UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



# ANALISIS DEL SISTEMA DE CLOACAS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO Y SU FUNCIÓN FUTURA

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado:

Firma: Nombre:

.....

URADO

ma: Much Bondo

Firma:

Jase Diverson

REALIZADO POR

Br. BERNARDO PÉREZ MARZAL

PROFESOR GUIA

Ing. JOSÉ OCHOA ITURBE

X A M I N A D O R

**FECHA** 

20 de Noviembre 2003



## Indice de Contenidos

Sinópsis	i
Dedicatoria	
Agradecimier	ntos
Indice Gener	aliv
Desarrollo:	
9 0	Introducción
•	Objetivos y Limitaciones
Cap	oitulo 1 : Marco Teórico
	1.1 Definición de Sistema de Cloacas3
	1.2 Finalidad de un Sistema de Cloacas3
	1.3 Características de las Aguas Negras3
	1.4 Tipos de Sistemas de Recoleccion de Aguas Negras4
	1.5 Colectores de un Sistema de Cloacas, ubicación, características,
profundidades mín	imas y máximas5
	1.5.1 Colectores de Concreto5,6
	1.6 Cálculo de un Sistema de Cloacas7-18
Cap	oitulo 2 : Procedimiento realizado19
	2Procedimiento realizado20
	2.1 Recopilacion de informacion disponible20
	2.1.a. Consulta a la Direccion de Servicios Generales de la
UCAB	20,21
	2.1.b. Consulta a el Archivo de Ingenieria del Municipio
	2.1.c. Consulta a la Planoteca de Hidrocapital23
	2.1.d. Entrevistas con Testigos Visuales de la construccion
de les Edificacione	s do la LICAR Montalhan



	2.2 Levantamiento planialtimetrico de las tanquillas y Bocas
de visita existentes	indicando cotas, diametros de tuberias confluyentes y direccion
de flujo	23,24
	2.2.1 Estudios de los planos disponibles24,25
	2.2.2 Busqueda en campo de las tanquillas y bocas de
visita pertenecientes	a la red cloacal25
	2.2.2.1 En base a la informacion planimetrica encontrada25
	2.2.2.2 Inspeccion de todas y cada una de las tanquillas y bocas de
visita encontradas pe	ertenecientes a la red cloacal del campus25,26
	2.2.3 Hallazgo de algunas de las tanquillas y bocas de
visita de cloacas	
	2.2.3.1 Nomenclatura de las tanquillas y bocas de visita
halladas pertenecien	tes a la red cloacal26,27
	2.2.3.2 Medicion interna27
	2.2.3.3 Ubicacion referencial27
	2.2.3.4 Medicion manual de las distancias entre una y
	otra
	2.2.3.5 Levantamiento topografico
	2.2.3.6 Trazado de la red cloacal con el uso de
colorantes	
	2.2.3.7 Levantamiento planimetrico28
	2.3 Inspeccion del Funcionamiento de la red cloacal29
	2.3.1Medicion aproximada de la velocidad del flujo29
	2.3.2 Medicion aproximada de caudales efluentes29
	2.3.3Inspeccion visual30
	2.4 Parametros basicos para la ubicacion de una planta de
tratamiento	30
	2.4.1 Parametros Hidraulicos30
	2.4.2 Parametros Sanitarios30
	2.4.3 Posible Ubicacion31



2.5 Analisis de capacidades vs. poblacion31
Capitulo 3 : Estimacion de Gastos Efluentes32
3.1 Estimacion del Gasto cloacal segun las Normas
Vigentes
3.1.1 Datos de la poblacion universitaria33,34,35
3.1.2 Dotaciones y estimacion del gasto cloacal
total
3.1.3 Estimacion del gasto cloacal por tramos38-42
3.2 Estimacion del Gasto Cloacal segun mediciones
realizadas43
3.2.1 Medicion del tirante de aguas negras43-49
- Analisis de los resultados de la medicion del tirante de
agua
- Curvas de Tirante de Aguas Negras Vs. Tiempo53
3.2.2 Medicion de velocidades haciendo uso de
colorantes
3.3 Analisis de Capacidades vs. Poblacion56
3.3.1 Determinacion de Capacidades56,57
-Cuadro de Gastos y Capacidades58
- Grafico comparativo de Capacidades vs. Gastos
acumulados59
Conclusiones
Recomendaciones
Referencias 62-66
Anexos 67

## Indice de Anexos



Ι	Glosario de términos
II	Extractos de las Normas71-76
Ш	Facturacion de Agua Potable de la UCAB77
IV	Planos
	IV.1 Plano de catastro cloacal79
	IV.2 Plano de detalles de tanquillas y bocas de visita80
	IV.3 Plano de Perfiles81
	IV.4 Plano de posible ubicación de Planta de Tratamiento82
V	Fotografías83-97



## Introducción

Con miras a ampliar su radio de acción en la formación de los excelentes profesionales que actualmente requiere el país, la Universidad Católica Andrés Bello se encuentra en constante ampliación y mejora de las instalaciones con las que cuenta en el presente. Prueba de ello es la construcción del Edificio Cincuentenario y la continua remodelación de espacios dedicados a la docencia.

Consecuencia inmediata de dicha expansión es el desarrollo y mantenimiento de los servicios existentes, entre ellos el sistema cloacal. Esta acción, ha encontrado como dificultad significativa la carencia de información planimétrica. Sólo recientemente se encontró un grupo de planos<sup>ref. A</sup> que contemplan el proyecto de la construcción de las primeras instalaciones de la sede en Montalbán de la U.C.A.B. (el edificio de aulas, la biblioteca y la residencia de los P.P.J.J.)

Debido a este inconveniente, surgió la necesidad de hacer un levantamiento de catastro de la red cloacal existente. De la misma forma, es requerido hacer un análisis de la capacidad de dicha red y una estimación del caudal emitido por la población universitaria actual así como una comparación entre ambos caudales.

Conociendo el problema y pensando en satisfacer este importante requerimiento, el Ingeniero José Ochoa Iturbe, actual Director de la Escuela de Ingeniería Civil, me propuso la realización de dicho análisis como tema para mi Trabajo Especial de Grado, el cual acepté con miras a aportar con dicho estudio una herramienta que contribuya al crecimiento organizado y a la mejora de los servicios prestados por la U.C.A.B..

El trabajo fue realizado, no para llenar un requisito exigido, sino como muestra de un profundo agradecimiento por la formación profesional que recibí de tan ilustre casa de estudios.

Como continuación de mi trabajo, se prevé un estudio de factibilidad de la ubicación de una planta de tratamiento de aguas negras en los terrenos de la Fundación Andrés Bello en Montalbán que permita reciclar las aguas cloacales emitidas por la U.C.A.B. y utilizarlas para el riego de jardines.

De ser factible dicha planta, ésta tendría además, fines didácticos tanto para estudiantes de Ingeniería Civil cursantes de las asignaturas del Departamento de Ingeniería Sanitaria como para estudiantes del Post-Grado en Ingeniería Ambiental, actualmente dictado en la U.C.A.B..

# **OBJETIVOS Y LIMITACIONES**

Las metas que se trazan con la realización de este trabajo se enumeran a continuación:

- 1.- Recopilación de información disponible.
- 2.- Levantamiento topográfico y de nivel de las tanquillas y bocas de visita existentes indicando cotas, diámetros de tuberías confluyentes y dirección del flujo.
  - 3.- Inspección del funcionamiento de la red cloacal.
  - 4.- Análisis de capacidades vs. Población.
- 5.- Definición de parámetros básicos para la ubicación de una planta de tratamiento.

La primera limitación encontrada fue la imposibilidad de ubicar y/o destapar algunas de las tanquillas y bocas de visita buscadas debido a que, según los planos consultados en la Dirección de Servicios Generales de la U.C.A.B., en Ingeniería Municipal y según la ubicación de las tanquillas y bocas de visita encontradas, posiblemente estén:

- 1.- Bajo aceras de concreto.
- 2.- Bajo banquillos de concreto.
- 3.- Bajo carpetas asfálticas.
- 4.- Bajo jardines.
- 5.- Selladas.
- 6.- Selladas dentro de la cocina del "Cafetín La Católica".

De esta forma, en los tramos que contienen una o más de estas tanquillas, fue necesario hacer suposiciones en base a las tanquillas y bocas de visita halladas en campo, los planos disponibles y las entrevistas realizadas<sup>ref</sup>.

Debido a este inconveniente no fue posible ubicar con precisión la descarga final del sistema.



## 1.1.- Definición de Sistema de Cloacas.

Un Sistema de Cloacas es el conjunto de obras de Ingeniería Sanitaria constituidas por tuberías de empotramiento, redes, estaciones de bombeo, emisario y otros, que recogen las aguas servidas de una localidad o urbanización y la conducen hacia una planta de tratamiento o sitio de descarga.

#### 1.2.- Finalidad de un Sistema de Cloacas.

Los sistemas de cloacas tienen por objeto recolectar y disponer adecuadamente las aguas usadas por las comunidades, asegurándole a las mismas un nivel elevado de higiene y por ende la salud colectiva.

Esta finalidad, esta claramente especificada en la siguiente cita textual de la referencia C-1;

<< La finalidad de un sistema de cloacas, es captar y conducir a un sitio adecuado de disposición, las aguas servidas que producirá cada usuario, entendiéndose como tal a cada uso de la tierra. >>.

## 1.3.- Características de las Aguas Negras.

Las aguas que conducen las cloacas están formadas por una combinación de líquidos residuales procedentes de residencias, edificios de oficinas, establecimientos comerciales, institucionales y públicos, industrias y el agua superficial y subterránea que pueda infiltrarse a las cloacas a través de tuberías defectuosas, juntas de tuberías, conexiones y paredes de las bocas de visita. Además, existen ciertas conexiones clandestinas que aportan a las cloacas cierta cantidad de aguas pluviales por la incorporación de patios, jardines y techos que drenan hacia la red de alcantarillado, en épocas de lluvia, el agua que son recogidas en esos ambientes.



Las aguas negras domésticas son los líquidos de desperdicios provenientes de residencias, edificios de oficinas, comercios a instituciones y contienen únicamente los desechos de los baños, cocinas y bateas. Las aguas negras domésticas están constituídas por agua en proposición de 99,9 por ciento y además de los minerales originalmente presentes en el agua, contienen papel, sólidos de las heces, orina, jabón y otras sustancias procedentes del lavado de platos, del baño de personas y lavado de ropa.

El 40 por ciento de los sólidos se encuentran en suspensión y el resto en solución y pueden clasificarse en orgánicos a inorgánicos.

En ocasiones, el olor de algún desecho predominante puede dominar a los otros olores. En proceso de alteración las aguas negras desprenden olores nauseabundos como consecuencia de la formación de sulfuro de hidrógeno y otros gases malolientes. Cuando llegan a ser sépticos, se ven burbujas gaseosas en la superficie y puede formarse una espuma negra o gris.

## 1.4.- Tipos de Sistemas de Recolección de Aguas Negras.

Existen los siguientes sistemas:

- Sistema unitario o único que es aquel que se proyecta y construye para recoger la totalidad de las aguas residuales conjuntamente con todas las aguas de lluvia que caen en la hoya contribuyente.
- 2. Sistema mixto que es aquel en el cual los colectores reciben todas las aguas residuales y parte de las aguas de lluvia.
- Sistema separado es aquel en el cual se proyectan y construyen dos colectores, uno para las aguas residuales solas y otro para las aguas de lluvia.
- 4. Sistema de aguas negras es el que se diseña y construye para conducir solamente las aguas residuales.

Las Normas vigentes en el País no permiten la construcción de los dos primeros sistemas debido a que se tendría que sobredimensionar las plantas de tratamiento para

Análisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B. y su Función Futura atender los gastos grandes en épocas de lluvia lo que resultaría antieconómico, ya que las aguas provenientes de las precipitaciones fluviales se contaminan poco al contacto con el suelo y pueden disponerse en cualquier curso de agua o a campo abierto sin causar mayores problemas a la salud. Además, los diámetros de las tuberías tendrían que aumentarse, para que solo en ciertas épocas del año justifiquen tal aumento.

Anteriormente, las normas vigentes para entonces, obligaban a considerar el aporte de estos falsos empotramientos según un porcentaje del área tomada en cuenta para el cálculo, pero actualmente ese aporte no es computado.

#### 1.5.- Colectores de un Sistema de Cloacas.

Los colectores de un sistema de recolección de aguas residuales serán en general de sección circular, pero se podrán utilizar secciones de otro tipo, siempre que razones técnicas y económicas justifiquen su empleo. Los materiales más empleados en los colectores son: concreto armado o sin armar, arcilla vitrificada, asbesto cemento, hierro fundido, hierro fundido dúctil, acero, plástico o cualquier otro material, que al igual que los mencionados, cumpla con las especificaciones que al efecto tienen establecidas las autoridades competentes.

Las juntas a utilizar en la instalación de los colectores, cualquiera sea el material empleado en los mismos, deberán ser del tipo de anillo de goma o similar y el diámetro mínimo de las tuberías a utilizar será de 0.20 metros o sea 8 pulgadas.

Cuando se utilicen sistemas separados, el diámetro mínimo para las tuberías que recogerán las aguas pluviales será de 0.25 metros o sea 10 pulgadas.

#### 1.5.1.- Colectores de Concreto.

En Venezuela, por razones económicas, el material más utilizado en los colectores cloacales es el concreto armado y sin armar, fabricados con cemento, agregados minerales, agua y aditivos, además de acero de refuerzo para los casos de tubos de concreto armado.



Análisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B. y su Función Futura El agua debe ser limpia, libre de aceites, grasas, álcalis, ácidos y materiales vegetales.

El contenido total de sólidos disueltos no debe ser mayor de 2.000 p.p.m, el de cloruro no debe ser mayor de 5.000 p.p.m y el de sulfatos de 2.700 p.p.m. En ningún caso el pH puede ser menor de 4.

Los agregados deben ser de un tamaño, gradación y proporción que mezclados con determinadas cantidades de cemento y agua puedan producir un concreto homogéneo.

Los tubos se clasifican de acuerdo a sus dimensiones, resistencias y tolerancias en clases 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

Los tubos clase 1, 2, y 3 son de concreto sin armar y los clase 4, 5, 6 y 7 de concreto armado. Los tubos clase 1 son fabricados con concreto de resistencia, a la compresión a los 28 días, de 210 kg/cm2, mientras que los clase 2 y 3 con concreto de resistencia, a la compresión a los 28 días, de 280 kg/cm2.

Los tubos clase 1 no se pueden utilizar con juntas de goma y en la colocación del tubo se utiliza una unión convencional a base de mortero de concreto. Por ello su uso está limitado a las cloacas exteriores de la edificaciones y a la tubería vertical en los cachimbos de los empotramientos.

Los tubos clase 1 y clase 2 se fabrican con diámetro nominal desde 0.10 metros hasta 0.60 metros, mientras que los clase 3 se fabrican con diámetro nominal de 0.30 metros hasta 0.60 metros, variando el espesor de la pared del tubo según la clase y el diámetro del mismo.

Las tuberías de concreto armado se fabrican, según la clase y el diámetro, con las siguientes resistencia a la compresión, referidas a los 28 días del concreto.

La clase 4 con resistencia de 280 kg/cm2 para tubos de diámetros de 0.45 metros hasta 2.40 metros y 350 kg/cm2 para tubos de diámetros de 2.55 metros y 2.70 metros.

La clase 5 con resistencia de 280 kg/cm2 para tubos de diámetros 0.60 metros hasta 2.10 metros y 350 kg/cm2 para tubos de diámetros de 2.25 metros hasta 2.70 metros.

La clase 6 con resistencia de 280 kg/cm2 para tubos de diámetros de 0.60 metros hasta 1.35 metros y 350 kg/cm2 para tubos de diámetros de 1.50 metros a 2.10 metros.



Los tubos se ensayarán a la resistencia a la compresión por el método de apoyo en tres filos. Para el ensayo es necesario una maquina automática o manual que accione un elemento de aplicación de carga, en un plano vertical que pase por el centro del tubo, a una velocidad uniforme no menor de 2.200 ni mayor de 3.800 Kg. por metros lineal de tubo por minuto.

La máquina debe tener una precisión de más o menos 2 por ciento y el dispositivo de ensayo, usado para determinar la resistencia, debe ser capaz de transmitir una carga uniformemente repartida a todo largo del tubo, por lo cual debe ser rígido para que ésta no sea afecta da apreciablemente por la deformación de alguna de sus partes.

La máquina debe estar dotada de dos manómetros graduados en el sistema métrico decimal, uno de los cuales debe ser del tipo dedos agujas. Los manómetros deben ser de una precisión tal que permitan leer directamente, cargas del orden del 2 por ciento de la carga a aplicar en el tubo.

La muestra a ensayar consiste en un tubo completo, cuya superficie debe estar seca para el momento del ensayo. Se coloca a todo lo largo del tubo, excluida la campana, un apoyo inferior y uno superior.

El apoyo inferior consiste en dos listones rectos paralelos de madera, con lados verticales, cuyas aristas interno-superiores serán redondeadas con un radio de 15 milímetros aproximadamente. El apoyo superior consiste en una viga de madera dura de sección rectangular, libre de nudos y perfectamente recta en sus extremos.

#### 1.6.- Cálculo de un Sistema de Cloacas.

Un sistema de cloacas debe:

- 1. Conducir el gasto máximo de aguas servidas para el cual fue proyectado.
- 2. Transportar los sólidos en suspensión de manera que la sedimentación en las tuberías sea mínima.

La determinación de la cantidad máxima de aguas residuales a eliminar en una localidad es fundamental para el proyecto de recolección, bombeo, tratamiento y disposición final, así como para determinar los costos de los mismos. Por ello, es de suma importancia poder disponer



Análisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B. y su Función Futura de datos precisos sobre las cantidades actuales y las previstas para el futuro, para poder realizar adecuadamente las instalaciones.

Las aguas residuales son una combinación de aguas servidas domiciliaria sobrantes de establecimientos industriales, aguas servidas provenientes de comercios a instituciones y aguas de infiltración, debiéndose determinar los aportes de cada uno de ellos para determinar los gastos en cada tramo, los cuales serán proporcionales a la superficie afluente y a la rata de escurrimiento.

Las aguas servidas domésticas o domiciliarias dependerán del agua suministrada y en consecuencia una estimación de la cantidad de esas aguas debe ser precedida de un estudio de consumo de agua en las condiciones presentes y futuras, debiéndose tener en cuenta que el agua utilizada para riego, preparación de alimentos y algunos otros menesteres, no llegará a las cloacas.

El valor del gasto máximo, promedio diario anual, de las aguas servidas domiciliarias, se obtendrá aplicando la fórmula siguiente:

Omax ARD = Omed AP x K x R

Donde:

Qmax ARD = Gasto máximo de aguas residuales domiciliarias.

Qmed AP = Gasto medio de agua potable.

K = coeficiente de población futura de la zona

R = coeficiente de reingreso igual a 0.80

Los valores de K pueden obtenerse por la fórmula de HARMON:

 $K = 1 + 14/(4 + \sqrt{P})$ 



Análisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B. y su Función Futura en donde P es la población expresada en miles de habitantes.

Así para 1.000 habitantes K = 3.80 y para 100 mil habitantes K = 2.00

A este resultado, se debe sumar el gasto por infiltración y finalmente, debe multiplicarse por un coeficiente "C" referido en la normativa vigente. A este respecto se cita textualmente de la referencia C-1;

## Cálculo del Gasto de las Aguas de Infiltración

El gasto máximo de infiltración a considerar en un sistema de alcantarillado de aguas servidas, será de 20.000 litros/día/km.

En el cálculo del aporte de las aguas de infiltración, se considerará la longitud total de los colectores del sistema, así como la longitud de cada uno de los empotramientos correspondientes, comprendida entre el límite de frente de la parcela y el eje del colector.

## Gasto Unitario de Cálculo de las Aguas Servidas

Una vez calculados los gastos unitarios correspondientes a los distintos aportes de las aguas servidas, según se indica en el Art. 3.7, la suma de las mismas se multiplicará por un coeficiente C para obtener los gastos unitarios de cálculo de las aguas servidas. Dicho coeficiente C (variará entre 1 y 2), será menor a medida que haya mejor control durante la construcción del sistema, así como también a medida que el área del desarrollo sea mayor; también disminuirá con el empleo de la junta estanca de goma o similar. En cambio dicho coeficiente C, aumentará cuando el nivel freático envuelva la tubería o esté muy cerca de ella.

De modo que el proyectista tomará en cuenta todos estos factores descritos anteriormente y hará una ponderación de ellos, para determinar el valor más conveniente en cada caso del citado coeficiente C, el cual debe ser finalmente sancionado por la autoridad competente. (Fin cita Norma INOS).

## Criterios de Fijación del Valor del Coeficiente "C" en Opinión del Ing. Alvaro Palacios.

A el Coeficiente "C" las Normas determinan que se le debe asignar un valor entre "I" y "2", pero no profundizan en cuanto a los criterios que permitan al proyectista fijar el valor más conveniente para cada proyecto y por consiguiente a continuación se exponen los criterios que a este respecto tiene el autor.

- En Normas de Diseño anteriores se consideraba un factor de seguridad, al cual se le denominaba como "Malos Empotramientos" y la finalidad de él era prever en los colectores de cloacas, una cierta capacidad de conducción, adicional a la que se requiere para las aguas negras y era una previsión ante la posibilidad cierta, de que además de aguas negras, se descarguen a los colectores de cloacas aguas de origen pluvial en forma clandestina o más bien no autorizadas, por ejemplo bajantes de aguas de lluvia de algunas edificaciones, sistemas de



drenajes de terrazas o jardines, etc. y se definía un procedimiento mediante el cual se consideraba que las aguas de lluvia que precipitarían sobre un cierto porcentaje de la superficie total del terreno, drenarían atravesé del sistema de cloacas. Posteriormente hubo una revisión de las Normas y se eliminó el término "Malos Empotramientos", pero se establecía que una vez determinado el gasto máximo de aguas negras por el procedimiento que se fijaba en esa nueva versión de las Normas de Diseño, se multiplicara dicho gasto resultante por "2" y así se obtendría el gasto de diseño de los colectores del sistema de cloacas, pero en realidad este factor de seguridad del 200%, era una previsión de malos empotramientos, entendiéndose como tal, a la incorporación ilegal de aguas de origen pluvial al sistema de cloacas, situación que es imposible de controlar y eliminar totalmente.

- En la última versión de las Normas (año 1.989), se presenta el procedimiento de cálculo expuesto anteriormente y se dice que el valor del coeficiente "C" debe estar comprendido entre "1" y "2", o sea desde no tener ningún factor de seguridad, hasta tener el 200% y aunque la Norma no lo dice, este factor está directamente relacionado con la posibilidad de que hayan drenajes incorporados ilegalmente a las cloacas, debiéndose tener claro que no se refiere a drenajes públicos, sino a drenajes internos de algunas edificaciones y en la opinión del autor, justamente del control que pueda haber de la construcción de las edificaciones que se ejecutarán posteriormente a la etapa de construcción del urbanismo, se deberá fijar el valor del Coeficiente "C" y a este respecto el criterio del autor es el siguiente:

## Coeficiente "C" = 2 Venta de Parcelas

Si la finalidad del desarrollo es generar parcelas para la venta y sean los compradores de éstas los que procedan con la construcción de las edificaciones, se debe fijar el valor máximo, o sea "C=2", ya que no hay ningún control por parte del promotor de la urbanización, de que no se realicen incorporaciones ilegales a las cloacas.

## Coeficiente "C" = 1,50 "Venta de Unidades de Viviendas"

Si la finalidad del desarrollo es vender las unidades de viviendas ya construidas, o en todo caso aunque se venda una parte de las parcelas, el promotor desarrolla el mismo las demás parcelas, es evidente que hay un mayor control y por consiguiente menor probabilidad de que hayan descargas de drenajes a las cloacas y la opinión del autor es que el valor de "C" debe ser de 1,50.

## Coeficiente "C" = 1,50 "Venta de Unidades de Viviendas"

En la opinión del autor no se debe fijar nunca un valor de "1" para el coeficiente "C", ya que ello implicaría que no habría ninguna capacidad adicional en los colectores de cloacas para aguas de origen pluvial y se considera muy riesgosa esta situación, ya que aunque el promotor construya y venda todas las unidades de vivienda, de modo tal que no haya ningún mal empotramiento, no hay ninguna seguridad de que en el futuro algunos compradores por ejemplo pavimenten zonas de jardín y el drenaje de ellos lo descarguen a las cloacas y por consiguiente el valor mínimo para el Coeficiente "C", en la opinión del autor debe ser "1,50".



Posteriormente, en el diseño de un sistema de aguas negras, se llevan a cabo el siguiente procedimiento (Referencia C-1):

## Determinación del gasto de diseño de cada tramo del colector:

Una vez en conocimiento de las siguientes informaciones:

- Planta definitiva del sistema de cloacas.
- Nomenclatura de las bocas de visita, con la cual quedan definidos los diferentes colectores del sistema de cloacas (principales, secundarios, etc.).
  - Determinación del aporte máximo de aguas negras de cada empotramiento.

Se puede determinar el gasto de diseño de cada tramo de colector, el cual será la suma del gasto propio (parcelas que descargan directamente en el mismo tramo) y del gasto acumulado de todos los tramos anteriores (tramos que convergen hacia el tramo en referencia) y este cálculo se simplifica si se hace de una manera ordenada y cuidadosa, siendo la forma más practica mediante una tabla.

## -Determinación del perfil del terreno a lo largo de los colectores:

En la determinación del perfil longitudinal del terreno según el trazado de los colectores, hay que tener cuidado en:

- El perfil debe ser realizado con base a la topografía modificada.
- Cuando el colector coincide en su trazado con vías del parcelamiento, se tiene que:
  - 1. Por lo general los colectores de cloacas van por los ejes de las vías.
- 2. Es conveniente para los fines constructivos, indicar la ubicación de cada boca de visita refiriéndola a la vía y progresiva de ésta.
- 3. No se debe considerar a priori, que entre dos bocas de visita consecutivas el terreno presenta una pendiente uniforme, sino que se debe mostrar en el perfil las características reales del terreno modificado en cada tramo de colector, mediante la indicación de todos aquellos puntos característicos (puntos altos, bajos, cambios de pendiente, etc.).
- Cuando el trazado no coincide con vías, la ubicación de las bocas de visita deberá definirse mediante coordenadas y también se debe determinar el perfil detallado del terreno modificado a lo largo de los colectores.



## -Diseño Hidráulico

El diseño hidráulico de los colectores, consiste en determinar para cada tramo, el diámetro comercial mínimo de la tubería, que con una cierta pendiente longitudinal, tiene suficiente capacidad para conducir el gasto de diseño, a una velocidad tal que no hayan problemas de deposición de las partículas en suspensión que lleva el agua y que se cumpla en cada tramo con las indicaciones de las normas, en cuanto a profundidades y velocidades permisibles y en el diseño hidráulico se deben considerar aspectos técnicos y económicos.

A continuación se presentan una serie de aspectos que el ingeniero proyectista debe considerar:

## 1. Profundidad Mínima

La Norma 3-19 del Instituto Nacional de Obras Sanitarias establece que el lomo de los colectores deberá estar a una profundidad mínima de 1,15 m, determinada por la ubicación de las tuberías del acueducto. Un aspecto muy importante que debe privar en la determinación de la profundidad mínima, es el permitir, salvo en casos especiales, que los efluentes de las parcelas descarguen por gravedad a los colectores, por lo cual es necesario conocer previamente la topografía modificada no solo de las vías, sino del terreno en general.

## 2. Profundidad Máxima

La profundidad máxima de un colector está limitada por diversos aspectos:

- a.- Es deseable que los tubos estén por encima del nivel freático.
- b.- Dependiendo del tipo de suelo puede ser necesario entibar las zanjas lo cual es muy costoso, o excavar con cierta inclinación en las paredes, lo cual también es costoso; en general se puede decir que profundidades mayores de los 4 ó 5 metros se deben evitar en lo posible, ya que los equipos de excavación sufren una gran disminución en el rendimiento a medida que aumenta la profundidad y profundidades mayores de 5 ó 6 metros no se pueden hacer directamente, sino que es necesario abrir trincheras con equipo pesado y posteriormente dentro de la trinchera se excava la zanja hasta la profundidad deseada; en pocas palabras, antes de fijar profundidades de excavación grandes, se deben estudiar todas las posibles alternativas y definir la más económica, segura y conveniente.
- c.- Hay que considerar las interferencias con otros servicios enterrados (acueducto, drenajes, electricidad, teléfonos, gas, etc.), lo cual también orienta al proyectista en relación al rango de profundidades dentro del cual debe ubicar los colectores.
- d.- Cotas obligadas, tales como él o los puntos de descarga del sistema cloacal en proyecto.



## 3. Velocidad Mínima

El Artículo 3.23 de las Normas INOS establece: "La velocidad mínima a sección llena en colectores de alcantarillados de aguas servidas será de 0,6 m/s" (en el caso de los drenajes este valor mínimo es de 0,75 m/s). Esta velocidad está limitada a fin de evitar la sedimentación de las partículas en suspensión que lleva el agua.

La velocidad real es por lo general inferior a la plena y lo que esta norma quiere garantizar, es que la velocidad real no sea menor de 0,40 m/s, que es el orden de la velocidad límite para que no ocurra la sedimentación de las particulas finas.

## 4. Velocidad Máxima

La velocidad máxima depende del material del cual están construidos los colectores y en el Artículo 3.24 se especifican las velocidades máximas admisibles de acuerdo al material de los colectores.

En cloacas generalmente se usan tubos de concreto, los cuales son construidos de acuerdo a las especificaciones del INOS contenidas en la publicación "Normas para la Fabricación de los Tubos de Concreto para Cloacas INOS CL-C-65 y Abacos para Tubos Enterrados" del año 1965.

Posteriormente cuando se trate el tema "Material de los Colectores", se profundiza en el aspecto de profundidades mínimas y máximas admisibles y de velocidades máximas permisibles.

## 5. Cálculo de la Capacidad de un Tramo de Colector

Conocido el gasto de diseño de cada tramo de colector, se considera que el régimen en el tramo es permanente y uniforme y por consiguiente tiene validez la fórmula de Manning, según la cual:

 $C = 1/n x A x R^{2/3} x S^{1/2}$ 

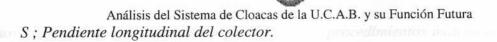
En la cual:

C; Capacidad del colector a sección plena en m³/seg

n; Coeficiente de Rugosidad de Manning (depende del material de los tubos)

A; Area del tubo en m<sup>2</sup>

R; Radio hidráulico, es decir; R = Area del flujo / Perímetro mojado



Las normas del INOS en el Artículo 3.22 especifican los valores del Coeficiente "n" en función del material de los colectores y cuando se refieren a colectores prefabricados de concreto indican lo siguiente:

- Concreto (interior liso); n = 0.013
- Concreto (interior rugoso) ; n = 0.015

En la práctica se usan los siguientes valores:

- Tubos de diámetro  $\leq$  530 mm (21") ; n=0.015
- Tubos de diámetro ≥ 600 mm (24") ; n = 0.013

De esta forma, teniendo el valor de n, el área, el radio hidráulico y la pendiente longitudinal del tramo de la tubería, el problema está hidraulicamente resuelto, pero también debe intervenir el factor económico, ya que se puede tener una cierta capacidad de conducción "C".l.p.s., con:

- a) Un tubo de menor diámetro pero con mayor pendiente.
- b) Un tubo de mayor diámetro pero con menor pendiente.

En el caso "a" habría:

- Menor costo en el tubo.
- Mayor costo en el movimiento de tierra (excavación y relleno).

En el caso "b" la situación sería la siguiente:

- Mayor costo en el tubo.
- Menor costo en el movimiento de tierra.

La situación óptima estará determinada por criterios técnico - económicos y el problema radica en que es relativamente fácil hallar la solución óptima para un tramo o para un colector de pocos tramos; pero por lo general hay muchos tramos de colector, siendo imposible realizar a mano la optimización; sin embargo este problema de optimización puede ser resuelto a través



Análisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B. y su Función Futura del uso de programas de computadoras, basados en procedimientos matemáticos denominados "Programación Dinámica".

## 7. Tipos de Tubos

Generalmente se emplean tubos de concreto fabricados de acuerdo a las Normas del INOS CL-C-65. Según la resistencia del tubo existen 7 clases distintas, cuyas características principales se presentan en las tablas I, II y III, las cuales fueron extraídas de las Normas del INOS, referentes a la construcción de tubos de concreto.

Los tubos de concreto son sometidos a diferentes pruebas de laboratorio, con la finalidad de determinar sus características, siendo el más importante el llamado "Ensayo de Tres Filos" cuyo objetivo es determinar la resistencia del tubo y mediante los resultados de este ensayo, se determinan para diferentes condiciones de apoyo del tubo en el fondo de las zanjas, las profundidades máximas y mínimas a las cuales pueden ser instalados según su diámetro y clase, informaciones que se presentan en la tabla que se muestra en la página ---.

## Factor de carga

La relación entre la resistencia de un tubo bajo una condición establecida de carga y apoyo y su resistencia al Ensayo de Tres Filos, recibe el nombre de Factor de Carga y lo que éste indica es que si por ejemplo se tiene que para un cierto tubo el Ensayo de Tres Filos dió una carga de rotura de 8700 Kg/m, el apoyo es del tipo "B" y el factor de carga es de 1,90; lo que quiere decir es que en la realidad, ubicado el tubo en una zanja, la carga necesaria para romper el tubo es de 8.700 kg/m x 1,90 = 16.530 kg/m.

De las normas del INOS, se tiene que el Factor de Carga varía con el tipo de apoyo de acuerdo a los siguientes valores.

TIPO DE APOYO	FACTOR DE CARGA	
A (fondo de concreto)	2,80	
B (fondo de arena)	1,90	
C (fondo de tierra)	1,50	

Lo cual quiere decir, que la resistencia que la resistencia de un mismo tubo varía considerablemente con el tipo de apoyo que se usa y el tipo de apoyo más comúnmente usado es el denominado Tipo "B", el cual consiste en un colchón de material granular en el



fondo de la zanja, sobre el cual se coloca la tubería. Los valores del Factor de Carga han sido determinados experimentalmente para las condiciones de instalación, comúnmente usados para tubos en zanjas y en la selección del tipo de apoyo y la profundidad de los colectores debe privar un criterio económico.

## Otros Tipos de Tubos

En la práctica y desde un punto de vista técnico-económico, el tubo más conveniente es el de concreto, pero a veces en casos particulares es necesario especificar algún otro material, por ejemplo:

- 1.- Cuando en razón de una pendiente longitudinal obligada muy fuerte, se presentan velocidades superiores a las máximas permitidas por las normas para tuberías de concreto, es necesario especificar tubos de hierro negro.
- 2.- Para que la velocidad a sección plena sea mayor a 0,60 mts/seg., se requiere que en el caso de que las tuberías sean de concreto, la pendiente longitudinal mínima sea del 4,5 por mil (0,0045) y en caso de que el terreno sea muy plano, a veces es conveniente especificar tuberías de PVC, ya que con pendientes longitudinales menores que 0,0045, se logra que la velocidad mínima a sección plena sea mayor de 0,60 mts/seg. y ello se debe a que son mucho más lisas internamente.
- 3.- En algunos casos puede suceder que el suelo en el cual se va a colocar la tubería, presente altos contenidos de sulfatos y/o cloruros, los cuales atacan por llamarlo así a las tuberías de concreto y disminuyen apreciablemente la vida útil de éstas y en estos casos, o bien se pueden especificar tuberías de concreto de una clase superior a la que se requiere y por consiguiente las paredes del tubo son más gruesas y alargan la vida útil de la tubería, o se especifica otro tipo de tubería, por ejemplo hierro negro, arcilla vitrificada, plástico, etc.
- 4.- Cuando por alguna razón la tubería trabaje a presión (bombeo), ella no puede ser de concreto, sino que tendrá que ser de hierro negro, o algún otro material apropiado (PVC-AB, HFD).

## 8. Tipos de Bocas de Visita

Existen diferentes tipos de bocas de visita según la profundidad de la misma, de la profundidad del colector menos enterrado que descargue en ella y del diámetro de la tubería de salida. Los diferentes tipos se presentan en los dibujos 10 al 34 de las Normas INOS y sus campos de uso se resumen en la siguiente tabla:

## TIPOS DE BOCAS DE VISITA

(según Normas INOS)



TIPO	PROFUNDIDAD DEL LOMO DEL COLECTOR MENOS ENTERRADO	PROFUNDIDAD RASANTE COLECTOR DE SALIDA	DIÁMETRO COLECTOR SALIDA	N° DIBUJOS NORMAS
la	> 1,15 m	< 5,00 m	≤ 42"	8 - 9
lb	> 1,15 m	> 5,00 m	≤ 42"	10 - 11
lc	B.V. con caída		*	46 - 47
11	< 1,15 m	*	≤ 18"	12 - 13
III	< 1,15 m	#	21" ≤ φ ≤ 42"	14 - 13
IVa	> 1,15 m	< 5,00 m	≥ 48"	16 - 17
IVb	> 1,15 m	> 5,00 m	≥ 48"	18 - 19

## RESUMEN DE LOS CÁLCULOS DE UN COLECTOR

Para que un colector quede totalmente diseñado, se deben estudiar y definir los siguientes aspectos:

- 1.- Ubicación precisa de todas las bocas de visita, e indicación del tipo de cada una de ellas.
  - 2.- Para cada tramo se debe especificar:
  - -Perfil del terreno modificado.
  - -Longitud.
  - -Gasto de diseño.
  - -Pendiente del tubo.
  - -Diámetro.
  - -Capacidad.
  - -Velocidad a sección plena y la velocidad real si fuera necesario.
  - -Clase de tubo.



-Profundidades del mismo.

-Tipo de apoyo

>>

Fin del extracto del texto del Capitulo 4 de "Apuntes de Acueductos Cloacas y Drenajes" del Ing. Alvaro Palacios.

Se anexa al final del presente trabajo, un extracto de las normas mas importantes a utilizar en el diseño de un sistema de cloacas.

## 2.- PROCEDIMIENTO REALIZADO.-

Para la realización de este trabajo especial de grado, y en base a los objetivos planteados fue necesario ejecutar el siguiente plan de acción:

- 1.- Recopilación de información disponible.
- 2.- Levantamiento planialtimétrico de las tanquillas y bocas de visita existentes indicando cotas, diámetros de tuberías confluyentes y dirección del flujo.
  - 3.- Inspección del funcionamiento de la red cloacal.
- 4.- Definición de parámetros básicos para la ubicación de una planta de tratamiento.

# 2.1.- RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN DISPONIBLE.

Este fase, se llevó a cabo de la siguiente forma:

## 2.1.a. Consulta a la Dirección de Servicios Generales de la UCAB.

Se llevó a cabo por medio de continuas entrevistas personales con el Ingeniero Vincenzo Bonadío, cuya colaboración mediante el suministro de información valiosa relacionada con este trabajo fue clave para la culminación del mismo.

Los puntos tratados en dichas consultas fueron los siguientes:

## Información Planimétrica disponible.

Con el fín de ser consultados, fueron suministrados los planos señalados en Referencias A.2. Dichos planos fueron base para el hallazgo de las tanquillas y bocas de visita encontradas pertenecientes al colector principal. Así mismo, fueron utilizados para realizar las suposiciones respectivas en el caso de las tanquillas y bocas de visita no encontradas. Tal fue el caso de los siguientes edificios:

- Biblioteca.
- Servicios Centrales.
- Centro Loyola.



Fue en la Dirección de Servicios Generales donde se encontró la mayor cantidad de información planimétrica aprovechable. A pesar de que no se dispone de los planos de construcción de la red cloacal en ninguno de sus tramos, los planos de proyecto encontrados (fechados desde el año de 1965 en el caso del proyecto de la construcción de los primeros módulos del edificio de aulas, hasta el año 2003 en el caso del edificio Cincuentenario), sirvieron de guía importante para el trabajo a realizar.

## Suministro del personal obrero necesario para la realización de ciertos trabajos.

El personal suministrado fue el correspondiente a la cuadrilla de plomeros con el que cuenta la Dirección de Servicios Generales de la UCAB, dirigidos por el Sr. Marco Vásquez (hijo), el cual, a su vez suministró cierta información útil para el hallazgo de algunas de las tanquillas y bocas de visita encontradas, así como también aportó algunos datos que se mencionarán más adelante sobre algunas de las tanquillas y bocas de visita no encontradas.

## Existencia de pozo profundo y su utilización.

Se dió a conocer la existencia de un pozo del cual se extrae todo el agua correspondiente al riego de áreas verdes, canchas de Fútbol, etc.

Este se encuentra en la zona del estacionamiento ubicado entre el "Cafetín Solarium" y el Centro Loyola.

Más adelante se comentará la influencia de este hecho en el cálculo del gasto máximo de aguas negras.

## > Otorgación de permisos necesarios.

Fue necesario solicitar un permiso para trabajar en la Universidad los días Sábados, Domingos y Feriados en los casos que hiciese falta.

## > Revisión de las suposiciones realizadas.

Se consideró prudente mostrar a la Dirección de Servicios Generales los planos y textos realizados en base a suposiciones hechas al no encontrar algunas de las tanquillas y bocas de visita buscadas por si hubiese algún desacuerdo en lo supuesto que conllevase a alguna mejora en la elaboración de dichas suposiciones.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>El Sr. Marco Vasquez (Padre), fue el encargado del mantenimiento de todo lo correspondiente a la plomería de la UCAB-Montalban, desde su inauguración en 1967 hasta entregar el cargo a su hijo en 1988.



## 2.1.b. Consulta a el Archivo de Ingeniería del Municipio Libertador<sup>1</sup>.

Durante una semana se realizó una búsqueda rigurosa de información útil para el presente trabajo por medio de ésta consulta.

Es de destacar, que para la búsqueda de ésta información fue necesario, en primer lugar, separar los planos correspondientes a cada clase, ya que se encontraban, por ejemplo, los planos de detalles estructurales mezclados con los estudios de suelos y las instalaciones sanitarias. En segundo lugar, se separaron los planos correspondientes a cada edificación.

Una vez realizado el ordenamiento de la información planimétrica, fue posible encontrar los siguientes datos, considerados relevantes para el presente estudio:

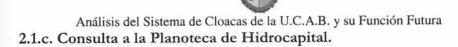
## Ubicación planimétrica concerniente a la descarga final.

Se obtuvo la ubicación de la última boca de visita existente en el campus antes de la descarga final así como la dirección de la tubería de descarga (Referencias A.1.6 y A.1.7) de la red cloacal de la Universidad Católica Andrés Bello - Montalbán. Así mismo se consiguió en planos (Referencia A.1.1, Hoja # 9) que dicha tubería de descarga se conecta al colector marginal del Río Guaire ubicado bajo la Autopista Francisco Fajardo (sentido Oeste - Este) entre las bocas de visita S-244 y S-245. Esta información se encuentra en el plano general de la red cloacal contenido en el presente trabajo.

# ➤ La siguiente información planimétrica relativa a la red cloacal universitaria:

- Ubicación planimétrica de las tanquillas a donde descargan las aguas negras de todos y cada uno de los módulos de aulas. Aquí se encontró que dichas tanquillas se encuentran a un lado de la zona de escaleras y ascensores de dichos edificios y de allí sale una tubería que conecta al colector principal. (Referencia A.1.5).
- Ubicación planimétrica de las tanquillas y bocas de visita correspondientes a la Segunda Ala del Edificio de Laboratorios así como su conexión al colector principal. (Referencia A.1.6).
- Ubicación planimétrica de la conexión de las aguas negras del Edificio de Servicios Centrales con las tanquillas correspondientes a el Edificio de Biblioteca. (Referencia A.1.2).
- Confirmación de la información planimétrica hallada en la Dirección de Servicios Generales referente a el sistema en general.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>El archivo de Ingeniería correspondiente al Municipio Libertador, se encuentra ubicado en el Edificio Villanueva de la Zona Rental de Plaza Venezuela.



El plano consultado (Referencia A.3.1), no aportó información significativa, ya que en el aparecen bocas de visita concernientes a la descarga de cloacas de la Urbanización Montalbán ( de la Urbanización Juan Pablo II en adelante), mas no de la descarga de la Universidad Católica Andrés Bello.

- 2.1.d. Entrevistas con Testigos Visuales de la construcción de las Edificaciones de la U.C.A.B. Montalbán.
- 2.1.d.1.- Entrevista con Ing. Alatz Quintana, Ingeniero Inspector de la Construcción del Edificio de Aulas, Biblioteca y Residencia de los P.P.J.J.

El Ing. Alatz Quintana, mencionó no recordar lo suficiente los aspectos de la construcción de la red cloacal debido a la cantidad de años transcurridos desde la ejecución de dicha obra. Así mismo, afirmó que todos los planos de construcción los dejó en la Fundación Andrés Bello.

Y referente a la posibilidad de que otros ingenieros que participaron en la obra puedan tener información al respecto, comenta que al menos dos de ellos murieron y no recuerda quien más pueda tener información al respecto.

2.1.d.2.- Entrevista con Gustavo Sucre S.J., actual Secretario General de la U.C.A.B..

El Padre Sucre mencionó al respecto lo siguiente:

- Los planos de la construcción deben estar en la oficina de mantenimiento a cargo de Raiza Reyes.

- Parte de la obra fue ejecutada por la Constructora Guinand-Brillembourg, probablemente, ellos tengan información al respecto.

Cabe destacar que se contactó a dicha empresa e igualmente dijeron no tener copia de dichos planos.

2.2.- <u>LEVANTAMIENTO PLANIALTIMÉTRICO</u>
DE LAS TANQUILLAS Y BOCAS DE VISITA
EXISTENTES INDICANDO COTAS, DIÁMETROS DE
TUBERÍAS CONFLUYENTES Y DIRECCIÓN DE
FLUJO.



Se considera necesario aclarar las siguientes dificultades en la realización de este proceso:

- Dado que no se pudieron encontrar sino planos de proyectos, la ubicación de dichas tanquillas y bocas de visita, podían encontrarse en sitios que iban de 30 centímetros a 3 o 4 metros de diferencia con respecto al plano del proyecto respectivo, esto si la tanquilla no se ubicaba en un lugar totalmente diferente al que se reseñaba en dichos planos. Incluso en algunas oportunidades, no se llegaron a conseguir las mismas.
- Debido a que no se tenía información clara de la función de muchas de las tanquillas existentes, y había la posibilidad de que algunas de ellas fuesen de cloacas, se procedió a destapar todas y cada una de las tanquillas existentes en el campus con la finalidad de conocer con seguridad su función. Estas se dividieron en:
  - ⇒ Tanquillas o bocas de visita de Electricidad, Teléfono, Fibra
    óptica y todas las tanquillas en cuyo interior hubiesen cables
    de cualquier tipo se denominaron en el plano como: T.EL.
  - Tanquillas o bocas de visita de Llaves de Paso de Aguas Blancas, y todas las tanquillas en cuyo interior hubiesen tubos, codos u otros elementos que condujeran aguas blancas fueron denominadas en el plano como: **T.LL.P.A.B.**
  - ⇒ Tanquillas o bocas de visita del sistema de drenajes o bien sumideros, desagües y similares fueron denominadas en el plano como: A.LL.
  - ⇒ Finalmente las tanquillas o bocas de visita de cloacas cuya denominación se explicará más adelante.

Es de destacar que este proceso de destapado, medición, ubicación con respecto a las edificaciones y levantamiento planimétrico en AutoCAD, a excepción del destapado de las tanquillas y bocas de visita de cloacas, fue realizado sólo por el tesista ya que los trabajadores de la universidad que habían sido asignados para tal labor, manifestaron no poder colaborar en dicho caso.

Aclaradas dichas dificultades, se procede a explicar el método utilizado en la realización de esta fase del trabajo.

## 2.2.1.- Estudio de los planos disponibles.

Para la ubicación en campo de las tanquillas de cloacas. Este fue realizado haciendo uso de dos escuadras y un escalímetro para posicionarlas mediante:

Coordenadas.



Con respecto a por lo menos dos puntos de referencia (esquinas, postes, hidrantes, puertas, columnas, etc.) con un sistema de coordenadas cartesianas relativas con origen en dichos puntos de referencia.

Se realizó entonces, una lista de las tanquillas y bocas de visita de cloacas y su ubicación según los planos en base a lo mencionado anteriormente.

2.2.2.- Búsqueda en campo de las tanquillas y bocas de visita pertenecientes a la red cloacal.

## 2.2.2.1.- En base a la información planimétrica encontrada.

Con la lista mencionada en el punto anterior, se llevó a cabo la búsqueda de dichas tanquillas y bocas de visita siguiendo el precepto de medir, en campo, desde al menos los dos puntos mínimos tomados como referencia y ubicando de ésta forma el punto en el cual, según los planos, debían estar ubicadas.

De esta forma, se encontraron algunas de ellas. Nunca estuvieron justamente en el punto señalado por los planos sino, como se dijo anteriormente, a distancias que iban de 30 centímetros a 3 o 4 metros de dichos puntos.

En algunos casos, estos puntos señalados en los planos, tenían la particularidad de encontrarse en las siguientes ubicaciones:

- 1.- Bajo aceras de concreto.
- 2.- Bajo banquillos de concreto.
- 3.- Bajo carpetas asfálticas.
- 4.- Bajo jardines.
- 5.- Selladas.
- 6.- Selladas dentro de la cocina del "Cafetín La Católica".

Con lo cual, no se sabe con certeza si dichas tanquillas están o no allí.

Dado este inconveniente, fue necesario, en algunos casos, suponer que si están, para de esa forma, poder tener una aproximación del trazado de la red en algunos tramos. Éstas suposiciones se explicarán con mayor detalle en el punto 2.4.

2.2.2.2.- Inspección de todas y cada una de las tanquillas y bocas de visita encontradas pertenecientes a la red cloacal del campus.

Puesto que las tanquillas de cloacas encontradas, aún no determinaban con certeza



el trazado de la red, y había que hacer muchas suposiciones importantes, se tomó la decisión de destapar todas las tanquillas y bocas de visita, y establecer además un registro planimétrico de todas estas, para , de esta forma, tener con certeza la función de cada una. Cabe destacar que se usaron también como referencia las juntas, producto del vaciado de las aceras de concreto, para tener una ubicación más precisa con respecto a algo que no se modificase en los próximos años. Estas se encuentran en color naranja en el plano presentado en este trabajo.

En este proceso se encontró una tanquilla de cloacas. Las demás, fueron de electricidad, teléfono, fibra óptica, llaves de paso de aguas blancas y aguas de lluvias.

## 2.2.3.- Hallazgo de algunas de las tanquillas y bocas de visita de cloacas.

Una vez encontradas se llevó a cabo:

- El nombramiento de las mismas.
- La medición interna.
- La ubicación con respecto a, por lo menos, dos puntos referenciales.
- La medición manual de las distancias entre una y otra.
- El levantamiento topográfico de éstas.
- El trazado de la red mediante colorantes.
- El levantamiento planimétrico de toda ésta información.

# 2.2.3.1.- Nomenclatura de las tanquillas y bocas de visita halladas pertenecientes a la red cloacal.

En los casos en que estas se encontrasen a una distancia menor o igual a tres metros de alguna boca de visita proyectada, se colocaba el nombre de ésta última, por ejemplo B.V. R, si fuese el caso.

Si en campo, en lugar de haber una boca de visita, había en este caso, una tanquilla, se colocaría T.R., en vez de B.V.R, siguiendo el ejemplo anterior.

En el caso en que se encontrara una tanquilla o boca de visita a distancias considerables de las establecidas en el plano de proyecto, o que no apareciese estipulada en ninguno de los planos de proyecto, o desalineada con el colector proyectado, a la tanquilla se le



Análisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B. y su Función Futura nombraría según su ubicación, por ejemplo: T.Mod1., si se encontraba adyacente al Módulo 1 del edificio de aulas.

### 2.2.3.2.- Medición interna.

A cada tanquilla o boca de visita hallada, se le tomaron, con una cinta métrica las siguientes medidas:

- Profundidad del fondo con respecto al terreno.
- Profundidad del lomo de las tuberías confluyentes.
- ☑ Espesor de las tuberías confluyentes.
- Diámetro de las tuberías confluyentes.
- Dimensiones y características (color y tipo de material) de la tapa de la tanquilla o boca de visita.

Es de hacer notar, que cada una de éstas medidas, se tomó al menos en tres oportunidades, hasta que durante tres veces consecutivas la medida fuese la misma. Esto para evitar errores de medición que puedan traducirse en determinaciones erradas de pendientes y por consiguiente de caudales.

Así mismo, se tomó nota del sentido del flujo.

## 2.2.3.3.- Ubicación referencial.

Se llevó a cabo haciendo uso de una cinta métrica y una escuadra. Se ubicó cada tanquilla con respecto a por lo menos dos puntos referenciales (esquinas, puertas de las edificaciones, juntas de losas del concreto de las aceras, postes, hidrantes, etc...) utilizando un sistema cartesiano relativo x,y para cada punto de referencia.

## 2.2.3.4.- Medición manual de las distancias entre una y otra.

Puesto que es necesario manejar con una precisión aceptable las distancias entre unas y otras para conocer la logitud de cada tramo, se decidió realizar esta medición de forma manual con una cinta métrica. De la misma forma, se midieron los edificios, la ubicación con respecto a sus esquinas de sus puertas, postes adyacentes, hidrantes y juntas de las aceras de



Análisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B. y su Función Futura concreto. Esto debido a que en los planos de proyectos se midió con un escalímetro la ubicación de las tanquillas y bocas de visita con respecto a algunos de estos puntos.

## 2.2.3.5.- Levantamiento topográfico.

Este se realizó utilizando los equipos de las prácticas de topografía ubicados en el Laboratorio de Materiales de la UCAB.

Se tomaron como referencia al menos tres puntos cuya cota había sido levantada en el ultimo levantamiento topográfico de la Universidad (Abril-2003).

A partir de estas cotas referenciales, se llevó a cabo el levantamiento altimétrico de las tanquillas y bocas de visita de la red cloacal y por consiguiente se conocieron entonces las cotas de fondo de cada una de ellas y las cotas de rasante de cada una de las tuberías confluyentes.

#### 2.2.3.6.- Trazado de la red cloacal con el uso de colorantes.

Para tener mayor seguridad, se utilizaron distintos colores (Rojo, Anaranjado y Morado).

Los colorantes usados fueron los productos:

- Cool-Aid®, en sus presentaciones de Fresa, para obtener el color Rojo y Naranja, para obtener el color Anaranjado.
  - Tang®, en su presentación de Mora, para obtener el color Morado.

Los sobres respectivos se vertieron en los sanitarios de cada edificio para conocer a que altura del colector principal descarga cada edificación.

## 2.2.3.7.- Levantamiento planimétrico.

Conocidos todos los datos de ubicación mencionados, se procedió a dibujar en Auto CAD 2000 toda la información antes expuesta tomando como base, el último levantamiento topográfico hecho a la Universidad.



# 2.3.- INSPECCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA RED CLOACAL.

Una vez conocidos todos los datos anteriores, se procedió a la inspección del funcionamiento de la red que contempló los siguientes puntos:

- Medición aproximada de la velocidad del flujo.
- Medición aproximada del gasto efluente de Aguas Negras.
- Inspección visual.

## 2.3.1.- Medición aproximada de la velocidad del flujo.

Conociendo las distancias entre cada edificio y las tanquillas y bocas de visita donde se verificó la salida del colorante, se midió el tiempo transcurrido desde el vertido del colorante hasta su salida por las bocas de visita respectivas, obteniendo así una medida aproximada de la velocidad del flujo en cada tramo.

Los resultados de esta medición se muestran más adelante.

## 2.3.2.- Medición aproximada de caudales efluentes.

Se utilizó la B.V.ing2, ya que fue la boca de visita perteneciente al colector principal que se encontró más cerca de la tubería de descarga final, y por consiguiente, la boca de visita através de la cual transcurre el mayor caudal entre las bocas de visita encontradas.

El seleccionar ésta boca de visita, tiene por desventaja, que através de esta no fluye el caudal efluente del Edificio de Laboratorios ni de la Casa del Estudiante. Sin embargo toma el mayor caudal, que es el efluente del resto de los edificios.

La medición se llevo a cabo utilizando una plomada, sostenida por un trípode ubicado a la altura del terreno de la boca de visita.

Se midió primero la profundidad de la plomada cuando se ubicaba ésta a la altura de la rasante del canal semicircular ubicado en la base de la boca de visita.

Luego, se midió la profundidad de dicha plomada, ubicada ahora a la altura de la lámina de agua. Esta medición se realizó durante cuatro días hábiles y dos días no hábiles (Sábado y Domingo) cada media hora desde las 6:30 a.m. hasta las 7:30 p.m.



## 2.3.3.- Inspección visual.

En ésta se observaron los siguientes aspectos:

- 2.3.3.1.- Estado de las tuberías de concreto en sus llegadas y descargas en las tanquillas y bocas de visita estudiadas.
- 2.3.3.2.- Paso del flujo, para verificar la existencia o no de obstrucciones totales o parciales en el sistema.
- 2.3.3.3.- Estado en general de la tanquilla o boca de visita en estudio.

## 2.4.- <u>PARÁMETROS BÁSICOS PARA LA UBICACIÓN</u> DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO.

#### 2.4.1.- Parámetros Hidráulicos.

Los parámetros hidráulicos tales como:

- ✓ Gasto Máximo.
- ✓ Gasto Medio.
- ✓ Gasto Mínimo.

Determinados según lo expuesto en el Capitulo 3.

#### 2.4.2.- Parámetros Sanitarios.

Entre los datos fundamentales para la elaboración de un proyecto de una planta de tratamiento, se encuentran los siguientes parámetros sanitarios:

- Sólidos totales.
- Sólidos volátiles.
- · Sólidos fijos.
- Sólidos suspendidos totales.
- Sólidos suspendidos volátiles.
- Sólidos suspendidos fijos.
- Sólidos disueltos totales.
- Sólidos disueltos volátiles.
- Sólidos disueltos fijos.
- Sólidos sedimentabais.



- D.B.O. 5 días, 20°C.
- · Oxígeno consumido.
- Oxígeno disuelto.
- Nitrógeno total.
- · Nitrógeno Orgánico.
- Nitrógeno amoniacal libre.

Los cuales no alcanzaron a ser determinados en el presente trabajo especial de grado, pero que pueden serlo con la colaboración futura del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria Ambiental de la U.C.A.B.

### 2.4.3.- Posible Ubicación.

Se supone que la trayectoria que sigue la tubería de descarga es la encontrada en los planos hallados en Ingeniería Municipal (*Referencias A.6 y A.7*) y en base a esto , se sugieren posibles ubicaciones de la planta en terrenos mostrados en el anexo nro. A-VII y en fotografías mostradas en el Anexo VIII.

Estos terrenos se encuentra ubicados bajo dos de los elevados¹ del Distribuidor Antímano y pertenecen actualmente al Municipio Libertador.

# 2.4.- ANÁLISIS DE CAPACIDADES VS. POBLACIÓN.

Conocidos el diámetro y material de la tubería y las cotas de rasante en los extremos de cada tramo, se puede conocer con la aplicación de la Fórmula de Manning la capacidad a sección plena de cada tramo de la red cloacal.

Así mismo, conociendo la población y aplicando la fórmula que establece la Norma INOS (Referencia B.1.), se puede determinar el gasto cloacal correspondiente a la población en estudio.

De esta forma, al tener estos dos caudales para cada tramo, se puede establecer una comparación entre ambos que será tratada a la profundidad que merece en los puntos:

- Determinación de caudales por tramos según la población.
- Determinación de capacidades por tramos.
- Análisis de resultados.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Cabe destacar que en estas condiciones (bajo un distribuidor vial) se encuentra construida la Planta de Tratamiento Experimental de la U.C.V.

# 3.1.- Estimación del Gasto Cloacal según las Normas Vigentes.3.1.1.- DATOS DE LA POBLACIÓN UNIVERSITARIA.

La información necesaria para realizar las siguientes tablas fue consultada en el trabajo especial de grado titulado: "Evaluación de las Unidades Sanitarias de las Edificaciones que conforman la Universidad Católica Andrés Bello "ref2", presentado ante la UCAB el 23 de Julio de 2003 por la Br. Mayerling Caldera.-

#### PERSONAL DOCENTE

EDIFICIO	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
CINCUENTENARIO	25	25	50
POSTGRADO	29	10	39
MÓDULO 6	144	41	185
MÓDULO 5	66	98	164
MÓDULO 4	36	37	73
MÓDULO 3	63	28	91
MÓDULO 2	16	15	31
MÓDULO 1	89	59	148
LABORATORIOS	188	85	273

Σ 1054



#### **EMPLEADOS**

EDIFICIO	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
CINCUENTENARIO	12	12	24
POSTGRADO	11	12	23
SERVICIOS CENTRALES	32	38	70
BIBLIOTECA	15	30	45
CENTRO LOYOLA	12	8	20
MÓDULO 6	16	14	30
MÓDULO 5	5	8	13
MÓDULO 4	4	2	6
MÓDULO 3	5	3	8
MÓDULO 2	0	4	4
MÓDULO 1	6	7	13
CASA DEL ESTUDIANTE	2	3	5
LABORATORIOS	24	13	37

 $\Sigma$  298

#### ESTUDIANTES

La información referente al numero de estudiantes se encuentra disponible por carrera y no por edificación. Debido a esto, se asume que los estudiantes de pre-grado pertenecientes a todas las Facultades a excepción de la Facultad de Ingeniería, se distribuyen uniformemente en cada uno de los módulos del Edificio de Aulas.

De esta forma, siendo 7286<sup>ref2</sup>, el numero de estudiantes que asisten a clases en los módulos del Edificio de Aulas, se tendría una cantidad de 1214,33 estudiantes para cada uno de los seis módulos.

Asi mismo, se asume que en los Edificios de Biblioteca, Centro Loyola, Rectorado, Casa del Estudiante y Residencia de los P.P.J.J. no hay estudiantes puesto que se considera que estos se encuentran en los Edificios donde reciben clases, que es donde pasan la mayor parte del tiempo (Edificio de Aulas, Laboratorios, Post-Grados y Cincuentenario).



Análisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B. y su Función Futura Se tiene, entonces la siguiente tabla:

EDIFICIO	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
CINCUENTENARIO	900,00	900,00	1800,00
POSTGRADO	914,00	914,00	1828,00
MÓDULO 6	607,17	607,17	1214,33
MÓDULO 5	607,17	607,17	1214,33
MÓDULO 4	607,17	607,17	1214,33
MÓDULO 3	607,17	607,17	1214,33
SERVICIOS CENTRALES	0,00	0,00	0,00
BIBLIOTECA	0,00	0,00	0,00
MÓDULO 2	607,17	607,17	1214,33
MÓDULO 1	607,17	607,17	1214,33
CENTRO LOYOLA	0,00	0,00	0,00
RESIDENCIA DE LOS P.P.J.J.	0,00	0,00	0,00
CASA DEL ESTUDIANTE	0,00	0,00	0,00
LABORATORIOS	1411,00	1411,00	2822,00

 $13735,98 \approx 13736,00$ 

En resumen, la población Ucabista está cuantificada en la siguiente tabla:

Estudiantes	13736
Profesores	2028
Empleados	548
Sacerdotes Jesuitas	20

## Total de Usuarios = 16332

# 3.1.2.- DOTACIONES Y ESTIMACIÓN DEL GASTO CLOACAL TOTAL.

# A.- Dotaciones según alumnado y personal de la Universidad.

Según la Gaceta Oficial 4044, en su Artículo 110, se contemplan las siguientes dotaciones:

	Planteles Educacionales
17-	Con alumnado externo: 40 litros/alumno/día
	Por personal residente en el
-	blantel: 200 litros/persona/día Por personal no residente en el
	plantel: 50 litros/persona/día

litros/person litros por seg de la Univers **SERVICI** 

Asumiendo a

CINC

PC

BI

CEN

B .- Dotacio Antes de en

RESIDEN

CASA D

LAF

1. La dota en cuen campus Dotacione:



Asumiendo a la totalidad de los docentes y empleados como personal no residente (50 litros/persona/día) y a la totalidad de los alumnos como alumnado externo, llevando los gastos a litros por segundo, se obtiene la siguiente tabla que arroja la dotación media por alumnado y personal de la Universidad:

EDIFICIO	Personal Docente	Empleados	Alumnos	Dotación (1/s)
CINCUENTENARIO	39	23	1800	0,888
POSTGRADO	185	70	1828	1,015
SERVICIOS CENTRALES	0	45	0	0,027
BIBLIOTECA	0	20	0	0,012
CENTRO LOYOLA	0	30	0	0,018
MÓDULO 6	164	13	1214,33	0,679
MÓDULO 5	73	6	1214,33	0,621
MÓDULO 4	91	8	1214,33	0,633
MÓDULO 3	31	4	1214,33	0,595
MÓDULO 2	148	13	1214,33	0,669
MÓDULO 1	273	5	1214,33	0,738
RESIDENCIA DE LOS P.P.J.J.	20	6	0	0,051
CASA DEL ESTUDIANTE	0	37	0	0,022
LABORATORIOS	1004	274	2822	2,090

 $\Sigma$  8,055 l.p.s.

### B.- Dotaciones según áreas de la Universidad.

Antes de entrar en el analisis de dotaciones por areas, se destacan los siguientes puntos:

 La dotación correspondiente al riego de jardines ,canchas de futbol, beisbol, etc..., no se tomará en cuenta, debido a que el agua utilizada para estos fines es extraida de un pozo ubicado en el campus.

Dotaciones por Area según Gaceta Oficial 4044

**OFICINAS** 

RESTAURANTES

**AUDITORIOS O TEATROS** 

**IGLESIA** 

RESIDENCIA

6 lts /día/m2

50 lts /día/m2 de área útil

3 lts /día/asiento

0,5 lts/día/m2 de área pública neta

350 lts /día/dormitorio

TOTAL.

ones:



# Análisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B. y su Función Futura Tabla de Dotaciones por área para cada edificio.

EDIFICIO	RESTAURANTES	IGLESI A	OFICINAS	AUDITORIOS O TEATROS	RESIDENCIA	TOTA L (lps)
CINCUENTENARIO	1,042		0,044			1,086
POSTGRADO	0,132		0,056			0,188
MÓDULO 6			0,020			0,020
MÓDULO 5			0,020			0,020
MÓDULO 4			0,020			0,020
MÓDULO 3	0,104		0,030			0,135
SERVICIOS CENTRALES		- New York	0,067			0,067
BIBLIOTECA			0,019	0,007	380	0,025
MÓDULO 2	0,104		0,020	0,010		0,134
MÓDULO 1			0,020			0,020
CENTRO LOYOLA		0,003	0,021	0,028		0,052
RESIDENCIA DE LOS P.P.J.J.					0,081	0,081
CASA DEL ESTUDIANTE	0,565		0,018			0,583
LABORATORIOS		x Letin	0,087		11.10	0,087

Σ 2,519 l.p.s.

Dado que se hizo el cálculo de dotaciones por tipo de población y por tipo de área y resultó aquella la más desfavorable, se tiene que:

Dotación media = 8,055 l.p.s.



Análisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B. y su Función Futura A continuación se presenta una tabla comparativa entre ambos tipos de dotaciones.

EDIFICIO	Dotación en	I.p.s. por:
limit en la re	Población	Area
CINCUENTENARIO	0,888	1,086
POSTGRADO	1,015	0,188
MÓDULO 6	0,679	0,020
MÓDULO 5	0,621	0,020
MÓDULO 4	0,633	0,020
MÓDULO 3	0,595	0,135
BIBLIOTECA	0,012	0,025
SERVICIOS CENTRALES	0,027	0,067
MÓDULO 2	0,669	0,134
MÓDULO 1	0,738	0,020
CENTRO LOYOLA	0,018	0,052
RESIDENCIA DE LOS P.P.J.J.	0,050	0,081
CASA DEL ESTUDIANTE	0,022	0,583
LABORATORIOS	2,090	0,087
Totales en I.p.s.	8,055	2,519

# 3.1.3.- ESTIMACIÓN DEL GASTO CLOACAL POR TRAMOS

Las Normas INOS<sup>ref1</sup> establecen que:  $Q_{max}$  AN = (K x R x Qm + Qinf) x C En donde:

Qmax AN; Es el Gasto pico de aguas cloacales en l.p.s.

K; Depende del número de Usuarios que tendrá el desarrollo y se determina mediante la expresión:

$$K = 1 + 14 / (4 + \sqrt{P})$$

P: Población en miles de Usuarios

No. de Usuarios = 16332

P = 16,332

 $K = 1 + 14 / (4 + \sqrt{16,332}) = 2,741$ 

R; Coeficiente de Reingreso = 1,00 ya que el agua correspondiente al riego de jardines es tomada de un pozo ubicado en el campus.

Qm; Dotación media de la parcela (l.p.s).



Qinf; Gasto de infiltración (l.p.s).

C; Coeficiente de mayoración = 2,00 debido a el hallazgo de empotramientos de aguas de lluvia en la red cloacal

### Estimación del gasto de infiltración.

De las Normas INOS<sup>ref</sup>, Qinf = 20.000 lts/día/Km. Por tanto, Qinf., depende de la longitud total del conjunto de tuberias de la red cloacal. Este conjunto está formado por los tramos que van de cada uno de los edificios hasta el colector principal, con longitudes denominadas L1, y por el tramo del colector principal que corresponde a cada edificio, cuya longitud está designada como L2 y es el resultado de la resta de la distancia del inicio del colector principal hasta el empotramiento del edificio en consideración y la distancia del inicio del colector principal hasta el empotramiento del edificio anterior.

Se presenta la siguiente tabla con dichas longitudes, la suma de ellas y el porcentaje que representa la longitud de tuberia cloacal correspondiente a cada edificio con respecto a la longitud total de la red denominado como % Ltot.

EDIFICIO	L1 (m)	L2 (m)	L1 + L2 (m)	m) % Ltot	
CINCUENTENARIO	69	0	69	0,048	
POSTGRADO	67,45	0	67,45	0,047	
MÓDULO 6	41,53	0	41,53	0,029	
MÓDULO 5	28,46	62,04	90,5	0,063	
MÓDULO 4	29,26	24,98	54,24	0,038	
MÓDULO 3	29,7	47,02	76,72	0,054	
BIBLIOTECA	62,43	10,44	72,87	0,051	
SERVICIOS CENTRALES	167,09	62,41	229,5	0,161	
MÓDULO 2	29	14,47	43,47	0,03	
MÓDULO 1	29,34	47,14	76,48	0,054	
CENTRO LOYOLA	199	34,95	233,95	0,164	
RESIDENCIA DE LOS P.P.J.J.	199	6,28	205,28	0,144	
CASA DEL ESTUDIANTE	12,46	22,44	34,9	0,024	
LABORATORIOS	90,1	42,19	132,29	0,093	
Σ	1053,82	374,36	1428,18	1,000	



Análisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B. y su Función Futura De esta forma Qinf. total =  $20.000 \times 1,428 = 28.560 \text{ lts/dia} = 0,338 \text{ l.p.s.}$ 

Así, el gasto por infiltración de la tubería cloacal correspondiente a cada edificio será de:

Qinf  $_{c/edificio} = 0,338 x \%$  Ltot.

Finalmente, se tiene que:

 $Qmax AN = (2,741 \times 1,00 \times Qm + 0,338 \times \% Ltot) \times 2,00$ 

 $Qmax AN = 5,482 \times Qm + 0,676 \times \% Ltot$ 

En la tabla siguiente se muestra la estimación del gasto máximo de aguas negras que se presenta en cada edificio:

EDIFICIO	Qm (l.p.s.)	% Ltot	Qmax AN (l.p.s.)
CINCUENTENARIO	0,888	0,048	5,220
POSTGRADO	1,015	0,047	5,961
MÓDULO 6	0,679	0,029	3,986
MÓDULO 5	0,621	0,063	3,670
MÓDULO 4	0,633	0,038	3,724
MÓDULO 3	0,595	0,054	3,512
BIBLIOTECA	0,012	0,051	0,105
SERVICIOS CENTRALES	0,027	0,161	0,267
MÓDULO 2	0,669	0,03	3,929
MÓDULO 1	0,738	0,054	4,348
CENTRO LOYOLA	0,018	0,164	0,216
RESIDENCIA DE LOS P.P.J.J.	0,050	0,144	0,389
CASA DEL ESTUDIANTE	0,022	0,024	0,145
LABORATORIOS	2,090	0,093	12,273
TOTALES	8,055	1,000	47,745



# Estimación del gasto de diseño en cada tramo del colector:

El gasto máximo de aguas negras que se produce en cada edificio es el siguiente:

EDIFICIO	ABREVIATURA	Qmax AN (l.p.s.)
CINCUENTENARIO	CN	5,220
POSTGRADO	P	5,961
MÓDULO 6	M6	3,986
MÓDULO 5	M5	3,670
MÓDULO 4	M4	3,724
MÓDULO 3	M3	3,512
BIBLIOTECA	В	0,105
SERVICIOS CENTRALES	SC	0,267
MÓDULO 2	M2	3,929
MÓDULO 1	M1	4,348
CENTRO LOYOLA	CL	0,216
RESIDENCIA DE LOS P.P.J.J.	R	0,389
CASA DEL ESTUDIANTE	CE	0,145
LABORATORIOS	L	12,273



Análisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B. y su Función Futura El gasto teórico máximo en cada tramo será el siguiente:

COLECTOR	DE PUNTO	A PUNTO	EDIFICIOS EMPOTRADOS A DICHO TRAMO	GASTO ANTERIOR (L.P.S.)	GASTO PROPIO (L.P.S.)	GASTO ACUMULAD O (L.P.S.)
E.C.	TE.C.	T,U	CN	4.44	5,220	5,220
P.G.	T.P11	T.U.	Р	÷	5,961	5,961
PPal	T.U.	T.1mod6	M6	7	3,986	15,167
PPal	T.1mod6	T.2mod6	(#)	15,167		15,167
PPal	T2mod6	Ap.M5	M5	15,167	ê	15,167
PPal	Ap.M5	Ap.M4	M4	15,167	3,670	18,837
PPal	Ap.M4	Ap.M3	M3	18,837	3,724	22,561
SC-BIB	SC1	В1	SC		0,267	0,267
SC-BIB	В1	B2	В	0,267	0,105	0,372
BIB-Ap.BIB	B2	Ap.Blb	(#)	0,372	-	0,372
PPal	Ap.M3	Ap.Bib	(4)	22,561	3,512	26,073
PPal	Ap.Bib	Ap.M2	В	26,073	0,372	26,445
PPal	Ap.M2	Ap.M1	M2	26,445	3,929	30,374
PPal	Ap.M1	Tppal	M1	30,374	4,348	34,722
PPal	Tppal	ApCL	*	34,722	592	34,722
CL	CL	ApCL	CL		0,216	0,216
PPal	ApCl	BVIng0	(*)	34,722	0,216	34,938
R	RP1	BVing0	R	3	0,389	0,389
PPal	BVing0	BVQ		34,938	0,389	35,327
PPal	BVQ	ApCest	-	35,327	-	35,327
Cest	TCest	Ap.Cest	CE		0,145	0,145
PPal	Ap.Cest	BVP	) <b>-</b>	35,327	0,145	35,472
Ing	BVing1	BVP	E	-	12,273	12,273
PPal	BVP	DescF	-	35,472	12,273	47,745

RESIDENCE



3.2.- Estimación del Gasto Cloacal según mediciones realizadas.

# 3.2.1.- MEDICIÓN DEL TIRANTE DE AGUAS NEGRAS.

A continuación se presentan las tablas correspondientes a las mediciones realizadas al tirante de aguas negras y un breve análisis de los resultados.



#### Mediciones del tirante de agua Analisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B y su Función Futura

Medidas tomadas en B.V.Q

Capacidad a sección plena

► 68,011 l.p.s.

Velocidad a sección plena

1,342 m.p.s

Diámetro —

25,4 cm.

Fecha de la Medición:

Jueves 16/10/2003

Fecha de la Me	edición:	Jueves 16/10/200	)3				
Medición #	Hora	Tirante Y (cm)	Y/Yo	Q/Qo	V/Vo	Q (l.p.s.)	V (m.p.s.)
1	06:00 a.m.	1,40	0,055	0,005	0,270	0,340	0,362
2	06:30 a.m.	1,50	0,059	0,009	0,290	0,612	0,389
3	07:00 a.m.	2,10	0,083	0,015	0,360	1,020	0,483
4	07:30 a.m.	2,40	0,094	0,016	0,390	1,088	0,523
5	08:00 a.m.	2,10	0,083	0,015	0,360	1,020	0,483
6	08:30 a.m.	3,00	0,118	0,030	0,450	2,040	0,604
7	09:00 a.m.	3,20	0,126	0,035	0,460	2,380	0,617
8	09:30 a.m.	2,90	0,114	0,025	0,435	1,700	0,584
9	10:00 a.m.	2,60	0,102	0,020	0,400	1,360	0,537
10	10:30 a.m.	4,60	0,181	0,070	0,575	4,761	0,772
11	11:00 a.m.	4,90	0,193	0,080	0,595	5,441	0,799
12	11:30 a.m.	5,70	0,224	0,105	0,650	7,141	0,872
13	12:00 p.m.	6,90	0,272	0,160	0,740	10,882	0,993
14	12:30 p.m.	8,30	0,327	0,230	0,820	15,642	1,101
15	01:00 p.m.	8,50	0,335	0,250	0,830	17,003	1,114
16	01:30 p.m.	8,90	0,350	0,265	0,845	18,023	1,134
17	02:00 p.m.	8,40	0,331	0,240	0,820	16,323	1,101
18	02:30 p.m.	8,10	0,319	0,220	0,805	14,962	1,080
19	03:00 p.m.	3,30	0,130	0,035	0,480	2,380	0,644
20	03:30 p.m.	4,70	0,185	0,075	0,590	5,101	0,792
21	04:00 p.m.	3,70	0,146	0,045	0,510	3,060	0,685
22	04:30 p.m.	3,50	0,138	0,040	0,490	2,720	0,658
23	05:00 p.m.	4,50	0,177	0,068	0,550	4,625	0,738
24	05:30 p.m.	5,90	0,232	0,120	0,670	8,161	0,899
25	06:00 p.m.	6,10	0,240	0,130	0,690	8,841	0,926
26	06:30 p.m.	5,20	0,205	0,095	0,630	6,461	0,846



Medidas tomadas en B.V.Q

Capacidad a sección plena

68,011 l.p.s.

Velocidad a sección plena

1,342 m.p.s

Diámetro

Medicione

25,4 cm.

Viernes 17/10/2003

Fecha de la Mo	edición:	Viernes 17/10/20	03				
Medición #	Hora	Tirante Y (cm)	Y/Yo	Q/Qo	V/Vo	Q (l.p.s.)	V (m.p.s.)
1	06:00 a.m.	1,90	0,075	0,011	0,331	0,759	0,445
2	06:30 a.m.	2,10	0,083	0,014	0,353	0,938	0,474
3	07:00 a.m.	2,70	0,106	0,024	0,416	1,603	0,558
4	07:30 a.m.	3,60	0,142	0,043	0,500	2,944	0,670
5	08:00 a.m.	3,20	0,126	0,034	0,464	2,298	0,622
6	08:30 a.m.	4,10	0,161	0,057	0,542	3,859	0,727
7	09:00 a.m.	3,70	0,146	0,046	0,508	3,117	0,682
8	09:30 a.m.	3,10	0,122	0,032	0,454	2,149	0,610
9	10:00 a.m.	2,40	0,094	0,018	0,385	1,247	0,517
10	10:30 a.m.	3,50	0,138	0,041	0,491	2,775	0,659
11	11:00 a.m.	4,10	0,161	0,057	0,542	3,859	0,727
12	11:30 a.m.	6,20	0,244	0,131	0,693	8,929	0,931
13	12:00 p.m.	6,70	0,264	0,153	0,724	10,406	0,972
14	12:30 p.m.	7,90	0,311	0,211	0,792	14,325	1,063
15	01:00 p.m.	8,70	0,343	0,253	0,833	17,206	1,119
16	01:30 p.m.	9,20	0,362	0,281	0,858	19,106	1,151
17	02:00 p.m.	8,10	0,319	0,221	0,803	15,026	1,078
18	02:30 p.m.	7,70	0,303	0,201	0,782	13,637	1,049
19	03:00 p.m.	4,30	0,169	0,063	0,558	4,258	0,749
20	03:30 p.m.	4,90	0,193	0,082	0,604	5,564	0,811
21	04:00 p.m.	3,10	0,122	0,032	0,454	2,149	0,610
22	04:30 p.m.	2,90	0,114	0,027	0,435	1,866	0,584
23	05:00 p.m.	4,40	0,173	0,066	0,566	4,464	0,760
24	05:30 p.m.	5,60	0,220	0,107	0,654	7,289	0,878
25	06:00 p.m.	6,30	0,248	0,136	0,700	9,217	0,939
26	06:30 p.m.	4,90	0,193	0,082	0,604	5,564	0,811

Mediciones del tirante de agua Analisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B. y su Función Futura Medidas tomadas en B.V.Q

68,011 l.p.s. Capacidad a sección plena

1,342 m.p.s Velocidad a sección plena

25,4 cm. Diámetro -

Medicione

Fecha de la Mo	1	Sabado 18/10/20		1			1== .
Medición #	Hora	Tirante Y (cm)	Y/Yo	Q/Qo	V/Vo	Q (l.p.s.)	V (m.p.s.)
1	06:00 a.m.	1,50	0,059	0,007	0,285	0,464	0,383
2	06:30 a.m.	1,80	0,071	0,010	0,320	0,677	0,430
3	07:00 a.m.	2,20	0,087	0,015	0,364	1,036	0,489
4	07:30 a.m.	2,20	0,087	0,015	0,364	1,036	0,489
5	08:00 a.m.	2,40	0,094	0,018	0,385	1,247	0,517
6	08:30 a.m.	2,10	0,083	0,014	0,353	0,938	0,474
7	09:00 a.m.	1,90	0,075	0,011	0,331	0,759	0,445
8	09:30 a.m.	1,70	0,067	0,009	0,309	0,601	0,414
9	10:00 a.m.	2,10	0,083	0,014	0,353	0,938	0,474
10	10:30 a.m.	3,00	0,118	0,029	0,445	2,005	0,597
11	11:00 a.m.	3,10	0,122	0,032	0,454	2,149	0,610
12	11:30 a.m.	3,20	0,126	0,034	0,464	2,298	0,622
13	12:00 p.m.	4,10	0,161	0,057	0,542	3,859	0,727
14	12:30 p.m.	3,70	0,146	0,046	0,508	3,117	0,682
15	01:00 p.m.	4,50	0,177	0,069	0,574	4,675	0,770
16	01:30 p.m.	3,90	0,154	0,051	0,525	3,478	0,705
17	02:00 p.m.	4,20	0,165	0,060	0,550	4,056	0,738
18	02:30 p.m.	3,60	0,142	0,043	0,500	2,944	0,670
19	03:00 p.m.	3,10	0,122	0,032	0,454	2,149	0,610
20	03:30 p.m.	3,50	0,138	0,041	0,491	2,775	0,659
21	04:00 p.m.	2,90	0,114	0,027	0,435	1,866	0,584
22	04:30 p.m.	3,20	0,126	0,034	0,464	2,298	0,622
23	05:00 p.m.	3,80	0,150	0,048	0,517	3,295	0,694
24	05:30 p.m.	2,50	0,098	0,020	0,395	1,361	0,531
25	06:00 p.m.	2,90	0,114	0,027	0,435	1,866	0,584
26	06:30 p.m.	3,20	0,126	0,034	0,464	2,298	0,622

Mediciones del tirante de agua Analisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B. y su Función Futura Medidas tomadas en B.V.Q

Medidas tomadas en B.V.C Capacidad a sección plena

► 68,011 l.p.s.

Velocidad a sección plena

1,342 m.p.s

Diámetro — 25,4 cm.

Fecha de la Medición: Domingo 20/10/2003

Fecha de la Mo	edición:	Domingo 20/10/2	2003	-			
Medición #	Hora	Tirante Y (cm)	Y/Yo	Q/Qo	V/Vo	Q (l.p.s.)	V (m.p.s.)
1	06:00 a.m.	1,20	0,047	0,004	0,249	0,301	0,334
2	06:30 a.m.	2,10	0,083	0,014	0,353	0,938	0,474
3	07:00 a.m.	1,60	0,063	0,008	0,297	0,530	0,399
4	07:30 a.m.	2,30	0,091	0,017	0,375	1,139	0,503
5	08:00 a.m.	2,70	0,106	0,024	0,416	1,603	0,558
6	08:30 a.m.	3,10	0,122	0,032	0,454	2,149	0,610
7	09:00 a.m.	3,10	0,122	0,032	0,454	2,149	0,610
8	09:30 a.m.	2,50	0,098	0,020	0,395	1,361	0,531
9	10:00 a.m.	1,90	0,075	0,011	0,331	0,759	0,445
10	10:30 a.m.	1,60	0,063	0,008	0,297	0,530	0,399
11	11:00 a.m.	2,30	0,091	0,017	0,375	1,139	0,503
12	11:30 a.m.	2,80	0,110	0,025	0,425	1,732	0,571
13	12:00 p.m.	3,30	0,130	0,036	0,473	2,452	0,634
14	12:30 p.m.	3,90	0,154	0,051	0,525	3,478	0,705
15	01:00 p.m.	4,10	0,161	0,057	0,542	3,859	0,727
16	01:30 p.m.	4,30	0,169	0,063	0,558	4,258	0,749
17	02:00 p.m.	3,60	0,142	0,043	0,500	2,944	0,670
18	02:30 p.m.	3,40	0,134	0,038	0,482	2,611	0,647
19	03:00 p.m.	3,80	0,150	0,048	0,517	3,295	0,694
20	03:30 p.m.	4,00	0,157	0,054	0,534	3,666	0,716
21	04:00 p.m.	3,30	0,130	0,036	0,473	2,452	0,634
22	04:30 p.m.	3,50	0,138	0,041	0,491	2,775	0,659
23	05:00 p.m.	2,70	0,106	0,024	0,416	1,603	0,558
24	05:30 p.m.	3,80	0,150	0,048	0,517	3,295	0,694
25	06:00 p.m.	2,10	0,083	0,014	0,353	0,938	0,474
26	06:30 p.m.	4,20	0,165	0,060	0,550	4,056	0,738

Mediciones del tirante de agua Análisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B. y su Función Futura

Medidas tomadas en B.V.Q

Capacidad a sección plena

68,011 l.p.s.

Velocidad a sección plena

1,342 m.p.s

Diámetro \_\_\_\_\_ Fecha de la Medición: 25,4 cm.

Lunes 17/10/2003

4,90 3,50

3,30

4,60

5,90

6,30

5,20

Medición #	Hora	Tirante Y (cm)	Y/Yo	Q/Qo	V/Vo	Q (l.p.s.)	V (m.p.s.)
1 - 1	06:00 a.m.	1,80	0,071	0,010	0,320	0,677	0,430
2	06:30 a.m.	1,90	0,075	0,011	0,331	0,759	0,445
3	07:00 a.m.	2,50	0,098	0,020	0,395	1,361	0,531
4	07:30 a.m.	3,10	0,122	0,032	0,454	2,149	0,610
5	08:00 a.m.	2,80	0,110	0,025	0,425	1,732	0,571
6	08:30 a.m.	3,70	0,146	0,046	0,508	3,117	0,682
7	09:00 a.m.	3,60	0,142	0,043	0,500	2,944	0,670
8	09:30 a.m.	3,10	0,122	0,032	0,454	2,149	0,610
9	10:00 a.m.	2,60	0,102	0,022	0,406	1,479	0,544
10	10:30 a.m.	4,20	0,165	0,060	0,550	4,056	0,738
11	11:00 a.m.	4,60	0,181	0,072	0,582	4,891	0,781
12	11:30 a.m.	6,10	0,240	0,127	0,687	8,646	0,922
13	12:00 p.m.	6,90	0,272	0,162	0,736	11,023	0,988
14	12:30 p.m.	8,20	0,323	0,226	0,808	15,382	1,085
15	01:00 p.m.	8,70	0,343	0,253	0,833	17,206	1,119
16	01:30 p.m.	9,20	0,362	0,281	0,858	19,106	1,151
17	02:00 p.m.	8,40	0,331	0,237	0,818	16,102	1,098
18	02:30 p.m.	8,00	0,315	0,216	0,798	14,674	1,071
19	03:00 p.m.	3,90	0,154	0,051	0,525	3,478	0,705
20	03:30 p.m.	4,90	0,193	0,082	0,604	5,564	0,811

0,138

0,130

0,181

0,232

0,248

0,205

0,041

0,036

0,072

0,119

0,136

0,092

0,491

0,473

0,582

0,674

0,700

0,626

2,775

2,452

4,891

8,091

9,217

6,278

0,659

0,634

0,781

0,904

0,939

0,840

21

22

23

24

25

26

04:00 p.m.

04:30 p.m.

05:00 p.m.

05:30 p.m.

06:00 p.m.

06:30 p.m.

Mediciones del tirante de agua Análisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B. y su Función Futura

Medidas tomadas en B.V.Q

Capacidad a sección plena · • 68,011 l.p.s.

Velocidad a sección plena 1,342 m.p.s

Diámetro — 25,4 cm.

Medición #	Hora	Tirante Y (cm)	Y/Yo	Q/Qo	V/Vo	Q (l.p.s.)	V (m.p.s.)
1	06:00 a.m.	1,90	0,075	0,011	0,331	0,759	0,445
2	06:30 a.m.	2,00	0,079	0,012	0,343	0,846	0,460
3	07:00 a.m.	2,70	0,106	0,024	0,416	1,603	0,558
4	07:30 a.m.	3,30	0,130	0,036	0,473	2,452	0,634
5	08:00 a.m.	3,00	0,118	0,029	0,445	2,005	0,597
6	08:30 a.m.	4,00	0,157	0,054	0,534	3,666	0,716
7	09:00 a.m.	3,90	0,154	0,051	0,525	3,478	0,705
8	09:30 a.m.	3,30	0,130	0,036	0,473	2,452	0,634
9	10:00 a.m.	2,80	0,110	0,025	0,425	1,732	0,571
10	10:30 a.m.	4,50	0,177	0,069	0,574	4,675	0,770
11	11:00 a.m.	5,00	0,197	0,085	0,611	5,798	0,821
12	11:30 a.m.	6,60	0,260	0,149	0,718	10,103	0,964
13	12:000 p.m.	7,50	0,295	0,191	0,771	12,962	1,034
14	12:30 p.m.	8,90	0,350	0,264	0,843	17,957	1,132
15	01:00 p.m.	9,50	0,374	0,298	0,872	20,279	1,170
16	01:30 p.m.	9,70	0,382	0,310	0,881	21,074	1,182
17	02:00 p.m.	9,10	0,358	0,275	0,853	18,720	1,145
18	02:30 p.m.	8,70	0,343	0,253	0,833	17,206	1,119
19	03:00 p.m.	4,20	0,165	0,060	0,550	4,056	0,738
20	03:30 p.m.	5,30	0,209	0,096	0,633	6,524	0,850
21	04:00 p.m.	3,80	0,150	0,048	0,517	3,295	0,694
22	04:30 p.m.	3,50	0,138	0,041	0,491	2,775	0,659
23	05:00 p.m.	5,00	0,197	0,085	0,611	5,798	0,821
24	05:30 p.m.	6,40	0,252	0,140	0,706	9,508	0,947
25	06:00 p.m.	6,80	0,268	0,158	0,730	10,713	0,980
26	06:30 p.m.	5,60	0,220	0,107	0,654	7,289	0,878

Análisis de los resultados de la medición del urante de agua Análisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B. y su Función Futura

Los valores diarios de Velocidades y Gastos medios, máximos y mínimos para el tiempo en el cual se realizó la medición se muestran a continuación

	Qmax	Qmed	Qmin	Vmax	Vmed	Vmin
Jueves	18,023	6,273	0,340	1,134	0,759	0,362
Viernes	19,106	6,329	0,759	1,151	0,777	0,445
Sábado	4,675	2,084	0,464	0,770	0,582	0,383
Domingo	4,258	2,154	0,301	0,749	0,586	0,334
Lunes	19,106	6,546	0,677	1,151	0,781	0,430
Martes	21,074	7,605	0,759	1,182	0,816	0,445

Por tanto, en definitiva;

Qmax	Qmed	Qmin	Vmax	Vmed	Vmin
21,074	5,165	0,301	1,182	0,717	0,334

#### Qmed y Vmed en días hábiles

Qmed=

6,688

Vmed=

0,783

# Qmed y Vmed en días no hábiles

Qmed=

2,119

Vmed=

0,584

## Análisis del Gasto mínimo (0,301 l.p.s.).

Esto muestra un Gasto mínimo de 0,301 l.p.s., lo cual lleva a concluir que pueden existir fugas en las instalaciones sanitarias que causen un gasto de aguas blancas innecesario. Lo cual nos lleva al siguiente análisis:

Volumenes equivalentes a 0,301 l.p.s.

	Litros	М3
Día	26006,4	26,0064
Semana	182044,8	182,0448
Mes	780192	780,192

Por tanto, se pueden gastar de esta forma 780,192 M3, lo que representa un 11,11% de la facturación mensual promedio (7027 M3).

Por otro lado, conociendo la distribución porcentual de la población universitaria, sus dotaciones y el gasto efluente mínimo diario, se hace el siguiente análisis:



	Cantidad	%
Docentes	2008	12,337
Empleados	548	3,367
Alumnos	13700	84,173
Sacerdotes	20	0,123
Σ	16276	100,000

Gasto Efluente Mínimo Diario = 26006,40 litros

De este volumen, asumiendo la distribución porcentual mostrada, se tiene que:

Asignación del Gasto efluente mínimo diario (26006,40 litros/día) según distribución porcentual

some entress	%	Litros por día	Dotación (lts/día/persona)	# Personas equivalentes
Docentes	12,337	3208,457	50	64,169
Empleados	3,367	875,615	50	17,512
Alumnos	84,173	21890,371	40	547,259
Sacerdotes	0,123	31,957	200	0,160
Σ	100.000	26006,400	Σ	629,101

Esto muestra que con los 26006,40 litros diarios, provenientes de un gasto base permanente de 0,301 l.p.s., se puediese suplir lo equivalente a la dotación media diaria de 629 personas dentro del recinto universitario.

#### Análisis del gasto máximo (21,074 l.p.s.)

Este valor, se mantiene por períodos de tiempo muy cortos, generalmente, de 12:00 m a 2:00 p.m., sin embargo, se realizará igualmente la equivalencia según dotaciones que se ha realizado en los dos casos anteriores.

21,074 l.p.s., equivalen a 1.820.793,60 litros diarios.

Asignación del Gasto efluente máximo diario (1.820.793,60 litros/día) según distribución porcentual

	º/o	Litros por día	Dotación (lts/día/persona)	# Personas equivalentes
Docentes	12,337	224634,649	50	4492,693
Empleados	3,367	61304,675	50	1226,094
Alumnos	84,173	1532616,879	40	38315,422
Sacerdotes	0,123	2237,397	200	11,187
Σ	100.000	1820793,600	Σ	44045,395

44045,395 / 16276 (Población Total) =

2,706156

▶270,62% de la población.

Lo cual quiere decir, que durante ese período del día, (de 12 a 2:00 p.m.), se consume el 270,62 % de la dotación diaria correspondiente.



Este alto porcentaje, se debe a la ocurrencia de la hora pico (mediodía), ya que en este tiempo no sólo muchos de los estudiantes y profesores utilizan las unidades sanitarias al salir de clases sino que tambien existe un consumo de agua potable considerable en las cafeterías para la preparación de alimentos y lavado de platos y otros elementos utilizados antes, durante o después de la preparación de dichos alimentos.

Se observa también que Qmax  $(21,074 \, lps)$  / Qmed  $(8,056 \, lps)$  = 2,62, valor que se aproxima considerablemente a el 2,50 contemplado por varios autores cuando afirman que Qmax = 2,50 x Qmed.

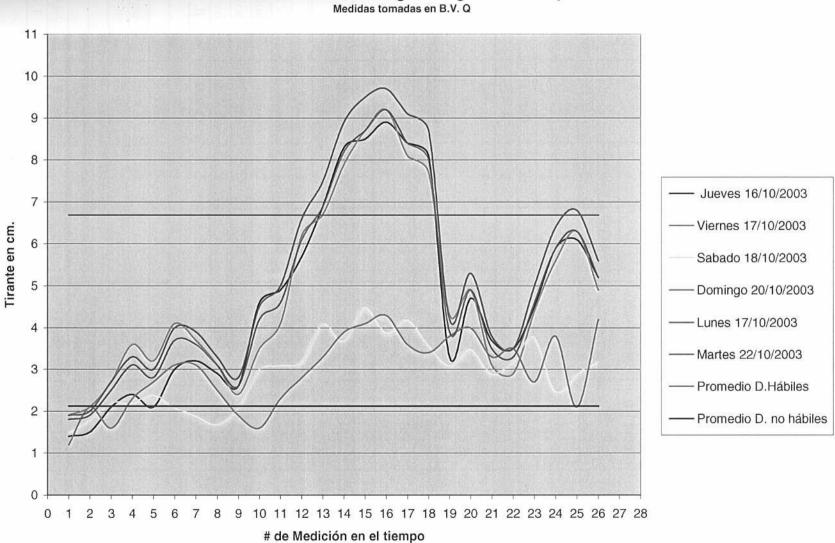
#### Análisis de la Velocidad Máxima (1,182 m/s).

En este caso, los valores encontrados, se encuentran dentro de los rangos exigidos por la norma; suficientemente altos para impedir la sedimentación de los sólidos y suficientemente bajos para evitar el daño a las tuberías de concreto por exceso de velocidad.

#### Análisis de la Velocidad Mínima (0,334 m/s).

Esta se encuentra por debajo del valor mínimo exigido por la normativa actual. Ya que el tiempo en el que la velocidad es menor a 0,60 m/s, es considerable, se recomienda una limpieza preventiva a las tuberías correspondientes al colector principal, puesto que se sospecha la existencia de una obstrucciónes parciales (como se demostrará en la medición de velocidades haciendo uso de colorantes). Estas obstrucciones, causan una disminución de velocidades, causando así nuevas obstrucciones aguas abajo por sedimentación de sólidos lo cual termina causando el colapso del sistema como ocurrió ya en el mes de Enero del presente año.

# Curvas de Tirante de Aguas Negras Vs. Tiempo





# 3.2.2.- Medición de velocidades haciendo uso de colorantes.

Cada vez que fue vertido un colorante en los edificios respectivos, se midió el tiempo transcurrido desde el vertido, hasta la salida del colorante en las tanquillas o bocas de visita aguas abajo obteniendose el siguiente resultado:

Vertido en	Salida en	Tiempo t	ranscurrido	Longitud aproximada del recorrido	Velocidad aproximada del flujo	
Mahilo II		Minutos	Segundos	(m)	(m/s)	
E. Cincuentenario	T.U.	6	22	99,00	0,259	
T.U.	T.1Mod6	1	42	19,50	0,191	
T.1Mod6	T.2Mod6	2	10	18,70	0,144	
T.2Mod6	T.Ppal	39	37	191,70	0,081	
T.Ppal	B.V.R	2	10	14,80	0,114	
B.V.R	B.V.Q	1	23	8,22	0,099	
Postgrados	T.U.	8	4	97,45	0,201	
T.U.	T.1Mod6	1	8	19,50	0,287	
T.1Mod6	T.2Mod6	1	40	18,70	0,187	
T.2Mod6	T.Ppal	37	26	191,70	0,085	
T.Ppal	B.V.R	1	48	14,80	0,137	
B.V.R	B.V.Q	1	5	8,22	0,126	
RVR						
Módulo 6	T.U.	5	36	61,53	0,183	
T.U.	T.1Mod6	1	38	19,50	0,199	
T.1Mod6	T.2Mod6	2	- 3	18,70	0,152	
T.2Mod6	T.Ppal	38	28	191,70	0,083	
T.Ppal	B.V.R	2	9	14,80	0,115	
B.V.R	B.V.Q	1	36	8,22	0,086	
Módulo 5	T.Ppal	31	39	217,00	0,114	
T.Ppal	B.V.R	2	15	14,80	0,110	
B.V.R	B.V.Q	1 1	47	8,22	0,077	
Módulo 4	T.Ppal	25	26	183,40	0,120	
T.Ppal	B.V.R	2	4	14,80	0,119	
B.V.R	B.V.Q	1	16	8,22	0,108	



Módulo 3	T Dool	18	35	140,90	0,126
Marie Control of the	T.Ppal B.V.R	2	16	14,80	0,120
T.Ppal B.V.R	B.V.R	1	41	8,22	0,081
D. V.IC	D.V.Q	* 1	1.4	3,22	.,
Módulo 2	T.Ppal	11	43	116,70	0,166
T.Ppal	B.V.R	2	31	14,80	0,098
B.V.R	B.V.Q	1	52	8,22	0,073
Módulo 1	T.Mod1	5	16	53,60	0,170
T.Mod1	T.Ppal	3	24	21,20	0,104
T.Ppal	B.V.R	2	18	14,80	0,107
B.V.R	B.V.Q	1	41	8,22	0,081
				M	
Rectorado	T.Ppal	49	16	211,80	0,072
T.Ppal	B.V.R	2	22	14,80	0,104
B.V.R	B.V.Q	1	56	8,22	0,071
#" -					
Biblioteca	T.Ppal	31	15	122,90	0,066
T.Ppal	B.V.R	2	18	14,80	0,107
B.V.R	B.V.Q	_ 1	47	8,22	0,077
Centro Loyola	B.V.R	26	20	82,50	0,052
B.V.R	B.V.Q	1	23	8,22	0,099
Residencia					
B.V.R-3	B.V.R	16	38	113,54	0,114
B.V.R	B.V.Q	1	30	8,22	0,091

Análisis de Resultados de la medición de velocidades haciendo uso de colorantes.

Como puede verse, todas las velocidades son inferiores al límite mínimo normativo de 0,60 m/s, por lo que es evidente la acumulación de sedimentos en los tramos considerados del sistema de cloacas. Estas bajas velocidades conllevan también a la formación de sulfuro de hidrógeno el cual puede llegar a corroer el concreto de las tuberías disminuyendo su espesor y llevandolo al colapso.



3.3.- Análisis de Capacidades vs. Población 3.3.1 Determinación de Capacidades.

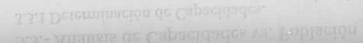
# TANQUILLAS MEDIDAS PERTENECIENTES AL COLECTOR PRINCIPAL

Tramo	Tanquilla o B.V.	Cota de Rasante (msnm)	Diámetro (m)	Área (m2)	R (m)	L(m)	S	n	Capacidad del tramo a sección plena (l/s)	Velocidad a sección plena (m/s)
T.P11 - T.U	T.P11.	919.85	0.15	0.0177	0.0375	16.40	0.00310	0.015	7,346	N. LEZ
	T.U.	919.80	0.15	0.0177						0.416
	I 70.11 I	010.70	0.20		<u> </u>					
T.U - T.1mod6	T.U.	919.78	0.20	0.0324	0.0508	19.50	0.03436	0.015	54.968	1.695
	T.1mod6	919.11	0.20				W			
T.1mod6 - T.2mod6	T.1mod6	919.10	0.20	0.0324	0.0508	18.70	0.00802	0.015	26.559	0.040
1.1modo - 1.2modo	T.2mod6	918.95	0.20	0.0324						0.819
<del></del>	T.2mod6	918.93	0.20		-					
T.2mod6 - T.Ppal	T.Ppal	917.22	0.20	0.0314	0.0500	191.70	0.00892	0.015	26.847	0.855
	· · · · · ·									
T.Ppal - B.V.R	T.Ppal	918.93	0.25	0.0491	0.0625	14.80	0.13243	0.015	187.556	3.821
	B,V.R	916.97	0.25	0.0491	0.0023	14.00	0.13243	0.013	167.330	3.821
	B.V.R	916.91	0.25	0.0505	0.0625	8.22	0.01825	0.015	72.632	
B.V.R - B.V.Q	B.V.Q	916.76	0.25	0.0507	0.0635					1.433

<sup>(1)</sup> El tramo T.P11 - T.U. no cumple con la velocidad mínima de 0,60 m/s indicada por la norma.

# TANQUILLAS MEDIDAS PERTENECIENTES AL COLECTOR SECUNDARIO "R"

Tramo	Tanquilla o B.V.	Cota de Rasante (msnm)	Diámetro (m)	Átea (m2)	R (m)	L(m)	S	n	Capacidad del tramo (l/s)	Velocidad (m/s)
B.V.R3 - B.V.R	B.V.R3	925.65	0.20	0.0324	0.0508	113.54	0.07583	0.015	81.661	2.518
	B.V.R	917.04	0.20							



TANQUILLAS MEDIDAS PERTENECIENTES



# TANQUILLAS MEDIDAS PERTENECIENTES AL COLECTOR SECUNDARIO "U-1"

Tramo	Tanquilla o B.V.	Cota de Rasante (msnm)	Diámetro (m)	Área (m2)	R (m)	L(m)	S	n	Capacidad del tramo (l/s)	Velocidad (m/s)
Tec - P1	T.Ec	923.03	0.15	0.0177	0.0275	36.10	0.03407	0.012	30.454	1 702
1ec - P1	P1	921.80	0.15	0.0177	0.0375	30.10	0.03407	0.012	30.434	1.723
P1 - P2	P1	921.80	0.15	0.0177	0.0375	36.80	0.04429	0.012	34.723	1.965
P1 - P2	P2	920.17	0.15	0.0177						
P2 - T.U.	P2	920.17	0.15	0.0177	0.0375	1.60	0.23125	0.012	79.339	4.490
	T.U.	919.80	0.15	0.0177						

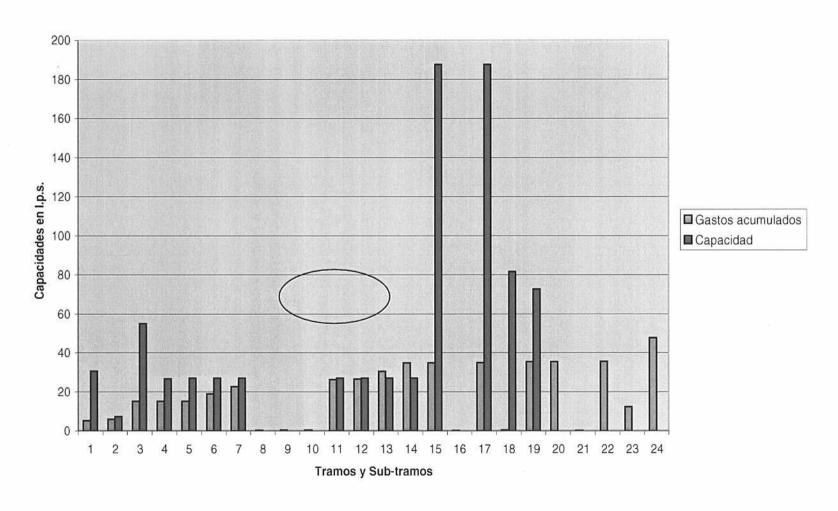


# CUADRO DE GASTOS Y CAPACIDADES

COLECTOR DE	DE PUNTO	INTO A PUNTO	DENOTACIÓN NUMERICA DE TRAMOS Y	EDIFICIOS EMPOTRADOS A DICHO TRAMO	GASTO ANTERIOR	GASTO PROPIO	GASTO ACUMULADO	CAPACIDAD	% DE LA CAPACIDAD OCUPADA
			SUBTRAMOS		(L.P.S.)	(L.P.S.)	(L.P.S.)	(L.P.S.)	
EC	Tec	T.U.	1	CN		5,22	5,22	30,454	17,141
PG	TP11	T.U.	2	Р	8	5,961	5,961	7,346	81,147
PPal	T.U.	T1mod6	3	M6		3,986	15,167	54,968	27,592
PPal	T1mod6	T2mod6	4		15,167		15,167	26,559	57,106
PPal	T2mod6	Ap.M5	5	M5	15,167	27	15,167	26,847	56,495
PPal	Ap.M5	Ap.M4	6	M4	15,167	3,67	18,837	26,847	70,165
PPal	Ap.M4	Ap.M3	7	МЗ	18,837	3,724	22,561	26,847	84,036
SC-BIB	SC1	B.V.S-1-1	8	SC	7	0,267	0,267	No Determinada	No Determinado
SC-BIB	B.V.S-1-1	B.V.S-1	9	В	0,267	0,105	0,372	No Determinada	No Determinado
BIB-AP.BIB	B.V.S-1	B.V.S	10	-	0,372	- 3	0,372	No Determinada	No Determinado
PPal	Ap.M3	Ap.Bib	11	-	22,561	3,512	26,073	26,847	97,117
PPal	Ap.Bib	Ap.M2	12	В	26,073	0,372	26,445	26,847	98,503
PPal	Ap.M2	Ap.M1	13	M2	26,445	3,929	30,374	26,847	113,137
PPal	Ap.M1	Tppal	14	M1	30,374	4,348	34,722	26,847	129,333
PPal	Tppal	Ap.CL	15	-	34,722		34,722	187,556	18,513
CL	CL	Ap.CL	16	CL	-	0,216	0,216	No Determinada	No Determinado
PPal	Ap.CL	B.V.R	17	(SE)	34,722	0,216	34,938	187,556	18,628
R	B.V.R3	B.V.R	18	R		0,389	0,389	81,661	0,476
PPal	B.V.R	B.V.Q	19		34,938	0,389	35,327	72,632	48,639
PPal	B.V.Q	Ap.Cest	20		35,327	22/	35,327	No Determinada	No Determinado
Cest	TCest	Ap.Cest	21	CE	-	0,145	0,145	No Determinada	No Determinado
PPal	Ap.Cest	BVP	22		35,327	0,145	35,472	No Determinada	No Determinado
Ing	BVing1	BVP	23	L	-	12,273	12,273	No Determinada	No Determinado
PPal	BVP	DescF	24	-	35,472	12,273	47,745	No Determinada	No Determinado



# Gráfico comparativo de Capacidades vs. Gastos acumulados





# CONCLUSIONES

Al llegar a este punto del trabajo, se destacan las siguientes observaciones:

- ➤ Hay pruebas suficientes para concluir que existe una fuga de agua potable considerable (0,301 l.p.s., lo que representa 780,192 M³ mensuales).
- Debido a las mediciones de velocidad realizadas con el uso de colorantes, se revela una obstrucción parcial en el colector principal.
- Algunas de las bocas de visita necesarias para el mantenimiento del sistema no se encuentran o no se puede acceder a ellas.
- No se consiguieron las bocas de visita correspondientes a la descarga final.
- Existe un tramo del colector principal (que va de módulo 2 a la tanquilla Tppal), que según los cálculos normativos de gasto máximo cloacal según la población, la capacidad es rebasada en 129,33%, pero según las mediciones realizadas, el gasto efluente real llega a ocupar, a lo sumo un 67% de la capacidad de dicho tramo.
- Existe un terreno de aproximadamente 4000 m², donde podría ser posible la ubicación de la planta de tratamiento, de ser verificada la información contenida en los planos consultados (referencias A.1.6 y A.1.7).

# RECOMENDACIONES

1.- Con respecto a las tanquillas y bocas de visita que puedan encontrarse:

-Bajo aceras, banquillos, jardines, carpetas asfalticas y selladas, se recomienda destaparlas para labores de mantenimiento correctivo y preventivo de la red cloacal, puesto que de presentarse una obstrucción severa del sistema no hay forma de accesar al sitio oportunamente.

Además esto permitiría el necesario mantenimiento periodico de la red para su correcto funcionamiento.

- 2.- Separar de la red cloacal los empotramientos hallados de agua de lluvias.
- 3.- Realizar mantenimiento y limpieza urgente a la tanquilla: TPpal, ya que se observa que tanto la tubería de llegada como la tubería de descarga, asi como tambien el tramo que debe pasar el flujo dentro de la tanquilla, se encuentra casi 100% obstruidos por una acumulación apreciable de desechos sólidos (papel, trapos, etc.). Este procedimiento puede llevarse a cabo con el uso de equipos destinados a ese fín como es el caso de los camiones "Vactor", los cuales realizan este tipo de limpiezas con una eficiencia considerablemente alta.
- 4.- Reparar fugas en los sanitarios ya que se nota un caudal base de 0,301 l.p.s. incluso en días sabados, domingos y feriados, lo cual evidencia la existencia de fugas en los sanitarios del campus.
  - 5.- Fumigar todas y cada una de las Tanquillas y Bocas de Visita.
- 6.- Realizar una inspección general para determinar el grado de deterioro de la tubería de concreto del colector principal con un equipo de monitoreo de circuito cerrado, esto considerando que dicha tubería tiene más de 35 años en uso.



# REFERENCIAS

# A) PLANOS

Los planos de los cuales se tomo la información fueron los siguientes:

# A.1.- De Ingeniería Municipal (Archivo de Ingeniería del Municipio Libertador, Zona Rental de Plaza Venezuela).

Todos los planos que posee esta oficina relacionados con la Universidad Católica Andrés Bello se encuentran archivados bajo el número.: **7251 - E**.

#### A.1.1.:

Plano: Levantamiento topográfico planialtimétrico de la UCAB, Montalbán - La Vega, Caracas.

Fecha: Agosto de 1979.

Comentario: Levantamiento correspondiente a la construcción del sexto módulo del edificio de aulas.

Firmado por: Ing. Ricardo Rivas, C.I.V.: 23.465.

Sello de: Gerencia de Obras y Proyectos de la Fundación Andrés

Bello. UCAB.

Hojas consultadas # 2, 4, 5, 6, 9, 10 y 11 de 13.

#### A.1.2.:

Plano: U.C.A.B. Edificio de Servicios Generales.

P-1

Planta de Conjunto Junio de 1980.

Proyecto: Eduardo Castillo Castillo.

Giglia Sánchez de Rasmussen

Cálculo: Henrique Arnal Arroyo

Instalaciones Sanitarias: Oficina de Ingeniería INGEPRO C.A.

Dibujo: OBR

Firmado por: Ing. Ricardo Rivas, C.I.V.: 23.465.

Sello de: Gerencia de Obras y Proyectos de la Fundación Andrés

Bello, UCAB.

#### A.1.3.:

Obra: Fundación Andrés Bello - U.C.A.B. - Biblioteca.

Plano: Planta Baja - Aguas Negras.



Plano # : P-6 Obra # 141

Compañía: TEC.S.A. Proyecto: J. C. Volante.

E. J. Castillo.

Cálculo: Atahualpa Dominguez C. (C.I.V. # 839)

Director de TEC.S.A.

Dibujo: F. Zeman. Fecha: Octubre de 1964.

Firmado por: Victor Iriarte S.J., como Presidente de la Fundación Andrés Bello y por Atahualpa Dominguez C. como Director de TEC.S.A.

## A.1.4.:

Obra: Fundación Andrés Bello - U.C.A.B. - Biblioteca.

Plano: Planta Baja - Aguas Negras.

Plano # : P-7 Obra # 141

Compañía: TEC.S.A. Proyecto: J. C. Volante.

E. J. Castillo.

Cálculo: Atahualpa Dominguez C. (C.I.V. # 839)

Director de TEC.S.A.

Dibujo: F. Zeman. Fecha: Octubre de 1964.

Firmado por: Victor Iriarte S.J., como Presidente de la Fundación Andrés Bello y por Atahualpa Dominguez C. como Director de TEC.S.A.

### A.1.5.:

Aguas Negras y Aguas de LLuvia.

TEC.S.A.

Proyecto: J. C. Volante.

E. J. Castillo.

Cálculo: B.F. - F.F.

Dibujo: F. Zeman.

Fecha: Noviembre de 1963

Plano: Planta Baja.

Obra: Fundación Andrés Bello - U.C.A.B. - Edificio de Aulas.

Plano # I.S. - 2

Obra # 141

Comentario; Este plano fue utilizado para la construcción de todos los módulos del edificio de aulas ( desde el primero hasta el sexto).



#### A.1.6.:

Aguas Negras y Pluviales.

Ampliación del Edificio de Laboratorios.

Eduardo José Castillo, Arquitecto, S.V.A.

Proyecto: Eduardo José Castillo

Cálculo: - .-

Dibujo: DIS - TEC

Fecha: Agosto de 1970.

Planta Baja. Plano: P-2.

Firmado por: Alatz Quintana Uranga, Ingeniero Inspector (C.I.V.:

2868) y por Francisco Rodriguez, Presidente de la Fundación Andrés Bello.

Comentario: Con este plano se ubicó la descarga final que se muestra en el plano elaborado.

#### A.1.7.:

Aguas Negras y Pluviales.

Ampliación del Edificio de Laboratorios.

Eduardo José Castillo, Arquitecto, S.V.A.

Proyecto: Eduardo José Castillo

Cálculo: - .-

Dibujo: DIS - TEC

Fecha: Agosto de 1970.

Planta Baja.

Plano: P-1.

Firmado por: Alatz Quintana Uranga, Ingeniero Inspector (C.I.V.:

2868) y por Francisco Rodriguez, Presidente de la Fundación Andrés Bello.

Comentario: Con este plano se ubicó la descarga final que se muestra en el plano elaborado.

A.2.- De la Dirección de Servicios Generales de la Universidad Católica Andrés Bello.

A.2.1.:

A.3.- De Hidrocapital (Planoteca, Avenida Andrés Bello,

Centro Andrés Bello).

A.3.1.:



República de Venezuela
Instituto Nacional de Obras Sanitarias
Acueductos y Alcantarillados de la Zona Metropolitana
Planos de construcción:

Obra: Urbanización Montalban - La Vega

Unidad Vecinal 5

Planta de Cloacas y Drenajes.

Fecha: Marzo de 1983.

Escala: 1:500.

Nivel: ---

Zona: ---

Total: Hoja 10 de 19

Grupo: ---

Coord: ---

División: ---

Constructora ALVO, C.A.

Ing. Const.: Santiago Azpurua G.

Ing. Inspector: ---

Ing. Jefe: ---

# B) NORMAS

- B.1.- Normas e Instructivos para el Proyecto de Alcantarillados, INOS 1989
- B.2.- Normas Sanitarias para el proyecto, construcción, ampliación, reforma y mantenimiento de las instalaciones sanitarias para desarrollos urbanisticos, Gaceta Oficial Nº 4.103 Extraordinaria del 02 de Junio de 1989.
- **B.3.-** Normas Sanitarias para el proyecto, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de edificaciones, Gaceta Oficial N° 4.044 Extraordinaria del 08 de Septiembre de 1988.Ing. Const.: Santiago

# C) LIBROS, PUBLICACIONES Y APUNTES

C.1.- Alvaro Palacios.: Apuntes de Acueductos, Cloacas y Drenajes.

C.2.- Simón Arocha.: Cloacas y Drenajes, Teoría y Diseño.

# D) TRABAJOS ESPECIALES DE GRADO

**D.1.-** Caldera, Mayerling. (2003). <u>Evaluación de las Unidades Sanitarias de las Edificaciones que conforman la Universidad Católica Andrés Bello</u>. Trabajo Especial de Grado presentado ante la Universidad Católica Andrés Bello como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Civil.

# E) ENTREVISTAS

- E.1.- Alatz Quintana. Entrevista telefónica. 17 de Octubre, 2003.
- E.2.- Gustavo Sucre. Entrevista Personal. 12 de Septiembre, 2003.

### GLOSARIO DE TERMINOS

SISTEMA DE CLOACAS: Es el conjunto de obras de ingeniería sanitaria constituidas por tuberías de empotramiento, redes, estaciones de bombeo, emisario y otros, que recogen las aguas servidas de una localidad o urbanización y la conducen hacia una planta de tratamiento o sitio de descarga.

**SISTEMA ÚNICO:** Es el sistema de cloacas que conduce la totalidad de aguas servidas y la totalidad de aguas de lluvia que caen en la hoya contribuyente utilizando el mismo colector.

**SISTEMA MIXTO:** Es el sistema de cloacas en el cual los colectores reciben todas las aguas servidas y parcialmente las aguas de lluvia.

**SISTEMA SEPARADO:** Es el sistema de cloacas en el cual se proveen dos colectores, uno para conducir las aguas servidas y otro para evacuar las aguas de lluvia.

**SISTEMA DE AGUAS NEGRAS:** Es aquel que se construye para conducir solamente las aguas residuales.

**COLECTOR:** Es la cloaca pública que recibe y conduce aguas servidas.

**COLECTOR PRINCIPAL:** Es la sucesión de tramos de cloaca que partiendo de la boca de visita de comienzo del emisario, en sentido contrario al flujo, sigue la ruta de los gastos mayores.

**COLECTOR SECUNDARIO:** Es el colector que arrancando del colector principal, en sentido contrario al flujo, sigue la ruta de los gastos mayores.

COLECTOR ÍNTERDOMICILIARIO: Es la cloaca que ubicada en terrenos de propiedad privada, recoge y/o conduce las aguas servidas hasta una boca de visita del sistema de cloacas ubicada en la via pública.

**EMISARIO:** Es la cloaca que lleva las aguas residuales desde la última acometida al punto de descarga.

**RED:** Es el conjunto de todas aquellas cloacas que hacen una sola acometida al colector principal.

**TRAMO:** Es la parte de un colector comprendido entre los centros de dos bocas de visita sucesivas.

RASANTE: Es la línea de fondo interno de una cloaca.

**BOCA DE VISITA:** Es el dispositivo de un sistema de cloacas con acceso al colector, cuya finalidad es facilitar las labores de inspección, mantenimiento y eficiencia del sistema.

**EMPOTRAMIENTO:** Es la cloaca que conduce las aguas servidas desde la li nea de fachada de un inmueble hasta el colector.

AGUAS NEGRAS: Son las aguas cloaca les residuales de una edificación que contienen materia fecal y/u orina

AGUAS SERVIDAS: Son las aguas cloaca les residuales de una edificación con o sin contener material fecal y/u orina, pero sin contener aguas de lluvia.

**AGUA DE INFILTRACIÓN**: Es el agua que a través del subsuelo penetra en el sistema de cloacas, principalmente por las juntas o paredes de las bocas de visita.

**ENTIBAR:** Es apuntalar las excavaciones, con piezas de madera o metálicas, para evitar el derrumbe.

**CONJUNTO:** Es la cantidad de tubos fabricados en un mismo día y con la misma mezcla de concreto que pueden reunirse para ser representados por un mismo grupo de cilindros.

FACTOR DE CARGA: Es la relación entre la resistencia a la carga en el terreno y la resistencia en laboratorio en el ensayo de tres filos de un tubo.

MANTENIMIENTO: Es el conjunto de acciones que permiten conservar las obras, instalaciones y equipos en un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado.

CATASTRO CLOACAL: Es el censo, nómina, lista estadística y planos de todos los colectores y redes de cloacas de una localidad.

ENTIE

# EXTRACTOS DE LAS NORMAS

A continuación se presentan extractos de la normativa vigente relacionados con la elaboración de este trabajo especial de grado.

1.- De la Publicación: "NORMAS E INSTRUCTIVOS PARA EL PROYECTO DE ALCANTARILLADOS", INSTITUTO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS, 1989<sup>ren</sup>.

#### ARTÍCULO 2.2. SISTEMA A ADOPTAR

Se deberá emplear el sistema separado y solamente en aquellos casos suficientemente justificados, se podrá autorizar otro sistema por vía de excepción.

#### ARTÍCULO 2.3. UBICACIÓN DE LOS COLECTORES

Los colectores se proyectarán para ser construidos siguiendo el eje de las calles, a menos que hubiere razones especiales para ubicarlos a un lado o según gabaritos convenidos.

Los colectores se proyectarán de manera que todos los ramales, incluyendo los empotramientos en el caso de las aguas servidas, pasen por debajo de las tuberias de acueducto existentes o futuras, dejando como minimo una luz libre de 0,20 m. entre los dos conductos. En caso de que no pueda mantenerse esta luz libre mínima, deberá recubrirse el colector, con una envoltura de concreto de 150 kg/cm² de 10 cm. de espesor, en una longitud de 2,50 m. a ambos lados del punto de cruce de las tuberias. Cuando ambas tuberías corran paralelas y no pueda mantenerse esa luz libre mínima de 0,20 m., se deberá envolver el colector con una envoltura de concreto de 150 kg/cm² de 10 cm. de espesor, en una longitud igual a la del paralelismo más un exceso de 1,50 m. en ambos extremos.

La distancia libre mínima horizontal entre los colectores y las tuberías de acueducto existentes o futuras, será de 2,00m. Cuando por circunstancias debidamente justificadas, no pueda mantenerse esta separación horizontal mínima, deberá profundizarse el colector en forma tal, que la luz libre vertical entre ambas tuberías, sea igual a 0,20 m. más la mitad de la diferencia entre 2 m. y la distancia horizontal propuesta. En ningún caso, la separación horizontal podrá ser menor de 1 m.

# ARTÍCULO 3.2.1. ZONAS TRIBUTARIAS

La localidad estudiada deberá ser considerada como formando un todo con las zonas adyacentes, de acuerdo con los diferentes factores topográficos, demográficos, urbanísticos y

turísticos, que pueden influir en las características del proyecto. Se deberán considerar las zonas de extensión futura, de acuerdo con el desarrollo posible de la localidad y tomarlas en cuenta para el cálculo de los colectores, que tengan relación con dichas zonas.

#### ARTÍCULO 3.2.2. COLECTORES EXISTENTES

Se estudiarán las condiciones de capacidad, estado de conservación y posible duración de los colectores existentes en la localidad, con miras a su posible utilización.

# ARTÍCULO 3.18. DIÁMETRO MÍNIMO DE LOS COLECTORES

En sistemas de alcantarillados para aguas servidas será  $\phi$  0.20 m. En sistemas de alcantarillados para aguas pluviales y sistema único será  $\phi$  0.25 m.

#### ARTÍCULO 3.19. PROFUNDIDAD MÍNIMA DE LOS COLECTORES

El lomo de los colectores estará a una profundidad mínima de 1.15 m; determinada por la ubicación de la tubería del acueducto de la localidad. En casos muy especiales debidamente justificados, podrá admitirse una profundidad menor a la indicada, debiendose tomar las precauciones necesarias, a fin de asegurar la integridad de los colectores.

# ARTÍCULO 3.19. PROFUNDIDAD MÁXIMA DE LOS COLECTORES

La profundidad máxima de los colectores en zanja abierta, no debe ser excesiva, especialmente en zonas de terrenos inestables o rocosos. En casos de profundidad excesiva de los colectores, se realizará una comparación de costos con otras soluciones, a fin de seleccionar la más económica y conveniente. Debe tenerse en consideración al emplear tuberías prefabricadas, que para cada diámetro, material y tipo de apoyo, existe una profundidad máxima de colocación de las mismas, determinadas por las cargas (muerta y viva) que deben soportar, según se indica en las "Normas para la Fabricación de Tubos de Concreto para Cloacas INOS CL-C-65 y Ábacos para Tubos Enterrados", Año 1965.

# ARTÍCULO 3.22. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

Los valores del coeficiente de rugosidad "n" a utilizar según el material de los colectores, serán los siguientes:

MATERIAL	"n"
a) Colectores cerrados prefabricados	
PVC	0,012
PEAD	0,012
Fiberglass	0,012
Acero	0,012
Hierro fundido	0,012
Hierro fundido dúctil	0,012
Asbesto-Cemento	0,013
Arcilla vitrificada	0,013
Concreto ( φ ≥ 24" )	0,013
Concreto ( φ ≤ 21")	0,015
b) Colectores cerrados vaciados en sitio	
Concreto	0,014
c) Canales	
Revestidos de asfálto	0,015
Revestidos de concreto	0,015
Excavados en tierra	0,022 - 0,030
Lechos pedregosos y taludes con grama	0,035

### ARTÍCULO 3.23. VELOCIDAD MÍNIMA

La velocidad mínima a sección llena, en colectores de alcantarillados de aguas servidas, será de 0,60 m/s. La velocidad mínima a sección llena, en colectores de alcantarillados de aguas pluviales, será de 0,75 m/s. En casos especiales, cuando no se disponga de la pendiente mínima demanda por el diámetro, se permitirá usar un diámetro menor siempre y cuando se obtenga la mayor velocidad real en el caso considerado.

#### ARTÍCULO 3.24. VELOCIDAD MÁXIMA

La velocidad máxima a sección llena en colectores de alcantarillados, dependerá del material a emplear en los mismos.

Las velocidades admisibles, según el material de los colectores, serán las siguientes:

#### VELOCIDAD LIMITE EN M/S

a) Concreto	
$Rcc28 = 210 \text{ Kg/cm}^2$	5,00
$Rcc28 = 280 \text{ Kg/cm}^2$	6,00
$Rcc28 = 350 \text{ Kg/cm}^2$	7,50
$Rcc28 = 420 \text{ Kg/cm}^2$	9,50
b) Arcilla vitrificada	6,00
c) Asbesto-Cemento	4,50
d) PVC	4,50
e) Hierro fundido acero	Sin límite

Los materiales a emplear en los colectores serán:

- a. Concreto armado o sin armar
- b. Arcilla vitrificada
- c. Asbesto-cemento
- d. Hierro fundido
- e. Hierro fundido dúctil
- f. Acero
- g. PVC (Policloruro de Vinilo)
- h. Fiberglass (Fibra de Vidrio)
- i. Polietileno de alta densidad (PEAD)
- j. Cualquier otro material, que al igual que los mencionados anteriormente, deberá cumplir con las especificaciones que al efecto tenga establecido el Instituto Nacional de Obras Sanitarias.

# ARTÍCULO 3.26. TIPO DE JUNTAS

En la instalación de colectores de aguas servidas y de aguas de lluvia, cualquiera sea el material empleado en las juntas, se tendrá cuidado en cuanto a su elaboración, de manera de lograr su estanqueidad. En aquellos casos donde el colector quede por debajo del nivel freático o muy cerca de el, con el evidente peligro de que se presenten infiltraciones, las juntas deberan ser del tipo de goma o similar que garantice la estanqueidad.

#### ARTÍCULO 3.27. SECCIÓN DE LOS COLECTORES

Los colectores serán en general de sección circular. Se podrán utilizar secciones de otro tipo, siempre que razones técnicas y económicas justifiquen su empleo.

# ARTÍCULO 3.28. PENDIENTES MÍNIMAS

La pendiente mínima de los colectores de un sistema de alcantarillado, estará determinada por las velocidades mínimas admisibles a sección llena, con la salvedad expresada en el Artículo 3.23.

# ARTÍCULO 3.29. PENDIENTES MÁXIMAS

Las pendientes máximas de los colectores de un sistema de alcantarillado, serán las correspondientes a las velocidades máximas admisibles a sección llena, según el material empleado en los mismos.

# ARTÍCULO 3.36. BOCAS DE VISITA

Las bocas de visitas deberán tener las siguientes características:

#### 3.36.1.- Ubicación: Se proyectarán bocas de visitas:

- a. En toda intersección de colectores del sistema
- b. En el comienzo de todos los colectores
- c. En los tramos rectos de los colectores a una distancia máxima entre ellas de 150 m.
- d. En todo cambio de dirección, pendiente, diámetro y material empleado en los colectores
- e. En los colectores alineados en curva al comienzo y fin de la misma y en la curva a una distancia no mayor de 30 m entre ellas cuando corresponda.
- 3.36.2.- Forma y Dimensiones: Deberán ser de las formas y dimensiones indicadas en los dibujos Nros. 10 al 23, denominados Tipos Ia, Ib, Ic, II, III, IVa y Vb.
- 3.36.3.- Estructura: Las bocas de visita en su forma más general constan de cono excéntrico, cilindro y base, los cuales serán de concreto sin armar (150 Kg/cm²), con excepción de las bocas de los Tipos IVa, IVb y placa de tipo III que serán de concreto armado (210 Kg/cm²). El cono y el cilindro podrán construirse con elementos prefabricados o vaciados en sitio. La base será siempre vaciada en sitio.
- **3.36.4.- Utilización:** La boca de visita tipo Ia, se utilizará para profundidades mayores de 1,15 m con respecto al lomo del colector menos enterrado y hasta profundidades de 5 m con respecto a la rasante del colector más profundo.
- 3.36.5.- Base: No se proyectarán bocas de visita de fondo plano, sino con canales que conduzcan las aguas servidas, excepto en el caso en que todos sus colectores comiencen en ella. Los canales estarán desprovistos de salientes, a fin de evitar el depósito de sólidos.
- 3.36.6.- Caida en Bocas de Visita: Se utilizarán cuando en una boca de visita, la diferencia de cotas, entre la rasante del colector de llegada y la rasante del colector de descarga, es de 0,75 m como mínimo, para un  $\phi$  del colector de llegada de 0,20 m. Para otros diámetros consultar la tabla en dibujos números 22 y 23.

#### Facturación de gastos de agua potable de la UCAB

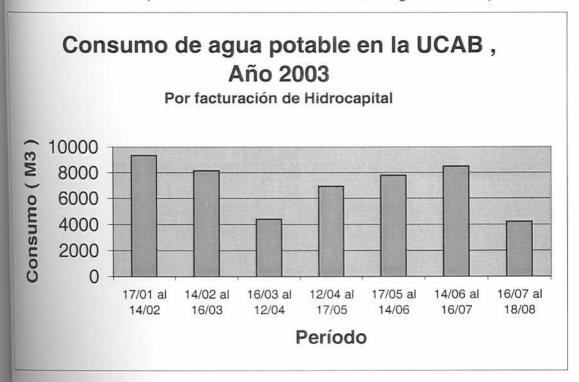
A continuación se presenta el consumo de Agua Potable en m3 del 17/01/2003 al 18/08/2003

Meses	Período	Consumo (M <sup>3</sup> )	Lectura del Medidor ( M <sup>3</sup> )	Días en el período
1	17/01 al 14/02	9334	155078	29
2	14/02 al 16/03	8147	163225	31
3	16/03 al 12/04	4419	167644	28
4	12/04 al 17/05	6936	174580	36
5	17/05 al 14/06	7779	182359	29
6	14/06 al 16/07	8493	190852	33
7	16/07 al 18/08	4221	195073	34
	Σ	39995	Σ	220

Promedio Ponderado 7027,477273 M³ mensuales = 7.027.477,273 litros por mes.

Suponiendo 5 días hábiles a la semana y 16 horas ( de 6:30 a.m. a 10:30 p.m.) por cada día se tiene que el tiempo por mes en segundos durante el cual se asume el consumo de agua potable es de:

Tseg = 4 semanas/mes x 5 días/semana x 16 horas/día x 3600 segundos/hora = 1.152.000,00 seg / mes Esto da como resultado que 7.027.477,273 litros / 1.152.000,00 segundos = 6,1 l.p.s.



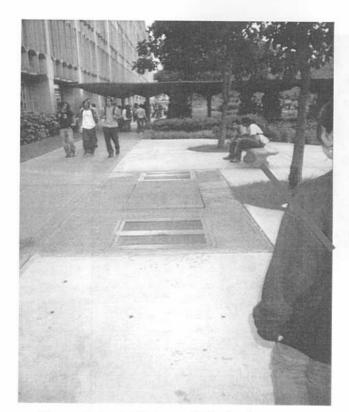


Análisis del Sistema de Cloacas de la U.C.A.B. y su Función Futura

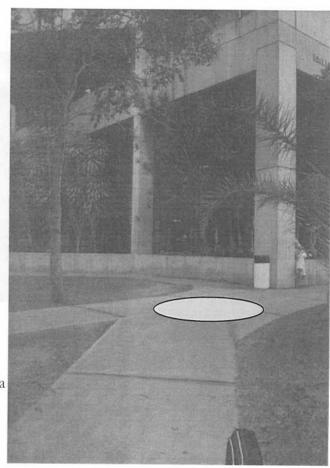
# **FOTOGRAFÍAS**

Trayectore del Coloctor Principal

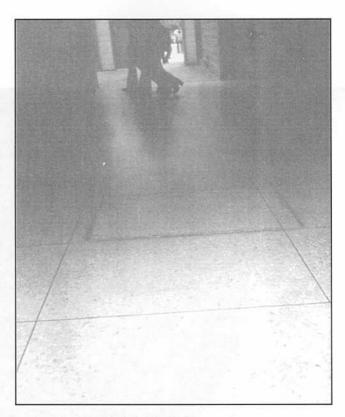
Según los planos Encontrados, la junguilla del Edificio del Rectorado, se encuentra ballo den accesa de concentra



Trayectoria del Colector Principal



Según los planos Encontrados, la tanquilla del Edificio del Rectorado, se encuentra bajo una acera de concreto.



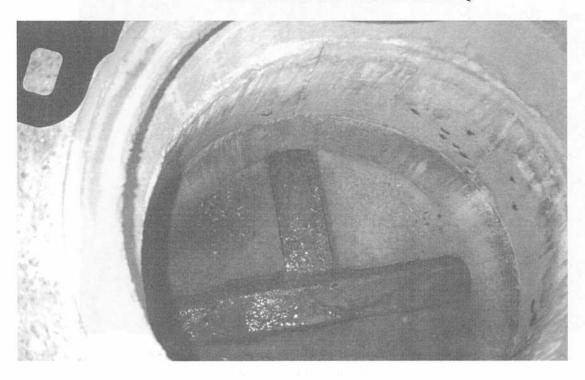
Se observa una tanquilla del Edificio de Laboratorios que se encuentra sellada.



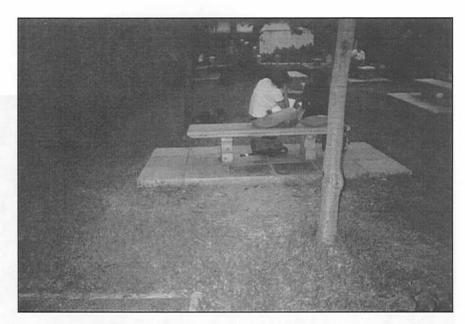
Tanquilla Principal



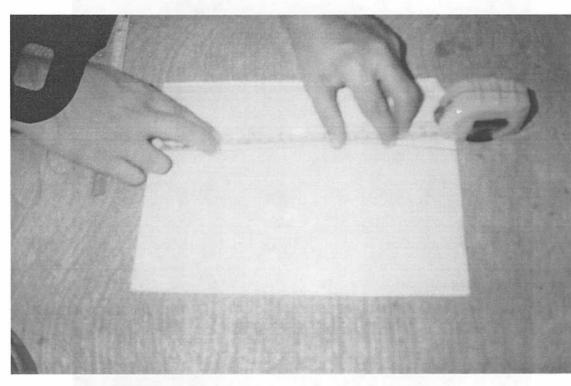
Salida del colorante amarillo en B.V.-Q



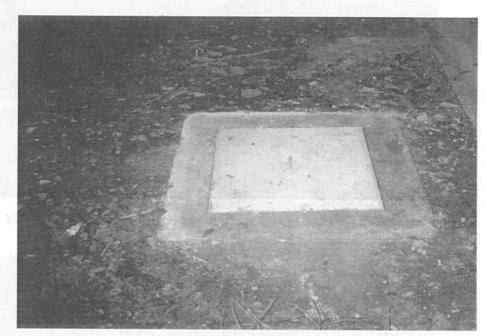
Salida del Colorante Morado en B.V.-R.



Según los planos encontrados, la tanquilla de salida de aguas negras de biblioteca hacia el colector principal se encuentra debajo del banquillo mostrado.



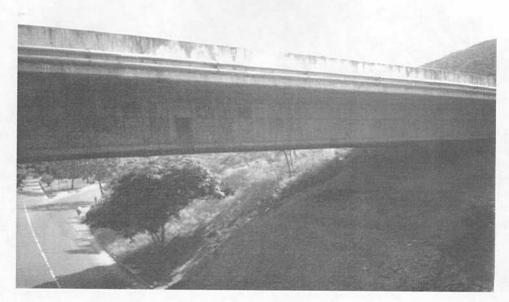
Se midieron las variaciones de la profundidad de la plomada para obtener el tirante de aguas negras.



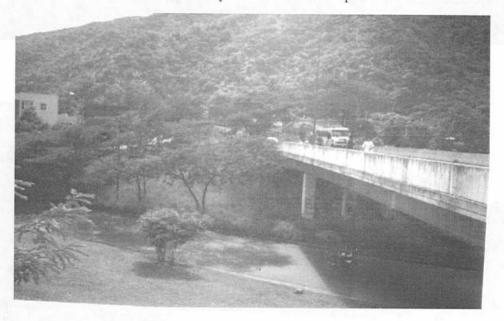
Tanquilla T.Mod6a

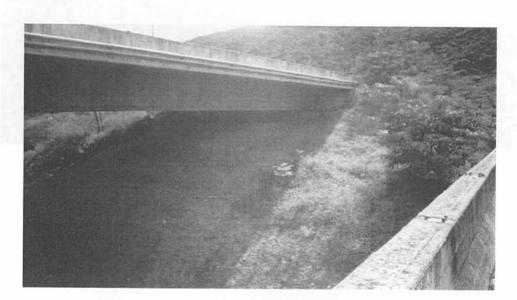


Tanquilla T.Mod.6b



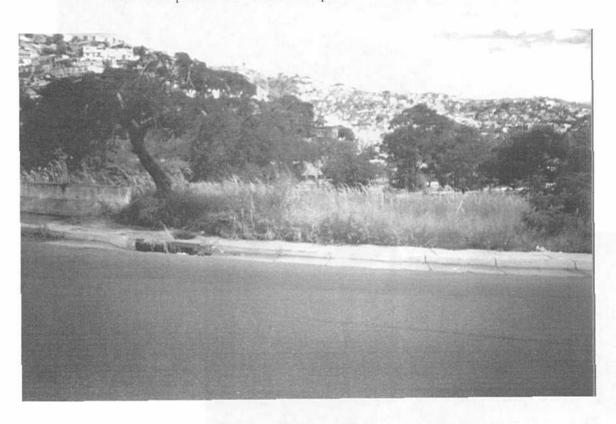
Vistas del terreno donde podría ubicarse una planta de Tratamiento





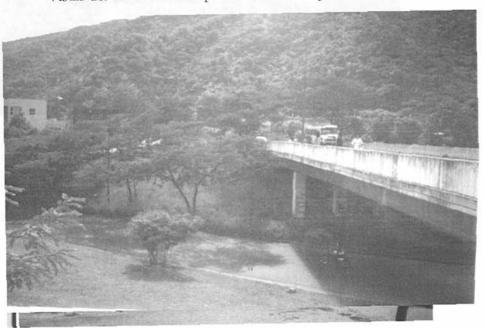


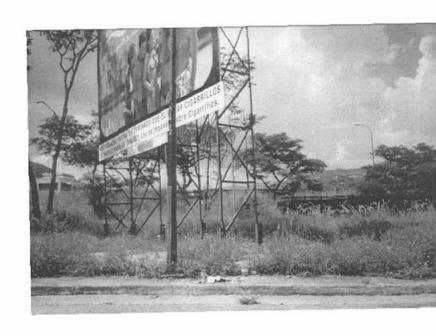
Vistas de la posible ubicación de la planta de tratamiento

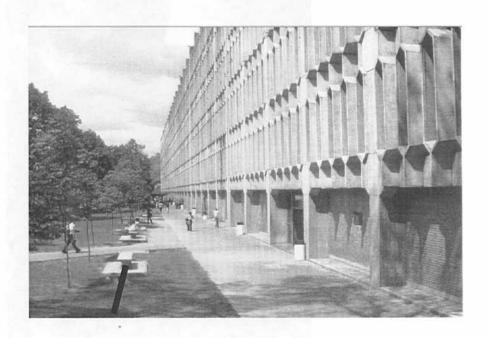




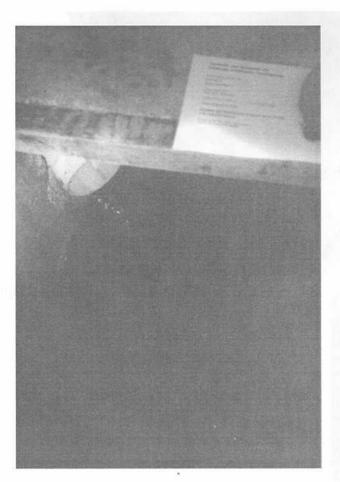
Vistas del terreno donde podría ubicarse la planta de Tratamiento



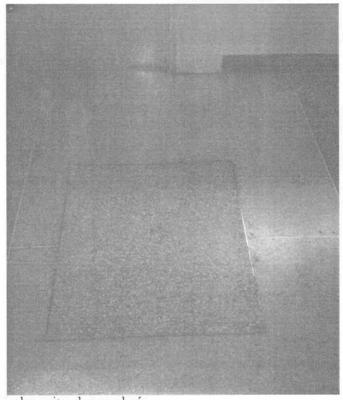




La alineación del colector principal coincide con la serie de banquillos que se observan.



Salida del flujo de aguas negras del edificio cincuentenario



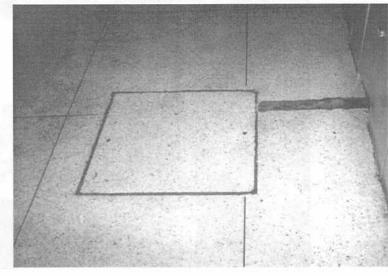
Tanquilla sellada modulo 5 en deposito de papelería



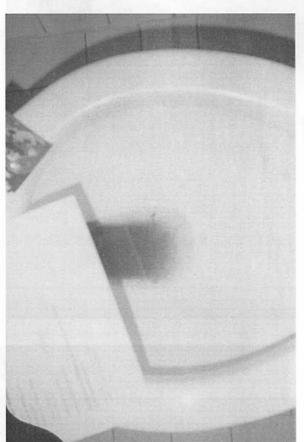
Tanquilla aguas negras del salón Padre Plaza



Tanquilla sellada del modulo 3 en la cocina del cafetín la Católica



Tanquilla sellada de modulo 2



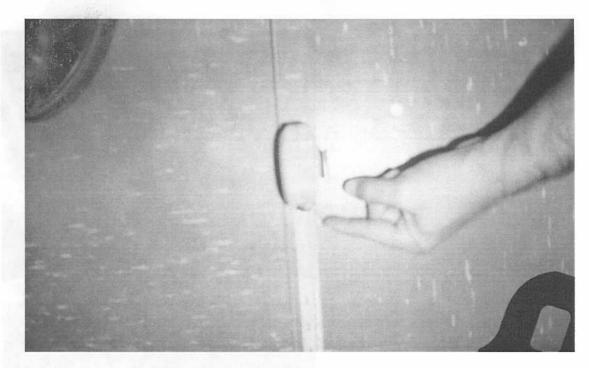




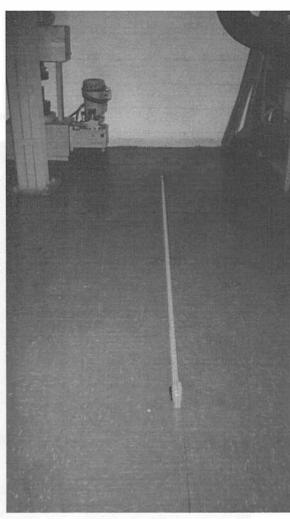
Colorante amarillo



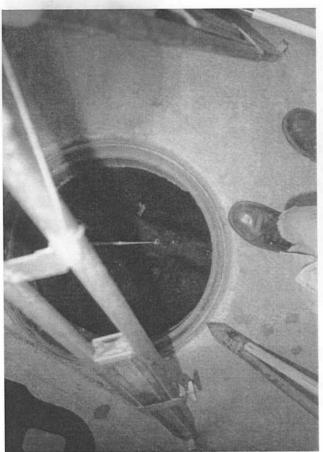
Colorante Morado



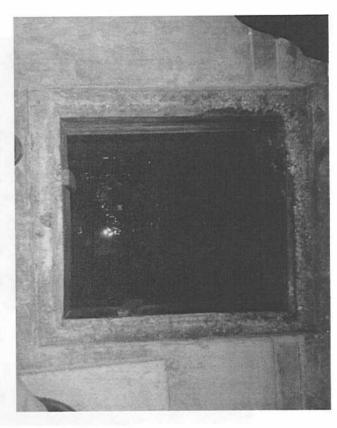




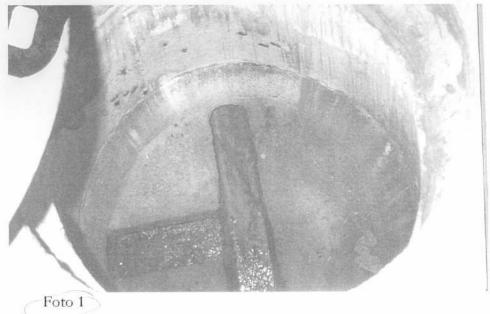
Medición de la plomada



Medición del tirante de agua en la Boca de visita Q



Tanquilla principal



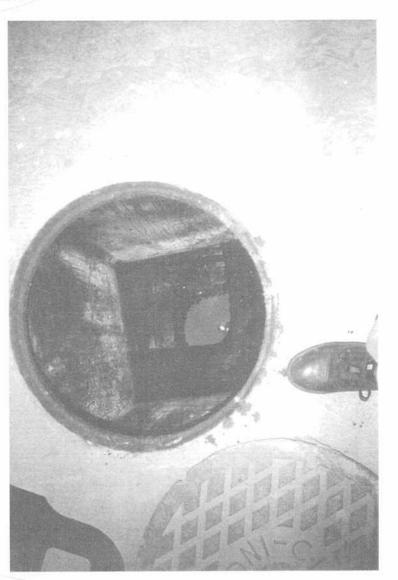


Foto 2