	-	4,175	4,175	3,34	3,34	4,00	1,00	0,88	8,39	0,40	0,44	4,84	0,94	0,83	1,90				
N4	Ramal 3	1	-	0,167	0,167	0,167	0,13	0,13	2,00	4,00	1,04	2,05	0,07	0,18	0,90	0,58	0,60	2,21				
N5	P2 - P3	3	4,1750	0,167	4,342	4,342	3,47	3,47	4,00	1,00	0,88	8,39	0,41	0,45	4,90	0,96	0,84	1,77				
N6	Ramal 4	1	2,0875	-	2,088	2,088	1,67	1,67	4,00	1,00	0,88	8,39	0,20	0,30	3,33	0,78	0,69	1,48				
N7	P3 - P4	4	6,2625	0,167	6,430	6,430	5,14	5,14	4,00	1,00	0,88	8,39	0,61	0,56	6,20	1,05	0,93	0,40				
N8	Ramal 5	1	-	0,167	0,167	0,167	0,13	0,13	2,00	4,00	1,04	2,05	0,07	0,18	0,90	0,58	0,60	2,21				
N9	P4 - P5	5	6,2625	0,334	6,597	6,597	5,28	5,28	4,00	1,00	0,88	8,39	0,63	0,58	6,34	1,06	0,93	0,56				
N10	Ramal 6	1	-	0,167	0,167	0,167	0,13	0,13	2,00	4,00	1,04	2,05	0,07	0,18	0,90	0,58	0,60	2,21				
N11	P5 - P6	6	6,2625	0,501	6,764	6,764	5,41	5,41	4,00	1,00	0,88	8,39	0,65	0,59	6,46	1,06	0,94	0,92				
N12	P6 - Caja AS7							5,41	4,00	1,00	0,88	8,39	0,65	0,59	6,46	1,06	0,94	7,77			92,98	
	Caja AS7- Caja AS8							11,16	6,00	1,00	1,13	22,78	0,49	0,49	7,90	1,00	1,13	7,18			92,98	92,90
	Caja AS8- Caja AS9							11,16	6,00	1,00	1,13	22,78	0,49	0,49	7,90	1,00	1,13	31,14			92,90	92,59
	Caja AS9- Caja AS10							11,16	6,00	1,00	1,13	22,78	0,49	0,49	7,90	1,00	1,13	21,14			92,59	92,38
	Caja AS10- Hacia PTAR							30,33	8,00	1,00	1,31	41,30	0,73	0,63	12,68	1,09	1,43	35,31			92,38	

TABLA DE CALCULO SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS CANAL PERIMETRAL DE AGUAS LLUVIAS

					Características del canal										COTAS			
Ubicación	Longitud de canal (m)	Forma de cuneta	Área de aportación (m2)	Caudal de diseño (l/s)	Base b(m)	Altura del canal (m)	Altura del agua y (m)	Pendiente del canal (%)	Área mojada del canal (m2)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico Rh(m)	Espejo de agua T(m)	Capacidad del canal (l/s)	Velocidad de diseño (m/s)	Proyecto en salida	Proyecto en llegada	Cota de Invert de salida	Cota de Invert de llegada
CANAL PERIMETRAL																		
Canal lateral derecho	140,62	cuadrada	2.340,63	180,64	0,50	0,40	0,30	0,30%	0,1500	1,10	0,14	0,50	197,88	1,32	92,94	92,26	92,54	92,12
Canal lateral izquierdo	140,62	cuadrada	2.340,63	180,64	0,50	0,40	0,30	0,30%	0,1500	1,10	0,14	0,50	197,88	1,32	92,94	92,26	92,54	92,12
VERIFICACION DE CANAL EXISTENTE DE BAJADA DE PLATAFORMA N+ 93,00 A N + 90,00																		
Canal existente de bajada	13,31	cuadrada		361,29	1,30	0,25	0,19	4,74%	0,2438	1,68	0,15	1,30	1.334,73	5,48			92,12	89,47

TABLA DE CALCULO SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS CUNETAS AREA DE RESISTENCIA PARA UNIADES DE COMBATE

					Características del canal											COTAS			
Ubicación	Longitud de canal (m)	Forma de cuneta	Area de aportación (m2)	Caudal de diseño (l/s)	Base b(m)	Altura del canal (m)	Altura del agua y (m)	Pendiente del canal (%)	Area mojada del canal (m2)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico Rh(m)	Espejo de agua T(m)	Capacidad del canal (l/s)	Velocidad de diseño (m/s)	Proyecto en salida	Proyecto en llegada	Cota de Invert de salida	Cota de Invert de llegada	
CANAL CENTRAL																			
Canal central	35,50	cuadrada	853,00	65,83	0,30	0,30	0,23	0,30%	0,0675	0,75	0,09	0,30	67,50	1,00	93,30	93,18	93,00	92,89	

TABLA DE CALCULO SISTEMA DE RIEGO CIRCUITO 1

Area de riego (m2)	Longitud (m)	Válvulas	Tramo	Tipo de emisor	Boquilla seleccionada	Caudal (gpm)	Caudal (l/s)	Radio de Cobertura (m)	Cantidad de emisores para el diseño	Caudal Parcial de diseño (l/s)	Caudal Acumulado de diseño (l/s)	Diámetro interior de tubería (pulg)	Velocidad V (m/s)	Longitud por pérdida en accesorios (m)	Pérdida de carga por longitud según Norma INEN NEC 11-16	Presión en el extremo final (m.c.a.)	Presión en el extremo inicial (m.c.a.)
CIRCUITO 1																	
JARDINERA 1																	
55,95	12,53		As1 - As3	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	1,00	0,21	0,21	3/4	0,73	0,0371	0,4855	35,19	49,77
111,90	12,53		As3 - As2	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	2,00	0,41	0,41	3/4	1,47	0,1337	1,7508	36,64	50,03
	8,91		As3 - As5							0,62	0,62	3/4	2,20	0,2830	2,6027	39,24	52,10
111,90	12,53		As4 - As5	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	2,00	0,41	0,41	3/4	1,47	0,1337	1,7508	39,24	52,88
	8,91		As5 - As7							1,03	1,03	1	2,21	0,2116	1,9622	41,20	55,80
111,90	12,53		As6 - As7	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	2,00	0,41	0,41	3/4	1,47	0,1337	1,7508	41,20	55,67
	8,15		As7 - P1							1,44	1,44	1 1/2	1,26	0,0442	0,3848	41,59	58,59
55,95	5,97		As8 - p1	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	1,00	0,21	0,21	3/4	0,73	0,0371	0,2424	41,59	58,36
447,60	0,5		P1 - Vs 1							1,64	1,64	1 1/2	1,44	0,0566	0,0596	41,65	59,14
		Val Se 1 - Control automático							8,00	1,64	1,64	1 1/2	1,44	0,0566	5,5428	47,19	59,22

TABLA DE CALCULO SISTEMA DE RIEGO CIRCUITO 2

Area de riego (m2)	Longitud (m)	Válvulas	Tramo	Tipo de emisor	Boquilla seleccionada	Caudal (gpm)	Caudal (l/s)	Radio de Cobertura (m)	Cantidad de emisores para el diseño	Caudal Parcial de diseño (l/s)	Caudal Acumulado de diseño (l/s)	Diámetro interior de tubería (pulg)	Velocidad V (m/s)	Longitud por perdida en accesorios (m)	Perdida de carga por longitud según Norma INEN NEC 11-16	Presión en el extremo final (m.c.a)	Presión en el extremo inicial (m.c.a.)
CIRCUITO 2																	
JARDINERA 2																	
39,00	12,53		As16 - As15	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	1,00	0,21	0,21	3/4	0,73	0,0371	0,4855	35,19	49,77
77,00	12,53		As14 - As15	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	2,00	0,41	0,41	3/4	1,47	0,1337	1,7508	35,19	47,12
	8,91		As15 -As13							0,62	0,62	3/4	2,20	0,2830	2,6027	37,79	50,03
77,00	12,53		As12 - As13	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	2,00	0,41	0,41	3/4	1,47	0,1337	1,7508	37,79	50,82
	8,91		As13 -As11							1,03	1,03	1	2,21	0,2116	1,9622	39,75	53,73
77,00	12,53		As10 - As11	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	2,00	0,41	0,41	3/4	1,47	0,1337	1,7508	39,75	53,61
	0,70		As11 - P1							1,44	1,44	1 1/2	1,26	0,0442	0,0554	39,75	56,52
39,00	10,85		As9- p1	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	1,00	0,21	0,21	3/4	0,73	0,0371	0,4234	39,75	55,5
309,00	0,20		P1 - Vs 1							1,64	1,64	1 1/2	1,44	0,0566	0,0426	39,71	56,52
		Val Se 2 - Control automático							8,00	1,64	1,64	1 1/2	1,44	0,0566	4,9773	44,68	56,46

TABLA DE CALCULO SISTEMA DE RIEGO CIRCUITO 3

Area de riego (m2)	Longitud (m)	Válvulas	Tramo	Tipo de emisor	Boquilla seleccionada	Caudal (gpm)	Caudal (l/s)	Radio de Cobertura (m)	Cantidad de emisores para el diseño	Caudal Parcial de diseño (l/s)	Caudal Acumulado de diseño (l/s)	Diámetro interior de tubería (pulg)	Velocidad V (m/s)	Longitud por pérdida en accesorios (m)	Pérdida de carga por longitud según Norma INEN NEC 11-16	Presión en el extremo final (m.c.a.)	Presión en el extremo inicial (m.c.a.)
CIRCUITO 3																	
JARDINERA 3																	
75,97	13,11		As17 - As18	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	1,00	0,21	0,21	3/4	0,73	0,0371	0,5070	35,21	49,77
	5,88		As18 - p1	Aspersor	7,10	3,25	0,21			0,41	0,41	3/4	1,47	0,1337	0,8243	36,03	50,06
39,35	4,23		As19 - p1	Difusor	7,10	3,25	0,21	7,50	1,00	0,21	0,62	3/4	0,73	0,2830	1,3566	36,03	50,56
	11,60		p1 - As20	Aspersor	7,10	3,25	0,21			0,62	0,62	1	1,33	0,0823	0,9839	37,02	51,24
39,35	11,60		As20 - p2	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	1,00	0,82	0,82	1	1,77	0,1401	1,7242	38,44	52,64
	4,23		As21 - p2	Difusor	7,10	3,25	0,21			0,21	0,21	3/4	0,73	0,0371	0,1675	38,44	54,00
39,35	11,60		p2 - As22	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	1,00	1,03	1,23	1	2,21	0,2965	3,6505	41,79	54,66
	11,60		As22 - p3	Aspersor	7,10	3,25	0,21			1,23	1,23	1 1/2	1,08	0,0332	0,4040	42,19	59,43
39,35	4,23		As23 - p3	Difusor	7,10	3,25	0,21	7,50	1,00	0,21	0,21	3/4	0,73	0,0371	0,1777	42,19	59,32
312,07	0,50		p1 - Vs3							1,44	1,44	1 1/2	1,26	0,0442	0,0328	42,23	60,00
		Val Se - Control automático							6,00	1,44	1,44	1 1/2	1,26	0,0442	3,8816	46,11	60,05

TABLA DE CALCULO SISTEMA DE RIEGO CIRCUITO 4

Area de riego (m2)	Longitud (m)	Válvulas	Tramo	Tipo de emisor	Boquilla seleccionada	Caudal (gpm)	Caudal (l/s)	Radio de Cobertura (m)	Cantidad de emisores para el diseño	Caudal Parcial de diseño (l/s)	Caudal Acumulado de diseño (l/s)	Diámetro interior de tubería (pulg)	Velocidad V (m/s)	Longitud por pérdida en accesorios (m)	Perdida de carga por longitud según Norma INEN NEC 11-16	Presión en el extremo final (m.c.a)	Presión en el extremo inicial (m.c.a.)
CIRCUITO 4																	
JARDINERA INTERIORES																	
21,45	11,90		As24 -p1	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	1,00	0,21	0,21	3/4	0,73	0,0371	0,4621	35,16	49,77
21,45	6,30		As25 - p1	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	1,00	0,21	0,21	3/4	0,73	0,0371	0,2547	35,16	49,21
42,90	2,62		P1 - P2							0,41	0,41	3/4	1,47	0,1337	0,3885	35,55	50
16,24	5,90		As 26 - p2	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	2,00	0,21	0,21	3/4	0,73	0,0371	0,2398	35,55	49,79
16,24	5,90		P2 - As27	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	2,00	0,62	0,62	3/4	2,20	0,2830	1,8306	37,08	50,55
15,18	9,92		As27 - As28	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	1,00	0,82	0,82	1	1,77	0,1401	1,4898	38,27	52,73
15,18	6,00		As28 - As29	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	1,00	1,03	1,03	1	2,21	0,2116	1,4216	39,39	54,42
30,36	6,00		As29 - P3	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	1,00	1,23	1,23	1 1/2	1,08	0,0332	0,2359	39,33	56,02
23,94	5,05		As30 -As31	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	1,00	0,21	0,21	3/4	0,73	0,0371	0,2081	38,28	53,71
23,94	5,05		As31 -p3	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	1,00	0,41	0,41	3/4	1,47	0,1337	0,7503	39,33	54,43
23,94	5,05		p3 - As32	Aspersor	7,10	3,25	0,21	7,50	1,00	1,64	1,64	1 1/2	1,44	0,0566	0,3473	39,38	55,93
105,75	0,50		As32 - VS 4	Difusor	7,10	3,25	0,21	7,50	1,00	1,85	1,85	1 1/2	1,62	0,0704	0,1116	39,49	55,99
		Val Se 4 - Control automático								1,85	1,85	1 1/2	1,62	0,0704	4,6109	44,10	56,15

**TABLA DE CALCULO SISTEMA DE RIEGO
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DE CADA CIRCUITO 4**

CIRCUITO N=.	AREAS DE COBERTURA	AREAS DE COBERTURA	ASPERSORES	CAUDAL (l/s)	CAUDAL (l/min)	DOTACION POR CIRCUITO (l/día)	CONSUMO DE AGUA POR AREA (l/min)	TIEMPO DE RIEGO POR CIRCUITO (min)
1	Vs 1	447,60	8	1,64	98,42	1.030,62	98,42	10,47
2	Vs 2	309,00	8	1,44	86,12	1.030,62	86,12	11,97
3	Vs 3	233,37	7	1,44	86,12	1.030,62	86,12	11,97
4	Vs 4	105,74	9	1,85	110,72	1.030,62	110,72	9,31
TOTAL						3.091,86	270,66	34,41

SISTEMA DE AGUA POTABLE

EQUIPOS - DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
Bomba de 2 HP (Nivel N+83,00) (Inc. Accesorios de conexión y Tablero de control)	u	1
Bomba de 7 HP Q= 4,51 l/s (Nivel N+93,00) (Inc Accesorios de conexión y tablero de control)	u	3
Tanque de Presión 70 PSI Cap 55 glns (Inc. Accesorios de conexión)	u	1

SISTEMA DE RIEGO

EQUIPOS - DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
Panel de Control Automático (4 circuitos)	u	1