

INFORME

LEVANTAMIENTO Y DIAGNÓSTICO DE LAS REDES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y REDES
CONTRA INCENDIO DEL EDIFICIO CENTRAL Y DE ADMINISTRACIÓN, EDIFICIO DE
SÍSMICA, EDIFICIO DE PERSONAL Y OFICINAS CONTRATISTAS, CENTRO DE EVENTOS Y
BODEGAS, DEL SISTEMA GEOLÓGICO COLOMBIANO

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 12 ENTRE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
COLOMBIA Y EL SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO



Calle 44 No 45-67. **UNIDAD CAMILO TORRES** 2° piso Oficina 203
Conmutador: (57-1) 316 5000 Ext. 10260
Correo electrónico: convensgc.fabog@unal.edu.co
Bogotá, Colombia, Suramérica

PLINCO S.A.
Elaboró

Desde 30/11/2015 Hasta 09/12/2015
Período del Informe

Diciembre 14 de 2015
Fecha presentación

GRUPO G Y B INGENIEROS S.A.S.
Interventor

Leonardo Álvarez Yepes
Director Convenio

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. OBJETIVOS.....	7
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	7
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
3. ALCANCE	8
3.1. LEVANTAMIENTO.....	8
3.2. DIAGNÓSTICO	8
3.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	9
4. NORMATIVIDAD.....	9
5. DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN.....	9
6. SISTEMA SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.....	11
6.1. LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ACTUAL	11
6.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL	13
6.2.1. ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE.....	13
6.2.2. EQUIPO DE PRESION.....	15
6.2.3. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE	17
6.2.4. APARATOS SANITARIOS.....	22
7. SISTEMA DE DESAGÜES	24
7.1. LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ACTUAL	24
7.1.1. DESAGÜES DE AGUAS RESIDUALES.....	24
7.1.2. SISTEMA DE VENTILACIÓN.....	25
7.1.3. DESAGÜES DE AGUAS LLUVIAS.....	26
7.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL	27
7.2.1. DESAGÜES DE AGUAS RESIDUALES.....	27
7.2.2. VENTILACIONES.....	31
7.2.3. DESAGÜES DE AGUAS LLUVIAS	32
7.2.4. REDES EXTERIORES	35
8. SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS.....	37
8.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL	37
8.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL	37
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40

TABLA DE IMÁGENES

Imagen 1. Instalaciones Servicio Geológico Colombiano	11
Imagen 2. Válvula de paso directo y válvula de retención en el by-pass del sistema.....	12
Imagen 3. Válvula de corte acometida.	15
Imagen 4. Válvulas de descarga del sistema.	15
Imagen 5. Equipo de presión agua potable.....	16
Imagen 6. Elementos del equipo de presión en mal estado.	16
Imagen 7. Descarga del tanque hidroacumulador en material HG.....	16
Imagen 8. Manómetro en la descarga del equipo de presión.....	17
Imagen 9. Redes de suministro en PVC presión ubicadas en piso técnico.....	18
Imagen 10. Redes de suministro en material PVC presión.....	18
Imagen 11. Transición de material PVC a HG en mal estado.....	19
Imagen 12. Transición oxidada de material PVC a HG.	19
Imagen 13. Válvula embebida en concreto y oxidada.....	19
Imagen 14. Válvula embebida en concreto e inoperable.....	19
Imagen 15. Válvula embebida en mortero y sin mariposa.	20
Imagen 16. Válvula tipo bola embebida en concreto.....	20
Imagen 17. Toma de presión poceta de aseo de primer piso.	21
Imagen 18. Toma de presión en baños de segundo piso	21
Imagen 19. Sanitario en buen estado.	23
Imagen 20. Orinales en buen estado.	23
Imagen 21. Redes de aguas residuales en HF deterioradas.....	28
Imagen 22. Sifones en HF en mal estado.	28
Imagen 23. Redes en HF deterioradas.	28
Imagen 24. Redes en HF deterioradas, y mal soportadas.....	28
Imagen 25. Redes en GRES deterioradas.....	28
Imagen 26. Redes en GRES en mal estado.....	28
Imagen 27. Tubería en PVC quemada para acoplarse a HF.	29
Imagen 28. Unión entre tubería PVC y HF en mal estado.	29
Imagen 29. Unión entre tubería PVC y GRES en mal estado.	29

Imagen 30. Desagüe en PVC utilizando una universal para ser acoplado con tubería plástica para redes eléctricas.....	29
Imagen 31. Caja de inspección sin posibilidad de levantar su tapa.	30
Imagen 32. Caja de inspección con dimensiones pequeñas.	30
Imagen 33. Área del semisótano totalmente inundada.	31
Imagen 34. Ventilación que descarga en semisótano.....	31
Imagen 35. Conducciones de aguas lluvias en PVC liviana y empate con HF en mal estado.....	33
Imagen 36. Empate entre PVC liviana y HF en mal estado y reducción de diámetro en la parte inferior de la bajante.	33
Imagen 37. Unión de bajante en HF con un tramo en PVC de mayor diámetro, con rotura en el codo y posterior empate a tubería en gres, completamente en mal estado.....	33
Imagen 38. Empate entre HF, PVC y GRES en mal estado.....	33
Imagen 39. Empate entre HF y GRES en mal estado.	33
Imagen 40. Conjunto cubierta, canal y bajantes en PVC que drenan las aguas lluvias a calzada.....	34
Imagen 41. Canal metálica que drena finalmente a calzada mediante una bajante en PVC.....	34
Imagen 42. Gárgolas de rebose que drenan a calzada.	35
Imagen 43. Aguas lluvias drenadas a piso.....	35
Imagen 44. Pozo de inspección del alcantarillado público colmatado de sedimentos.....	36
Imagen 45. Pozo de inspección del con obstrucciones.....	36
Imagen 46. Pozo de inspección en buen estado.....	36
Imagen 47. Caja receptora de aguas lluvias totalmente colmatada.....	36
Imagen 48. Extintor ABC cargado y en buen estado.	37
Imagen 49. Extintor Solkaflam cargado y en buen estado.....	37
Imagen 50. Cilindro de agente NOVEC 1230.....	38
Imagen 51. Redes de extinción de incendio en data center del edificio central. .	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios, según NTC 1500.	22
Tabla 2. Dotación mínima y disponible de aparatos sanitarios para baños de hombres.....	23
Tabla 3. Dotación mínima y disponible de aparatos sanitarios para baños de mujeres.	24



1. INTRODUCCIÓN

A la luz del proceso de reforzamiento estructural de los Edificios Central y de Administración, Edificio de Sísmica, Áreas de personal y contratistas, Centro de Eventos y Bodegas del Servicio Geológico Colombiano, ubicados en la Diagonal 53 No. 34 – 53, en la ciudad de Bogotá D.C., se hace pertinente el levantamiento y diagnóstico de las instalaciones hidráulicas, sanitarias y redes contra incendio, instalaciones mínimas y básicas para el desarrollo y operación del edificio. Dicho levantamiento y posterior diagnóstico son el objeto de éste informe.

El presente documento describe las características del sistema hidráulico y sanitario del proyecto, el estado de conservación, su funcionalidad, rendimientos, capacidad de tanques, sistema de captación existente, sistema de evacuación de aguas lluvias, y demás características de las redes que determinen el estado actual de las instalaciones mencionadas y su nivel de ajuste y cumplimiento con los reglamentos y normas técnicas vigentes aplicables a cada una de ellas, para así, formular las recomendaciones para ajustar o mejorar las mismas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el levantamiento y diagnóstico de las instalaciones hidráulicas, sanitarias, y redes contra incendio para los Edificios Central y de Administración, Edificio de Sísmica, Áreas de personal y contratistas, Centro de Eventos y Bodegas del Servicio Geológico Colombiano, para determinar si las redes existentes cumplen con los reglamentos y normas técnicas vigentes, y recomendar los ajustes y cambios necesarios.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Recopilar la información necesaria y disponible en el Servicio Geológico Colombiano concerniente a diseño arquitectónico, diseño estructural y diseño hidrosanitario.
- ✓ Realizar una inspección, prueba y levantamiento de las instalaciones hidráulicas, sanitarias y redes contra incendio existentes, con registro fotográfico.
- ✓ Determinar el estado actual de las instalaciones, tanques, equipos, válvulas y demás accesorios, su funcionalidad y rendimiento.
- ✓ Describir el sistema hidráulico, sanitario y de protección contra incendio, sus componentes y su eficiencia.
- ✓ Evaluar el estado de las instalaciones, uso y funcionamiento, mediante consultas a la dirección del edificio, y al personal de mantenimiento.
- ✓ Establecer el nivel de ajuste y cumplimiento de las redes existentes con la reglamentación y normatividad técnica vigente aplicables.
- ✓ Indicar las recomendaciones pertinentes para la mejora de las condiciones existentes encontradas, con el fin de cumplir los lineamientos de la normatividad vigente, que servirán como directriz para la elaboración de los diseños correspondientes, la adecuación y remodelación de las instalaciones hidráulicas y sanitarias.

3. ALCANCE

El alcance contempla el levantamiento a través de una inspección visual, diagnóstico, y conclusiones y recomendaciones, de las instalaciones hidráulicas, sanitarias y redes contra incendio existentes encontradas en los diferentes edificios nombrados anteriormente del Servicio Geológico Colombiano, contemplando los tres aspectos fundamentales:

3.1. LEVANTAMIENTO

- ✓ Ubicación e inspección de las redes de suministro de agua potable desde la acometida hasta la llegada al cuarto de bombas, y desde la salida del mismo hasta los puntos de consumo en baños, cafeterías y llaves manguera.
- ✓ Localización e inspección de las redes de desagües, desde las salidas sanitarias hasta cajas y pozos de inspección exteriores.
- ✓ Ubicación e inspección de las redes o sistemas de extinción contra incendio.
- ✓ Revisión de los volúmenes de almacenamiento requeridos de acuerdo a las necesidades del edificio y siguiendo las recomendaciones de las normas NTC 1500.
- ✓ Levantamiento de las redes existentes (suministro y desagües)
- ✓ Identificación de los puntos de consumo.

3.2. DIAGNÓSTICO

Previo reconocimiento del sistema hidráulico, sanitario y contra incendio existente, valorando cada uno de sus elementos, se dará un diagnóstico general, determinando su estado y funcionamiento.

Éste diagnóstico contendrá:

- ✓ Descripción de la información consultada.

- ✓ Descripción con registro fotográfico y valoración de los sistemas: hidráulico, sanitario y red contra incendio, a través de pruebas a la redes y verificación de caudales, presiones y diámetros con respecto a la normatividad vigente.
- ✓ Relación de las especificaciones exigidas por la normatividad vigente.

3.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Observaciones y recomendaciones para la mejora de las condiciones existentes encontradas.

4. NORMATIVIDAD

Son aplicables dentro del estudio las siguientes normas:

- ✓ NTC 1500: Código Colombiano de Fontanería.
- ✓ RAS 2000: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.
- ✓ NSR-10: Reglamento Colombiano de Normas Sismo Resistentes. Títulos J y K.
- ✓ Documento consulta: Acuerdo 20 de 1995, Código de Construcción del Distrito Capital de Bogotá, capítulos D.3 y D.6.
- ✓ Resolución 2190 de 1991 Secretaría Distrital de Salud: Condiciones para transporte de agua en carro tanque, lavado y desinfección de tanques de almacenamiento domiciliario y empresas que realizan la actividad de lavado y desinfección de tanques domiciliarios.
- ✓ Decreto 1575 de 2007 Ministerio de la Protección Social: Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
- ✓ Normas locales vigentes de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

5. DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN

El Servicio Geológico Colombiano (SGC) es una estructura que tiene como función principal *"realizar la investigación científica básica y aplicada del potencial de recursos del subsuelo; adelantar el seguimiento y monitoreo de amenazas de origen geológico; administrar la información del subsuelo; garantizar la gestión segura de los materiales nucleares y radiactivos en el país; coordinar*

proyectos de investigación nuclear, con las limitaciones del artículo 81 de la Constitución Política, y el manejo y la utilización del reactor nuclear de la Nación", como lo indica en su página web.

Es una institución distinta a la Universidad Nacional de Colombia, pero geográficamente está unida a ella.

El edificio central y de administración tiene un área aproximada de construcción de 6 507 m², cuenta con dos plantas en la mayor parte de los espacios que vistos en planta forman algo semejante a la letra C y remata en cubierta. Sus instalaciones son principalmente baños, cafetería y cuartos de aseo. Dentro de la estructura aparece el Museo Geológico Nacional José Royo y Gómez, con sus respectivas instalaciones sanitarias y un auditorio.

Por otro lado, dentro del área del edificio se tiene una zona para el data center del SGC.

El edificio de sísmica cuenta con 908 m² aproximados de construcción en una sola planta y remata en cubierta a dos aguas. Tiene instalaciones sanitarias en su parte central. Adicionalmente en sus instalaciones se encuentra el rack principal de la red sísmológica.

El edificio de personal y oficinas de contratistas tiene un área aproximada de 358 m² en una sola planta y remata en cubierta a dos aguas. Posee baños y cafetería en la parte trasera del edificio.

El centro de eventos cuenta con 350 m² de construcción en una sola planta y remata en cubierta a dos aguas. Cuenta con baños y cafetería.

Por último, las bodegas y las porterías, son de una sola planta, y entre ellos alcanzan los 453 m² de construcción, sin instalaciones sanitarias.

De acuerdo a NSR-10, título K, la edificación en general se clasifica como C-1, ocupación comercial de servicios, que según el reglamento son "Edificaciones o espacios en donde se realizan transacciones y se ofrecen servicios profesionales o comerciales, que incidentalmente involucren el almacenamiento de pequeñas cantidades de bienes para el funcionamiento y oferta de dichos servicios". Existen áreas como las bodegas y el museo que se clasificarían según el mismo reglamento como A-1, "Edificaciones o espacios utilizados para almacenamiento de materiales que, siendo combustibles, arden con rapidez moderada y no producen gases venenosos ni explosivos". De igual forma el centro de eventos puede clasificarse como L-3, "Edificaciones o espacios en los cuales se reúnen o agrupan personas para fines de diversión y sociales, para el consumo de comidas o bebidas, y en general, para la realización de cualquier otro tipo de actividad social o recreativa que no requiera la presencia de instalaciones para representación escénica ni silletería fija.



Imagen 1. Instalaciones Servicio Geológico Colombiano

6. SISTEMA SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

6.1. LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ACTUAL

La red de distribución de agua potable tiene como función llevar el recurso líquido hasta los aparatos que lo requieran con un caudal y presión adecuados. Inicia desde la derivación de la red pública hasta el medidor, para luego llenar los sistemas de almacenamiento, y descargar a la red

general ya sea mediante un sistema por gravedad o a través de un equipo de presión hasta la llegada a cada uno de los servicios.

La red general se compone de tuberías, accesorios, soportes y válvulas de corte que son ubicados estratégicamente para permitir sectorizar y para que el sistema esté presto para mantenimiento o reparaciones sin afectar las demás instalaciones.

Para el caso de los Edificios del Servicio Geológico Colombiano, el sistema de distribución de agua potable está compuesto por una acometida de diámetro 1½", proveniente de la red pública del acueducto, controlada por un medidor ubicado a las afueras del edificio, sobre la Avenida NQS. La acometida alimenta un tanque enterrado de almacenamiento aparentemente ubicado bajo el Museo Geológico Nacional José Royo y Gómez, y se dice aparentemente ya que indagando con el área de mantenimiento el museo fue construido después y encima del tanque, dejándolo sin inspección, ni espacio de acceso para poder corroborar el estado del reservorio, sus dimensiones e instalaciones, conllevando a que se desconozca el volumen de reserva de agua potable que tiene el sistema.

Antes de llenar el tanque la acometida continúa en diámetro 1½" hacia el by-pass del sistema en el cuarto de bombas.

El edificio central y de administración cuenta con un semisótano que se convierte en el piso técnico de todos los edificios aledaños del SGC y del mismo edificio central, ya que allí se ubica el equipo de bombeo que alimenta todo el sistema de suministro de agua potable. El actual equipo se compone de una bomba centrífuga tipo caracol en hierro con motor eléctrico marca BARNES y de un tanque hidroacumulador de aproximadamente 500 galones. Como se indica en los planos adjuntos la bomba succiona del tanque enterrado y descarga hacia el tanque hidroacumulador presurizándolo. El último presuriza las redes de distribución de agua potable, apoyado de la acometida que se une en la descargar del tanque después del paso directo. El equipo deberá funcionar en el momento que no se tenga servicio de la empresa de acueducto, o cuando la presión que suministra el acueducto no sea suficiente con respecto a la presión requerida en el sistema.

Posterior al llenado y al paso directo, el sistema de agua potable de todos los edificios es alimentado por presión llegando a cada uno de los aparatos sanitarios a través de dos ramales principales de tubería de 1½" en material PVC presión que se van acoplando a redes de tubería original de Hierro Galvanizado de las instalaciones interiores.

Cabe resaltar que las tuberías en material PVC se han ido incorporando al sistema desde hace unos años, es por ello que los edificios aledaños al central, como lo son el edificio de sísmica, el edificio de personal y contratistas, y el centro de eventos tienen sus redes de suministro de agua potable en material PVC, mientras que el edificio central y de administración, mantiene todas sus redes internas en hierro galvanizado, las cuales son alimentadas en el piso técnico por redes en PVC como se indicó en el párrafo anterior.

Las válvulas de descargar y de paso directo del sistema, son válvulas en hierro y asiento en bronce, de tipo paso directo y pesado, con uniones roscadas como se puede observar en la imagen 2.



Imagen 2. Válvula de paso directo y válvula de retención en el by-pass del sistema.

Se han instalado válvulas de corte por sector, y en cada baño, al igual que por cada cafetería en donde se requiere agua en las diferentes plantas del edificio, dimensionados de acuerdo a la demanda, previniendo de posibles actividades de mantenimiento o de reparación. En su mayoría son válvula tipo bola, y algunas de tipo paso directo, con uniones roscadas.

En general los baños públicos constan de sanitarios de tanque, orinales de llave y lavamanos de llave. Para temas de aseo y lavado de pisos se han dejado instaladas llaves mangueras en diferentes puntos de la zona. Adicionalmente hay equipos de aire acondicionado que son alimentados por el mismo sistema.

La ubicación de las redes de distribución de agua potable, diámetros, materiales y ubicación de válvulas se muestran en los planos digitales adjuntos, productos del levantamiento realizado in situ.

6.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL

6.2.1. ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE

Actualmente el edificio cuenta con cierta cantidad de agua potable almacenada que como se mencionó en el levantamiento no es posible determinarla ya que el reservorio no cuenta con inspección, acceso, ni ventilación del mismo como es lo adecuado y como lo exige la norma NTC 1500 en la página 36. La misma norma indica que los tanques deben construirse con una ventana para su fácil inspección, que permita el acceso al personal de mantenimiento, también deben disponer de un sistema de limpieza y de preferencia los tanques se deben construir de tal forma que todas las paredes puedan ser visibles y así identificar cualquier infiltración o exfiltración de aguas.

En la misma página, la norma NTC 1500 señala que de preferencia los tanques se deben construir del piso hacia arriba en el caso de sótanos o cuartos técnicos, y en el caso de un tanque subterráneo, éste se debe ubicar a una distancia mínima de 5 metros con respecto a una red de alcantarillado sanitario. Es posible que lo anterior tampoco lo cumpla el tanque actual, ya que hipotéticamente se encuentra muy cerca de las unidades sanitarias del museo.

La resolución 2190 de 1991 indica que se debe garantizar permanente circulación del agua en el sistema, entre el tanque y las redes, a fin de garantizar la renovación permanente del agua en el reservorio, de modo que se mantenga en el agua el nivel de cloro residual. En el caso que no haya consumo permanente, como se presenta en los tiempos de vacaciones, el

tanque debe ser vaciado y posteriormente llenado para tener agua potable de buena calidad.

La misma resolución determina que los tanques de almacenamiento domiciliario deberán ser sometidos a lavado y desinfección mínimo 2 veces al año, limpieza que no se le hace al tanque del edificio, por lo tanto el agua suministrada por el reservorio al sistema posiblemente no cumple con las condiciones mínimas de calidad, debido a que el lavado del mismo no es posible hacerlo. Se le suma a lo anterior, posibles estancamientos o largos períodos de duración del líquido en el tanque, consecuencia de que el sistema de agua potable está siendo abastecido mayormente por la acometida del acueducto, debido a que el sistema no requiere de una alta presión, lo que hace que el equipo de presión no entre en funcionamiento como se comentará más adelante y el agua del tanque enterrado quede almacenada.

Todo lo anterior conlleva a que el Servicio Geológico Colombiano debe disponer de un nuevo espacio para construir un tanque de almacenamiento que cumpla con el reglamento NSR-10, NTC 1500 y las normas locales de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

El tanque de almacenamiento nuevo debe contener un volumen mínimo de almacenamiento de agua para 48 horas con el propósito de atender cortes inesperados. Para conocer el volumen requerido en el nuevo tanque es necesario saber el número aproximado de personas que ocupan el edificio. De acuerdo al dato entregado por la coordinación del diseño arquitectónico del proyecto, la ocupación aproximada total de los edificios del SGC es de 427 personas.

El consumo promedio diario estimado según la tabla 6 de la NTC 1500 (segunda actualización), página 36, para edificaciones de uso oficinas es de 90 litros/persona/día, en donde teóricamente se incluye el consumo del personal flotante o visitante del edificio que pudiese utilizar las instalaciones de los edificios.

Entonces se tiene que el volumen requerido para el edificio es:

$$V = 427 \text{ personas} * 90 \frac{L}{\text{persona}} / \text{día}$$
$$V = 38430 \frac{L}{\text{día}} = 38,43 \text{ m}^3/\text{día}$$

Como se mencionó anterior se debe tener una reserva para dos días, sin embargo, por experiencia el consumo que indica la norma NTC 1500 es un poco alto, ya que normalmente una persona en oficinas consume 45 L/día, resultando así que se debe tener como mínimo 40 m³ de almacenamiento de

agua potable del edificio para **2 días** de reserva, en caso que se suspenda por cualquier motivo el servicio del acueducto.

En las memorias de cálculo que se adjuntan con el presente documento se encuentra la memoria de cálculo de la acometida general y el volumen del tanque de almacenamiento de agua potable a construir, la cual indica que la conducción y las válvulas de llenado existentes en diámetro 1½" son adecuadas, dado a que la velocidad en la tubería no excede los 2 m/s como lo exige la norma NTC 1500, página 25.

Las válvulas tanto de llenado como de descarga y paso directo del sistema, son válvulas en hierro y asiento en bronce, de tipo paso directo y pesado, con uniones roscadas, las cuales se encuentran deteriorados, excepto unos pocos que se instalaron con las remodelaciones locativas que se han hecho de acuerdo a las necesidades que van resultando. En general las válvulas no dan el sello adecuado, y para operarlas es complejo debido al estado de oxidación en el que se encuentran o por las condiciones espaciales donde se encuentran, como se ilustran en las siguientes imágenes:



Imagen 3. Válvula de corte acometida.



Imagen 4. Válvulas de descarga del sistema.

6.2.2. EQUIPO DE PRESION

En este momento el edificio está provisto por un sistema de bombeo ubicado en el semisótano como se ilustra en los planos digitales de levantamiento.

El sistema está compuesto por una bomba tipo caracol en hierro con motor eléctrico, marca BARNES como se observa en la imagen 5. No es posible conocer el modelo de la bomba ya que no posee su respectiva placa de identificación, por lo que no se conocen sus especificaciones, entre ellas la más importante, la curva característica de la bomba.



Imagen 5. Equipo de presión agua potable.

En la imagen 5 es posible ver el estado en el que se encuentra el equipo de bombeo. Tiene un alto grado de oxidación como también lo presenta el tanque hidroacumulador, las válvulas de succión y descarga del sistema en general, las tuberías y los accesorios en material hierro galvanizado. El estado de los anteriores elementos se pueden observar en las imágenes 6 y 7.



Imagen 6. Elementos del equipo de presión en mal estado.



Imagen 7. Descarga del tanque hidroacumulador en material HG.

Adicionalmente el equipo de presión no tiene válvula de corte en la descarga que es necesaria para regular el caudal bombeado y aislar el sistema en caso de mantenimiento o reparaciones, como tampoco tiene otros elementos apropiados en la instalación de esta clase de equipos como juntas de expansión, universales. La válvula en la succión de la bomba es de difícil manipulación por el alto grado de oxidación en el que se encuentra. La válvula de retención en la descarga del tanque hidroacumulador también se encuentra en mal estado lo que puede generar problemas en la descarga al

sistema o en la entrada de agua al tanque hidroacumulador. El presostato del equipo al igual, está en malas condiciones.

El estado en general del equipo se debe a que no tiene mantenimientos periódicos como lo recomiendan los proveedores de los equipos, quienes hablan de por lo menos dos veces al año, y al material de elementos, tuberías y accesorios, que son propicios a la oxidación.

En el momento del levantamiento, el manómetro de la descarga del equipo indicaba alrededor de 35 psi en la entrada al hidroacumulador (ver imagen 8), pero éste último no tenía manómetro en la descarga, por lo que se desconoce la presión a la salida del equipo hidroacumulador.



Imagen 8. Manómetro en la descarga del equipo de presión.

6.2.3. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

Se clasifican como redes de distribución las tuberías y accesorios ubicados después de la descarga del equipo hidroacumulador y después del by-pass del sistema hasta el suministro a cada uno de los aparatos sanitarios. En este caso hay una red principal en 1½", que alimenta a las redes internas del edificio, derivándose en diferentes diámetros de acuerdo a las demandas de las zonas.

La mayoría de la red de distribución como se indicó en el levantamiento está en PVC como se ilustra en las imágenes 9 y 10, gracias a reparaciones locativas que se han hecho relativamente hace poco tiempo.



Imagen 9. Redes de suministro en PVC presión ubicadas en piso técnico.



Imagen 10. Redes de suministro en material PVC presión.

Se menciona que la mayoría de las redes están en PVC porque toda la red general desde una parte de la descarga del equipo hidroacumulador, y toda la acometida del acueducto se encuentran en material plástico, al igual que todas las redes de suministro de agua potable de las edificaciones contiguas al edificio central y de administración.

El PVC es un material que cumplen con la normatividad vigente debido a que es un material certificado para la conducción de agua potable para consumo humano a presión y por gravedad, garantizando la conservación de la calidad de agua manteniendo los valores máximos aceptables que debe cumplir el líquido de acuerdo a la Resolución 1575 de 2007. El PVC tiene una vida útil de por lo menos 50 años y reduce considerablemente las pérdidas de presión por fricción en las tuberías.

Las únicas redes que no están en material plástico, son las redes internas del Edificio Central y de Administración que están en material hierro galvanizado, y se habla de internas a aquellas que están por encima de la placa de primer piso, por lo tanto éstas redes son alimentadas por la red general ubicada en piso técnico que está en material PVC. Las transiciones en los materiales se hacen en piso técnico bajo placa de primer piso como se ilustra en las imágenes 11 y 12. En las mismas se puede ver el estado de oxidación en los acoples.

El material hierro galvanizado después de 20 años de uso genera óxido e incrustaciones que van en detrimento de la capacidad de la tubería, ocasionando altas pérdidas de presión y cambios de pH en el agua, afectando su calidad para los usos de las personas, como se ilustra en la

siguientes imágenes. Actualmente el material hierro galvanizado no es especificado para la conducción de agua potable, lo establece los manuales de buenas prácticas de instalaciones hidráulicas por razones antes mencionadas.



Imagen 11. Transición de material PVC a HG en mal estado.



Imagen 12. Transición oxidada de material PVC a HG.

Los registros de corte en el Edificio Central y de Administración de cada unidad sanitaria se encuentran en su mayoría deteriorados. En general las válvulas no dan el sello adecuado, están contenidas en el concreto, algunas no cuentan con la perilla para su manipulación, y para operarlas es complejo debido al estado de oxidación en el que se encuentran, como se ilustran en las siguientes imágenes:



Imagen 13. Válvula embebida en concreto y oxidada.



Imagen 14. Válvula embebida en concreto e inoperable.

Algo semejante sucede en las válvulas de corte de los otros edificios, a pesar de que sus redes estén en material PVC, es decir, que estén prácticamente nuevas.



Imagen 15. Válvula embebida en mortero y sin mariposa.



Imagen 16. Válvula tipo bola embebida en concreto.

Las válvulas que se muestran en las imágenes 15 y 16, son tipo bolas, las cuales no son adecuadas para controlar baterías de baños, dado a que son válvulas de cierre rápido y pueden generar el fenómeno de golpe de ariete en las conducciones.

En la inspección se realizó descarga y apertura de válvulas para conocer las condiciones de presión y caudal en cada aparato sanitario, teniendo resultados óptimos ya que en general se tienen velocidades menores a 2 m/s en las conducciones y presiones residuales en los aparatos apropiadas para un buen funcionamiento ya que son mayores a las recomendadas por la norma NTC 1500 en la página 37, presiones que mostraremos más adelante.

De acuerdo a consultas dirigidas al personal de mantenimiento del edificio en términos generales los aparatos han funcionado adecuadamente, no han presentado condiciones de baja presión en el momento de la descarga o apertura de llaves de lavamanos y orinales. Todo lo anterior es consecuencia de tener poca altura vertical a vencer por la acometida o el equipo de presión.

En términos de caudal, el edificio tiene una demanda de aproximadamente 60 unidades de consumo, unidades calculadas de acuerdo a la Tabla 8 de la NTC 1500, que se basa en la asignación de una cierta cantidad de unidades de consumo bajo diversas condiciones de servicio por cada aparato instalado. Las unidades de consumo del edificio corresponden a los baños públicos, baños de oficinas e instalaciones de laboratorios.

Las 60 unidades de consumo equivalen a 1.90 L/s, siendo el caudal del sistema, que como anteriormente se mencionó, se conduce por una tubería de 1½" de PVC, y posteriormente se deriva a diferentes zonas y edificios.

Los diámetros de las conducciones en PVC son adecuados para la conducción del caudal ya que se tienen velocidades de diseño por debajo de los 2 m/s, en el caso de la tubería de 1½" se obtiene una velocidad de 1.27 m/s.

En las redes internas en PVC de los edificios contiguos al central, también se manejan diámetros adecuados. Por ejemplo, las unidades sanitarias de hombres tipo que tienen un sanitario de tanque, dos orinales de llave, y dos lavamanos, que suman 8 unidades de consumo que equivalen a 0.48 L/s, son controladas por una válvula en 3/4" y abastecidos por una tubería del mismo diámetro. La velocidad en esta tubería es aproximadamente 1.28 m/s, por lo que se considera apropiado el diámetro. De igual forma pasa con las baterías de baño de las mujeres, teniendo en cuenta que tienen menos unidades de consumo al no tener orinales.

No es posible calcular las velocidades en las tuberías de hierro galvanizado porque no se conoce el diámetro interno actual, ya que como se ha mencionado, éste tipo de redes a la fecha debe presentar incrustaciones internas que disminuyen la sección interna del tubo o accesorio.

Adicionalmente se hicieron una serie de toma de presiones en distintos puntos del edificio como se observa en las imágenes 17 y 18, con el fin de verificar el funcionamiento y comportamiento de los aparatos hidráulicos.



Imagen 17. Toma de presión poceta de aseo de primer piso.



Imagen 18. Toma de presión en baños de segundo piso .

En la toma de presiones se midió tanto la presión residual como la presión estática en el aparato, para conocer las fluctuaciones de presión del sistema, y la recuperación ante demandas pico.

En la planta de primer piso se tuvieron presiones estáticas cercanas a 30 psi, perdiendo de 5 a 10 psi cuando se abría otro aparato hidráulico, resultando presiones residuales entre 20 y 25 psi, las cuales son adecuadas para el correcto funcionamiento de los aparatos en primer piso.

En el piso 2, que por su altura en relación con la ubicación de la acometida y el equipo de presión se convierte en la planta crítica se obtuvieron presiones estáticas de 25 psi y residuales entre 15 y 20 psi. Presiones que son óptimas ya que son superiores a las recomendadas por la NTC 1500 que se muestran en la siguiente tabla, para aparatos que no requieren alta presión para un buen funcionamiento, pero son presiones que están cerca al límite mínimo de la presión residual.

Tabla 1. Caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios, según NTC 1500.

Aparato sanitario	Presión residual mínima en kPa ¹	Caudal mínimo en L/s
Duchas	100	0,32
Sanitario tanque	70	0,19
Sanitario fluxómetro	150	0,95 a 2,5 ²
Orinal	50	0,19
Orinal fluxómetro	150	0,95
Lavamanos	50	0,19
Vertederos o lavaplatos	50	0,28
Lavadoras	50	0,32
Llaves de manguera	50	0,32

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

2) Se presenta un amplio rango de variación debido a los diferentes tipos y diseños de válvulas de fluxómetro para sanitario.

La tabla anterior es un indicativo de la presión mínima, el diseñador o propietario debe verificar las presiones requeridas según el tipo, modelo y recomendación de los fabricantes.

6.2.4. APARATOS SANITARIOS

Las baterías de los baños de todos los edificios del SGC están en buen estado, con todos sus elementos y registros de corte funcionando, como se ilustra en las siguientes imágenes:



Imagen 19. Sanitario en buen estado.



Imagen 20. Orinales en buen estado.

Se recuerda que los aparatos instalados deben cumplir con los requisitos de bajo consumo de la Ley 373 de 1997 y sus decretos reglamentarios. En el levantamiento, no se distinguen modelos, ni marcas, por lo que no es posible saber si son aparatos de bajo consumo.

En cuanto al número mínimo de aparatos sanitarios dispuestos para uso público se toma como referencia la tabla 3 de la norma NTC 1500, donde indica las instalaciones mínimas de fontanería para diferentes tipos de ocupación, en este caso, puede ser tanto institucional como de oficinas para el uso de empleados (en cada piso ocupado), y se realiza el cálculo para el edificio central y de administración

Continuando con el ejercicio, se adopta como ocupación por piso 109 personas, dato entregado por arquitectura, y se considera una proporción de 50% mujeres y 50% hombres, según recomendación de la misma norma, se tiene entonces:

- ✓ Dotación de aparatos, baños de hombres por piso

Tabla 2. Dotación mínima y disponible de aparatos sanitarios para baños de hombres.

	Dotación mínima (según NTC 1500)	Dotación disponible
Sanitarios	3	2
Orinales	2	2
Lavamanos	2	2

- ✓ Dotación de aparatos, baño de mujeres por piso

Tabla 3. Dotación mínima y disponible de aparatos sanitarios para baños de mujeres.

	Dotación mínima (según NTC 1500)	Dotación disponible
Sanitarios	2	3
Lavamanos	2	2

Se observa que la dotación necesaria presenta déficit en el número de sanitarios requeridos para las batería de baños de hombres y mujeres.

Cabe resaltar que los anteriores cálculos se basan en el número de aparatos instalados en las baterías de baños del edificio principal, ya que en las otras áreas se tienen instalados baños privados para el personal que trabaja en esas zonas.

Por otro lado, si el edificio debe cumplir normas de construcción que exijan instalaciones para personas discapacitadas, el proyecto no acata esos requerimientos ya que actualmente estas áreas no se tienen contempladas. Si en dado caso se obligara a tenerlas, las instalaciones se harán de acuerdo con las NTC 4959 y NTC 5017.

7. SISTEMA DE DESAGÜES

7.1. LEVANTAMIENTO DEL SISTEMA ACTUAL

7.1.1. DESAGÜES DE AGUAS RESIDUALES

Este tipo de desagües recibe la descarga producto de las actividades fisiológicas humanas, desperdicios y en general las aguas residuales o grises.

La norma NTC 1500 indica que los materiales utilizados para los desagües de aguas residuales deben ser materiales aprobados con diámetro interno liso y uniforme, fabricados especialmente para este fin y se debe cumplir las especificaciones establecidas en las normas técnicas de cada material, dadas por el proveedor.

El diseño comprende desde la recolección en cada aparato sanitario, la recolección de un conjunto de los mismos mediante conductos horizontales, coloquialmente llamadas "arañas" y conductos verticales, bajantes de evacuación del edificio, y el transporte de éstas aguas hasta la red de alcantarillado del lugar.

El sistema actual de desagües de aguas residuales del edificio central y de administración está compuesto por ramales y bajantes de tubería y accesorios en Hierro Fundido, que de ahora en adelante se nombrará con las letras HF, y redes principales en piso técnico y redes exteriores en GRES. Algunas reparaciones locativas se han hecho en material PVC acoplándose a las redes de HF y GRES.

Las tuberías del mismo edificio que son visibles en piso técnico son ancladas por cables, cuerdas, varillas y otros elementos.

Las aguas residuales de los baños y de aparatos sanitarios internos son conducidas por bajantes que son recogidas por colectores horizontales que se instalaron en el piso del semisótano. Los ramales horizontales son llevados hasta cajas internas que posteriormente se conectarán al alcantarillado público combinado de la universidad.

La red de aguas residuales de las otras edificaciones está en material PVC, dado a que son construcciones recientes.

El sistema de desagües de aguas residuales del edificio central se combina internamente con el sistema de aguas lluvias, formando así colectores combinados dentro del edificio.

Los otros edificios tienen sistemas independientes de desagüe dentro de cada área, pero se combinan inmediatamente salen de la edificación.

Las redes de aguas residuales de los otros edificios son inciertas, ya que quedaron embebidas en placa y en sobrepisos generados. No se encontraron caja, ni pozos de inspección cercanos que relacionaran los desagües de las unidades sanitarias. Aparentemente el material empleado en PVC, por ser construcciones recientes, material que fue para las redes de distribución de agua potable.

Los colectores principales de desagües combinados del edificio central no fueron levantados en la conexión final al alcantarillado público dado que no se evidencia pozos de inspección cercanos que relacione la conexión de estos colectores. De igual forma sucede, con los desagües de aguas residuales de las nuevas instalaciones de los otros edificios.

En el levantamiento de redes dentro del piso técnico del edificio central se encontraron áreas con acumulación de agua en el piso y malos olores, lo que impidió el levantamiento e identificación de redes.

7.1.2. SISTEMA DE VENTILACIÓN

Cada sifón de aparato sanitario debe ser protegido contra sifonaje y reflujo, y se debe asegurar el flujo de aire a lo largo de todas las partes del sistema de desagüe por medio de tubos de ventilación. Esto con el fin de proteger los

sellos hidráulicos y para airear los drenajes, manteniendo así la presión atmosférica dentro del sistema, criterio fundamental para dar ventilación adecuada a un sistema de desagüe.

En condiciones máximas de diseño, el agua fluye en forma de anillo ocupando una tercera parte del área total de la tubería, el resto es ocupado por aire en forma de cilindro que es arrastrado a la velocidad del agua. Por lo que necesario prolongar la bajante de aguas residuales hasta cubierta sin disminuir su diámetro en zonas superiores con el fin de reemplazar el aire de la tubería a través del extremo superior de la bajante.

Las tuberías de ventilación permiten la salida de gases y mantienen a todo el sistema a una presión atmosférica necesaria para preservar el sello de agua en cada sifón.

El sello de agua que se forma en el sifón funciona únicamente, si existe un adecuado sistema de ventilación. En caso de no tener ventilación, la presión que se forma por los gases en cualquier tramo del sistema podría forzar a que se rompa o se pierda el sello de agua, lo que permitirá el paso de gases y su posterior salida por los desagües de los aparatos sanitarios, de aquí su importancia en el diseño de un sistema sanitario.

El sistema actual de ventilación del edificio central está compuesto por ramales y bajantes de tubería PVC liviana y tubería HF.

En las otras edificaciones no se evidencian bastones de ventilación en las cubiertas, ni válvulas admisoras de aire, por lo cual se intuye que los desagües se evacúan directamente a cajas de inspección.

En el momento del levantamiento de las redes se perciben malos olores en los baños del edificio central y de administración, ocasionados posiblemente por la pérdida del sello de los sifones de algún o algunos aparatos sanitarios, principalmente en los orinales donde se tiende a tener esos inconvenientes.

7.1.3. DESAGÜES DE AGUAS LLUVIAS

El sistema pluvial se diseña para evacuar como su nombre lo indica, aguas lluvias que caen en la cubierta del edificio.

Los colectores de aguas lluvias pueden fluir a tubo lleno ya que no se requiere mantener presiones específicas. Es prohibido usar las redes pluviales como bajante o ventilaciones de las sanitarias.

Las normas locales de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá indican que todas las aguas lluvias deben ser encauzadas por un sistema de desagüe para aguas lluvias a la cuneta o calzada de la vía (común en la

ciudad), o al alcantarillado de aguas lluvias o combinado según sea el caso, como sucede en la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá.

El sistema actual de desagües de aguas lluvias del edificio central está compuesto por ramales y bajantes de tubería y accesorios en HF y redes exteriores en material GRES. Hay también redes interiores en GRES, que como se comentó en el levantamiento de aguas residuales, se localizan en el piso técnico, que recogen desagües de baterías de baños y cafeterías, como bajantes de aguas lluvias del edificio, formado colectores combinados dentro del edificio.

Las tuberías del mismo edificio que son visibles en piso técnico son ancladas por cables, cuerdas, varillas y otros elementos.

Las aguas lluvias de la cubierta se desaguan mediante codos, dimensionados de acuerdo al área de recolección. Posteriormente las aguas lluvias son transportadas por bajantes en muros contiguos a columnas estructurales hasta el primer piso donde son recogidas por colectores horizontales combinados, que posteriormente desaguan a las cajas y pozos de inspección exteriores hasta conectarse a las redes exteriores al alcantarillado combinado público.

En las otras edificaciones, las aguas lluvias son descargadas a calzada, zonas duras, y zonas verdes mediante bajantes en material PVC y HF, o con el manejo de cubiertas de un agua o dos aguas, y canales plásticas y metálicas.

Adicionalmente el SGC cuenta con una red de alcantarillado pluvial en material GRES que evacua las aguas lluvias externas de los edificios mediante sumideros.

7.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL

7.2.1. DESAGÜES DE AGUAS RESIDUALES

Como se indicó anteriormente, la mayoría de los desagües de las redes internas de aguas residuales del edificio central son conducidos por tuberías de material HF, exceptuando las reparaciones locativas que se han hecho en el piso técnico en material PVC. El material HF cumple su vida útil después de 20 años instalado, es por ello que en este momento estas tuberías presentan un grado alto de deterioro, lo que no garantizan la capacidad y el correcto funcionamiento como se ilustra en las siguientes imágenes:



Imagen 21. Redes de aguas residuales en HF deterioradas.



Imagen 22. Sifones en HF en mal estado.



Imagen 23. Redes en HF deterioradas.



Imagen 24. Redes en HF deterioradas, y mal soportadas.

De igual forma, en el piso técnico del edificio central se encuentran los colectores principales del sistema combinado en material GRES que tampoco presentan buen estado como se ilustra en las imágenes 27 y 28.



Imagen 25. Redes en GRES deterioradas.



Imagen 26. Redes en GRES en mal estado.

Por otro lado es preciso ilustrar las reparaciones locativas que se han hecho en PVC, debido a las reparaciones de hace poco, y son tramos parciales ya que estos conductos se unieron a los existentes en HF y GRES de maneras inadecuadas, lo que ha generado fugas entre los acoples en los diferentes empates de tuberías, como se puede apreciar en las siguientes ilustraciones.



Imagen 27. Tubería en PVC quemada para acoplarse a HF.

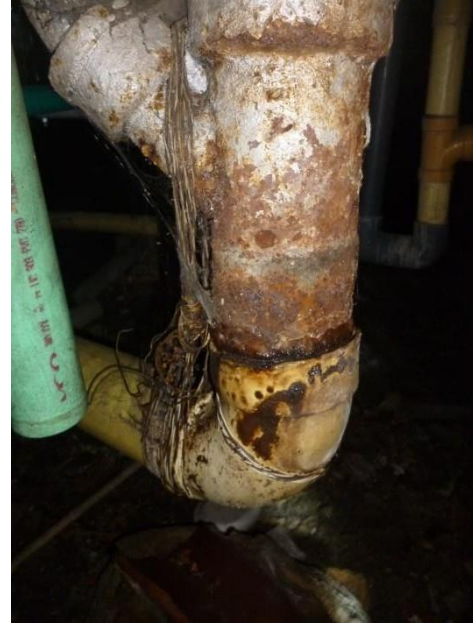


Imagen 28. Unión entre tubería PVC y HF en mal estado.



Imagen 29. Unión entre tubería PVC y GRES en mal estado.



Imagen 30. Desagüe en PVC utilizando una universal para ser acoplado con tubería plástica para redes eléctricas.

Las anteriores imágenes son unas pocas con relación a la cantidad de empates en mal estado, y tuberías y accesorios deteriorados que se encuentran en el semisótano del edificio central. Es evidente que las tuberías no son aptas para desaguar las aguas residuales del edificio. Añadiendo que las tuberías están mal soportadas, en algunos casos se utilizan cables, alambres, cuerdas para amarrar la tubería.

Las cajas de inspección se encuentran también en mal estado, en ellas se hacen transiciones de diámetros mayores a menores, se encuentran selladas por cemento, y no tienen las dimensiones, ni la capacidad para para desaguar el sistema combinado, como se observan en las siguientes dos imágenes:



Imagen 31. Caja de inspección sin posibilidad de levantar su tapa.



Imagen 32. Caja de inspección con dimensiones pequeñas.

De acuerdo a lo conversado con el personal de mantenimiento, en ocasiones en los baños ubicados en primer piso se presenta taponamiento al momento de descargar algunos sanitarios generando contraflujo de aguas residuales e inconvenientes al sistema. Probablemente es consecuencia de todo lo comentado anteriormente.

No es posible calcular la capacidad hidráulica del sistema, ya que no se conocen los diámetros internos reales, debido al estado de las redes, y tampoco las pendientes de las tuberías.

Las redes de aguas residuales de los demás edificios hipotéticamente se encuentran en material PVC, ya que como se mencionó en el levantamiento se desconoce la ubicación de las redes. Sin embargo, se hizo descarga de aparatos, y ninguno presentó inconvenientes.

En el levantamiento, adicionalmente se comentó el estado en el que se encontraba el piso técnico, con áreas inundadas, malos olores y zonas inaccesibles por el agua estancada, como se muestra en la imagen 33. Ésta agua es proveniente posiblemente de escorrentía superficial de las aguas

lluvias, ya que el nivel freático en el campus generalmente está a un nivel más profundo que el semisótano del proyecto.



Imagen 33. Área del semisótano totalmente inundada.

7.2.2. VENTILACIONES

La mayoría de las "arañas" no tiene sistema de ventilación, y las que tienen se encuentran en material hierro fundido en mal estado, y existen reparaciones locativas en PVC liviana que reventilan el sistema en el mismo semisótano como se ilustra en la imagen 34, lo cual es inadecuado, ya que las

ventilaciones debe estar aguas arriba de la descarga de los aparatos sanitarios.



Imagen 34. Ventilación que descarga en semisótano.

Es por ello que en las baterías de baños y en el semisótano se perciben malos olores.

En el levantamiento se mencionó que aparentemente no existían ventilaciones de las redes de desagües de aguas residuales de los otros edificios, ya que descargaban directamente a cajas de inspección, sistema que es muy adecuado.

Adicionalmente para la ventilación del sistema se utiliza material de PVC liviana apropiado para éste uso.

7.2.3. DESAGÜES DE AGUAS LLUVIAS

El material de las conducciones de aguas lluvias en el edificio central y de administración también es HF, teniendo las desventajas mencionadas en los anteriores numerales, siendo mayor la importancia de la utilización del material PVC en las redes de conducción de aguas lluvias, ya que se maneja un caudal mayor, que día a día irá aumentando debido al cambio climático, y como se evidencia actualmente, las lluvias en la ciudad de Bogotá son más intensas y más largas, con presencia de granizo en varias oportunidades, generando así problemas a los sistemas de desagües de aguas lluvias, por lo que es importante tener un sistema de conducción adecuado, sin obstrucciones, evitando inundaciones.

Las bajantes de aguas lluvias del edificio central están en material HF, y se acoplan a material PVC liviana en el piso técnico para posteriormente unirse a los colectores principales en gres.

Como se ha resaltado en los sistemas de desagües, las uniones entre diferentes materiales son empates inadecuados generando fugas en esos lugares. Adicionalmente se está utilizando tubería PVC liviana para desaguar aguas lluvias, este tipo de tubería únicamente puede ser utilizado para sistemas de ventilación. En otros casos en los empates se disminuye el diámetro de la bajante, y en otro se amplía para evitar la unión correcta entre materiales. Lo anterior se puede evidenciar en las siguientes imágenes:



Imagen 35. Conducciones de aguas lluvias en PVC liviana y empate con HF en mal estado.



Imagen 36. Empate entre PVC liviana y HF en mal estado y reducción de diámetro en la parte inferior de la bajante.



Imagen 37. Unión de bajante en HF con un tramo en PVC de mayor diámetro, con rotura en el codo y posterior empate a tubería en gres, completamente en mal estado.



Imagen 38. Empate entre HF, PVC y GRES en mal estado.



Imagen 39. Empate entre HF y GRES en mal estado.

Como se aprecia en las anteriores imágenes, las conducciones existentes de aguas lluvias están un alto grado de deterioro. Es inevitable el cambio de las conducciones de HF y gres, materiales que por su estado ya cumplieron su vida útil, por un material plástico evitando inundaciones como las que se presentan en el piso técnico del edificio central.

Las redes de aguas lluvias se combinan con las residuales en el piso técnico, generando caudales grandes a transportar por la tubería principal de gres, a la cual no se le conoce su estado interno.

En la actualidad las normas locales del acueducto exigen que una edificación debe tener internamente los dos sistemas de desagüe completamente independientes y que sólo se pueden combinar en la última caja o pozo domiciliario que descargue al alcantarillado público.

No es posible calcular la capacidad hidráulica del sistema, ya que no se conocen los diámetros internos reales, debido al estado de las redes, y tampoco las pendientes de las tuberías. Adicionalmente no se tiene un levantamiento arquitectónico de las cubiertas, ni de las áreas aferentes de que drena cada boca de desagüe en cubierta.

En los demás edificios del SGC, y como se mencionó en el levantamiento, las redes de aguas lluvias drenan a calzada, ya se mediante manejo de inclinación de cubiertas, o través de canales metálicas y plásticas, o mediante bajantes que se encuentran en material HF y otras pocas en PVC. Ejemplo de drenajes a calzada de las otras edificaciones se ilustran en las siguientes imágenes:



Imagen 40. Conjunto cubierta, canal y bajantes en PVC que drenan las aguas lluvias a calzada.



Imagen 41. Canal metálica que drena finalmente a calzada mediante una bajante en PVC.



Imagen 42. Gárgolas de rebose que drenan a calzada.



Imagen 43. Aguas lluvias drenadas a piso.

Drenar a calzada, es uno de los sistemas más eficientes para desaguar las aguas lluvias, siempre y cuando se tengan sumideros cerca, y pendientes

adecuadas de la vía hacia esos sumideros. Para el caso de los edificios del SGC, hay algunos como el edificio de sísmica y el centro de eventos que drenan a espacios que no tienen sumideros cerca, por lo tanto los desagües de las aguas lluvias de esos edificios generan encharcamientos de agua frente a las edificaciones.

Caso similar sucede con los desagües de aguas lluvias de las oficinas del museo, que drenan hacía un pasadizo que no tiene drenaje de aguas lluvias como se muestra en la imagen 43, por lo tanto inunda esta zona cuando precipita.

Las dimensiones de las bajantes de los edificios que drenan a calzada se consideran adecuadas ya que las áreas aferentes que cada una recoge no son mayores a 100 m², y considerándose una intensidad de lluvia promedio de 100 mm/h, el diámetro necesario para dicha área resulta de 2.91", y las bajantes son de diámetro 4".

7.2.4. REDES EXTERIORES

Las redes exteriores de los edificios del SGC, conforman un alcantarillado público pluvial, sumideros, pozos de inspección y tubería en gres que desaguan únicamente aguas lluvias, a pesar que, el alcantarillado del campus sea combinado. A esas redes se conectan algunos desagües de aguas lluvias de algunos edificios que se han instalado hace poco para llevarlas directamente al alcantarillado y evitar desaguar a calzada.

Las redes del alcantarillado público deben estar dimensionadas para evacuar la escorrentía pluvial de las vías y evitar la generación de caudales excesivos en las calzadas, por lo que las aguas lluvias del proyecto pueden conectarse a este sistema de manera directa o mediante el drenaje a calzada que sería lo más conveniente.

En general las redes, cajas y pozos de inspección que reciben aguas residuales y lluvias en sistemas separados, presentan un estado aceptable, pero hay algunos pozos que se encuentran colmatados por falta de mantenimiento, como se ilustra en las siguientes imágenes.



Imagen 44. Pozo de inspección del alcantarillado público colmatado de sedimentos.



Imagen 45. Pozo de inspección del con obstrucciones.



Imagen 46. Pozo de inspección en buen estado.



Imagen 47. Caja receptora de aguas lluvias totalmente colmatada.

8. SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Un sistema de extinción de incendios son todos aquellos elementos y medidas que se disponen en las edificaciones con el fin de protegerlas contra la acción del fuego. Estos elementos y acciones se implementan para principalmente salvar vidas humanas y minimizar las pérdidas económicas ocasionadas por el fuego.

8.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

Actualmente el edificio cuenta con extintores multipropósitos ABC y extintores Solkaflam en los pasillos y oficinas del edificio. Los extintores a la fecha se encuentran cargados y prestos para ser utilizados en caso de conato de incendio.

Adicionalmente en las zonas donde se encuentran ubicados los racks y el data center, se encuentra instalados sistemas de extinción de incendios mediante agente limpio.

8.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ACTUAL

El edificio tiene extintores en buen estado, y aparentemente ubicados en lugares apropiados, se dice aparentemente, porque un sistema contra incendio con extintores portátiles tiene su respectivo diseño respectivo, no es suficiente para tener un sistema de extinción de incendios que cumpla con las recomendaciones de la normatividad vigente. Los extintores existentes se muestran en las siguientes dos imágenes:



Imagen 48. Extintor ABC cargado y en buen estado.



Imagen 49. Extintor Solkaflam cargado y en buen estado.

Los extintores ABC son aptos para combatir fuegos clase A (combustibles sólidos como maderas, papel, telas), clase B (combustibles líquidos como pinturas, grasas) y clase C (equipos eléctricos). Apropriados para combatir un conato de incendio en las oficinas de las diferentes áreas del SGC.

Adicionalmente se encuentran extintores de solkaflam, adecuados para apagar incendios en cualquier tipo de equipos eléctricos (especialmente computadores), sin causar ningún tipo de daño en ningún componente eléctrico adyacente como lo puede generar el agua o hasta el mismo extintor ABC. Son comúnmente utilizados en oficinas donde se tiene valiosa información en los equipo de cómputo, como es el caso del SGC.

Finalmente, las áreas donde se encuentran el rack del edificio de sísmica y el data center del edificio central y de administración están protegidas con un sistema de extinción mediante agente limpio. El agente limpio utilizado es NOVEC 1230, agente que está incluido dentro de la lista de agentes limpios permitidos por la norma NFPA 2001: "Standard for Clear Agent Fire Extinguishing Systems". El sistema de extinción se puede ver en las imágenes 50 y 51.

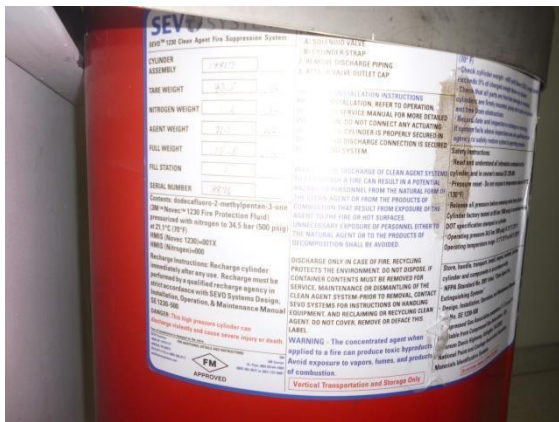


Imagen 50. Cilindro de agente NOVEC 1230.



Imagen 51. Redes de extinción de incendio en data center del edificio central.

Éste tipo de sistemas es apropiado para zonas con equipamiento eléctrico, centros de transformación, salas de telecomunicaciones, salas de informática, centros de datos, y otras más aplicaciones. Además permite que los sistemas eléctricos y electrónicos sigan funcionando con normalidad y no afecta la salud de las personas en caso de descarga en presencia de personal.

Como se comentó en la descripción del proyecto, el edificio es clasificado según NSR-10, como ocupación C-1 y A-1, lugar de ocupación comercial de servicios en su mayoría, pero en ciertas áreas hay ocupaciones de almacenamiento, clasificación que se encuentra en el título K del reglamento, en los numerales K.2.2 y K.2.3.

Para conocer las dotaciones de instalaciones de protección contra incendio con las que debe contar el proyecto para la extinción de incendios nos remitimos al título J del mismo reglamento.

Ninguna de las áreas del Servicio Geológico Colombiano debe ser protegido mediante un sistema de rociadores automáticos, según el reglamento NSR-10, ya que los edificios de oficinas no son de gran altura, las áreas de almacenamiento como bodegas y museo, no tienen más de 1 100 m² de construcción, ni más de 9 m de altura; el centro de eventos no permite el consumo de bebidas alcohólicas y no se permiten realizar fiestas; el auditorio del museo no alberga a más de 300 personas.

Sin embargo todas las edificaciones de almacenamiento y de oficinas deben cumplir lo siguiente:

J.4.3.1.2 y J.4.3.2.2 – Tomas fijas de agua para bomberos. Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación institucional debe estar protegida por un sistema de tomas fijas para bomberos y mangueras para extinción de incendios diseñados de acuerdo a la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios en edificaciones, NTC 1669, y como referencia el Código para instalación de Sistemas de Tuberías Verticales y Mangueras, NFPA 14.

J.4.3.4.3 –Extintores de fuego portátiles. Toda edificación clasificada en el subgrupo de ocupación I, debe estar protegido por un sistema de extintores portátiles de fuego, diseñados de acuerdo con la última versión de la norma Extintores de fuego portátiles, NTC 2885 y como referencia la Norma de Extintores de fuego Portátiles, NFPA 10."

Dado que se conocen los requerimientos mínimos, es claro que el edificio debe ser protegido en su totalidad por conexiones de manguera y tomas fijas de agua para bomberos, y finalmente extintores portátiles. El sistema debe ser húmedo automático o manual en base agua. Si hay lugares que requieran sistemas especiales de extinción de incendios, se debe hacer su respectivo diseño.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como conclusión general se recomienda dotar de una nueva red de distribución hidráulica y recolección sanitaria en el edificio central y de administración, utilizando materiales plásticos e inoxidables debido a que los materiales que actualmente están instalados ya cumplieron su vida útil. En el resto de las edificaciones se deben cambiar las redes de recolección sanitaria que se encuentran en material hierro fundido por material plástico, y se pueden mantener las redes de distribución de agua potable que se encuentran en material PVC.

Las redes existentes se pueden taponar y dejarlas dentro de la estructura o mampostería existente y crear ductos para las nuevas redes.

Se debe eliminar la conexión entre el sistema de agua potable y el tanque actual enterrado, y disponer de un nuevo espacio para construir un nuevo reservorio de agua potable que cumpla con los requerimientos constructivos del reglamento NSR-10 y del Código Colombiano de Fontanería, NTC 1500, y que almacene el volumen mínimo de reserva para dos días de servicio como lo exige la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, de acuerdo a la demanda que se requiera. Actualmente con la población estimada por el área arquitectura el tanque debe contener al menos 40 m³. El tanque actual puede ser taponado, y se debe evacuar el agua que tenga para prevenir posibles filtraciones que originen humedades.

Debe haber una renovación permanente de agua entre el tanque de almacenamiento de agua potable y el sistema, y se debe lavar y desinfectar el tanque como mínimo dos veces al año.

Se recomienda cambiar totalmente el equipo de presión de agua potable por uno nuevo que cumpla con los requerimientos normativos, dado a su alto estado de oxidación, implementando elementos de automatización, arrancadores suaves, instalación de variadores de velocidad y renovar las conexiones eléctricas para futuras instalaciones de equipos de presión de agua potable, en caso que se requiera, para disminuir el consumo de energía. Las tuberías de succión y de descarga del equipo deben ser en acero inoxidable.

Se aconseja cambiar las válvulas tipo bola por unas nuevas de tipo paso directo, en los baños del edificio de sismica, del centro de eventos y del edificio de personal y contratación. Al igual se deben dejar manipulables, sin ser afectadas por mortero o concreto.

Es aconsejable proteger las redes de PVC presión del contacto directo con el medio ambiente para evitar pérdidas de presión en el sistema. La protección se puede hacer enterrando la tubería o en casos que se requiera con mortero.

Se recomienda instalar un sanitario más en cada baño del edificio central y de administración para cumplir con la dotación mínima de aparatos, según NTC 1500.

Los aparatos sanitarios deben cumplir con los requisitos de bajo consumo de la Ley 373 de 1997 y sus decretos reglamentarios.

Se debe independizar el sistema de aguas residuales del de aguas lluvias, combinándolos hasta la última caja o pozo final domiciliario que entregue al alcantarillado combinado de la universidad.

Se aconseja dejar provisto desagües de piso en el semisótano del edificio central, para prevenir cualquier tipo de inundación, ya sea por escorrentía superficial, o por algún daño en las tuberías que se instalen en ese piso. Estos desagües pueden instalarse en una placa falsa y conducirse a un pozo eyector.

Se recomienda instalar elementos de inspección como cajas en mampostería o tapones de inspección para tubería colgantes, cumpliendo con las máximas longitudes, que son 30 metros para tuberías enterradas y 12 m para tuberías colgantes, con el fin de poder hacer mantenimiento y si es el caso reparaciones, sin tener que intervenir tramos largos del sistema.

Es pertinente revisar los sellos de los sifones, y adicionalmente llevar hasta cubierta las ventilaciones de los sistemas de aguas residuales, y generar la ventilación natural de las unidades sanitarias a través de las ventanas hacia las fachadas, para evitar la generación de malos olores.

Se aconseja dotar de una red de desagües de aguas lluvias a los edificios de sismica y el centro de eventos que descarguen directamente al alcantarillado pluvial del SGC, y no a calzada como está actualmente.

Se recomienda cambiar las bocas de desagües de aguas lluvias en cubiertas que están en HF por material PVC, ya que las uniones existentes entre materiales de hierro fundido y PVC pueden generar problemas de humedades debido a empates inadecuados entre los dos materiales. Adicionalmente el material HF ya cumplió su vida útil, por lo que reduce la capacidad de captación.

Se debe instalar tragantes en la totalidad de las bocas de los sifones de cubierta. Es pertinente hacer mantenimiento periódico a estos elementos, ya que son susceptibles a taponamientos a causa de elementos de tamaño considerable que se ubican alrededor.

Se recomienda el estudio de seguridad a través de una ingeniería conceptual para reconocer los riesgos y peligros del edificio, y establecer el sistema contra incendio adecuado que se implementará de acuerdo al alcance del reforzamiento estructural del edificio y la normatividad vigente.

Se deberá programar mantenimientos periódicos de equipos, cajas de inspección, tragantes de sifones en cubiertas, gárgolas de rebose, canales, lavado y desinfección de tanques.