

**DIAGNÓSTICO DE LA RED HIDROSANITARIA
SEDE UIS BUCARICA**

VICTOR HUGO NIÑO VILLAMIZAR

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2.005

**DIAGNÓSTICO DE LA RED HIDROSANITARIA
SEDE UIS BUCARICA**

VICTOR HUGO NIÑO VILLAMIZAR

**Trabajo de Grado en la modalidad de práctica empresarial
para optar al título de Ingeniero Civil.**

Director

MARIO GARCIA SOLANO

Ingeniero Civil M. Sc

Tutor

LUIS EUGENIO PRADA NIÑO

Ingeniero Civil

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2.005

**A MI FAMILIA
A MIS AMIGOS
A MIS MUERTOS**

VICTOR HUGO NIÑO VILLAMIZAR

AGRADECIMIENTOS

Gracias.

A mi profesora Rosita Quién me enseñó a leer, a los demás que la siguieron durante mi paso por el colegio y a los maestros ocasionales que sin quererlo me han enseñado muchas valiosas lecciones afuera de un aula de clase.

A mis compañeros de viaje, maestros, maestras, amigos, amigas, conocidos, desconocidos; en fin a nuestra gran comunidad: Universidad Industrial de Santander.

Al Ingeniero Mario García Solano, por su orientación y posición siempre abierta a la sana discusión y debate de ideas.

Al ingeniero Luis Eugenio Prada Niño, por su colaboración y sentido de confianza que siempre ha mostrado con quienes hemos trabajado con él, así también a todo el personal de trabajo de la sede UIS Bucarica por su desinteresado apoyo; a la Ingeniera Luz Marina García y todo el grupo de trabajadores.

A todos aquellos que de una u otra manera aportaron un grano de arena en este viaje.

CONTENIDO

	Pag.
Introducción	
1. Objetivos	16
1.1. Objetivo general	16
1.2. Objetivos específicos	16
2. Sede UIS Bucarica	17
3. Marco teórico	18
3.1. Sistemas de abastecimiento	18
3.1.1. Dotaciones y caudales	19
3.1.2. Métodos para calcular las perdidas por fricción	23
3.1.2.1. Formula de Flamant	23
3.1.2.2. Formula de Hazen Williams	24
3.1.2.3. Formula de Darcy Weisbach	25
3.2. Sistemas de desagüe	28
3.2.1. Sistema sanitario	29
3.2.2. Sistema de ventilación	31
4. Etapa de reconocimiento	33
4.1. Descripción física	33
4.2. Población	33
4.3. Sistema de distribución	34
4.4. Sistema de desagüe	35
4.5. Acometidas	35
4.6. Redes	36
4.7. Válvulas	39
4.8. Consumo	40
4.9. Consideraciones generales	41
5. Etapa de recolección de datos	43
5.1. Redes existentes	43

5.2.	Caudales	45
5.2.1.	Aforo volumétrico de caudales	45
5.2.2.	Sanitarios y orinales	46
5.2.3.	Material utilizado	46
5.3.	Presiones	48
5.4.	Resultados	49
5.5.	Análisis	57
6.	Etapa de replanteamiento	60
6.1.	Criterios básicos de pre-diseño de la red hidráulica	60
6.2.	Materiales	61
6.3.	Consumo	61
6.4.	Configuración de la red	63
6.5.	Resultados	66
6.6.	Recomendaciones y observaciones	69
7.	Resumen del diagnostico de redes existentes	71
7.1.	Etapa de reconocimiento	71
7.1.1.	Red hidráulica	72
7.1.2.	Red sanitaria	72
7.1.3.	Red contra incendios	73
7.2.	Etapa de análisis y replanteo	73
7.3.	Consideraciones en torno al consumo	75
8.	Conclusiones	75
	Bibliografía	
	Glosario	
	Anexos	

LISTA DE IMAGENES

	Pág.
Imagen 1.Fachada Sede UIS Bucarica	18
Imagen 2.Diagrama de Moody	28
Imagen 3.Esquema de distribución	35
Imagen 4.Medidor calle 35	36
Imagen 5.Red de agua potable	36
Imagen 6.Red contra incendios	37
Imagen 7.Red sanitaria y ventilación	37
Imagen 8.Red de aguas lluvias	38
Imagen 9.Válvulas de salida del tanque	39
Imagen 10. Material para realizar aforo	46
Imagen 11. Manómetro Bourdon	48
Imagen 12. Lecturas de presión	48
Imagen 13 Salida de agua Red Contra incendios	60
Imagen 14. Tubo HG con incrustaciones.	61
Imagen 15. Cambios de material en tuberías	69

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Evaluación de consumo.	19
Tabla 2. Caudales y presiones mínimas de operación aparatos.	20
Tabla 3. Unidades para aparatos sanitarios.	21
Tabla 4. Unidades de consumo y su valor en lps.	22
Tabla 5. Unidades de consumo en función del diámetro.	23
Tabla 6. Coeficientes C para Flamant	24
Tabla 7. Coeficientes C Para Hazen Williams	25
Tabla 8. Rugosidades absolutas para diferentes materiales	27
Tabla 9. Valores de rugosidad de Manning	29
Tabla 10. Unidades de descarga para aparatos sanitarios	30
Tabla 11. Carga máxima en unidades y longitud desagüe	31
Tabla 12. Caudales bajantes	32
Tabla 13. Numero de visitantes máximos por evento	34
Tabla 14. Descripción de acometidas	36
Tabla 15. Resumen de características de redes	38
Tabla 16. Válvulas de distribuidores	39
Tabla 17. Promedios diarios de consumo	40
Tabla 18. Tanques de almacenamiento de agua	41
Tabla 19. Inventario de aparatos encontrados	42
Tabla 20. Resumen de gabinetes contra incendios	42
Tabla 21. Inventario de redes 1 ^{er} piso	43
Tabla 22. Inventario de redes 2 ^{do} piso	44
Tabla 23. inventario de redes 3 ^{er} piso	44
Tabla 24. Formato de recolección de datos	46
Tabla 25. Descargas es sanitarios	49
Tabla 26. Resumen de caudales promedios (sótano y 1 ^{er} piso)	50
Tabla 27. Resumen de caudales promedio 2 ^{do} piso	51
Tabla 28. Resumen de caudales promedio 3 ^{er} piso	52

Tabla 29. Variaciones de caudal en las oficinas muestra	56
Tabla 30. Presiones en los puntos muestra	56
Tabla 31. Comparación de caudales para diferentes aparatos	57
Tabla 32. Resumen diagnóstico Sede UIS Bucarica.	59
Tabla 33. Diseño para el aparato crítico 3 ^{er} piso	66
Tabla 34. Diseño para el aparato crítico 2 ^{do} piso	67
Tabla 35. Diseño para el aparato crítico 1 ^{er} piso	68

LISTA DE GRAFICOS

	Pág
Gráfico 1. Variaciones de caudal para las oficinas	47
Gráfico 2. Variaciones diarias de caudal para el lavamanos 1 ^{er} piso	53
Gráfico 3. Variaciones diarias de caudal para la cocina principal	53
Gráfico 4. Variaciones diarias de caudal para la ofc 209	54
Gráfico 5. Variaciones diarias de caudal para la ofc 215	54
Gráfico 6. Variaciones diarias de caudal para la ofc 319	55
Gráfico 7. Variaciones diarias de caudal para la ofc 322	55
Gráfico 8. Red de distribución 3 ^{er} piso	63
Gráfico 9. Red de distribución 2 ^{do} piso	64
Grafico 10. Red de distribución 1 ^{er} piso	65

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexos planos	79
Anexos Tablas Datos	79
Anexos tablas Prediseño	79

RESUMEN

TÍTULO:
**PRÁCTICA EMPRESARIAL “DIAGNOSTICO DE LA RED
HIDROSANITARIA DE LA SEDE UIS BUCARICA” ***

AUTOR:
NIÑO VILLAMIZAR Víctor Hugo **

PALABRAS CLAVES:
Diagnóstico, redes hidráulicas, sanitarias.

DESCRIPCIÓN:
El objetivo de este proyecto es recopilar el trabajo realizado durante el periodo de práctica en la sede UIS BUCARICA, periodo durante el cual se realizó un trabajo de reconstrucción de información y diagnóstico de las redes existentes.

En este documento se describe la metodología que se llevó a cabo durante el transcurso de la práctica, dividiendo el trabajo en tres grandes bloques: Reconocimiento, Recolección de datos y posteriormente análisis.

Cada uno de los tres bloques se desglosa de manera que se puede ver el procedimiento de ejecución de cada uno de los objetivos planteado. De los cuales el fin ultimo era determinar la ubicación de las redes existentes, su estado de deterioro y posteriormente plantear las posibles soluciones que desde la ingeniería se podrían adoptar para mejorar el desempeño de esta misma.

Se muestran los resultados a diferentes pruebas de caudal y presión realizados dentro de la sede, registros de planos con las redes caracterizadas, galerías fotográficas, se registra el análisis de la información encontrada y la comparación con su respectiva normatividad. Como parte final del diagnóstico se muestra un resumen general del trabajo realizado en el diagnostico de redes existentes.

* Trabajo de Grado en la modalidad de práctica empresarial.

** Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Director. Mario García solano. Ing Civil M.sc.

SUMMARY

TITLE:

ENTERPRISE PRACTICAL “DIAGNOSTIC OF HIDRAULIC AND SANITARY NET OF THE HEADQUARTERS UIS BUCARICA” *

AUTHOR:

NIÑO VILLAMIZAR Víctor Hugo **

KEY WORDS:

Diagnostic of nets, hydraulic nets, sanitary nets.

DESCRIPTION:

The objective of this project is to gather the work carried out during the period of practice in the headquarters UIS BUCARICA, period during which was carried out a work of reconstruction of information and diagnostic of the existent nets.

In this document the methodology is described that was taken to end during the course of the practice, dividing the work in three big blocks: Recognition, Gathering of data and later on analysis.

Each one of the three blocks is removed so that one can see the execution procedure of each one of the outlined objectives. Of which the end finishes it was to determine the location of the existent nets, its state of deterioration and later on to outline the possible solutions that from the engineering they could be adopted to improve the acting of this same one.

The results are shown to different flow tests and pressure carried out inside the headquarters, registrations of planes with the characterized nets, photographic galleries, he registers the analysis of the opposing information and the comparison with their respective regulation. At the end of the book a general summary of the work is shown carried out in the diagnosis of existent nets.

* Degree project in the enterprise practical modality

** Physical-mechanical-Engineer faculty, School of Civil Engineering, Director Mario García Solano. Civil engineer M.sc.

INTRODUCCIÓN

El agua desempeña un valor fundamental en el desarrollo de una comunidad a cualquier escala, de sus características y aprovechamiento depende en gran medida la calidad de vida de quienes la conforman, ya sea una ciudad, pueblo, barrio o edificación, el buen suministro de agua ;tanto en cantidad como el calidad es de vital importancia.

Con el paso del tiempo muchas cosas cambian para quienes trabajan en ésta industria, desde la forma como afrontamos las reservas de agua a futuro, hasta la funcionalidad de nuestros aparatos sanitarios; quienes son ese puente que nos permite aprovechar de la mejor maneja posible el recurso tratado y dispuesto para nuestro uso. Ahora bien; garantizar esa calidad permanentemente en las redes de distribución es una tarea primordial en el manejo inteligente del agua, nuestras herramientas son materiales menos tóxicos y mas duraderos, procesos de purificación, pero lo mas importante es la conciencia colectiva.

En edificaciones con mas de 30 años de edad, donde el material predominante para la época eran las conducciones de agua en acero galvanizado, éstas se han envejecido perdiendo todas sus características para las cuales fueron diseñadas originalmente, especialmente en su funcionamiento hidráulico, al presentar oxidación e incrustaciones que dificultan el paso del agua al aumentar sus valores de rugosidad.

El desgaste resulta mas evidente en las redes de distribución que en las de desagüe debido a que en las primeras la tubería se encuentra en constante contacto con el agua; principal agente corrosivo.

En este informe de tesis se muestra la manera como se abordó en particular el caso de la red hidrosanitaria de la sede UIS Bucarica, Red construida junto con la edificación en la década de los 40's, con una posterior ampliación hacia la zona sur. Aquí se muestra de un modo detallado el proceso de identificación de cada uno de los componentes del sistema (al carecer de cualquier registro en planos o memorias), diagnóstico y posterior replanteamiento de la red de acuerdo con sus necesidades urgentes y características funcionales, predominando un espíritu de conservación arquitectónica.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el soporte técnico en la sede Bucarica de la Universidad Industrial de Santander durante el diagnóstico de la red hidrosanitaria.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Elaborar los planos actualizados de la red hidrosanitaria, usando como herramienta Autocad.
- Realizar el aforo de caudales y hacer la medición de presiones en puntos estratégicos de la red hidrosanitaria.
- Diagnosticar los problemas de funcionamiento de la red hidrosanitaria especificando su ubicación y estado de deterioro.
- Determinar las posibles soluciones a los problemas detectados a partir de la valoración hecha de la sede Bucarica.
- Participar en la formulación de soluciones a los problemas que posiblemente se pueda presentar durante la ejecución de la práctica.

2. SEDE UIS BUCARICA

Imagen N° 1 Fachada Sede UIS Bucarica



La sede UIS Bucarica desempeña una función que se puede definir como: “Articulación de la Sede con el entorno de la comunidad universitaria - Sociedad.”, como se contempla en su plan de gestión.

Su valor cultural al hacer parte del entorno arquitectónico del centro de la ciudad de Bucaramanga se vio reflejado en la declaratoria de Patrimonio Arquitectónico en el año de 1982, bajo la Resolución 002 12-III-1982, radicada bajo el subgrupo de arquitectura Habitacional.

Hoy en día la Sede UIS Bucarica se ha convertido en un centro académico y cultural para la ciudad, albergando en sus antiguas habitaciones de Hotel grupos de investigación y tecnología, el consultorio jurídico de la facultad de derecho, salas de exposiciones, juntas y cátedra, además de ser la sede de la emisora UIS stereo y UIS a.m.

3. MARCO TEORICO

3.1. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO.

En general los sistemas de abastecimiento de agua parten de combinaciones de sistemas mas simples, que se pueden definir de manera sencilla como sigue a continuación.

- **Sistema de alimentación directa:**

Empleado en edificaciones donde el sistema de acueducto garantice el mínimo de presión para tal, es muy poco usado ya que no se tiene reserva de agua en caso de cortes fortuitos

- **Sistema de distribución por gravedad desde un tanque elevado:**

Se utiliza para edificaciones de hasta tres pisos; o donde el abastecimiento de la red de acueducto no es continuo. La altura del tanque debe garantizar el adecuado funcionamiento del aparato crítico; que por lo general resulta siendo la ducha o regadera.

El volumen del tanque debe tener una disponibilidad de 24 hors para consumo y una constante renovación del agua.

- **Sistema combinado Tanque bajo, alto y sistema de impulsión:**

Se usa cuando el servicio no es continuo y la presión no es suficiente para llegar al tanque alto. Los volúmenes de los tanque deben ser del orden de 60% y 70% del consumo diario para el tanque bajo y del 40% y 30% para el tanque alto.

- **Sistema con equipo hidroneumático:**

Se utiliza en zonas donde el abastecimiento del acueducto no garantice presión suficiente. La acometida llega al tanque bajo, paso directo a red de bombeo.

El volumen del tanque bajo debe ser del 100% del consumo diario.

El volumen del tanque alto debe ser entre el 30% y 40% dependiendo de la edificación y tipo de uso.

La elección del sistema para cada edificación es un caso particular y dependerá de múltiple factores; como el consumo dentro de y las características de la red de acueducto local.

3.1.1. DOTACIONES Y CAUDALES

El fin último del diseño de un sistema de abastecimiento es el de servir agua potable a los aparatos y de estos a la utilización por parte de los beneficiarios, el caudal de agua que usará dicho aparato depende directamente del modelo y de la presión disponible antes del mismo. A la hora de diseñar este tipo de redes se recurre a valores establecidos para tal fin, aunque la manera adecuada para determinar estos valores es recurrir a la información que de los aparatos dan sus fabricantes.

Para encontrar el consumo diario para el sistema como tal, se deberá realizar un estudio de población servida a sí como las actividades que dentro de la edificación se realicen con el fin de obtener un estimativo en volumen del consumo diario. Para éste caso donde una red de abastecimiento ya existe y deseamos optimizar su desempeño, podemos hacer lecturas de consumo diario.

A continuación se muestran valores para estimar consumo según la Norma NTC 1550, Código Colombiano de Fontanería.

Tabla N°1 Evaluación de consumo.

Tipo	consumo
Viviendas	200 litro/hab/día
Universidades	50 litros/pers/día
Hoteles	500 litro/hab/día
Hoteles	250 litros/cama7día
Oficinas	90 litros/pers/día
W.C. públicos	50 litros/hora
W.C. Intermitentes	150 litros/hora
Piso Empedrado	1.5 litro/m ²
Jardines	2 litros/m ²
Piscinas	300 litros/pers
Duchas piscina	60 litros/pers

Tabla No 2 caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios.

Aparato sanitario	Presión residual mínima en Kpa	Caudal mínimo en LPS
Duchas	10	0.32
Sanitario tanque	7	0.19
Sanitario fluxómetro	15	0.95 a 2.5
Orinal	5	0.19
Orinal Fluxómetro	15	0.95
Lavamanos	5	0.19
Lavaplatos	5	0.28
Llaves	5	0.32

La presión residual mínima es la presión en la tubería a la entrada del aparato que se esté considerando.

El método más utilizado para el cálculo de caudal en redes de distribución de agua es el método de Roy B. Hunter o de los consumos probables.

Este método se basa en la aplicación de la teoría de las probabilidades para el cálculo de los consumos. Específicamente consiste en asegurar a cada aparato sanitario un número de “unidades de consumo” determinadas experimentalmente.

La “unidad de consumo” es la que corresponde a la descarga de un lavatorio común que tiene una capacidad de 1 pie³, el cual descarga en un minuto; es un valor adimensional.

Este método considera que cuanto mayor es el número de aparatos sanitarios, la proporción de uso simultáneo disminuye, por lo que cualquier consumo adicional que sobrecargue el sistema rara vez se notara; mientras que si se trata de sistemas con muy pocos aparatos sanitarios, la sobrecarga puede producir condiciones inconvenientes de funcionamiento.

Para estimar la máxima demanda de agua en un edificio debe tenerse en cuenta si el tipo de servicio que van a prestar los aparatos es público o privado.

Los valores encontrados en Hunter se colocaron en graficas donde se representa el respectivo valor de caudal para las unidades de consumo.

Tabla No 3 Unidades de consumo para aparatos sanitarios.

aparatos	ocupación	Tipo de control de suministro	Unidades de consumo
Inodoro	Público	Fluxómetro	10
Inodoro	Público	Tanque	5
Orinal	Público	Fluxómetro 2.5 cm	10
Orinal	Público	Fluxómetro 2.0 cm	5
Orinal	Público	Llave	2
Lavamanos	Público	Llave	4
Tina	Público	Válvula Mezcladora	4
Ducha	Público	Válvula Mezcladora	4
Fregadero Servicio	Público	Llave	2
Fregadero cocina	Hotel restaurante	Llave	4
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6
Inodoro	Privado	Tanque	3
Lavamanos	Privado	Llave	1
Bidé	Privado	Válvula Mezcladora	2
Tina	Privado	Válvula Mezcladora	2
Ducha	Privado	Válvula Mezcladora	2
Ducha separada	Privado	Válvula Mezcladora	2
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2
Lavadero de 1 a 3 compartimentos	Privado	Llave	3

Los valores individuales en unidades de gasto se deben sumar por rutas tratando de buscar la ruta mas desventajosa para luego con el compilado de unidades de consumo determinar el caudal para cada situación en particular.

Tabla No 4 Unidades de consumo y su valor en lps.

UG	07*UG ¹	Q Lps Tanque	Q Lps Fluxómetro	UG	07*UG ²	Q Lps Tanque	Q Lps Fluxómetro
3	-	0.14	-	170	119	6.65	3.75
4	2.8	0.18	-	180	126	2.74	3.84
5	3.5	0.27	1.06	190	133	2.83	3.91
6	4.2	0.29	1.09	200	140	2.91	3.94
7	4.9	0.32	1.13	220	154	3.07	4.09
8	5.6	0.34	1.17	240	168	3.18	4.34
9	6.3	0.37	1.20	260	182	3.35	4.54
10	7.0	0.40	1.24	280	196	3.55	4.70
12	8.4	0.44	1.30	300	210	3.75	4.86
14	9.8	0.49	1.37	320	224	3.93	4.99
16	11.2	0.53	1.42	340	238	4.10	5.12
18	12.6	0.58	1.48	360	252	4.28	5.26
20	14.0	0.62	1.55	380	266	4.46	5.40
22	15.4	0.67	1.60	400	280	4.63	5.53
24	16.8	0.73	1.65	420	294	4.81	5.66
26	18.2	0.78	1.71	440	308	4.98	5.80
28	19.6	0.83	1.76	460	322	5.15	5.93
30	21.0	0.88	1.81	480	336	5.32	6.06
32	22.4	0.92	1.86	500	350	5.50	6.20
34	23.8	0.95	1.90	520	364	5.66	6.31
36	25.2	0.99	1.95	540	378	5.82	6.44
38	26.6	1.02	1.99	560	392	5.99	6.56
40	28.0	1.06	2.03	580	406	6.15	6.69
42	29.4	1.11	2.07	600	420	6.31	6.80
44	30.8	1.14	2.12	620	434	6.47	6.92
46	32.2	1.18	2.16	640	448	6.62	7.04
48	33.6	1.22	2.21	660	462	6.77	7.15
50	35.0	1.26	2.25	680	476	6.92	7.27
55	38.5	1.36	2.35	700	490	7.07	7.39
60	42.0	1.46	2.43	720	504	7.22	7.52
65	45.5	1.53	2.50	740	518	7.38	7.65
70	49.0	1.59	2.56	760	532	7.53	7.78
75	52.5	1.64	2.65	780	546	7.69	7.92
80	56.0	1.68	2.74	800	560	7.84	8.05
85	59.5	1.74	2.80	820	574	7.98	8.16
90	63.0	1.80	2.87	840	588	8.12	8.27
95	66.5	1.88	2.94	860	602	8.26	8.39
100	70.0	1.95	3.00	880	616	8.40	8.50
110	77.0	2.08	3.09	900	630	8.54	8.61
120	84.0	2.21	3.23	920	644	8.66	8.72
130	91.0	2.30	3.36	940	658	8.79	8.83
140	98.0	2.39	3.44	960	672	8.90	8.95
150	105.0	2.48	3.58	980	686	9.03	9.06
160	112.0	2.56	3.67	1000	700	9.15	9.17

¹ Valor para conducciones en PVC

Tabla No 5 Unidad de consumo en función del diámetro de la tubería de alimentación.

Diámetro de la tubería de alimentación	Unidad de consumo
1.91 cm ¾ de pulg. (menor)	2
1.91 cm ¾ de pulg.	3
2.54 cm 1 pulg.	6
3.18 cm 1 ¼ pulg.	9
3.81 cm 1 ½ pulg.	14
5.08 cm 2 pulg.	22
6.35 cm 2 ½ pulg.	35
7.62 cm 3 pulg.	50

3.1.2. METODOS PARA CALCULAR PERDIDAS POR FRICCIÓN

3.1.2.1. FORMULA DE FLAMANT.²

Esta es utilizada para tuberías menores a 2 pulgadas, en materiales como acero, cobre, hierro galvanizado y PVC. Es utilizada en redes de agua fría. La velocidad del agua está comprendida entre 0,6 y 2 m/s hasta diámetros de 3 pulg.

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

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

En donde:

j = Pérdida de carga en m/m

C = Coeficiente de fricción

V = Velocidad media en m/s

D = Diámetro en m.

Q = Caudal en m³/s

² Tomado del Libro Diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones. ECOE Ediciones.

Tabla No 6 coeficientes C para la formula de Flamant.

Material	Coeficiente
H. fundido	0.00031
H. Galvanizado	0.00023
Acero	0.00018
Cobre	0.00012
PVC	0.00010

3.1.2.2. FORMULA DE HAZEN – WILLIAMS³

Ésta fórmula fue desarrollada empíricamente y es usada en agua a 15 °C, o cuando la viscosidad no difiera significativamente al la de ésta.

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

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

En donde:

Q = Caudal en m³/s

V = Velocidad media en m/s

C = Coeficiente de fricción

D = Diámetro de la tubería en m

j = Pérdida de carga en m/m

³ Tomado del Libro Diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones. ECOE Ediciones.

Tabla No 7 Coeficientes C Hazen-Williams.

TIPO DE TUBERÍA	C
Asbesto cemento	140
Latón	130 - 140
Ladrillo para alcantarillas	100
Hierro colado	
- Nuevo, sin revestir	130
- Viejo, sin revestir	40 – 120
- Revestido de cemento	130 – 150
- Revestido de esmalte bitumástico	140 – 150
- Cubierto de alquitrán	115 -135
De hormigón o revestido de hormigón	
- Cimbras de acero	140
- Cimbras de madera	120
- Centrifugado	135
Cobre	130 - 140
Manguera de incendio (recubierta de hule)	135
Hierro galvanizado	120
Vidrio	140
Plomo	130 - 140
Plástico	140 - 150
Acero	
- Revestido de alquitrán de hulla	145 – 150
- Nuevo, sin revestir	140 – 150
- Remachado	110
Estaño	130
Barro vidriado	100 - 140

3.1.2.3. FORMULA DE DARCY-WEISBACH⁴

La rata de pérdida de energía o gradiente de energía se define con :

$$S_f = \frac{h_f}{L}$$

donde:

S_f : Rata de pérdida de energía

h_f : Pérdidas de energía

L : Longitud de la tubería

⁴ Tomado del Libro. "Acueductos: Teoría y Diseño" de Freddy Hernán Corcho Romero y José Ignacio Duque Serna. Centro General de Investigaciones. Colección Universidad de Medellín

Las pérdidas por fricción dependen de:

El material de que está construido el tubo (hierro, concreto, cobre, galvanizado..)

- El estado de la tubería (Nueva, vieja, con incrustaciones,.. etc.)
- La longitud de la tubería
- El diámetro de la tubería
- Velocidad de circulación del fluido en la tubería.

De acuerdo con lo anterior, en las leyes que rigen las pérdidas de carga por fricción en tuberías intervienen a nivel general los siguientes factores:

- Es proporcional a la longitud de la tubería
- Es inversamente proporcional al diámetro de la tubería
- Es directamente proporcional al cuadrado de la velocidad de circulación del fluido.

De Bernoulli tenemos que:

$$h_A + \frac{P_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g} - h_f(\text{Pérdidas}) = h_B + \frac{P_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g}$$

La pérdida de energía por fricción en flujo permanente y uniforme está dada por:

$$hf = \lambda \frac{L V^2}{D 2g}$$

La cual es una fórmula empírica, resultado de experimentaciones de laboratorio, donde:

- λ = Coeficiente de fricción - adimensional
- L = Longitud de la tubería en metros
- D = Diámetro de la tubería en metros
- V = Velocidad del fluido en la tubería en m/seg
- g = Aceleración de la gravedad en m/seg²

Para régimen turbulento, el coeficiente de la fricción λ está en función de K/D (rugosidad relativa) y del número de Reynolds

$$Re = \frac{VD}{\nu}, \text{ ya definido.}$$

$$\lambda = f\left(\text{Re}, \frac{K}{D}\right)$$

Donde:

K = Tamaño de la rugosidad efectiva de las paredes de la tubería en mm.

D = Diámetro de la tubería en mm.

Y λ se puede determinar de la ecuación de Colebrook-White, o también se puede determinar del diagrama de Moody.

Ecuación de Colebrook-White

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\text{Log}\left[\frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{\text{Re}\sqrt{\lambda}}\right]$$

De la fórmula de Darcy-Weisbach tenemos:

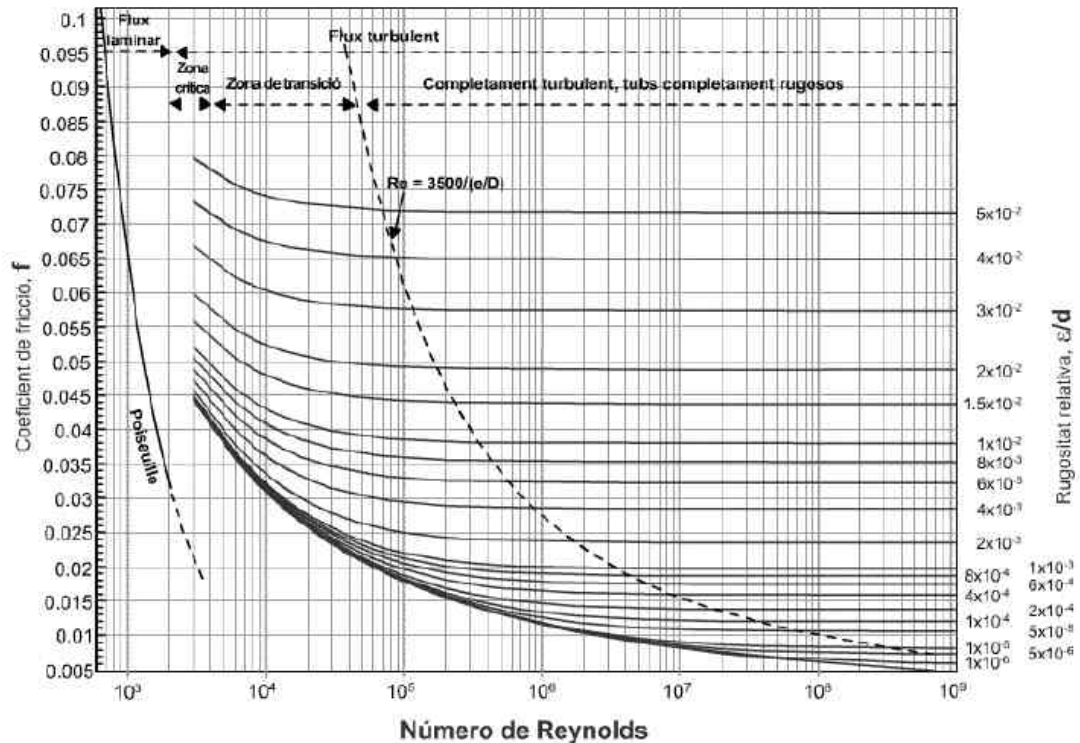
$$V^2 = \frac{h_f D \times 2g}{\lambda L} \Rightarrow V = \left(\frac{h_f D 2g}{\lambda L}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Tabla No 8 Rugosidades absolutas para diferentes materiales.

Material	Rugosidad absoluta mm
Acero bridado	0.9 - 9
Acero Comercial	0.45
Acero Galvanizado	0.15
Concreto	0.3 - 3
Concreto bituminoso	0.25
CCP	0.12
Hierro forjado	0.06
Hierro fundido	0.15
Hierro dúctil	0.25
Hierro galvanizado	0.15
Hierro dulce asfalto	0.12
GRP	0.03
Polietileno	0.007
PVC	0.0015

Imagen N° 2 diagrama de moody

Diagrama de Moody



3.2. SISTEMAS DE DESAGÜE

Por definición un desagüe es el conjunto de conductos y estructuras que recibe la descarga de todas las bajantes de evacuación de inodoros, duchas, ect y las conduce a la red de alcantarillado del lugar.

- **Sanitario:** Este tipo de desagüe recibe las descargas producto de las actividades fisiológicas humanas, desperdicios domésticos, es decir las aguas negras o grises.
- **Pluvial:** Este desagüe recibe el agua lluvia, proveniente de techos y terrazas.
- **Combinado:** Este sistema recibe tanto las aguas negras como las aguas llovidas.

Los sistemas de desagüe por lo general deben ser de un material duradero, a impermeable al agua y al aire y que resista a la acción corrosiva de los agentes que allí se vierten, los principales componentes de los sistemas de desagüe son:

- Sifones
- Tuberías de evacuación y ventilación
- Derivaciones, Bajantes y colectores

3.2.1. SISTEMA SANITARIO.

Las tuberías de desagüe funcionan a flujo libre, se recomienda que la tubería funcione al 50% de su profundidad y en casos extremos al 75%.

Generalmente se utiliza la expresión de Manning:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V = velocidad del flujo m/s

R = Radio hidráulico en m

S = Pendiente en m/m

N = Coeficiente de rugosidad para Manning

Al igual que para el sistema hidráulico para diseñar un sistema de desagüe se deberá estimar un valor de descarga con los cuales se procederá a dimensionar a respectiva tubería.

Tabla No 9 Valores de rugosidad "n" de Manning

Material	n
Muy lisa, Vidrio Plástico	0.010
Concreto muy liso	0.011
Madera suave, metal,concreto	0.013
Canales de tierra en buenas condiciones	0.017
Canales naturales con alguna vegetación y pierdas esparcidas en el fondo	0.025

Tabla N^o 10 Unidades de descarga de aparatos sanitarios.⁵

Aparato	Ocupación	Control suministro	Unidades descarga	Diámetro tubería	
				mm	pulg
Inodoro	Público	Fluxómetro	10	102	4
Inodoro	Público	Tanque	5	102	4
Orinal	Público	Fluxómetro 1 pulg	10	51	2
Orinal	Público	Fluxómetro ¾ pulg	5	51	2
Orinal	Público	Tanque	3	51	2
Orinal	Público	Llave	2	51	2
Lavamanos	Público	Llave	4	51	2
Ducha	Público	Válvula mezcladora	4	51	2
Fregadero	Oficial	Llave	3	51	2
Fregad cocina	Hotel, restau	Llave	4	51	24
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6	102	4
Inodoro	Privado	Tanque	3	102	4
Lavamanos	Privado	Llave	1	51	2
Bidé	Privado	Llave	1	51	2
Tina	Privado	Llave	2	51	2
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2	51	2
Cuarto baño	Privado	Fluxómetro por cuarto	8		
Ducha aparte	Privado	Válvula mezcladora	2	51	2
Fregad cocina	Privado	Llave	2	51	2
Lavadero	Privado	Llave	3	51	2
Lavadora	Privado	Llave	2		
Lavadora	Privado	Llave	4		
Accesorios	Privado	Llave	3		
Poceta aseo	Público	Llave	3		
Lavaplatos	Público/privado	Llave	3/6		
Sifones piso		Llave	1		

⁵ Tomado de la norma NTC1500

Tabla N° 11 Carga máxima en unidades y longitud de tubos de desagüe.⁶

Diámetro del tubo mm (pul)	38 (1½)	51 (2)	64 (2½)	76 (3)	102 (4)	152 (6)	203 (8)	254 (10)	305 (12)
Unidades máximas descarga									
Vertical	2 ²	16	32	48	256	1380	3600	5600	8400
Horizontal	1	8	14	35	216 ³	720 ³	2640 ³	4680 ³	8200 ³
Longitud máxima									
Vertical (metros)	65	85	148	212	300	510	750		
Horizontal (no limitada)									
1. se excluye el brazo del sifón. 2. Excepto fregaderos, orinales, maquinas lavaplatos 3. Basado en una pendiente de 21mm/m. Para una pendiente de 10 mm/m, multiplique las unidades de aparatos por sanitarios por un factor de 0,8.									

Para dimensionar bajantes y demás componentes de la red de desagüe se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones.

- De acuerdo al número total de unidades que recibe se debe buscar el diámetro que corresponda debiendo chequear el valor de las unidades, la pendiente, el numero de pisos, la velocidad y el caudal.
- La pendiente de la tubería debe ser tal que garantice su capacidad para evacuar el caudal de diseño, con una velocidad comprendida entre 0,6 m/s y 5 m/s.
- El desagüe de todos los artefactos y aparatos sanitarios se descargará por gravedad, a través de la caja de inspección maestra que entrega al sistema de alcantarillado a través de la conexión domiciliaria.

3.2.2. SISTEMA DE VENTILACIÓN

Las tuberías de aguas negras se deben ventilar para proteger los sellos hidráulicos y para airear los drenajes. Con el fin de mantener la presión atmosférica dentro del sistema.

Las fallas mas grandes en los sistemas de ventilación son las perdidas de sellos en los sifones, que se pueden generar debido a: auto-sifonamiento, Contra-presiones, evaporación, atracción capilar y Efectos del viento.

⁶ Tomado de la norma NTC 1500

La teoría dice que en condiciones máximas de diseño el agua fluye en forma de anillo, ocupando 7/24 del área total, el área restante es ocupado por el aire en forma de cilindro que es arrastrado por la velocidad del agua y es por esto que se debe garantizar que no crean presiones menores a 2,5 centímetros de columna de agua por fricción.

Entonces para diferentes diámetros se establece esa perdida por fricción para la máxima longitud de la tubería de ventilación.

Así que utilizando la fórmula de Darcy-Weisbach y el diagrama de Moody se puede hallar la siguiente tabla para cada diámetro.

Tabla No 12 Caudales en bajantes.

DIÁMETRO	AREA	CAUDAL LPS	
		Agua	Aire
Pulg.	dm²		
2	0.196	1.68	4.09
3	0.442	3.75	9.11
4	0.785	8.68	21.09
6	1.767	22.93	55.70
8	3.141	43.80	106.35
10	4.910	104.10	253.00
12	7.069	165.00	405.00

La ventilación en los aparatos puede ceñirse a uno de los siguientes métodos:

- Ventilación húmeda: consiste en una tubería de desagüe de un aparato, que a la vez sirve de ventilación para otros aparatos
- Ventilación continua: ventilaciones individuales o comunes donde cada aparato está provisto de ventilación, este sistema es el mas seguro.
- Ventilación en anillo: corresponde al ramal de ventilación mas alto y que entrega a la prolongación de la bajante.

Cuando por condiciones arquitectónicas y estructurales no se pueda diseñar sistemas convencionales de ventilación se recurre al sistema de ventilación a través de la misma tubería, siempre y cuando los aparatos no produzcan grasas.

4. ETAPA DE RECONOCIMIENTO

4.1. DESCRIPCIÓN FÍSICA

La sede UIS Bucarica se encuentra ubicada al costado occidental del parque Santander en pleno centro de la ciudad de Bucaramanga; Sobre la esquina entre la carrera 19 y la calle 35. Edificación de tres plantas, sótano, altillo, dos patios interiores y cuatro terrazas, con una arquitectura de transición llegando a un periodo “moderno”.

En el primer piso se encuentran los salones Río de Oro, Macaregüa, Santander y Hormiga, el área de la piscina, el local comercial sobre la calle 35, las oficinas de Administración y consultorio jurídico, además de una batería de baños para visitantes y la cocina principal, en el ala sur; sobre la calle 36 se encuentran ubicados cuatro locales comerciales, cada uno de ellos independientes de la sede.

El segundo y tercer piso está compuesto por diferentes oficinas con distribuciones de área de entre 20m² y 60m², todas ellas con baño completo; comprendido por un sanitario, un lavamanos y una ducha, en total 37 oficinas en el segundo piso y 30 oficinas en el tercero.

En el sótano podemos encontrar los sistemas de recirculación para la piscina, dos tanques subterráneos, los antiguos lavaderos, la subestación eléctrica, cuartos para el almacenamiento de materiales y escombros.

Alrededor de un 70% de la edificación posee cielo-raso en Dry-wall por donde corren las diferentes instalaciones como la red hidráulica, sanitaria y contra-incendios; la cual se definirá en detalle a lo largo del presente escrito.

4.2. POBLACIÓN

En cuanto a la población servida actualmente podemos hacer una división entre visitantes y residentes habituales, en términos de promedio diario tenemos: 161 residentes y 473 visitantes por día.⁷

La sede UIS Bucarica ofrece el servicio de alquiler de sus salones para diferentes tipos de eventos, así que estos eventos generan una afluencia de posibles usuarios del sistema, a continuación se hace un estimativo de la cantidad máxima de personas que pueden asistir por evento en los diferentes salones de la sede:

⁷ Dato suministrado por el grupo de vigilantes.

Tabla N° 13 Numero de Visitantes máximos por evento.

Salón	Evento	Conferencia
Río de Oro	40	60
Hormiga	130	150
Santander	230	250
Macaregüa	Itinerante	-----

4.3. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

En un principio se identificaron componentes que hacían presumir que el sistema estaba definido como “sistema a gravedad” con tanque elevado, pero en la medida que se realizaba el diagnóstico de la red hidráulica se encontraron situaciones que nos alejaron de ésta idea; como lo fue encontrar tanques subterráneos con sus respectivo sistema de impulsión abandonado.

Así que de manera general podemos decir que el sistema de distribución actual es una mezcla entre alimentación directa y gravedad, con referencias a que algún día se uso el sistema de tanques subterráneo y tanque elevado a la vez.

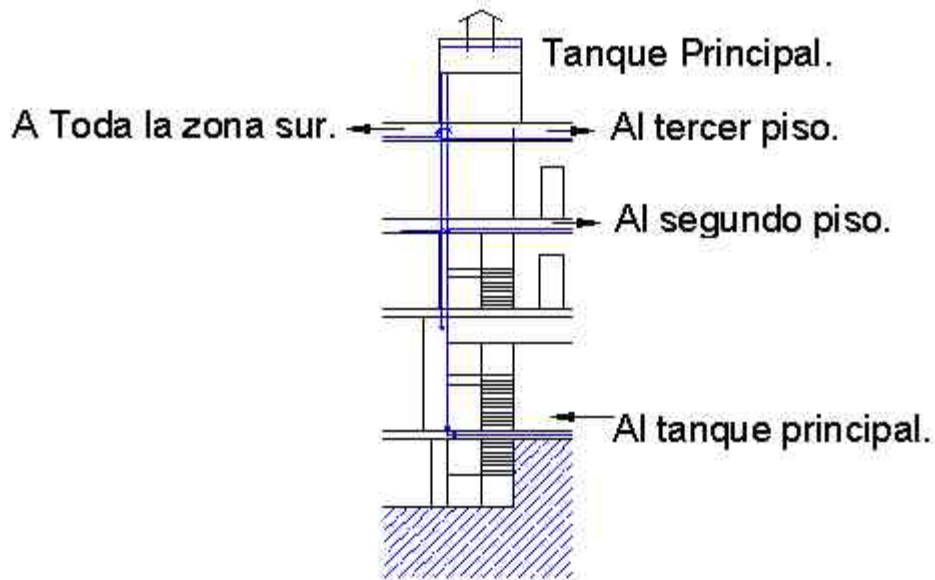
En síntesis la acometida sobre la calle 35 alimenta al tanque principal así como al primer piso y el sótano directamente, luego el segundo y tercer piso de la zona centro y norte son alimentados por el tanque principal. Se encontró que para el costado sur la configuración de la red era diferente al resto de la sed, ya que se encontró que esa zona es una ampliación hecha posteriormente de su construcción inicial.

La caracterización de la red de distribución se hizo a partir de los datos recopilados en campo y teniendo en cuenta las distribuciones de caudal, como se explicará en detalle mas adelante.

A continuación se muestra una grafica de la parte del sistema de distribución de la sede que funciona de esta manera.

Imagen N° 3 Esquema de la red de distribución.

Esquema de la red de distribución



4.4. SISTEMA DE DESAGÜE

La sede posee un sistema de desagüe por gravedad, donde de la red sanitaria se pudo ver que ; salvo en casos particulares como en los de las pocetas de lavar traperos, el comportamiento de la misma es aún aceptable y no se requiere de una intervención tan urgente como el de la red hidráulica. Además la labor de reemplazar las redes sanitarias se debe tratar de manera especial por parte de la administración de la sede UIS Bucarica porque cualquier intervención requeriría de un drástico movimiento de frisos, pisos y cielo-rasos.

Ya que para encontrar la totalidad de las cajas de inspección requiere levantar pisos en medio de los salones; pisos que hacen parte de la arquitectura de la edificación y que son requieren un manejo especial de conservación debido al tipo de edificación que tenemos

4.5. ACOMETIDAS

La edificación se encuentra alimentada por dos acometidas con la siguiente descripción, siendo la principal la acometida que se encuentra al costado de la calle 35.

Tabla N° 14 Descripción de acometidas.

Ubicación	Diámetro del medidor	Marca
Calle 35	2"	Trident
Cra 19	1"	Trident

Imagen No 4 Medidor calle 35.



4.6. REDES

Se encontraron cinco diferentes tipos de redes dentro del sistema general de la sede y que de alguna manera tienen que ver con el sistema de distribución de agua potable:

Imagen N° 5 Red de agua potable. (Fría y Caliente)



Imagen N° 6 Red Contra incendios.



Imagen N° 7 Red Sanitaria y ventilación.



Imagen N° 8 Red de aguas lluvias.



Tabla N° 15 Resumen de características de redes encontradas.

Red	Tubería	Diámetros	Observaciones
Agua potable	Hierro galvanizado y PVC	Desde 1½" a 2"	La mayor parte de la tubería se encuentra en hierro galvanizado, salvo reparaciones en PVC.
Agua caliente	Hierro galvanizado	Desde 1½" a 2"	Esta red existe físicamente en un 80% aproximadamente, pero se encuentra abandonada.
Contra incendios	Hierro galvanizado	2 pulg.	Red conectada al tanque elevado y además la comprenden 9 gabinetes de incendios tipo liviano.
Sanitaria, ventilación y aguas lluvias.	Hierro galvanizado	Desde 1½" hasta 4"	Redes funcionando sin mayores dificultades.

4.7. VÁLVULAS.

El sistema de distribución de agua potable para cada piso se halla controlada por válvulas de compuerta que permiten su sectorización; ventaja ésta en el momento de realizar reparaciones de goteras y filtraciones, además de ser independientes para cada piso. Por lo general las válvulas encontradas son del tipo compuerta en bronce.

Imagen No 9 Válvulas de salida del tanque principal.



A continuación se enumeran las válvulas encontradas en la sede y su función:

Tabla N° 16. Válvulas de distribuidores.

ID Válvula	Ubicación	Tipo	Tramo que cierra	Estado
1	Terraza exterior oriental (sobre cra 19)	Globo	Desconocido	sumergida
2	cil 35 Piso (Afuera)	Compuerta	Primer piso y sótano	ok
3	Entrada cil 35 sobre la pared.	Compuerta	Primer piso	ok
4	1 ^{er} piso debajo reja hacia sótano	Compuerta	Ingreso principal al tanque	ok
5	Cielo raso 1 ^{er} piso en dirección norte.	Llave	cremas y Primer piso	ok
6	Cielo raso 1 ^{er} piso, sobre entrada al sótano	Compuerta	primer piso	Cerrada
7	Cielo raso 1 ^{er} piso, sobre entrada al sótano	Compuerta	primer piso	Cerrada
8	Cielo-raso 2 ^{do} piso costado sur de las escaleras	Compuerta	segundo piso zona centro	ok
9	Cielo raso 2p, sobre costado nor-occidental	Compuerta	Segundo piso zona norte	ok
10	Cielo raso 2p sobre costado nor-oriental	Compuerta	Desconocido	ok
11	Cielo raso 3p cerca de tanque sobre el cielo raso	Compuerta	Tercer piso	ok

12	Cielo raso 3p cerca de tanque sobre el cielo raso	Compuerta	Tercer piso	ok
13	Cielo raso 3p cerca de tanque	Compuerta	Tercer piso sur	ok
14	Cielo raso 3p cerca de tanque	Compuerta	Red incendios.	ok
15	Cielo raso 3p cerca de tanque	Compuerta	Red incendios.	ok
16	Cielo raso 3p cerca de tanque	Compuerta	Tercer piso	ok
17	Cielo raso 3p red del tanque	Compuerta	Salida principal del Tanque	ok
18	Cielo raso 3p red del tanque	Compuerta	Tercer piso	ok
19	Cielo raso 3p red del tanque	Compuerta	Salida principal del Tanque	ok
20	Cielo raso 3p red del tanque	Compuerta	Puente del tanque	ok
21	Tanque	Compuerta	Válvula de vaciar el tanque	ok
22	Tanque	Flotador	Válvula de nivel.	ok
23	Cielo raso 3piso zona sur oriente	Compuerta	Zona sur hasta baños salones	ok
24	Cielo raso 3piso zona sur occidente	Compuerta	Zona sur hasta baños salones	ok
25	Costado del tanque subterráneo (Sótano)	compuerta	Entrada al tanque sub	ok

4.8. CONSUMO.

Durante aproximadamente un mes se llevó el seguimiento de los contadores existentes con el fin de recopilar información concerniente al consumo de la sede.

Los promedios diarios y semanales de consumo son los siguientes:

Tabla N° 17 Promedios diarios de consumo.

Día	Prom M ³
Lunes	12,90
Martes	15,33
Miércoles	12,27
Jueves	15,98
Viernes	12,78
Sábado	11,00
Domingo	7,00

Para un promedio de consumo diario de 13,29 m³ y un promedio semanal de 87,25 m³ y uno mensual de 419 m³.

4.9. CONSIDERACIONES GENERALES.

Después de realizar una valoración visual de los diferentes componentes de los sistemas que componen la red; así como inventario de todos los aparatos de la edificación se encontró que:

- La mayoría de la duchas no se usa, y en este espacio se han acondicionado archivadores y estantes; siendo esta una relación de 27 duchas con cambio de uso de 62 puntos disponibles para tal.
- En total se encontraron tres tanques de almacenamiento de agua construidos en concreto reforzado, dos de ellos en des-uso y uno de ellos funcionando como “Tanque alto”; las dimensiones y características de dichos tanques se muestran a continuación:

Tabla N° 18 Tanques de almacenamiento de agua.

Tanque	Ubicación	Dimensiones (m)			Observación
		Alto	Largo	Ancho	
Principal	Sobre 3er piso	1.25	5.5	3.0	Paredes de friso en mal estado.
Subterráneo 1	Sótano	2.1	4.0	2..45	Abandonado y conectado al tanque sub. 2
Subterráneo 2	Sótano	2.6	5.0	2.5	Abandonado pero en buen estado.
Plástico	Sobre local comercial del costado norte (calle 35)				Tanque de 250 Litros

- Al ser la sede el antiguo Hotel Bucarica, las Habitaciones fueron acondicionadas para ser oficinas, lo que redundo en que cada espacio posea su propio cuan-to de baño; conformado por lavamanos, sanitario y ducha:

Tabla N° 19 Inventario de aparatos encontrados.

Descripción	Ubicación				Total
	Sótano	1 piso	2 piso	3 piso	
Sanitarios	1	18	40	28	87
Lavamanos	0	18	40	29	87
Duchas	0	1	38	26	65
Orinales	0	7	0	1	8
Bañeras	0	0	2	0	2
Lavaplatos	0	2	1	0	3
Lava-traperos	0	1	2	1	4
Llaves (salidas de agua)	4	3	1	1	9

- Se encontró un sistema contra-incendios del tipo liviano con una distribución de gabinetes como se muestra:

Tabla No 20 Resumen de gabinetes contra-incendios.

Piso	Cantidad	clase
1	3	Liviano
2	4	Liviano
3	2	Liviano
Total	9	

Comprendidos cada uno por:

Una válvula de 1 ½ pulgada

Hacha

Manguera

Boquilla combinable

Y además extintores Multipropósito de 20 libras distribuidos por los pisos de la sede.

5. ETAPA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

5.1. REDES EXISTENTES

Partiendo de el punto en que la sede el antiguo Hotel Bucarica, pasa a ser parte de la Universidad de Santander, cuando ésta se le entrega, la información concerniente a su parte física en muy poca, no presenta continuidad cronológica, y tan solo se refiere a sus componentes arquitectónicos.

Buscar la red propiamente dicha se convirtió en un asunto de observación y comprensión del funcionamiento de la red hidráulica, teniendo como base el marco teórico de esta rama.

A la hora de inventariar y registrar las redes se tuvo en cuenta, aspectos como ubicación, diámetro, material y estado.

Tabla N° 21 Inventario de redes encontradas primer piso.

Red	Tubería	Diámetro (pulg.)	Longitud (m)
Agua potable	HG	2	62.5
		1 ½	35
		¾	28
		½	5
	PVC	2	72.5
		¾	9.5
½		90	
Agua caliente	Hierro galvanizado	2	
		1 ½	75
		½	80
Contra incendios	Hierro galvanizado	2	
		1 ½	10
		1	

Tabla N° 22 Inventario de redes encontradas segundo piso.

Red	Tubería	Diámetro (pulg.)	Longitud (m)
Agua potable	HG	2	73
		1 ½	74.5
		¾	12
		½	360
Agua caliente	Hierro galvanizado	2	70
		1 ½	75
		½	310
Contra incendios	Hierro galvanizado	2	40
		1 ½	15
		1	

Tabla N° 23 inventario de redes encontradas tercer piso.

Red	Tubería	Diámetro (pulg.)	Longitud (m)
Agua potable	HG	2	37
		1 ½	22
		¾	
		½	296
	PVC	2	10
		1 ½	28
1			
Agua caliente	Hierro galvanizado	2	
		1 ½	
		½	224
Contra incendios	Hierro galvanizado	2	42
		1 ½	

5.2. CAUDALES

Con el fin de recopilar el máximo de información concerniente a la red hidráulica se realizó una medición de caudales dentro del máximo posible de oficinas dentro de las instalaciones.

De las posibilidades para medir el caudal en cada una de las oficinas de la edificación se desarrolló una breve metodología para determinar el caudal puntual. Se usó el método volumétrico que consiste en recoger en un tiempo específico una cantidad de agua que se esta aforando o recoger un volumen específico midiendo el tiempo utilizado en la recolección de este.

5.2.1. AFORO VOLUMÉTRICO LAVAMANOS Y DUCHAS

- Se abre la llave del aparato y se deja unos cuantos segundos hasta que el flujo se estabilice.
- Cuando el flujo se haya estabilizado, se llena un recipiente aforado, teniendo control del tiempo con el cronómetro y registrando su valor numérico.
- Se registran las lecturas tanto del volumen en m^3 , como del tiempo de llenado del recipiente en segundos.
- Con la información recopilada podemos calcular el caudal para cada aparato usando la siguiente formula:

$$Q\left(\frac{m^3}{seg}\right) = \frac{Vol(m^3)}{t(seg)}$$

- Este procedimiento se repite para cada punto con el fin de establecer valores promedio.

5.2.2. SANITARIOS Y ORINALES

- Se suelta la llave del sanitario y se deja vaciar el contenido del tanque.
- Se registra el tiempo durante el cual se llena de nuevo el tanque del sanitario; teniendo en cuenta un estimativo del volumen del mismo.
- Se comparan los tiempos de descargas dentro de los sanitarios, con la relación estimada de caudal.

5.2.3. MATERIAL UTILIZADO

Elermeyer de 500 ml
 Vaso de precipitado aforado de 250 ml
 Cronómetro.

Imagen N° 10 Material para realizar aforo.



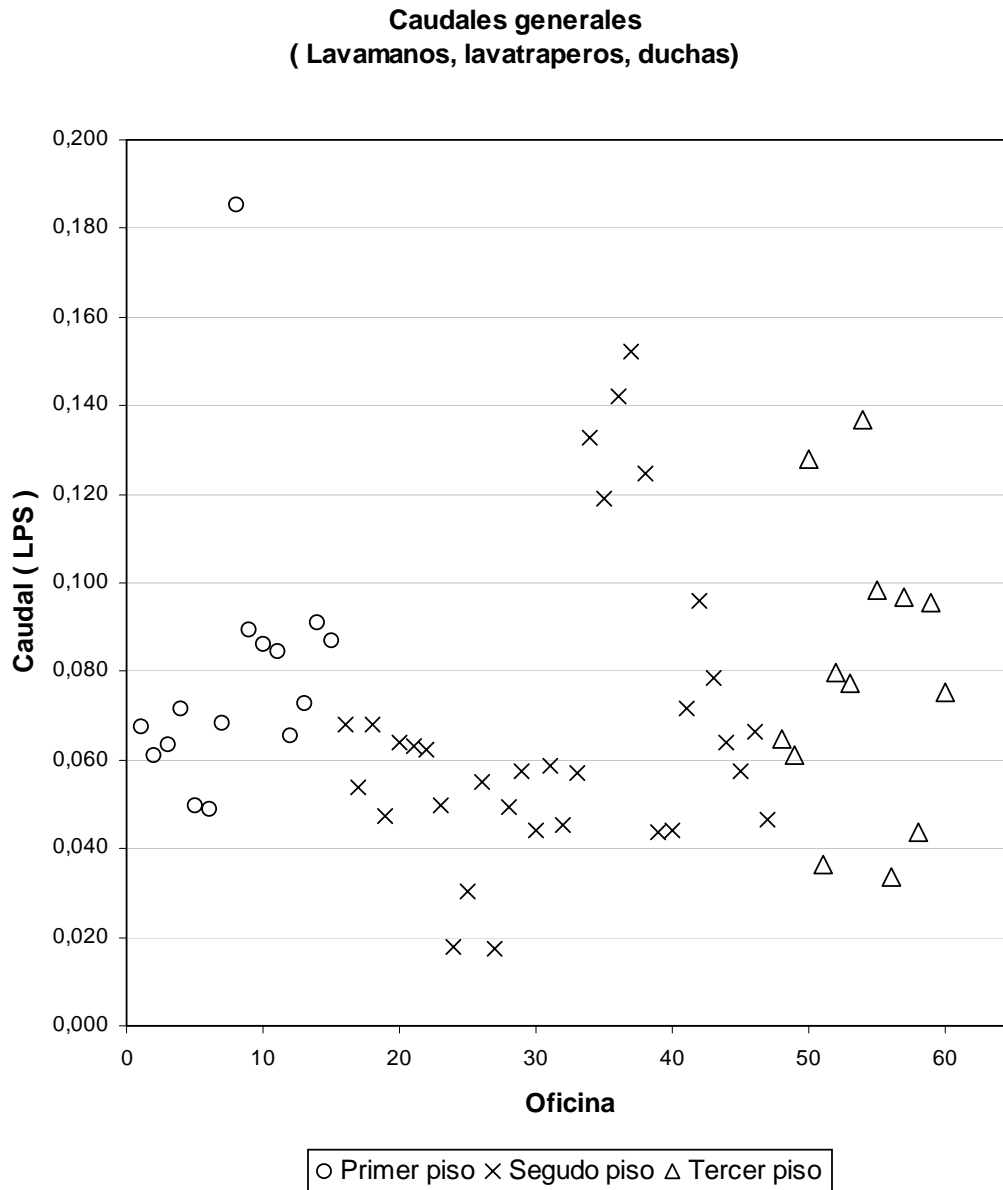
La tabla que se muestra a continuación se diseñó para registrar los datos de volumen y tiempo y así ejecutar el cálculo del caudal según el método volumétrico.

Tabla N° 24 Formato para la recolección de datos.

Planilla para aforo de caudales (método volumétrico)						
N ^{ro.}	Nombre Ubicación	Fecha	Tipo Aparato	Volumen (Litros)	Tiempo (Seg.)	Observaciones
				V ₁ :	t ₁ :	
				V ₂ :	t ₂ :	
				V ₃ :	t ₃ :	
				V ₄ :	t ₄ :	
				V ₅ :	t ₅ :	

Los datos de caudal para cada uno de los aparatos se registraron dando los siguientes resultados.

Gráfico 1. Valores de caudal de las oficinas registradas.



5.3. PRESIONES

Para medir presiones a la entrada de aparatos sanitarios se utilizó un manómetro tipo Bourdon para medir la presión en algunos puntos estratégicos dentro de la red hidrosanitaria.

El manómetro se instaló antes del aparato sanitario para el caso de los lavamanos y en la salida de las duchas. Las lecturas se tomaron en psi con una precisión de 2 psi o 1.4 m.c.a.

Imagen No 11 Barómetro tipo Bourdon.



Imagen 12 Lecturas de presión.



5.4. RESULTADOS

Donde el caudal (en lps.) es una estimación con un volumen promedio para sanitario de 6L y H es la diferencia de altura entre el aparato y el nivel mas bajo en el tanque tanque.

Tabla N° 25 Descargas en sanitarios

N°	Ubicación	Fecha	Hora	Tiempo		Caudal (LPS)	H metros
				Min.	Seg		
1	1 ^{er} piso	29-Jun	9:30 a.m.	02:36,0	156	0,038	13,60
2	1 ^{er} piso	29-Jun	9:30 a.m.	01:03,0	63	0,095	13,60
3	1 ^{er} piso	29-Jun	9:50 a.m.	01:25,0	85	0,071	13,60
4	1 ^{er} piso	29-Jun	10:05 a.m.	03:16,0	196	0,031	13,60
5	1 ^{er} piso	29-Jun	10:00 a.m.	02:15,4	135	0,044	13,60
6	Sótano	29-Jun	11:00 a.m.	00:47,9	48	0,125	16,00
7	Sótano	29-Jun	11:05 a.m.	00:41,4	41	0,146	16,00
8	Sótano	29-Jun	11:30 a.m.	00:33,5	34	0,176	16,00
9	Sótano	29-Jun	11:40 a.m.	00:27,2	27	0,222	16,00
10	1 ^{er} piso	29-Jun	2:45 p.m.	02:18,0	138	0,043	13,60
11	1 ^{er} piso	29-Jun	3:00 p.m.	01:41,6	102	0,059	13,60
12	2 ^{do} piso	29-Jun	3:15 p.m.	02:54,8	175	0,034	9,30
13	2 ^{do} piso	29-Jun	3:30 p.m.	03:12,4	192	0,031	9,30
14	2 ^{do} piso	29-Jun	3:40 p.m.	03:20,0	200	0,030	9,30
15	2 ^{do} piso	29-Jun	3:50 p.m.	03:52,0	232	0,026	9,30
16	2 ^{do} piso	29-Jun	4:10 p.m.	>5 min.			
17	2 ^{do} piso	30-Jun	9:10 a.m.	>5 min.			
18	2 ^{do} piso	30-Jun	10:10 a.m.	04:03,1	243	0,025	9,30
19	2 ^{do} piso	30-Jun	10:25 a.m.	04:30,0	270	0,022	9,30
20	2 ^{do} piso	30-Jun	11:45 a.m.	02:21,2	141	0,043	9,30
21	2 ^{do} piso	30-Jun	2:45 p.m.	03:49,3	229	0,026	9,30
22	2 ^{do} piso	30-Jun	3:05 p.m.	>5 min.			
23	2 ^{do} piso	30-Jun	3:30 p.m.	03:59,4	239	0,025	9,30
24	2 ^{do} piso	01-Jul	9:00 a.m.	06:19,0	379	0,016	9,30
25	2 ^{do} piso	01-Jul	9:30 a.m.	04:20,0	260	0,023	9,30
26	2 ^{do} piso	01-Jul	9:50 a.m.	02:56,9	177	0,034	9,30
27	3 ^{ro} piso	01-Jul	2:50 p.m.	04:26,4	266	0,023	5,90
28	3 ^{ro} piso	01-Jul	3:45 p.m.	08:10,0	490	0,012	5,90
29	3 ^{ro} piso	05-Jul	3:15 p.m.	05:00,1	300	0,020	5,90
30	3 ^{ro} piso	05-Jul	3:35 p.m.	01:18,0	78	0,077	5,90

Tabla N° 26 Resumen de caudales promedios (Aparatos en sótano y primer piso)

N°	Ubicación	Nombre	Aparato	Fecha-hora	Q Prom. LPS	H metros
1	1 ^{er} Piso	Baños 1 ^{er} Piso hombres	Lavamanos	29 Junio 9:15 a.m.	0,068	13,10
2	1 ^{er} Piso	Baños 1 ^{er} Piso hombres	Lavamanos	29 Junio 9:20 a.m.	0,061	13,10
3	1 ^{er} Piso	Baños 1er Piso Mujeres	Lavamanos	29 Junio 9:35 a.m.	0,064	13,10
4	1 ^{er} Piso	Baños 1er Piso Mujeres	Lavamanos	29 Junio 9:40 a.m.	0,072	13,10
5	1 ^{er} Piso	Baños 1er Piso Mujeres	Lavamanos	29 Junio 9:50 a.m.	0,050	13,10
6	1 ^{er} Piso	Baños 1er Piso Mujeres	Lavamanos	29 Junio 10:00 a.m.	0,049	13,10
7	1 ^{er} Piso	Cocina 1er Piso	Lavaplatos	29 Junio 10:10 a.m.	0,069	12,80
8	1 ^{er} Piso	Lava traperos 1er Piso	Lava traperos	29 Junio 10:20 a.m.	0,186	13,50
9	Sótano	Baños hall salones hombres	Lavamanos	29 Junio 10:45 a.m.	0,089	15,60
10	Sótano	Baños hall salones hombres	Lavamanos	29 Junio 10:05 a.m.	0,086	15,60
11	Sótano	Baños hall salones mujeres	Lavamanos	29 Junio 11:10 a.m.	0,085	15,60
12	Sótano	Baños hall salones mujeres	Lavamanos	29 Junio 11:15 a.m.	0,066	15,60
13	1 ^{er} Piso	Lavaplatos salones	Lavaplatos	29 Junio 11:30 a.m.	0,073	12,98
14	1 ^{er} Piso	Baños estudiante jurídico	Lavamanos	29 Junio 2:30 p.m.	0,091	13,10
15	1 ^{er} Piso	Baños estudiantes C jurídico mujeres	Lavamanos	29 Junio 2:35 p.m.	0,087	13,10

Tabla N° 27 Resumen de caudales promedio segundo piso.

Nr o	Ubicación	Nombre	Aparato	Fecha	Qprom LPS	H metros
16	2 ^{do} Piso	CER 233	Lavamanos	29 Junio	0,068	8,80
17	2 ^{do} Piso	CER 229	Lavamanos	29 Junio	0,054	8,80
18	2 ^{do} Piso	CER 230	Lavamanos	29 Junio	0,068	8,80
19	2 ^{do} Piso	CER 231	Lavamanos	29 Junio	0,047	8,80
20	2 ^{do} Piso	CER 234	Lavamanos	29 Junio	0,064	8,80
21	2 ^{do} Piso	CER 227	Lavamanos	29 Junio	0,063	8,80
22	2 ^{do} Piso	CER 226	Lavaplatos	29 Junio	0,062	8,50
23	2 ^{do} Piso	Ofc 220	Lavamanos	30 Junio	0,050	8,80
24	2 ^{do} Piso	Ofc 219	Lavamanos	30 Junio	0,018	8,80
25	2 ^{do} Piso	Ofc 218	Lavamanos	30 Junio	0,030	8,80
26	2 ^{do} Piso	Ofc 216	Lavamanos	30 Junio	0,055	8,80
27	2 ^{do} Piso	Lava traperos 2 ^{do} Piso	Lava traperos	30 Junio	0,017	9,10
28	2 ^{do} Piso	Ofc 222	Lavamanos	30 Junio	0,050	8,80
29	2 ^{do} Piso	Dir Ext Ofc 201A	Lavamanos	30 Junio	0,058	8,80
30	2 ^{do} Piso	Dir Ext Ofc 201B	Lavamanos	30 Junio	0,044	8,80
31	2 ^{do} Piso	Dir Ext Ofc 202A	Lavamanos	30 Junio	0,059	8,80
32	2 ^{do} Piso	Dir Ext Ofc 202B	Lavamanos	30 Junio	0,045	8,80
33	2 ^{do} Piso	Ofc 207	Lavamanos	30 Junio	0,057	8,80
34	2 ^{do} Piso	Fundeuis	Lavamanos	30 Junio	0,133	8,80
35	2 ^{do} Piso	Fundeuis	Lavamanos	30 Junio	0,119	8,80
36	2 ^{do} Piso	Ofc 240	Lavamanos	30 Junio	0,142	8,80
37	2 ^{do} Piso	Ofc 239	Lavamanos	30 Junio	0,152	8,80
38	2 ^{do} Piso	Ofc 236	Lavamanos	30 Junio	0,125	8,80
39	2 ^{do} Piso	Ofc 217	Lavamanos	01 Julio	0,044	8,80
40	2 ^{do} Piso	Ofc 217	Ducha	01 Julio	0,044	7,80
41	2 ^{do} Piso	Ofc 225	Lavamanos	30 Junio	0,072	8,80
42	2 ^{do} Piso	Lava traperos 2 ^{do} piso	Lava traperos	30 Junio	0,096	9,10
43	2 ^{do} Piso	Ofc 221	Lavamanos	30 Junio	0,078	8,80
44	2 ^{do} Piso	Ofc 215	Lavamanos	30 Junio	0,064	8,80
45	2 ^{do} Piso	Ofc 212	Lavamanos	01 Julio	0,058	8,80
46	2 ^{do} Piso	Ofc 212	Ducha	01 Julio	0,066	7,80
47	2 ^{do} Piso	Ofc 228	Lavamanos	01 Julio	0,046	8,80

Tabla N° 28 Resumen de caudales promedio tercer piso.

N°	Ubicación	Nombre	Aparato	Fecha	Q Prom. LPS	H metros
48	3 ^{er} Piso	Ofc 318	Lavamanos	01 Julio	0,065	5,40
49	3 ^{er} Piso	Ofc 318	Lavamanos	01 Julio	0,061	5,40
50	3 ^{er} Piso	Ofc 319	Lavamanos	01 Julio	0,128	5,40
51	3 ^{er} Piso	Ofc 322	Lavamanos	01 Julio	0,037	5,40
52	3 ^{er} Piso	Tele UIS	Lavamanos	01 Julio	0,080	5,40
53	3 ^{er} Piso	Tele UIS	Lavamanos	01 Julio	0,077	5,40
54	3 ^{er} Piso	Nodo producción	Lavamanos	01 Julio	0,137	5,40
55	3 ^{er} Piso	Nodo producción	Lavamanos	01 Julio	0,098	5,40
56	3 ^{er} Piso	Nodo producción	Lavamanos	01 Julio	0,034	5,40
57	3 ^{er} Piso	Cidlis secretaría mujeres	Lavamanos	05 Julio	0,097	5,40
58	3 ^{er} Piso	Cidlis secretaría hombres	Lavamanos	05 Julio	0,044	5,40
59	3 ^{er} Piso	Cidlis Ofc 320	Lavamanos	05 Julio	0,095	5,40
60	3er Piso	Cidlis Ofc 321	Lavamanos	05 Julio	0,075	5,40

Además de un muestreo general para el edificio. Se tomaron datos de caudal a diferentes horas del día y diferentes días de la semana para determinar sus variaciones, a continuación se muestran los resultados:

Gráfico N° 2 Variaciones diarias de caudal para el lavamanos 1er piso; lavamanos izquierdo de la batería.

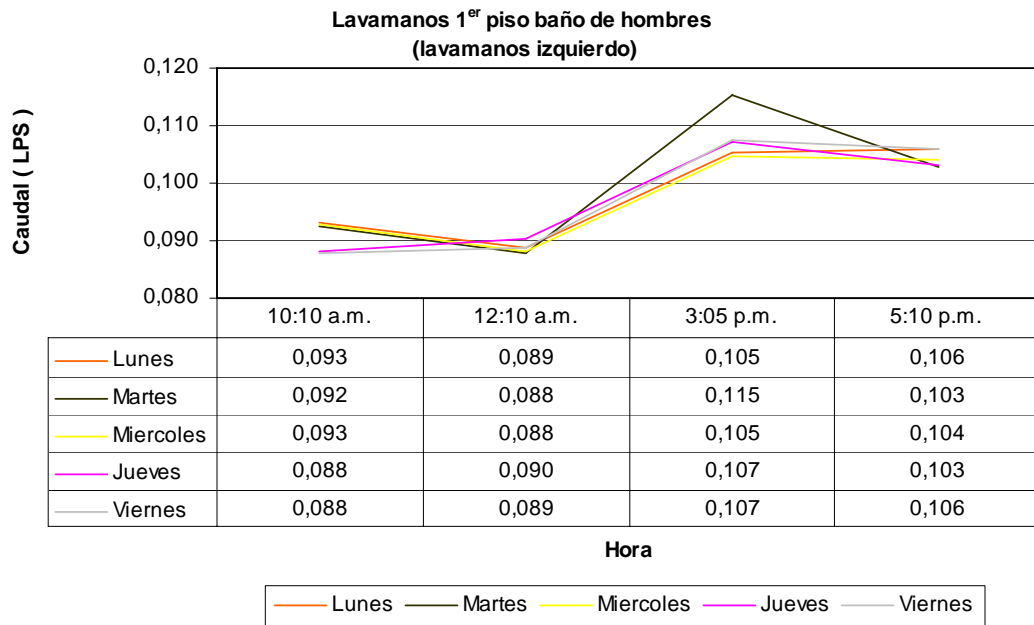


Gráfico N° 3 Variaciones diarias de caudal para la cocina principal.

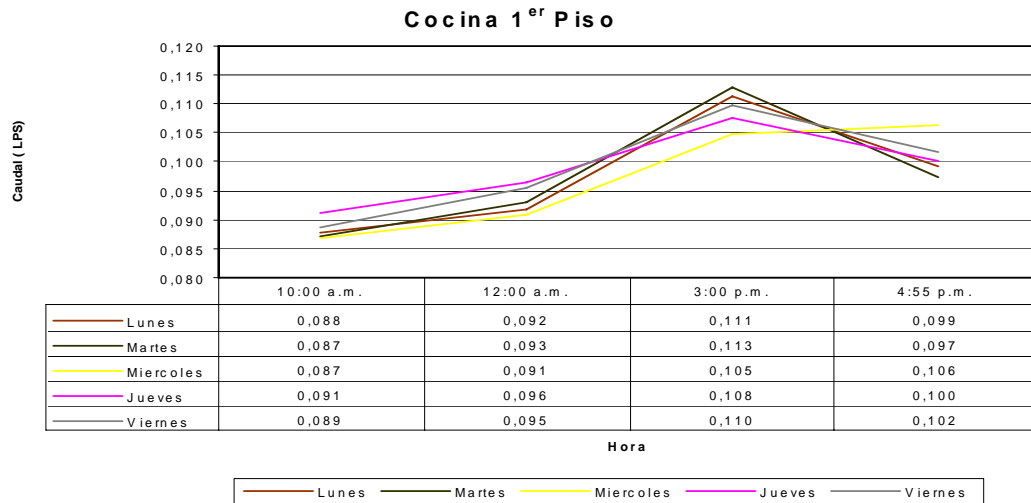


Gráfico N° 4 variación de caudal oficina 209

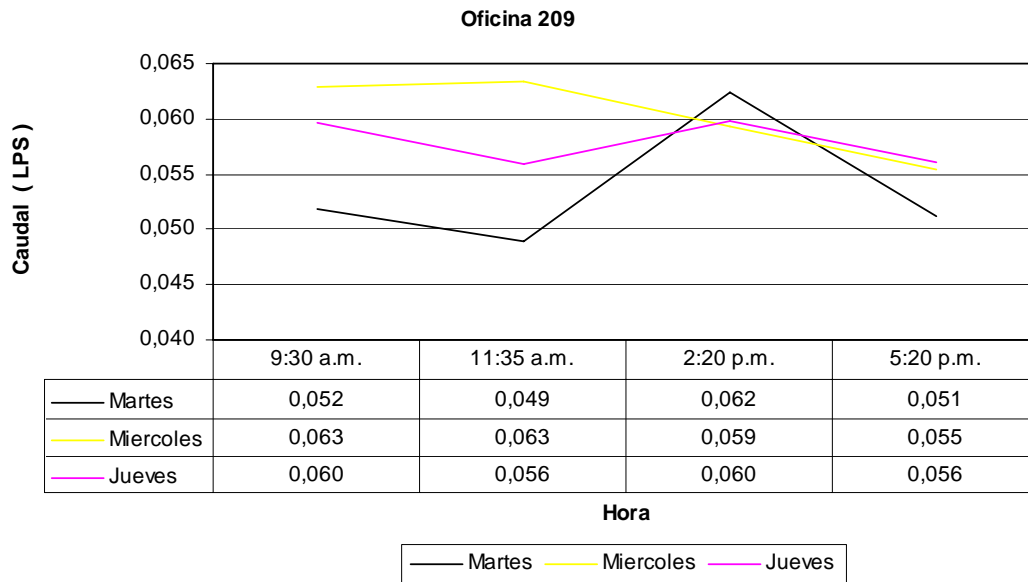


Gráfico N° 5 variación de caudal oficina 215

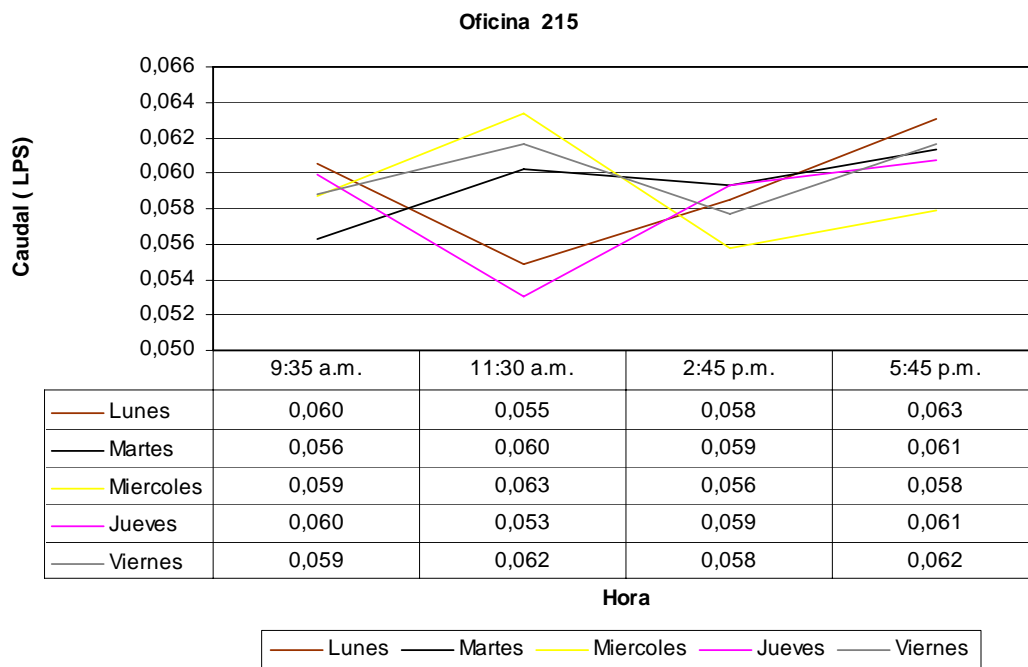


Gráfico No 6 Variación de caudal en la oficina 319.

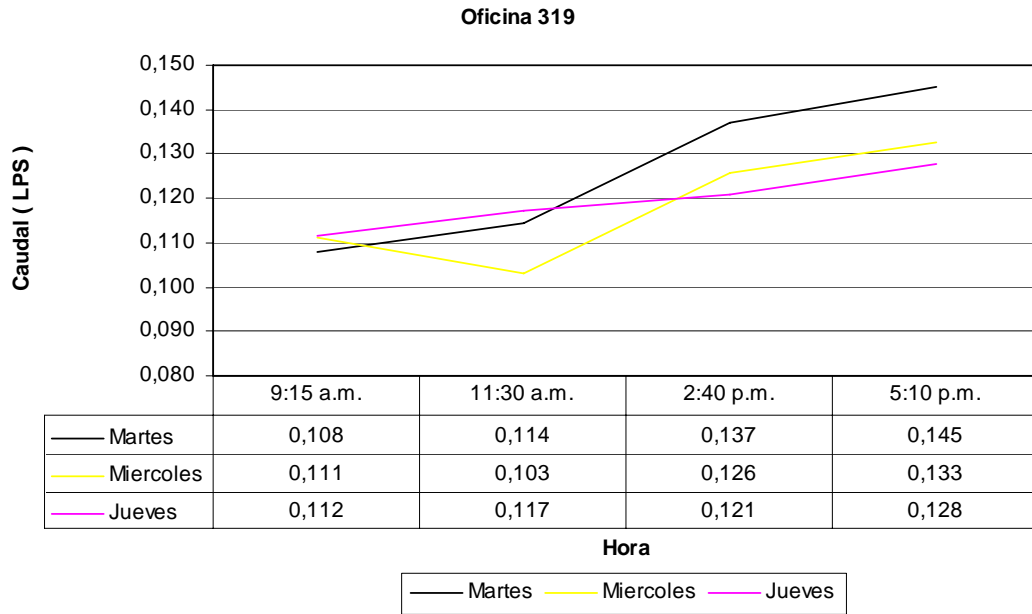


Gráfico No 7 Variación de caudal en la oficina 322



Tabla N° 29 Resumen de las variaciones de caudal en las oficinas muestra.

Oficina	Caudal en LPS		
	Mínimo	Máximo	delta
Cocina 1^{er} piso	0.087	0.113	0.026
Lavamanos 1^{er} piso	0.088	0.115	0.027
Ofc 209	0.049	0.063	0.014
Ofc 215	0.053	0.063	0.010
Ofc 319	0.103	0.145	0.042
Ofc 322	0.030	0.043	0.013

Las presiones encontradas fueron del orden de:

Tabla No 30 Presiones en puntos muestra.

Punto	ubicación	Psi	m.c.a
Entrada al tanque ppal.	Terraza 3 ^{er} piso	10	7.03
Ofc 319 (Ducha)	3 ^{er} piso	5	3.51
Ofc 322 (Lavamanos)	3 ^{er} piso	5	3.51
Ofc 215 (Lavamanos)	2 ^{do} piso	10	7.03
Ofc 230 (Lavamanos)	2 ^{do} piso	10	7.03
Batería Hombres 1^{er} piso	1 ^{er} piso	26	18.29
Cocina Principal	1 ^{er} piso	24	16.84
Gabinete Incendios	1 ^{er} piso	20	14.07

5.5. ANÁLISIS

De las graficas y tablas anteriores encontramos que:

- Todos los valores de caudal dentro de la sede muestran un valor por debajo del mínimo requerido para el diseño. Frente a los valores que aparecen por norma en la norma aparecen los valores promedios registrados dentro de la edificación.

Tabla No 31 Comparación de caudales para diferentes aparatos.

Aparato	Valor Diseño Lps	Valor Encontrado Lps
Lavamanos	0.19	0.077
Lava Traperos	0.28	0.084
Duchas	0.32	0.069

Como podemos ver los valores son menores en la actualidad. Pero también debemos decir que en el caso de los lavamanos a pesar de esto el servicio que éstos prestan se puede considerar como aceptable aún teniendo en cuenta que está trabajando a un rango casi por debajo de la mitad del caudal de diseño .

- Aunque el valor máximo de caudal encontrado fue de 0,186 lps (considerando este valor como bajo); encontrado en un pozo para lavar traperos en el primer piso, el pozo como tal cumple su función.
- Las presiones son suficientes para garantizar el funcionamiento de los aparatos, quedando entonces sujetado el desempeño al caudal del que se dispone, el sistema con los menores valores de presión es el de la red contra-incendios.
- De manera general los lavamanos dentro de la sede proveen una cantidad de agua que cumple en el mejor de los casos con los mínimos requerimientos en cuanto a cantidad de agua; (valorado desde un punto de vista subjetivo), mostrando una tendencia a bajar el caudal en el momento en que entra a trabajar en simultaneidad con otros aparatos como sanitarios, duchas o lavamanos dentro del mismo ramal.
- Tanto para lavamanos, sanitarios y duchas, no se puede estandarizar un comportamiento hidráulico para cada uno de ellos dentro del edificio ya que depende mucho la ubicación del punto hidráulico para valorar su desempeño, sobretudo en cuanto a diferencias de altura; es

decir su relación en cuanto al tanque principal y la distancia que tiene que recorrer el agua para llegar allí; (perdidas por fricción en tuberías y accesorios).

- En cuanto a los sanitarios se tuvo en cuenta para compararlos entre sí el tiempo de llenado del tanque y la calidad de la descarga; encontrándose un rango entre 27seg y mas de 5 minutos dentro de la edificación, siendo el primer piso quien mostró los menores tiempos y el segundo piso los valores de descarga mas altos; entre 2min 21 seg. como mínimo y mas de cinco minutos como máximo, mostrando así la tendencia general dentro de la edificación a tener grandes diferencias de funcionamiento entre cada uno de los aparatos de la sede.
- Al revisar las duchas de cada una de las oficinas y al ser estas el claro ejemplo de aparato crítico al momento de diseñar, se pudo notar que ocurría el mismo fenómeno de los lavamanos y de los sanitarios, en algunos casos el caudal era suficiente y a buena presión y en otros muy pobre, registrándose los valores mas altos en el ala sur de tercer piso y los mas bajos en el ala occidente, especialmente el la oficina 322.
- De estos tres tipos de aparatos quien se encuentra trabajando en un nivel por debajo del optimo es el sanitario, pero teniendo en cuenta que no es un déficit en cuando a descarga sino a demora en el tiempo de llenado de los tanques.
- La red de incendios muestra deficiencias en cuanto a presión, como se sospechaba al estar alimentada por gravedad desde el tanque situado a 13, m del gabinete del primer piso.

Imagen No 13 Salida de agua Red Contra-Incendios.



- En resumen tenemos:

Tabla No 32 Resumen de diagnóstico sede UIS Bucarica

Red	Valoración	Recomendaciones
Hidráulica	<p>En la zona sur comprendida desde el hall de los salones sobre la calle 36 y hasta el tercer piso el funcionamiento de este sistema es el adecuado.</p> <p>El primer piso en general no presenta problemas de abastecimiento.</p> <p>La zona centro y norte del segundo muestra una tendencia de estado límite es decir, en un cuarto de baño solo se puede utilizar un aparato sanitario a la vez .</p> <p>La zona norte del tercer piso, presenta un funcionamiento aceptable, con deficiencias en el costado oriental.</p>	<p>Se requiere un replanteamiento del sistema de distribución como tal con el fin de equilibrar el estado de servicio de dicha red, utilizando nuevos materiales, un esquema de distribución definido y documentado.</p> <p>Se debe prestar atención en la configuración de la nueva red con mirar a no intervenir de manera drástica los componentes arquitectónicos de la edificación.</p>
Sanitaria	<p>Este componente del sistema presenta aún un adecuado funcionamiento para los requerimientos actuales de la sede.</p> <p>Las fallas evidentes de funcionamiento se presentan en las pocetas para lavar traperos debido a su alto contenido de sedimentos.</p>	<p>A corto plazo se recomendó el reemplazo de los componentes del sistema de desagüe de las pocetas; labor que se está realizando, ya que éstas fallas dificultan las labores de aseo y mantenimiento general.</p> <p>A largo plazo se deberá hacer un estudio enfocado únicamente a la red sanitaria, debido a la complejidad y la alta demanda de recursos que requiere identificar los componentes como cajas de inspección y demás, al tenerse que levantar los pisos de la edificación.</p>
Pluvial	<p>Su desempeño es aceptable aunque el deterioro del revestimiento de canaletas de recolección de aguas genera problemas de goteras.</p>	<p>Primero se recomienda el mantenimiento a las canaletas que conducen a las bajantes de aguas lluvias.</p> <p>Se deberá realizar el mantenimiento del revestimiento de las canaletas que recogen el agua lluvia colocadas entre los cambios de dirección de los techos, debido a que la intemperie ha hecho que pierdan sus propiedades impermeables.</p>
Contra-Incendios	<p>Esta red presenta una grave falla; se encuentra conectada al tanque elevado sin un abastecimiento de reserva en caso crítico y además es improbable que se pueda garantizar una presión 35 m.c.a. en todos los gabinetes.</p>	<p>Se deberá proveer al sistema una fuente de presión con una bomba y que se podría conectar a uno de los tanques enterrados en el sótano de la edificación o bien al tanque principal garantizando un abastecimiento de reserva.</p> <p>Los cielo-rasos presentan gran cantidad de escombros y materiales de desecho que aumentan los riesgos de incendio, así que se recomienda hacer limpieza de los cielo-rasos.</p>

6. ETAPA DE REPLANTEAMIENTO

6.1. CRITERIOS BÁSICOS DE PRE- DISEÑO RED HIDRÁULICA.

Según la NTC 1500 se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El sistema de distribución del suministro de agua para el edificio debe diseñarse de manera que abastezca los aparatos y equipos con la mínima cantidad de agua necesaria para obtener un funcionamiento que satisfaga los requisitos de salubridad con velocidades y presiones adecuadas.
- La velocidad máxima de diseño debe ser de 2 m/s para tubería de diámetro inferior a 76,2 mm, para diámetros de 76,2 mm o mayores, la velocidad máxima debe ser de 2,5 m/s.
- Para estimar la demanda del suministro de agua de los diferentes aparatos sanitarios, expresada en unidades de consumo bajo diversas condiciones de servicio, se debe la tabla N°3 unidades de consumo para aparatos sanitarios.

De manera general el diseñador deberá definir las configuraciones de elementos particulares como: acometida, esquema del sistema, tanque (es), Bombas y equipos que sean necesarios para su funcionamiento. De manera particular la tarea de diseñar una red se centra en lo acertado que se puedan calcular los caudales de consumo y las pérdidas por fricción; tanto en la tubería como en el paso por accesorios como Tees, codos, llaves, válvulas y hasta por el medidor.

En nuestro caso donde se pretende utilizar el tanque existente, ubicado sobre el cielo-raso del tercer piso con una distancia vertical conocida H_v :

- 16,47 m en distancia vertical hasta el sótano.
- 13,02 m en distancia vertical hasta el primer piso.
- 8,53 m en distancia vertical hasta el segundo piso.
- 5,58 m en distancia vertical hasta el tercer piso.

6.2. MATERIALES.

Imagen No 14 Tubo de HG actual con incrustaciones.



La idea general es reemplazar las redes existentes en HG por material de PVC presión por las ventajas que este tipo de tuberías ha demostrado en las últimas décadas, con diámetros entre ½ “pulgada y 2 ½” pulgada.

También se usará:

Tees, codos, uniones y bujes de PVC presión.
Válvulas de cierre en bronce tipo compuerta
Válvulas de cierre tipo llave
Válvula de cheque

Para tratar de compensar el hecho de cambiar los ramales de distribución se escogió un C para el PVC de 130 para compensar las pérdidas por fricción en la tubería de HG.

6.3. CONSUMO

Según los valores para la valoración de consumo (Tabla No 1) y los valores de población residente tenemos:

- Consumo Residentes:

161 Personas en promedio día
90 Litros / persona / día ; para oficinas

$$161 \frac{\text{Pers}}{\text{día}} * 90 \frac{\text{Litros}}{\text{Pers}/\text{día}} = 14490 \text{ Litros}/\text{día}$$

Residentes = 14,49 m³ / día

▪ Riego de pisos:

Empedrado = 247 m² * 1.5 litros / m² = 370 Litros / día
Jardines = 50 m² * 2 Litros / m² = 100 Litros / día
Pisos baldosa = 3500 m² * 5 Litros / m² = 17500 Litros / día
Total = 17970 Litros / día

Riego = 17,97 m³ / día

Haciendo un total para las dos actividades mas importantes de 32.46 m³ / día, para un promedio mensual de 973.8 m³ mas de el doble para el promedio registrado en la sede; que es de 419 m³ al mes.

Si nos devolvemos en la metodología anterior y a partir del consumo promedio mensual encontramos un consumo per-capita encontramos que:

Consumo promedio mensual: 419 m³
Residentes: 161 Personas

$$419 \frac{m^3}{mes} * \frac{1 mes}{30 dia} * \frac{1 dia}{161 persona} = 0.08675 m^3 / pers 7 dia$$

$$consumo = 86.75 Litros / persona / dia$$

En síntesis el consumo per-cápita para residentes es de 86.75 litros / persona –día esto sin contar con visitantes ni con riegos.

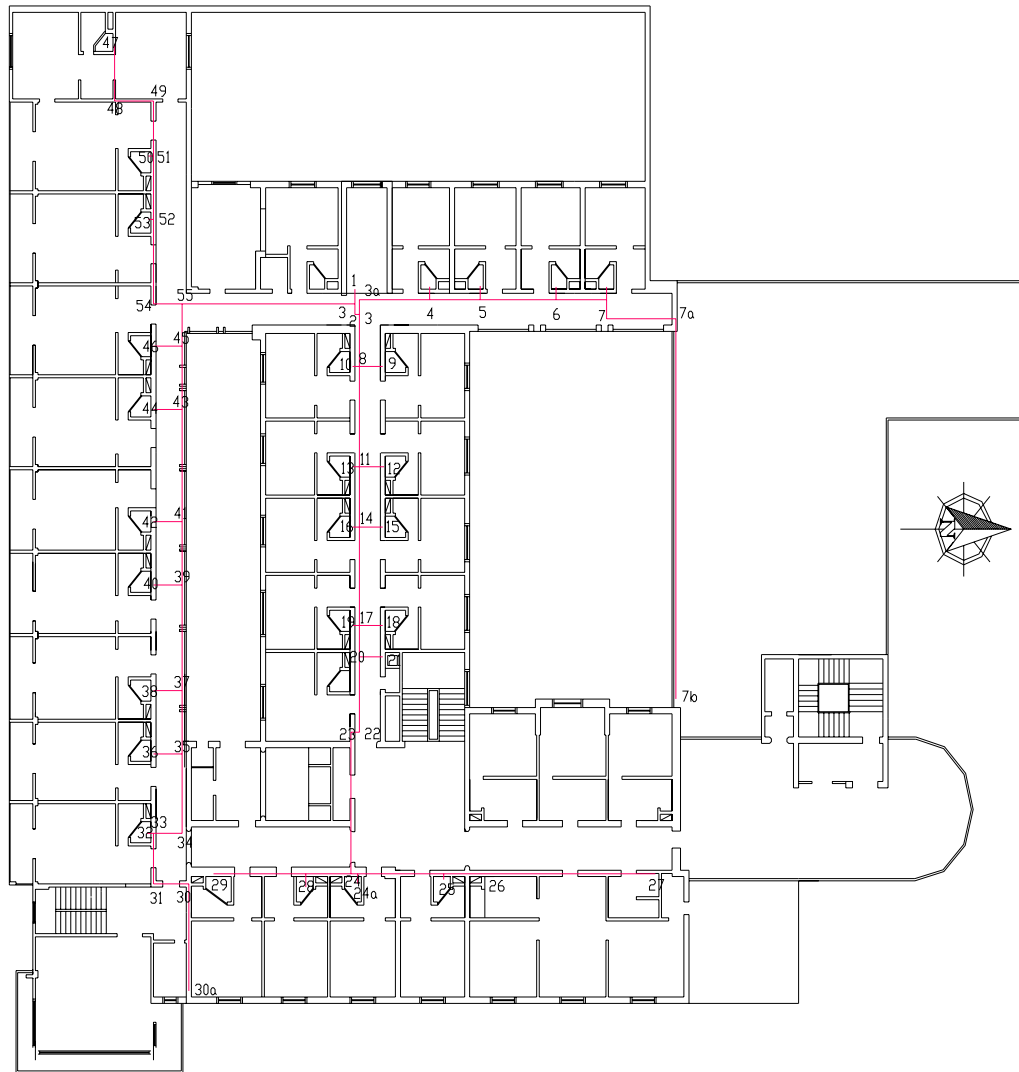
De la disponibilidad de almacenamiento que tenemos en el tanque sobre la cubierta del tercer piso es de una capacidad de 13 m³ máximo, el cual es un valor muy aproximado del promedio diario actual de consumo, teniendo en cuenta las nuevas especificaciones en cuanto a actividades a realizar dentro de la sede.

Con los datos de consumo, las tablas de unidades de gasto para los diferentes aparatos, (tabla no) se procedió con la configuración de la red reemplazando la antigua tubería en hierro galvanizado por PVC.

6.4. CONFIGURACIÓN DE RED HIDRAULICA.⁸

A continuación se muestra la configuración de las redes para cada piso:

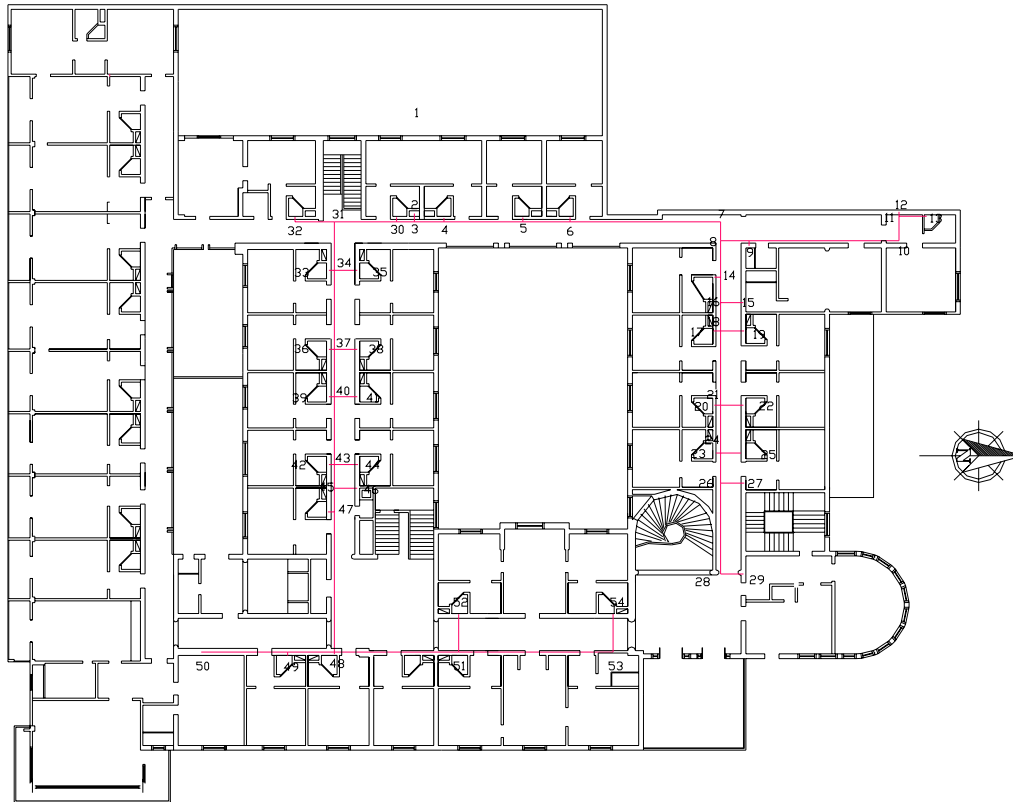
Gráfico No 8 Redes de distribución de agua para tercer piso.



En la figura se observa la distribución de la red tendida sobre el cielo raso del tercer piso, quien abastecerá por gravedad a los aparatos del respectivo piso.

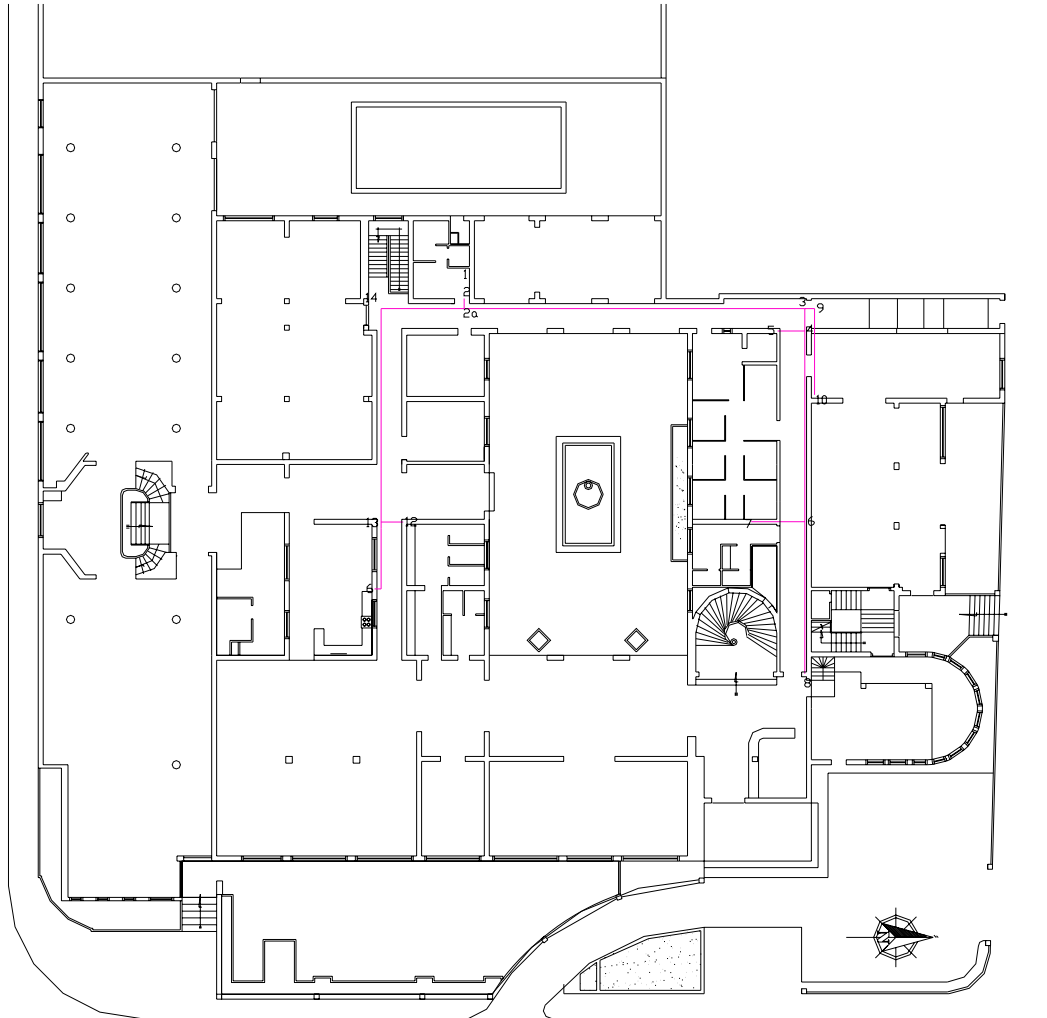
⁸ Utilizando la configuración actual como configuración de pre-diseño.

Gráfico No 9 Distribución de red agua potable segundo piso



En la figura se observa la distribución de la red tendida sobre el cielo raso del segundo piso, quien abastecerá por gravedad a los aparatos del respectivo piso.

Grafico No 10 Distribución de red en primer piso.



En la figura se observa la distribución de la red tendida sobre el cielo raso del primer piso, quien abastecerá por gravedad a los aparatos del respectivo piso.

6.5. RESULTADOS

Con la configuración, dotaciones, longitudes, unidades de gasto y diámetros, se procedió a determinar las rutas críticas para cada una de las configuraciones; siendo ellas las que representan tanto el aparato mas alejado como el crítico.

Para el tercer piso se encontró como aparato crítico la batería de baño de la oficina 331, lo cual concuerda con los estudios de caudal, ya que para ese ramal muestra los valores mas bajos el tercer piso = 0.03 Lps.

Tabla No 33 Pre-diseño para aparato crítico tercer piso.

Piso	Ruta	Tramo	Long real (m)	Long* (m)	Diam (pul)	Unidades	0,7U	Caudal (Lps)	Vel (m/s)	C	Hf (m)	Hv (m)	Dispon
3	3												
		1-2	3,5	5,25	2	318	223	4,35	2,15	130	0,575	3,6	3,025
		2-3	0,5	1,95	2	130	91	2,62	1,29	130	0,084		2,941
		3-8	2,5	3,75	2	100	70	2,35	1,16	130	0,131		2,810
		8-11	4,75	7,125	2	88	61,6	2,24	1,10	130	0,229		2,581
		11-14	3	4,5	2	76	53,2	1,89	0,93	130	0,105		2,476
		14-17	4,5	1,95	2	64	44,8	1,68	0,83	130	0,037		2,439
		17-20	1,5	2,25	1,5	46	32,2	1,36	1,19	130	0,116		2,323
		20-22	3,5	1,95	1,5	42	29,4	1,24	1,09	130	0,086		2,237
		22-23	1,5	2,25	1,5	42	29,4	1,24	1,09	130	0,099		2,139
		23-24	6,75	1,95	1,5	42	29,4	1,24	1,09	130	0,086		2,053
		28-24	2,5	3,75	1	14	9,8	0,48	0,96	130	0,207		1,846
		28-29	5,5	1,95	1	8	5,6	0,32	0,63	130	0,050		1,796
		29-ducha	2	1,96	0,5	2	1,4	0,16	1,25	130	0,398	4,3	2,098
		Ducha lavamano	3,5	1,97	0,5	1	0,7	0,13	1,04	130	0,283	5	2,515
		ducha-sanitario	2,7	1,98	0,5	3	2,1	0,19	1,47	130	0,539	5,4	2,376

Para el segundo piso el aparato crítico se encontró en la oficina de 2⁰¹., para el análisis de caudales el aparato con el menor valor actual de caudal en el segundo piso es la poceta para lavar traperos del pasillo centro, además el valor de caudal registrado para la ofc 201 es de : 0.058Lps

Tabla N° 34 Pre-diseño para el aparato crítico segundo piso.

Piso	Ruta	Tramo	Long real (m)	Long* (m)	Diam (pul)	Unidades	0,7U	Caudal (Lps)	Vel (m/s)	C	Hf (m)	Hv (m)	Presión Disponible (m.c.a.)
2	3												
		1-2	12	18	2	18 6	130	3,14	1,55	130	1,078	6,5	5,422
		2-3	0,5	0,75	2	18 6	130	3,14	1,55	130	0,045		5,377
		3-30	1,5	1,113	2	10 2	71	2,37	1,17	130	0,040		5,337
		30-31	4	6	2	96	67	2,31	1,14	130	0,204		5,133
		31-34	3	1,114	2	90	63	2,26	1,98	130	0,147		4,986
		34-37	5	7,5	2	78	55	1,92	1,69	130	0,735		4,251
		37-40	3	1,115	2	66	46	1,71	1,50	130	0,088		4,163
		40-43	4,3	6,45	2	54	38	1,50	1,32	130	0,400		3,763
		43-45	1,5	1,116	2	48	34	1,39	1,22	130	0,060		3,702
		45-47	1,5	2,25	2	42	29	1,24	1,09	130	0,099		3,604
		47-48	9	1,117	2	36	25	1,08	0,95	130	0,038		3,566
		48-51	8	12	1	24	17	0,76	1,49	130	1,506		2,060
		51-53	10	1,118	1	12	8	0,43	1,51	130	0,200		1,860
		53-54	2,5	3,75	1	6	4	0,27	0,94	130	0,278		1,581
		54-Ducha	2	1,119	1	2	1	0,16	0,56	130	0,032	7,5	2,550
		Ducha-lavamanos	3,5	5,25	1	1	1	0,13	0,46	130	0,105	8,1	3,045
		Ducha-sanitario	2,7	1,120	1	3	2	0,19	0,65	130	0,042	8,5	3,403

Para el primer piso se encontró el aparato crítico en la batería de baños de estudiantes del consultorio jurídico.

Tabla N° 35 Pre-diseño para el aparato crítico primer piso.

Piso	Ruta	Tramo	Long real (m)	Long* (m)	Diam (pul)	Unidades	0,7U	Caudal (Lps)	Vel (m/s)	C	Hf (m)	Hv (m)	Presión Disponible (m.c.a.)
1	1												
		1-2	15	22,5	2	65	46	1,69	0,835	130	0,430	9,4	8,970
		2-2a	0,5	0,75	1,5	65	46	1,69	1,485	130	0,058		8,911
		2-3	20,5	30,75	1,5	30	21	0,92	0,806	130	0,770		8,141
		3-4	1,5	2,25	1	20	14	0,65	1,278	130	0,212		7,930
		4-6	11,5	17,25	0,75	14	10	0,48	1,7	130	3,851		4,078
		6-8	9	13,5	0,75	2	1	0,16	0,556	130	0,382		3,697
		8-Sanitario	7,5	11,25	0,5	3	2	0,19	1,466	130	3,064	11,5	2,733

El resto del diseño de la red se encuentra en el archivo adjunto:

6.6. RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES.

De el desarrollo del diagnóstico de la red hidrosanitaria a lo largo de todas sus fases se encontró que el funcionamiento de las redes ha estado dominado por las variaciones que de él se han hecho debido a los daños y cambios de tuberías rotas y a las modificaciones en el uso de los espacios. Cambios que se reflejan en la actual configuración de las redes. Haciendo un recorrido general podemos encontrarnos con tanques abandonados, espacios donde funcionó alguna vez la caldera para calentar agua, la misma red de suministro de agua caliente recubierta en estopa que hoy se ha convertido e una fuente de polvo y un latente riesgo de incendio.

También dentro del estudio de la red se reveló la historia de la edificación mostrando el hecho de una gran reforma a su configuración inicial, al encontrara que el ala sur no se regía por el patrón de distribución del resto de la edificación, cosa que fue corroborada al indagar en su pasado.

Generalidades:

- Alrededor de un 70 % de las redes en el primer piso son en material de PVC y se alimentan directamente de la presión del acueducto municipal.
- Las redes del segundo piso se hallan en un 90 % constituidas por tubería en hierro galvanizado, debido a su difícil acceso y al presentar “graves” suministros de agua.
- Las redes en el tercer piso se encuentran mezcladas y es muy común encontrar cambios intermitentes de material.

Imagen No 15 Cambios de material en red.



- Las redes en la zona sur que comprende desde el tercer piso hasta las baterías de baño del sótano de los salones, posee una mayor disposición de caudal debido a que ésta red es mas reciente y a que fue diseñada con parámetros mas “holgados”; como se puede ver en su distribución de diámetros a través de las redes y su impacto en el caudal de salida.
- La labor de reemplazar las redes existentes se hace muy cuidadosa en el sentido arquitectónico, ya que como es bien sabido esta sede es considerada patrimonio arquitectónico, por su importancia en el entorno del centro de la ciudad de Bucaramanga.
- Lo anterior hizo que se dificultara la tarea de recopilar la datos exactos sobre la del sanitaria debido a la magnitud que sería levantar pisos para buscar cajas de inspección, en este sentido lo que se realizó fue una valoración subjetiva de la red sanitaria, encontrándose que la mayor dificultad para evacuar los residuos lo presentaban las pocetas para lavar traperos.

7. RESUMEN DEL DIAGNÓSTICO DE REDES EXISTENTES.

Las tecnologías para la purificación, almacenamiento y distribución de agua potable, así también como las redes de recolección de aguas servidas evolucionen de acuerdo a las demandas tanto de mercado como de competencia y calidad, hoy en día las soluciones para conducción de agua son muchas y diversas, los nuevos materiales (que no lo son tanto) han hecho que tengamos productos con coeficientes de perdidas menores, mas resistentes a agentes corrosivos, mas livianos, mas fáciles de instalar y con una gran gama de accesorios que permiten casi cualquier configuración.

Hace años las redes predominantes dentro de las edificaciones eran de un material de acero galvanizado o cobre en el mejor de los casos; materiales susceptibles a la corrosión o incrustación dependiendo de las calidades del agua en cuanto a dureza y alcalinidad se refieren. El agua por ser el solvente por excelencia lleva a lo largo de recorrido gran cantidad de partículas que se agruparán cuando encuentren las condiciones adecuadas para ello, las cuales resultan ser ionización y acumulación dentro de paredes gastadas por el paso de los años.

Partiendo de la experiencia durante la práctica realizada en la sede UIS Bucarica y haciendo un balance entre el trabajo realizado, las dificultades que se encontraron y las posibles soluciones con miras a hacer un mejor diagnostico de la Red Hidrosanitaria para cualquier edificación a continuación se planteo una metodología generalizada.

7.1. ETAPA DE RECONOCIMIENTO.

Hacer el reconocimiento de una edificación es definir uno a uno los componentes individuales que conforman todo un sistema complejo como lo es ésta. Porque el fin ultimo de una edificación es proporcionar confort a quienes la habitan o allí laboran. Y eso depende en gran medida depende en que el habitante encuentre agua en el momento de lavarse las manos, que cuando accione un encendedor las luces funcionen o que esté garantizada su seguridad en el momento de un sismo.

Para realizar con éxito el reconocimiento de un sistema Hidro-sanitario se debe partir del conocimiento de la teoría y de las leyes que rige. De manera general para Colombia se deben cumplir con las siguientes normatividades:

- NTC 1500 Código Colombiano de fontanería.
- NTC 1669 Código para el suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificaciones. sistema de hidrantes.
- Ras 2000

7.1.1. RED HIDRÁULICA.

Dentro del plano netamente hidráulico, el reconocimiento se basa en identificar la manera como el agua tratada llega a los diferentes aparatos, la manera como se almacena y la calidad última con que llega al usuario. Se debe reconocer el espacio físico y comprender el uso de estos espacios y por ende el uso que se le va a dar al agua.

Se deben identificar claramente los siguientes componentes.

- **Redes:**
 - Tipo de redes
 - Materiales que componen la red
 - Diámetros
 - Ubicación
 - Estado de servicio

- **Acometida:**
 - Diámetro
 - Materiales
 - Tipo de medidor
 - Válvula de cierre
 - Válvula reductora de presión

- **Sistema de distribución:**
 - Tanques elevados
 - Tanques Subterráneos
 - Sistemas de bombeo
 - Capacidad de almacenamiento

- **Lecturas:**
 - Toma de caudales.
 - Toma de presiones.

7.1.2 RED SANITARIA

Para la red sanitaria es necesario conocer la distribución de los bajantes, así como sus propiedades como material en el que está compuesto, tiempo de uso y estado, determinar que tipo de ventilación tiene y si sus diámetros son suficientes para tal desempeño.

De la caracterización física de los componentes de la red sanitaria se debe tener en cuenta:

- Cantidad de aparatos que descargan por bajante.

- Relación de unidades de descarga.
- Materiales en los cuales están compuestos los desagües.
- Diámetros.
- Pendientes.
- Cotas de llegada a las cajas de inspección.
- Cotas de salida de las cajas de inspección.

7.1.3 RED CONTRA INCENDIOS.

El estudio de la red contra-incendios se basa en gran medida en la detección del tipo de factores que pueden ser causantes de fuego, para así determinar su factor de riesgo y de allí compararlo con sus componentes .

Como los componentes ya están diseñados se deberá identificar.

- Que el sistema esté de acuerdo con el tipo de riesgo.
- Presión adecuada.
- Materiales.
- Diámetros.
- Tipo de gabinete.
- Señalización.
- Extintores.

7.2. ETAPA DE ANÁLISIS Y REPLANTEO

Optimizar un sistema es buscar la configuración que mejor se acomode a las necesidades actuales con el fin de mejorar su servicio. Se cuenta con las limitantes físicas del sistema estructural ya construido en el caso de las redes sanitarias, la ubicación de tanques existentes y la adecuación que a ellos se deba hacer.

Se debe tener en cuenta que muchas reparaciones se hacen sin supervisión técnica y muchas veces nos encontramos con “malas practicas de fontanería”; que en la mayoría de las veces no representa ningún beneficio para el sistema en general.

7.3. CONSIDERACIONES EN TORNO AL CONSUMO

Uno de los primeros pasos en el diseño de una red hidráulica es estimar los consumos de los futuros usuarios, dentro de los datos recopilados dentro de la edificación podemos decir que:

El consumo promedio es de 416 m³ al mes, para una población residente de 161 personas, lo que nos daría un consumo de 86.75 Litros –persona-día, esto sin contar en él los riegos de jardines y lavado de pisos. Labores que también se realizan dentro de la sede, observando los hábitos dentro de la edificación digamos: Si tomamos un rango de tiempo entre 15 y 20 segundos durante los cuales una persona deja abierta la llave para lavarse las manos, si suponemos que esta persona se lava las manos hasta 5 veces el día y que descarga cuatro veces el sanitario de seis litros y tenemos un caudal promedio para la sede de 0,77 lps en los lavamanos⁹ tenemos:

$$0.1\text{lps} * 20\text{seg} = 2\text{litros} * 5 = 10\text{litros}$$

10litros por lavado de manos y 24 litros por descargas en sanitarios nos daría un total de 34 litros por persona al día, es cual representa el gasto promedio de una persona al día; un valor mucho menor que el que actualmente estipula la norma NTC 1500 el cual es 90 litros persona día.

Ahora para el sanitario si tenemos un sanitario con un tanque de seis litros. Y suponemos un tiempo de llenado de 45 seg. tendríamos un caudal de:

0,13 lps un valor también por debajo del estipulado en la norma.

En síntesis estos dos simples ejemplos nos hace pensar la posibilidad de replantear esta metodología con mirar a ajustarlas a las nuevas tendencias de mejor utilización del agua.

⁹ Dato promedio para lavamanos dentro de la sede con una desviación estandar de 0.33 Lps

8. CONCLUSIONES

Se llevó a cabo el diagnóstico para la red hidrosanitaria de la sede UIS Bucarica, reconstruyendo la información latente acerca de sus componentes resaltando a importancia de la documentación y el registro de éstos, ya que la falta de información acerca de cualquier sistema hace casi imposible la labor de mantenimiento.

Se recopiló la información pertinente a la red hidráulica en un 95% y se realizaron los estudios pertinentes con el fin de optimizar los recursos partiendo de una configuración existente.

Se encontró que los aparatos sanitarios trabajan con el mínimo de los requerimientos para su funcionamiento y en puntos el uso del agua es mucho mas frecuente (como en los pozos para lavar traperos), el funcionamiento es deficiente.

La vejez de las redes hidráulicas se ve reflejada tanto por la obstrucción de la misma que hace deficiente el servicio en relación al caudal así como también por la recurrente necesidad de reemplazarlas debido a roturas y fugas.

Se encontró que la red contra incendios puede mostrar fallas debido al incumplimiento de requisitos contemplados en la normatividad; particularmente; almacenamiento de reserva y presión requerida ya que el valor máximo de presión encontrado es de 20 psi, muy por debajo de lo establecido por norma que es de 55 psi.

En si la modalidad de practica empresarial resulta un excelente acercamiento al ejercicio profesional, razón de ser del estudiante de pre-grado y así de alguna manera consolidar lo que se ha teorizado a lo largo del la carrera de ingeniería civil, ya que resulta ésta una labor casi desconocida para el estudiante.

BIBLIOGRAFÍA

Pérez Carmona, Rafael. Diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones. Ecoe ediciones.2001

Corcho Romero, Freddy Hernan. **Duque Serna**, Jose Ignacio. Acueductos: Teoría y diseño. Centro General de Investigación. Colección Universidad de Medellín. 1997

Código Colombiano de fontanería. NTC 1500. Instituto Colombiano de normas técnicas, Bogotá 2004

Londoño Johana, Tesis de grado. Soporte para la elaboración de normas técnicas de diseño y presentación de proyectos de redes internas de acueducto en urbanizaciones y edificios. Universidad Industrial de Santander.

GLOSARIO

ACOMETIDA : Derivación de la red de distribución que se conecta al registro de corte del inmueble.

AFORO: Es el procedimiento por medio del cual se mide o estima la cantidad de agua en relación volumen tiempo.

AGUA POTABLE: Reúne los requisitos organolépticos, físicos, químicos, y microbiológicos que la hacen apta y aceptable para el consumo humano; cumple con la NTC 813 y con las demás normas de calidad de agua.

APARATO SANITARIO: Artefacto que facilita la utilización del agua potable, está conectado a una instalación interior y descarga al sistema de desagüe una vez utilizado.

ARTEFACTO DE FONTANERÍA: Cualquier parte o componente del sistema de instalaciones hidráulicas o sanitarias que se instala para realizar una función especial en la operación del sistema. Su operación y control puede depender de uno o mas componentes energizados, tales como motores, controles, elementos de calefacción, o sensores de presión o temperatura.

CABEZA DE PRESIÓN: Presión manométrica en un punto, expresada en metro de columna de agua. Obtenida como la razón entre la magnitud de la presión y el peso específico del agua.

COEFICIENTE DE PERDIDA MENOR: medida de las pérdidas de energía que se producen por el paso del flujo en un accesorio, y que es factor de la cabeza de velocidad.

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD: Medida de la rugosidad de una superficie, que depende del material y del estado de la superficie interna de la tubería.

CAJA DE INSPECCIÓN: Estructura para la conexión de desagües subterráneos con la posibilidad de inspección. Debe estar provista de cañuelas en mortero que garanticen el flujo, y de tapa removible.

DOTACIÓN DEL SISTEMA: Es la cantidad de agua promedio diaria por habitante que suministra el sistema de acueducto, expresada en litros por habitante por día.

EDIFICIO: Construcción o parte de ésta, destinada a albergar personas, animales o bienes de cualquier índole.

INSTALACIÓN HIDRÁULICA: Conjunto De tubería, accesorios, equipos, griferías y aparatos sanitarios destinados al manejo y distribución del agua potable dentro de una edificación.

INSTALACIÓN SANITARIA: Conjunto de tuberías, equipos o dispositivos, destinados a la evacuación de las aguas servidas y aguas lluvias de una edificación.

PERIODO DE DISEÑO: Tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual sus capacidades permiten atender la demanda proyectada para este tiempo.

PERDIDAS MAYORES: Perdidas de energía causadas por esfuerzos cortantes del flujo sobre las paredes de las redes de conducción.

PERDIDAS MENORES: perdidas de energía causadas por accesorios o válvulas.

PRESIÓN ESTÁTICA: Es la presión que ejerce un líquido en reposo.

PRESIÓN RESIDUAL: Es la presión disponible en la grifería del aparato sanitario, después de considerar todas las pérdidas causadas por la instalación durante los periodos de máxima demanda.

VÁLVULAS DE SECTORIZACIÓN: Son dispositivos que cierran el paso del agua en las tuberías de distribución, con el fin de sectorizar la red.

ANEXOS.

Planos:

[BUCARICA_1.dwg](#)

[BUCARICA_2.dwg](#)

[BUCARICA_3.dwg](#)

[Cortetransversal.dwg](#)

[Sbucaric.dwg](#)

Bases de datos y hojas de calculo:

[Diagnóstico Baños.xls](#)

[Aforo de caudales.xls](#)

[Diseñoderedes.xls](#)