MEMORIA DESCRIPTIVA

PROYECTO BIBLIOTECA TOMAS RUEDA VARGAS

ESCUELA MILITAR

CONTRATO DE CONSULTORIA No. 145 MDN – COGFM

NIT 901.957.534-7

CONTRATANTE. MINISTERIO DE DEFENSA – COMANDO GENERAL DE LA FUERZAS MILITARES – ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA - DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO

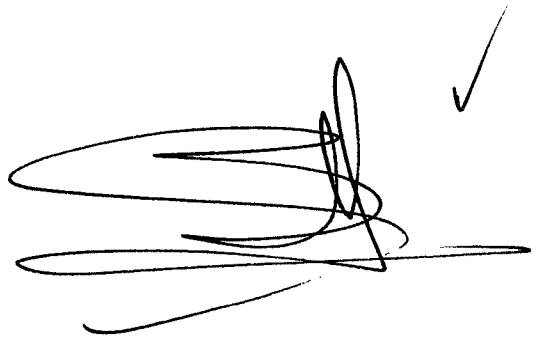
CONTRATISTA. CONSORCIO DISEÑOS BIBLIOTECA

REPRESENTANTE LEGAL: EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS

OBJETO: CONSULTORIA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS PARA LA INTERVENCION INTEGRAL A LA BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FUERZAS MUILITARES "TOMAS RUEDA VARGAS"

VALOR $ 885.522.138.00

CIUDAD BOGOTA

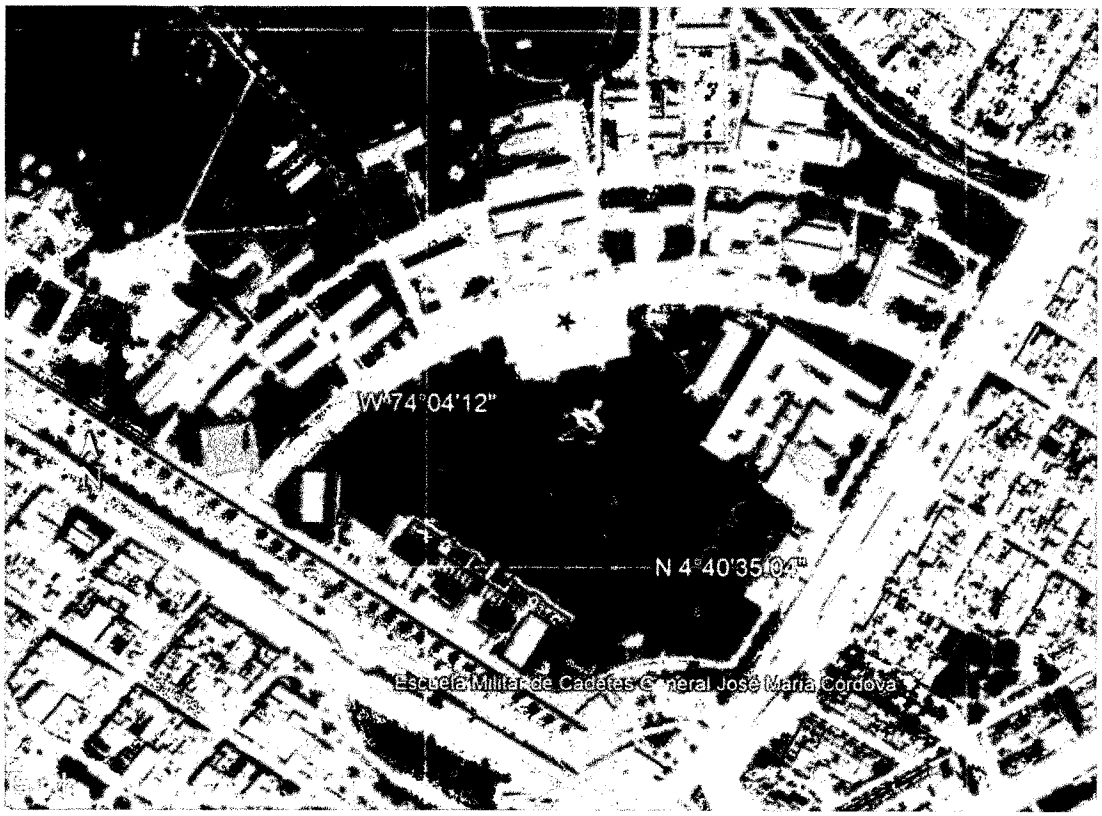


INDICE

1. **INDICE**
2. **INFORMACION BASICA**
3. **RESUMEN HISTORICO**
4. **DESCRIPCION GENERAL**
5. **DIAGNOSTICO (TOPOGRAFIA – GEOTECNIA – PATOLOGIA – LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO - SANIDAD DE MADERAS – ELECTRICO HIDROSANITARIO – AMBIENTAL**
6. **JUSTIFICACION**
7. **PROGRAMA ARQUITECTONICO**
8. **CRITERIOS DE DISEÑO**
9. **PROPUESTA**
10. **CREDITOS**

INFORMACION BASICA

ESCUELA MILITAR DE CADETES GENERAL JOSÉ MARÍA CÓRDOVA



1940 -1942

Arquitectos: JOSE MARIA CIFUENTES.

- RAFAEL RUIZ -

CARLOS CRISTANCHO –

CARLOS MARTINEZ CUELLAR SERRANO GOMEZ & CIA Y OTROS

BIC DISTRITAL: DECRETO 606 /21- 07 - 01

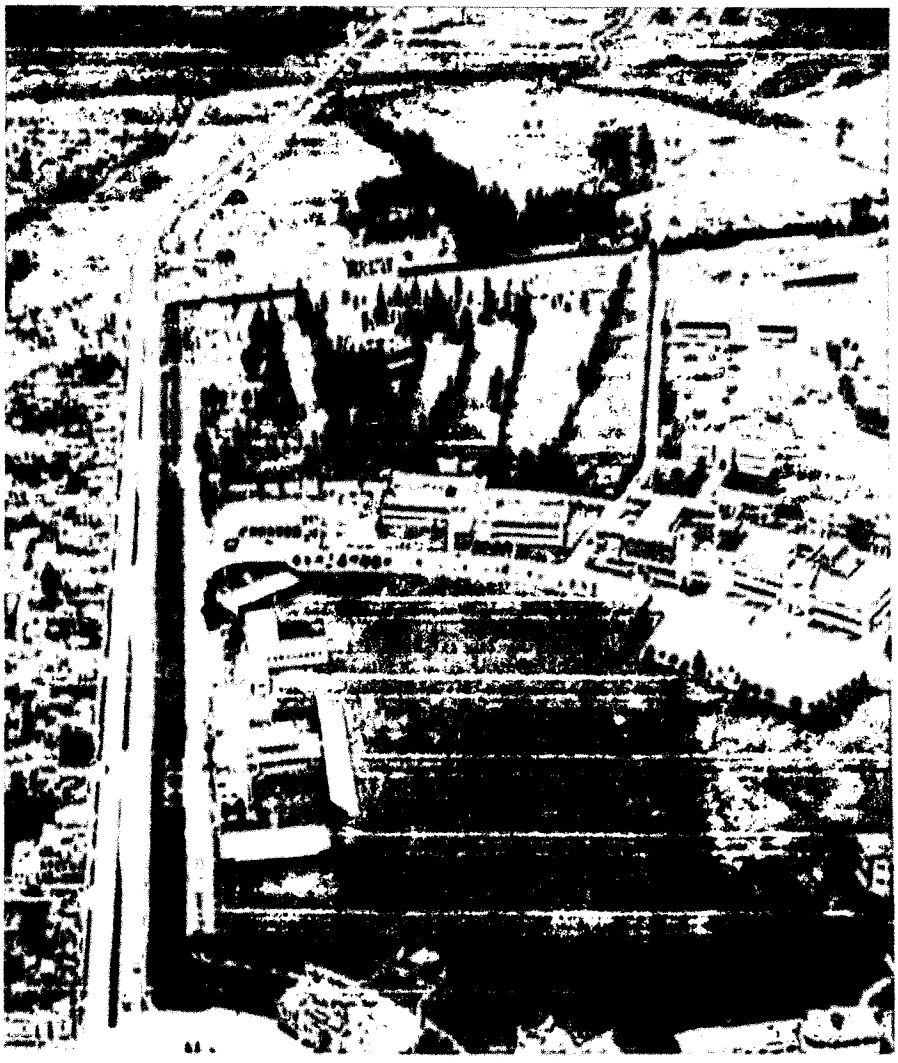
BIC NACIONAL: RESOLUCIÓN 0752 / 30-07-98

DIRECCIÓN CATASTRAL	MATRÍCULA INMOBILIARIA	PROPIETARIO
Avenida Calle 80 50 - 06	50C-0[illegible]120007	La Nación-Ministerio de Defensa- Ejército Nacional

RESUMEN HISTORICO

El sitio, Ave calle 80 No 50 – 06 en donde se encuentra localizada la Escuela Militar, en la ciudad de Bogotá, forma parte de la localidad Barrios Unidos, habiendo sido en un pasado remoto tierra de aborígenes y lugar de usos agrícolas en su paso por una hacienda hasta los años 40 del siglo pasado

Propiedad de Antonio Izquierdo, quien vendió esta heredad al gobierno de Eduardo Santos, para la construcción de la Escuela. Entre tanto, Tomas Rueda Vargas, hijo de Francisco de Paula Rueda y Bibiana Vargas Heredia, fue un personaje a quien se cita con frecuencia en la historia de Bogotá, no solo por su cultura y participación política, sino también por estar vinculado a la compra y venta de tierras durante la primera mitad del siglo pasado habiendo sido dueño de la hacienda Santa Ana, donde hoy se encuentra el barrio del mismo nombre y las instalaciones de la Escuela Militar Rafael Reyes o Cantón Norte.





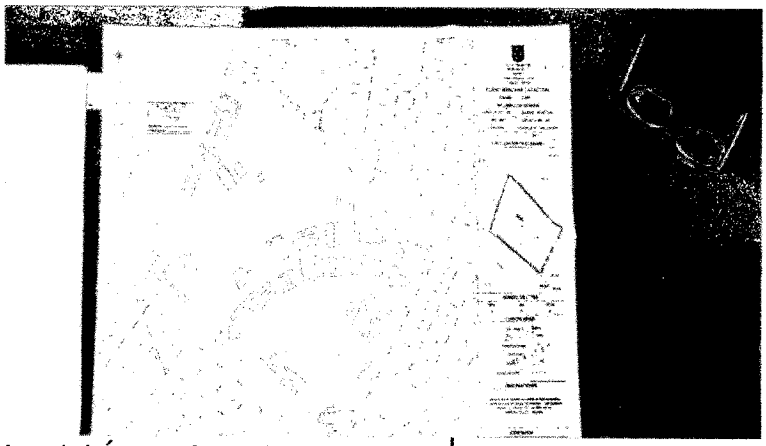
La Escuela Militar, inició su construcción en el año 1940, con el objetivo de fortalecer la infraestructura e instrucción. La nueva construcción compuesta de 24 pabellones se situó de manera radial teniendo como centro una plaza de armas. En sus inicios participaron los arquitectos *José* María Cifuentes, Rafael Ruiz y Carlos Cristancho, quienes diseñaron un tipo de arquitectura en moda mezclando elementos modernos con clásicos traídos de la época colonial para darle fuerza a ese nacionalismo que se imponía en aquellos tiempos en América Latina, proveniente de la cultura mexicana. Estilo de arquitectura ecléctica, de apariencia colonial que siguió siendo conservado *por* otros importantes arquitectos y firmas de arquitectura y construcción que dejaron su semilla en este conjunto de construcciones, a bien valorados como como de Interés Cultural

El periodo comprendido entre 1930 a 1946 de los gobiernos liberales de Olaya, López, Santos y López se ha denominado el de la nueva modernidad, coincidiendo con una arquitectura que despliega un repertorio de diseños y tendencias de acuerdo a las modas externas y técnicas constructivas basadas en la aparición de nuevos materiales, el cemento y el hierro se apropiaron de las estructuras y los entrepisos, a ello se suma la llegada de accesorios para baños, cocinas y ventanas. La distribución de espacios internos se modificó y la arquitectura Neo Colonial, fue bienvenida como parte del mercado moderno que ingreso con fuerza en aquellas décadas al país, alimentándose con elementos del pasado, al considerar el tipo nacionalista como propio o de tradición colonial, destacando en estas edificaciones los arcos de medio punto, los interiores y balcones de madera, las tejas de barro y las combinaciones de ladrillo y pañetes blancos.

EDIFICIO DE LA BIBLIOTECA

TOMAS RUEDA VARGAS

Nivel de conservación 3



Nivel 3 Conservación Contextual	***N3***	*Se aplica a inmuebles del Área Afectada o Zona de Influencia de un BIC del grupo urbano o del grupo arquitectónico que, sin mantener valores individuales patrimoniales de especial significación, cuentan aún con características representativas que contribuyen a la consolidación de la unidad de paisaje, del contexto rural o urbano o de un conjunto arquitectónico, que aunque han perdido la legibilidad de su distribución arquitectónica han mantenido elementos compositivos del volumen, por lo que se requiere conservar su implantación predial, disposición de accesos, elementos de fachadas y geometría de cubierta, así como otros elementos de valor patrimonial que aún formen parte del edificio, o prácticas asociadas del patrimonio cultural inmaterial identificadas en el PEMP-CHB.*	*Primeros auxilios, reparaciones locativas, restauración, ampliación, adecuación, modificación, reforzamiento estructural, demolición parcial, reconstrucción, cerramiento.*

Área Construcción 1er Piso	903.60 M2
Área Construcci6n 2do Piso	883.95 M2
Total, Área Construida	**1.787.55 M2**

CONSORCIO DISEÑOS BIBLIOTECA

El edificio de la Biblioteca Tomas Rueda Vargas, es un refugio de páginas y un silencio de folios que nació donde antes existió un taller de reparación de vehículos. De trazado independiente ocupó un lugar iluminado en una esquina del conjunto, con una galeria de arcadas sobre columnas abombadas que guardan historias y balcones que acarician un verde circundante. Su pañete blanco y rústico como la piel de un libro viejo; el voladizo y su seguidilla de canes, que actuan como una cobija de sueños y el protagonismo de la escalera, una lengua de lectura con sus balaustres como dentados



surgen de la boca de puerta y conducen a un espacio donde el tiempo se detiene en el murmullo de los libros y el mundo se reduce al rumor de los folios girando

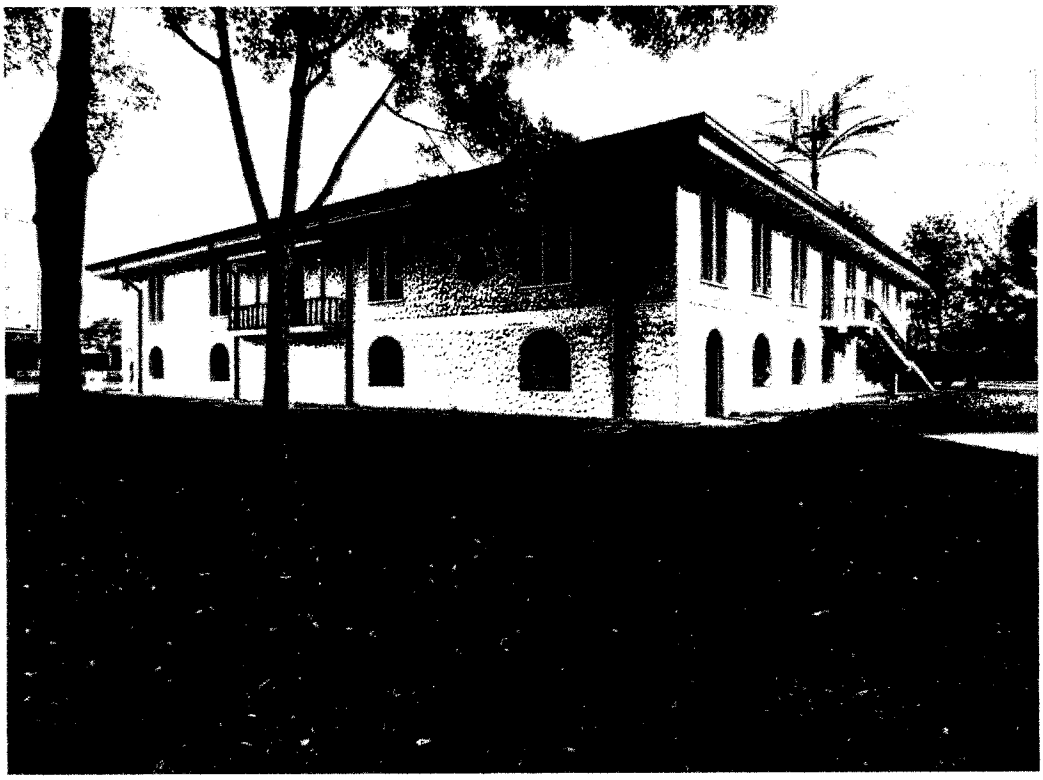


La construccion fue una donacion de la Fundacion Jaime Duque, entidad que sin embargo, expreso no poseer información sobre este hecho. Siendo reciente la edificacion (1.975) no fue posible informacion encontrar documentacion sobre los autores de este inmueble, se cree fue ejecutado por el mismo departamento de ingenieria y arquitectura del ejercito, quienes en aquel tiempo disponian del sigilo para realizar sus obras sin dejar constancia de las mismas en las oficinas de Planeacion y que aun no exitian las Curadurias Urbanas que asignaran la aprobacion de una licencia. Al cierre de esta memoria se juzga pueda estar en unos archivos que se encuentran en cuarentena y estan siendo tratados por la aparicion de hongos y humedades de los cuales se espera sean recuperados de propiedad del ejercito nacional



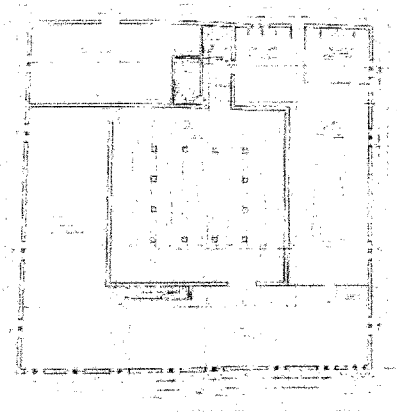
Lo que si es cierto es que la edificacion a grandes razgos por otros planos encontrados, no ha sufrido muchas modificaciones salvo en la zona central que en principio fue abierta a manera de patio y luego se cubrio con una marquesina al que se le añadio una fuente central

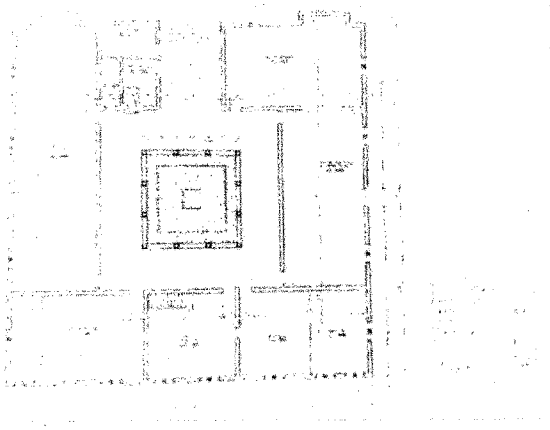
Los cambios no han sido fisicos sino operativos y de mantenimiento, pero hubo por razones estructurales una intervencion estructural (2011)sobre el costado sur este que se encuentra reseñada en los estudios de patologia



(Planos de 2011)

All edificio se accede por el segundo nivel, a través de una escalinata que se extiende desde la boca del arco y por encima de lo que fue un espejo de agua, mientras en el primer nivel una serie de arcadas que parten de pequeñas columnitas abombadas sostienen el frente caracterizado por dos balcones cerrados, En realidad es una fachada armónica en la que la amplia escalinata se convierte en el principal protagonista de la misma y que como proporción llego de manera emocional de la mano de una intervención que trato de crear bajo de ella un paisajismo de agua. Llama la atención de su alero esa fila de canes que si bien no prestan un servicio estructural enriquecen esa quinta fachada conocida como techos, son remates que dan personalidad y presencia a la masa del volumen.





Desde el jardín los restantes frentes guardan la analogía del cuerpo y se complementan de manera floreciente como parte de una cosecha dulce. En general es una obra arquitectónica que llena de orgullo a sus creadores y que en medio del verde silencioso cumple la labor sigilosa de educar y culturizar a sus usuarios despertando admiración. Un lugar de reflexión demarcado por puertas y ventanas de dimensiones regulares en arco que invitan a ingresar a lugares de mayor privacidad, espacios amplios o rincones de sortilegio donde la lectura de libros pequeños o grandes te permite conectar tus emociones y estimular tu imaginación.

Tiene esta edificación una visión de lo lejano, de algo que te causa un sentimiento en esa tierna relación con la naturaleza, es una arquitectura para mirar a distancia desde un tiempo y lugar; es una composición de equilibrio apropiada para despertar recuerdos, añoranzas vivas de un perfil armónico y natural.

Arquitectura de nostalgias, con sello de lejanismo, de mudéjar y de mediterráneo, de ese arte que hermanó la naturaleza y la cultura



Descripción de los Estudios Técnicos Realizados

1.- Levantamiento Topográfico.

Se realizó el estudio topográfico de áreas como lo son zonas verdes, vías, construcción y áreas aledañas a la zona a intervenir.

Se realizó el levantamiento topográfico con un equipo de última generación equipo gnss chcnav (GPS multifrecuencia de precisión).

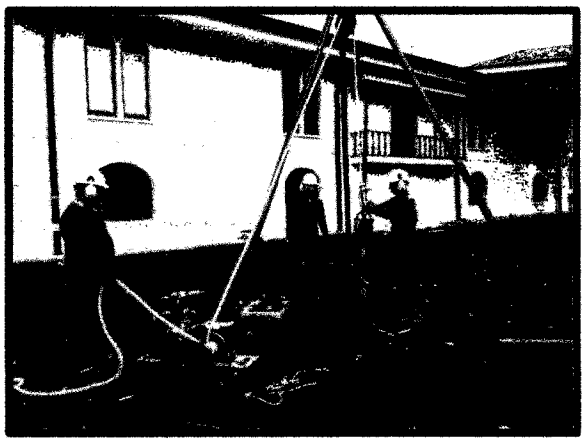
El levantamiento topográfico se amarro a coordenadas de origen nacional las cuales están avaladas por el instituto geográfico Agustín Codazzi.



Después de posicionado el equipo gnss se procedió a tomar topografía detallada de las áreas, se recolectó información de coordenadas de todos los puntos levantados para posteriormente con esta información guardada en la colectora de datos descargarla con un programa especializado en topografía y proceder a trabajo de oficina, el resultado de este trabajo de oficina son los planos y la cartera topográfica.

}

ESTUDIO GEOTECNICO



BOGOTA D.C. – JULIO DE 2025

PARÁMETROS DE **DISEÑO** SÍSMICO - MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA

Proyecto RESTAURACIÓN DE LA BIBLIOTECA TOMÁS RUEDA VARGAS

Localizacion

Departamento	Municipio	Zona sísmica
MICROZONIFICACIÓN	**Bogotá D. C.**	**LACUSTRE-300**

Dierección: **ESCUELA MILITAR DE CADETES GENERAL JOSÉ MARIA CORDOBA**

Grupo de uso y coeficiente de importancia

Grupo de uso: I — Coeficiente de importancia (I): 1.0

Descripcion:

Perfil del suelo

E

Tipo de perfil de suelo

Zona de amenaza sismica

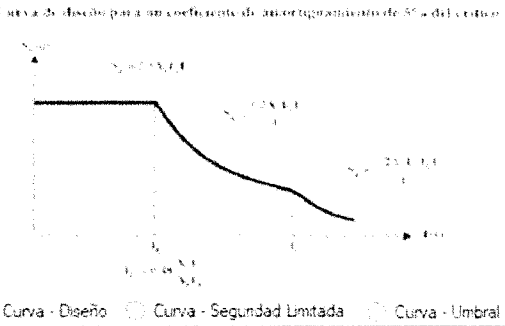
Intermedia — Es el conjunto de lugares en donde Aa o Av, o ambos, son mayores de 0.10 y ninguno de los dos excede 0.20

Coeficientes

Aa	0.15	Ad	0.06	Fa	1.05
Av	0.2	Ae	0.13	Fv	2.9
A0	0.16	☑ Redefinir			

Periodos caracteristicos del espectro elastico (NSR-10 - A.2.6.1)

T0=	0.368	(Véase A.2.6)
Tc=	1.77	(Ver Dec. 523)
TL=	5	(Ver Dec. 523)



Dónde:

Aa = Aceleración horizontal pico efectiva de diseño. Aa= 0.15 g.

Av = Aceleración que representa la velocidad horizontal pico efectiva de diseño, Av 0.20 g

Ao = Aceleración horizontal pico efectiva del terreno en superficie (g)

Fa = Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos

Fv = Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios

I = Coeficiente de importancia

Sa = Aceleración espectral (g)

T = Período de vibración (s)

Te = Período corto (s)

TL = Período largo (s)

EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

Teniendo en cuenta las cargas previstas, el tipo de obras civiles proyectadas y la Categoría de las unidades de Construcción, la cuales se clasifican como bajas, la exploración consistió en realizar TRES (03) sondeos, con profundidad hasta los 6.0 metros.

Se efectúa un análisis de la información de campo y laboratorio de las perforaciones ejecutadas, desarrollando una caracterización geotécnica del sitio en estudio, la cual contempla la evaluación de los parámetros de caracterización del material y su estado obtenidos a partir del reconocimiento geológico, y los resultados de los ensayos de laboratorio.

En la tabla 4 y en la figura 9 se reportan las coordenadas planas y la localización de la campaña de exploración de subsuelo ejecutada.

Tabla 1. Localización (Coordenadas Elipsoidales) de la campaña de exploración del subsuelo ejecutada a través de Sondeos.

No.	Profundidad Ejecutada	ESTRUCTURA	LATITUD	LONGITUD	Profundidad Nivel Freatico (m)
S1	6.0 m	Biblioteca Tomàs Rueda Vargas	4°40'37.70"N	74° 4'16.03"O	No Registra
S2	6.0 m	Biblioteca Tomàs Rueda Vargas	4°40'38.54"N	74° 4'16.88"O	No Registra
S3	6.0 m	Biblioteca Tomàs Rueda Vargas	4°40'37.90"N	74° 4'17.45"O	No Registra

Tabla 2. Localización Sondeos 1 a 3



Durante la ejecución de los sondeos se tomaron muestras de tipo Inalterado (Shellby) y también del tipo alterado a partir de la metodología de ensayo SPT (Ensayo de Penetración Estándar de acuerdo con la norma ASTM D 1486), Sobre las muestras inalteradas se ejecutaron ensayos de Laboratorio de Corte Directo y de Consolidación. Cada muestra fue identificada visualmente en campo, rotulada y empacada adecuadamente para su transporte al laboratorio

Ensayos de laboratorio y Descripción de los Ensayos de laboratorio

Para el Estudio de Suelos y Geotecnia para el PROYECTO RESTAURACIÓN DE LA BIBLIOTECA TOMÁS RUEDA VARGAS, se realizaron los ensayos de laboratorio respectivos de acuerdo a las muestras obtenidas de los ensayos de campo.

Los ensayos de laboratorio realizados para el proyecto se presentan a continuación en la siguiente Tabla:

Tabla 3. Tipo de ensayos de laboratorio realizados para el estudio geotécnico

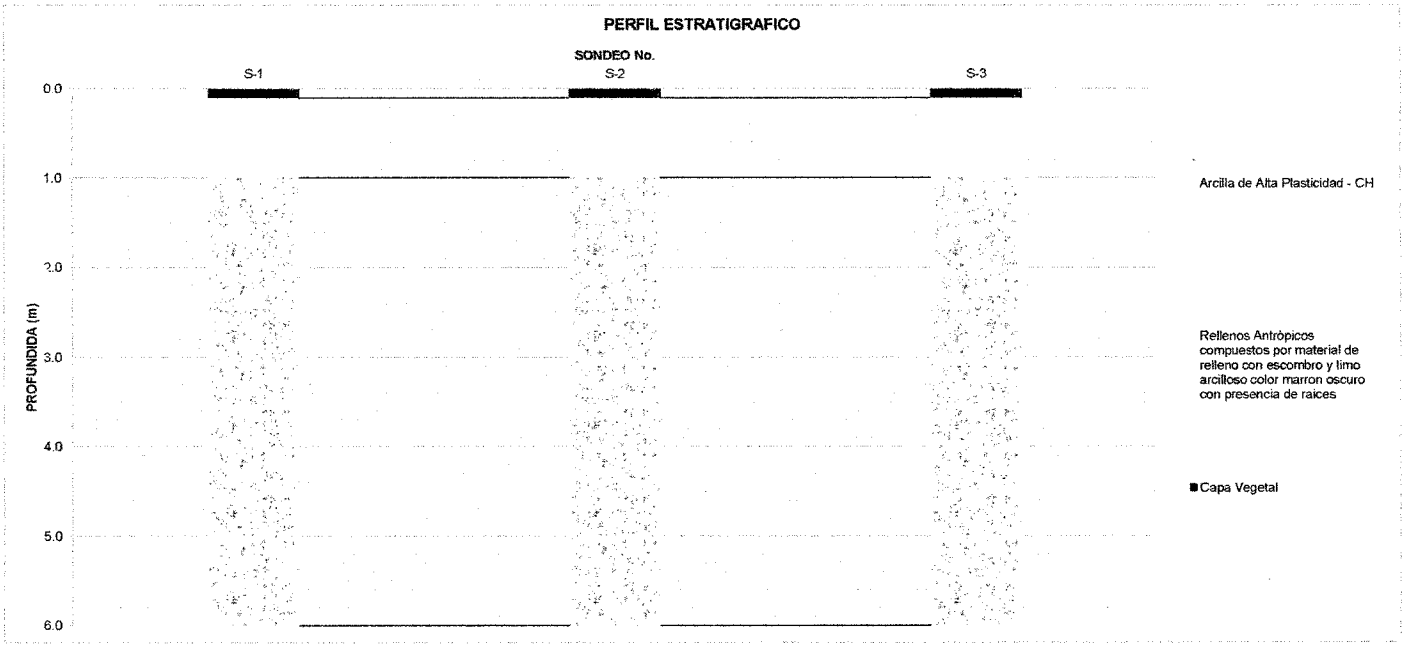
ENSAYOS	**NORMA**
Contenido de Humedad	NTC 1495-13
Granulometría	INV-123/07
Límites de Atterberg	INV-125/07 –INV-126/07
Peso Unitario	Método ISRM-07
Consolidación Unidimensional	INV E-151
Corte Directo	INV E-121
Resistencia a la Compresión Inconfinada Estática	INV-152/07

Los parámetros de resistencia se obtuvieron a partir de ensayos de campo como penetración SPT, y en laboratorio como compresión inconfinada No Drenada y Ensayos de Corte Directo, los ensayos de corte directo fueron realizados sobre muestras inalteradas.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

A partir la información obtenida de la zona particular de estudio (campaña de exploración del subsuelo efectuada por esta Asesoría, se presentan las columnas estratigráficas obtenidas en cada uno de los 03 sondeos ejecutados:

Perfiles estratigráficos del Área Explorada Sondeos 1 a 03



A partir de toda la información obtenida de la zona particular de estudio (campaña de exploración del subsuelo efectuada por esta Asesoría, y los resultados de los ensayos de Campo y laboratorio) se ha identificado 1 Zona Geotécnica, la cual se ilustra a continuación:

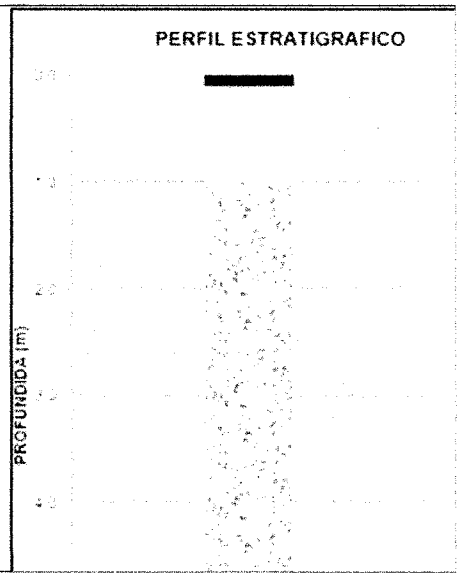
Se presenta a continuación el Perfil Geologico-Geotecnico de la Zona Geotécnica identificada en el área objeto de Estudio:

Tabla 4. Perfil y Modelo Geológico-Geotécnico Promedio Zona Geotécnica 1

Sondeos 1 a 3

ORIGEN	**MATERIAL**	**PROFUNDIDAD (m)**	**DESCRIPCIÓN**	
Lacustr	Capa	0.0–0.10	Capa Vegetal	

Lacustre A	Rellenos Antrópicos	0.10–1.0	Rellenos Antrópicos compuestos por material
Lacustre A	CH	1.0 – 6.0	Arcillas de alta plasticidad-CH – **Ncorr: 5** - **Grupo : 0.0**



ANÁLISIS Y DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN

En este capítulo se hace el análisis del tipo de cimentación en función del criterio de profundidad de desplante y de ancho de cimentación para determinar si es factible o no una cimentación del tipo superficial. Para la obtención de los parámetros de diseño, se efectuaron ensayos de laboratorio y cálculos con correlaciones matemáticas, debidamente establecidas en el estado del arte, que permiten obtener órdenes de magnitud para el cálculo de la capacidad portante y su posterior validación en la información secundaria y en la literatura técnica. Lo anterior teniendo en cuenta el Factor de Indirecto Mínimo para Diseño de 3.0 según Tabla H.4.7-1. NSR-10 Teniendo en cuenta que es la condición menos favorable.

Los Parámetros Geotécnicos Utilizados son los siguientes:

Parámetros de Resistencia obtenidos para profundidades de:

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

ARCILLAS DE ALTA PLASTICIDAD			Suelo a nivel de fundación
ϕ	16	°	Ángulo de fricción del suelo
Df	0.7	m	Profundidad de la cimentación
NF	-		Profundidad del nivel freático
β	0	°	Ángulo de inclinación de la carga con respecto a la vertical
c	1.30	ton/m²	Cohesión del suelo
	12.75	kN/m²	
γ	1.66	ton/m³	Peso unitario del suelo
	16.28	kN/m³	
FS	3	( )	Factor de seguridad
q	1.16	ton/m²	Esfuerzo efectivo a nivel de cimentación
	11.39922	kN/m²	
γw	1	ton/m³	Peso unitario del agua
	9.81	kN/m³	

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Factores capacidad de carga			Factores inclinación de la carga		
N_q	N_c	N_γ	F_{ci}	F_{qi}	$F_{\gamma i}$
4.34	11.63	3.06	1.00	1.00	1.00

FACTORES DE PROFUNDIDAD

Condición (a): $D_f/B \leq 1$

Condición (b): $D_f/B > 1$

0.70 m

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

ARCILLAS DE ALTA PLASTICIDAD			Suelo a nivel de fundación
ϕ	16	°	Ángulo de fricción del suelo
Df	1.0	m	Profundidad de la cimentación
NF	-		Profundidad del nivel freático
β	0	°	Ángulo de inclinación de la carga con respecto a la vertical
c	1.30	ton/m²	Cohesión del suelo
	12.75	kN/m²	
γ	1.66	ton/m³	Peso unitario del suelo
	16.28	kN/m³	
FS	3	( )	Factor de seguridad
q	1.66	ton/m²	Esfuerzo efectivo a nivel de cimentación
	16.2846	kN/m²	
γw	1	ton/m³	Peso unitario del agua
	9.81	kN/m³	

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Factores capacidad de carga			Factores inclinación de la carga		
N_q	N_c	N_γ	F_{ci}	F_{qi}	$F_{\gamma i}$
4.34	11.63	3.06	1.00	1.00	1.00

FACTORES DE PROFUNDIDAD

Condición (a): $D_f/B \leq 1$

Condición (b): $D_f/B > 1$

1.0 m

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

ARCILLAS DE ALTA PLASTICIDAD			Suelo a nivel de fundación
ϕ	16	°	Ángulo de fricción del suelo
Df	1.5	m	Profundidad de la cimentación
NF	-		Profundidad del nivel freático
β	0	°	Ángulo de inclinación de la carga con respecto a la vertical
c	1.30	ton/m²	Cohesión del suelo
	12.75	kN/m²	
γ	1.66	ton/m³	Peso unitario del suelo
	16.28	kN/m³	
FS	3	( )	Factor de seguridad
q	2.49	ton/m²	Esfuerzo efectivo a nivel de cimentación
	24.4269	kN/m²	
γw	1	ton/m³	Peso unitario del agua
	9.81	kN/m³	

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Factores capacidad de carga			Factores inclinación de la carga		
N_q	N_c	N_γ	F_{ci}	F_{qi}	$F_{\gamma i}$
4.34	11.63	3.06	1.00	1.00	1.00

FACTORES DE PROFUNDIDAD

Condición (a): $D_f/B \leq 1$

Condición (b): $D_f/B > 1$

1.50

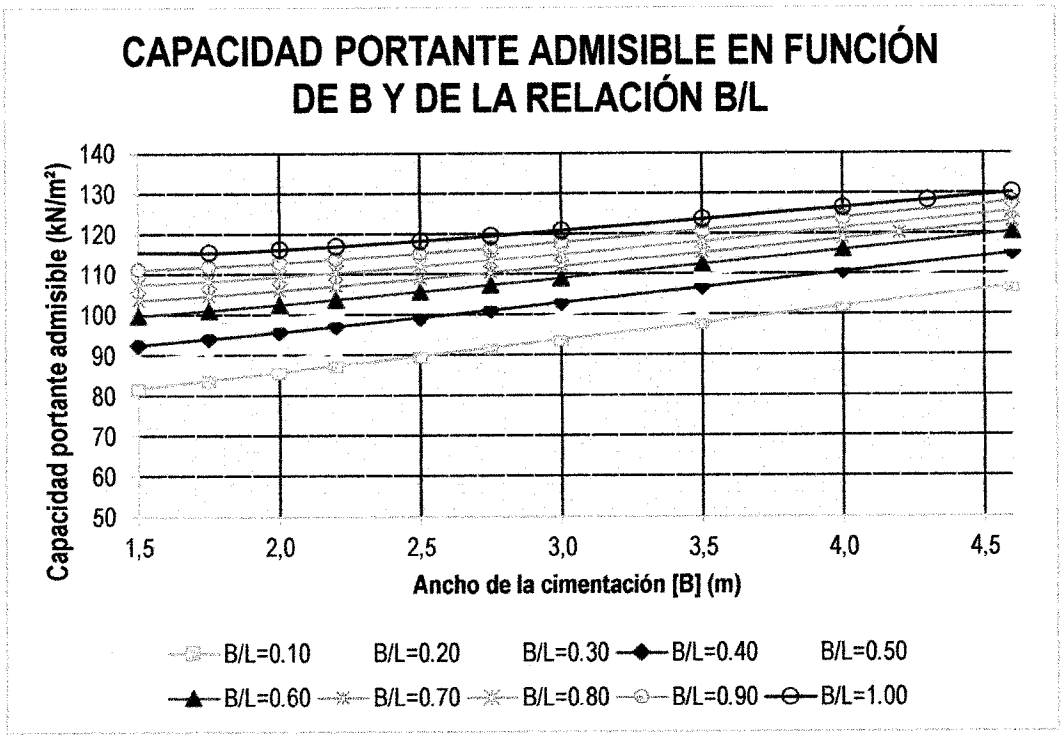
Se adelantó el cálculo de capacidad portante admisible (Q. ADM) de los suelos donde se implantará la estructura haciendo uso de la expresión de Meyerhof.

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Se realiza el cálculo de capacidad portante para profundidades de desplante de: 0.70 m, 1.00 m, 1.50 m, con el fin de establecer las recomendaciones de cimentación apropiadas y definir la necesidad de mejoramiento, las memorias de cálculo se presentan en el Anexo 2.

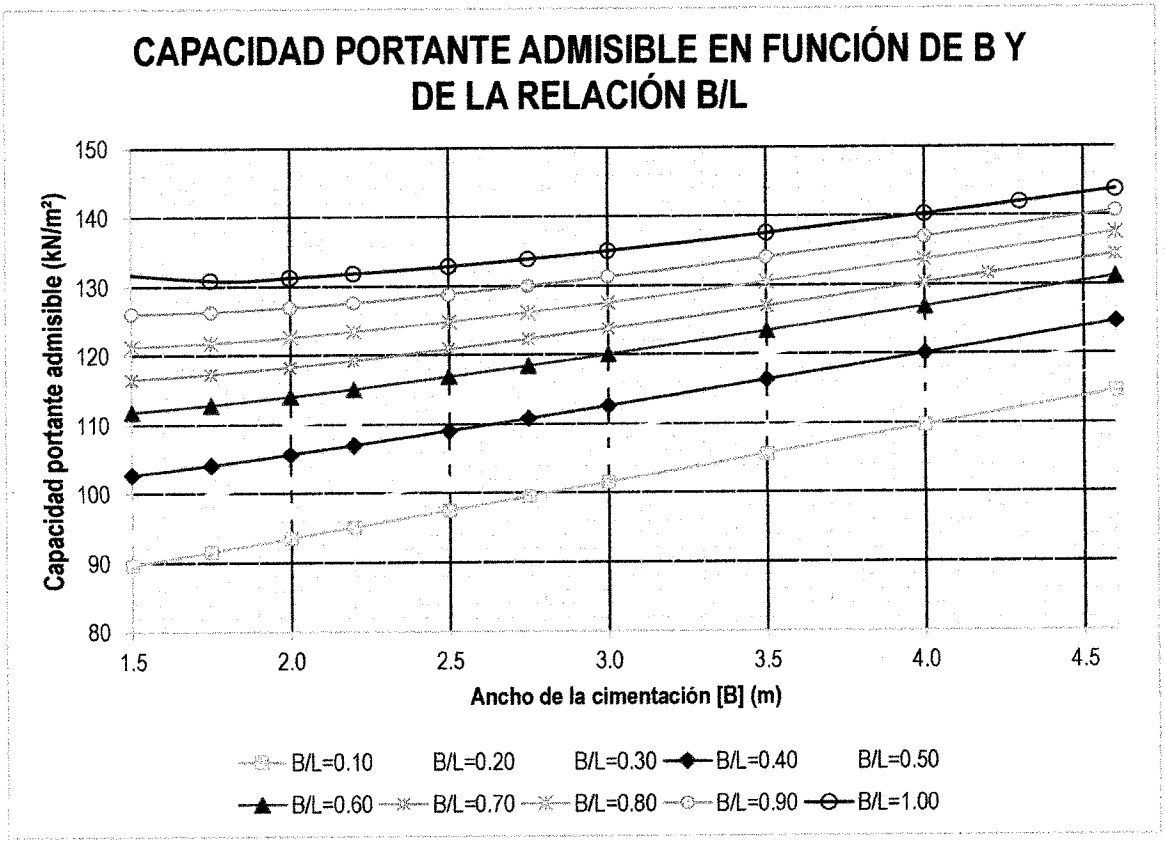
A continuación, se presentan los nomogramas con los resultados obtenidos de acuerdo con el largo, ancho y tipo de suelo, para las diferentes profundidades de desplante:

Figura 0-1. Capacidad portante a profundidad de desplante 0.70 m

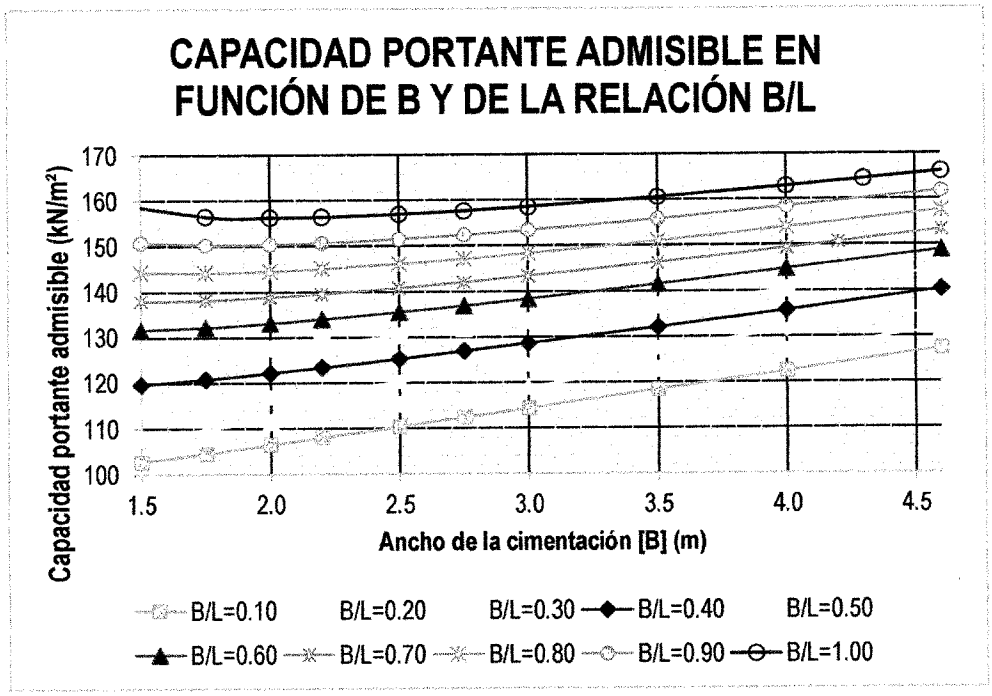


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

CAPACIDAD PORTANTE A PROFUNDIDAD DE DESPLANTE 1.00 M



CAPACIDAD PORTANTE A PROFUNDIDAD DE DESPLANTE 1.50 M

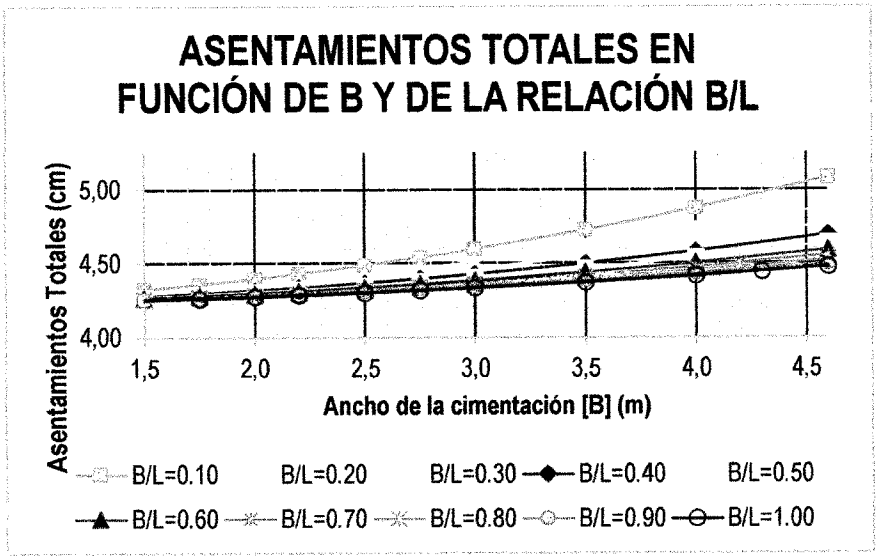


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

ASENTAMIENTOS

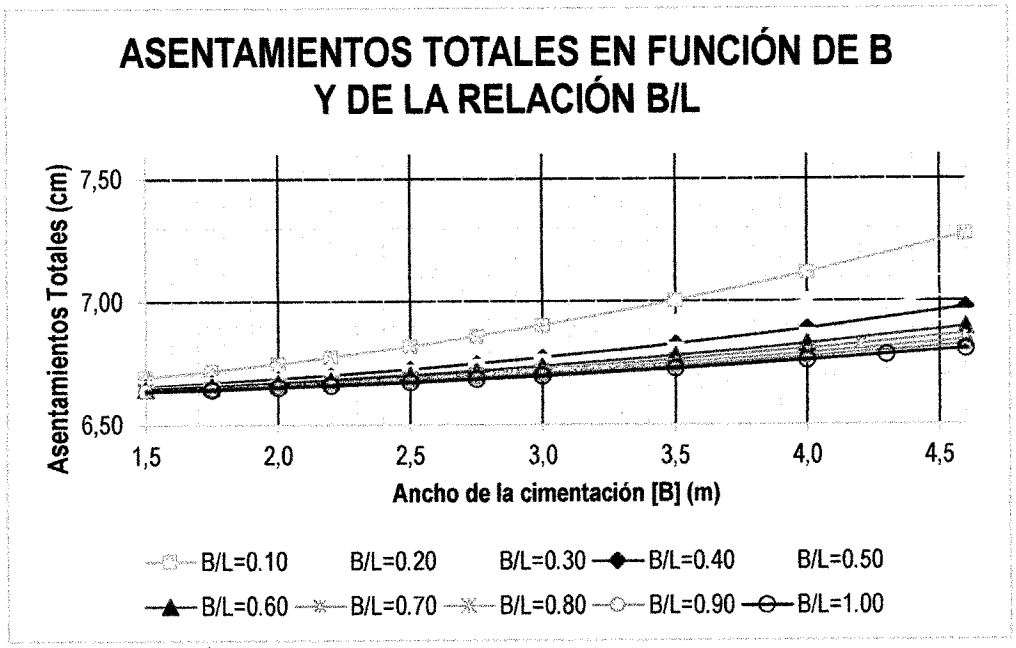
A continuación, se presentan los nomogramas con los resultados obtenidos para los asentamientos totales de acuerdo con el largo, ancho y tipo de suelo, para las diferentes profundidades de desplante:

Figura 0-2. Asentamientos Totales profundidad de desplante 0.70 m



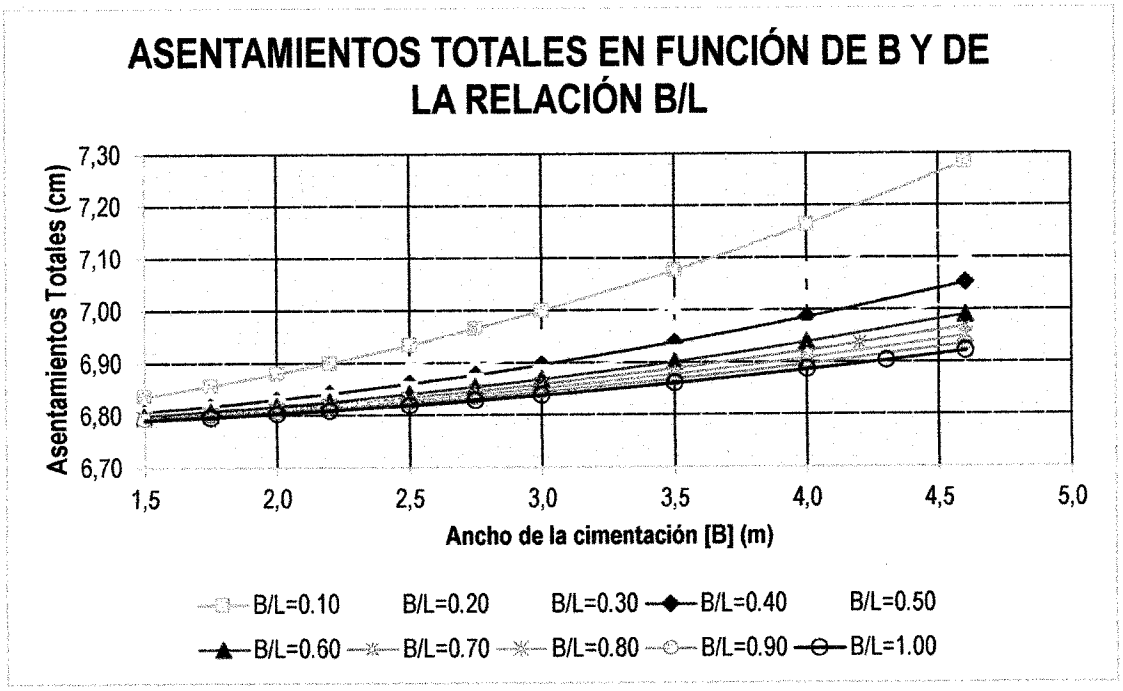
Fuente. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Asentamientos Totales a profundidad de desplante 1.00 m



Fuente. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Asentamientos Totales profundidad de desplante 1.50 m

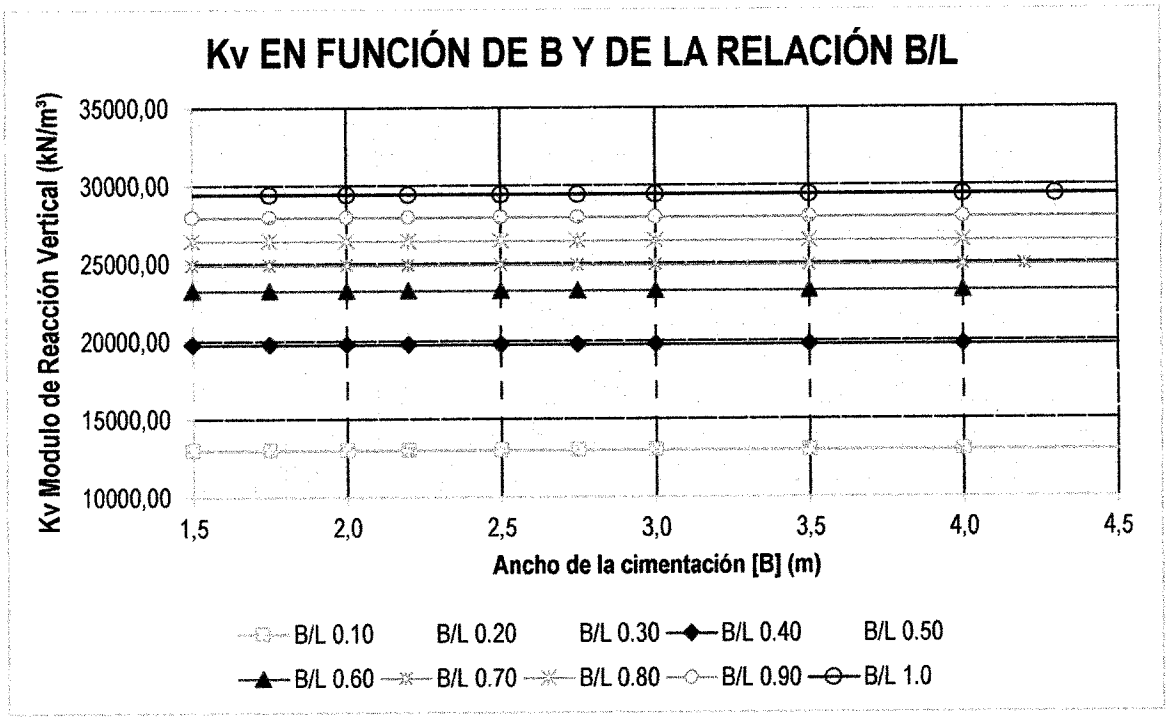


Fuente. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De acuerdo con el análisis geotécnico de los tramos de estudio, se observan asentamientos totales de acuerdo con el dimensionamiento de las estructuras de hasta 7.0 centímetros.

Se propone un mejoramiento de 1.00 m en las estructuras.

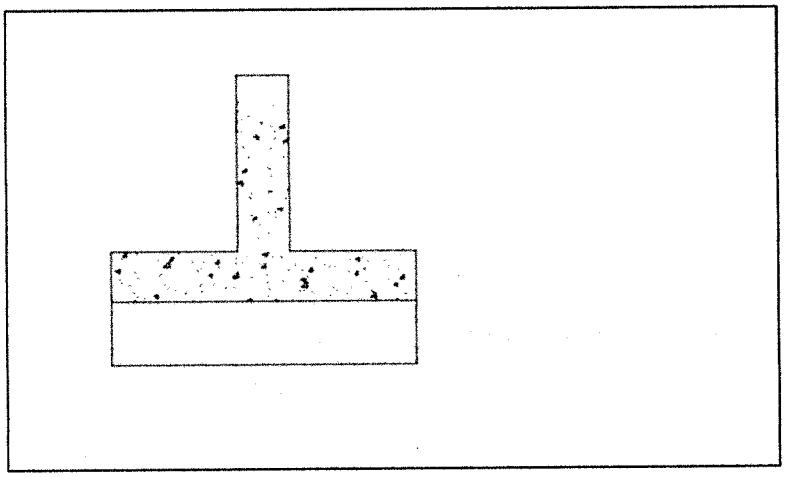
COEFICIENTES DE REACCIÓN



De acuerdo con las cargas a nivel de cimentación estimadas de acuerdo a la NSR-10, la capacidad portante del suelo y los asentamientos obtenidos por esta Consultoría, es factible desde el punto de vista técnico y económico, emplazar una cimentación del tipo superficial.

En función de lo anterior, se recomienda emplear adicionalmente la implementación de un material de mejoramiento tipo Ciclópeo de mínimo 0.50 m de espesor. Se recomienda cimentar las estructuras, a una profundidad de cimentación del orden de los Df >= 1.00 m con respecto al nivel actual del terreno, en el estrato de fundación de Arcilla, realizando previamente un mejoramiento del suelo con un concreto ciclópeo de 50 cms, concreto ciclópeo que se proyectarà entre los niveles desde -1.0 m a -1.50 m

Esquema general cimentación superficial.



Se recomienda en todos los casos, colocar una cama de ciclópeo de mínimo 0,50 m de espesor para mejorar la plataforma de trabajo para cada una de estas estructuras. Lo que conlleva a generar una capa de soporte para la implantación de la cimentación y así mismo una disminución en el valor de deformación vertical obtenida.

DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO PARA VÍAS DE ACCESO.

Producto del análisis para el Diseño de la rodadura, se presenta una alternativa de estructura de rodadura en Pavimento tipo Flexible que comprende la instalación de una Mezcla Densa en caliente Tipo MDC-2 de 7 centímetros de espesor, Apoyada sobre 15 de una capa de Base Granular Apoyada esta sobre 20 centímetros de Sub-Base Granular. Capas granulares que se compactarán a una densidad no inferior al 98% de la máxima densidad determinada en el ensayo Próctor Modificado. Esta estructura se debe apoyar sobre un mejoramiento compuesto por 35 cm de Rajón y 10 cm de un sello en afirmado.

CAPA	**Espesor (m)**	**Nivel (m)**
Mezcla Densa en Caliente MDC-2	0.07	-0.07
Base granular SBG-1 (INVIAS 320/13)	0.15	-0.22

SubBase granular SBG-1 (INVIAS 320/13)	0,20	-0.42
Mejoramiento de Subrasante con Rajon 35 cms y Afirmado 10 cms	0.45	-0.87

Se recomienda la instalación de un geotextil que haga las veces de separación y refuerzo (colocado al nivel del mejoramiento de la subrasante, con la finalidad de brindar la capacidad de protección y separación de los materiales del mejoramiento con el material de afirmado. Este geotextil se recomienda que sea del tipo T2100 o de carácter

ESTUDIO PATOLOGICO

ESTUDIO DE PATOLOGIA CONSTRUCTIVA

Conclusiones y diagnóstico general del estado de conservación del inmueble

Mediante el análisis de la información recopilada, la observación en campo, las condiciones de servicio, los resultados de los ensayos de campo y de laboratorio contrastados con las especificaciones del tipo de materiales de construcción, se obtuvo como diagnóstico que las principales causas que generan los procesos patológicos en la edificación de la Biblioteca Central de las Fuerzas Militares "Tomas Rueda Vargas" son la exposición a los factores ambientales que causan el deterioro progresivo de los materiales, sin embargo, el mantenimiento preventivo y correctivo que se ha realizado durante el tiempo de ocupación de la edificación han mitigado el avance de los procesos. En términos generales la estructura muraría en mampostería de ladrillo macizo se ve estable, las afectaciones encontradas, son debido a desprendimientos del pañete de revoque y deterioro de pintura por humedades concentradas en el primer nivel; la aparición de fisuras en pañetes de baja a moderada severidad en diferentes muros del primer nivel puede tener su origen en los esfuerzos de tracción producidos por asentamientos diferenciales principalmente en las esquinas de la construcción,

como el que se presentó en la esquina suroeste en el año 2024, el cual ocasionó el agrietamiento del muro de fachada, que requirió una rehabilitación sobre todo el elemento, este tipo de fenómenos que experimenta el terreno o las cimentaciones son debido a la deformación y compactación de los suelos bajo cargas aplicadas, y ocurre cuando las partículas del suelo se reacomodan y expulsan agua intersticial, reduciendo el espesor del estrato y provocando desplazamientos hacia debajo de las estructuras apoyadas sobre él, la configuración estructural de las edificaciones como la Biblioteca con cimentaciones poco profundas y muros rígidos, las hace especialmente vulnerables a este tipo de fenómenos, en el cual dentro de las causas más comunes para que ocurran estos asentamientos podemos mencionar la presencia de suelos lacustres y arcillosos con alta compresibilidad, que al cargarse de deforman lentamente, fluctuaciones del nivel freático por variaciones estacionales, vibraciones por tráfico pesado, esfuerzos por cargas transitorias, entre otras.

Los elementos de madera a nivel de cubierta, de acuerdo con el estudio de sanidad de maderas presentan afectaciones por ataque biológico, que han deteriorado la estructura interna del elemento reduciendo su capacidad, adicionalmente la configuración estructural atípica del sistema de soporte de las tejas, constituida por pares, diagonales y pendolones, sin tirantes ni nudillos, donde en la parte inferior algunas diagonales y pendolones se apoyan en retazos de tabla de madera que sirven de puente entre dos viguetas, generan una alta vulnerabilidad para la estabilidad del sistema; por tanto, durante la evaluación estructural de vulnerabilidad sísmica se debe verificar la conveniencia del sistema planteando las alterativas de intervención o si es el caso proponer el cambio completo del sistema de soporte de la estructura de cubierta.

De acuerdo con los resultados de los ensayos para caracterización de materiales se validó la hipótesis de los dos tipos de concretos con los que se construyeron elementos estructurales de la edificación, donde para los elementos de la construcción original del año 1975 se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 18.10 MPa, con una desviación estándar de 4.05, mientras que para los elementos de la intervención

realizada alrededor del año 2012 se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 11.32 MPa, con una desviación estándar de 4.83, esta última no cumple con la resistencia mínima a compresión para elementos estructurales de concreto especificada en la NSR-10; los resultados obtenidos con los ensayos a los núcleos extraídos donde se identifica la baja calidad del concreto de la intervención del año 2012 son concordantes con los resultados obtenidos de los ensayos no destructivos de velocidad de pulso ultrasónico y lecturas con esclerómetro realizados a un número mayor de elementos en las dos etapas de construcción.

Desde el punto de vista estructural, el sistema murario en mampostería de ladrillo macizo no es apto para resistir por sí solo los esfuerzos producto de las fuerzas del sismo de diseño de la zona donde se encuentra construida la edificación, esta condición debe ser verificada mediante un análisis de vulnerabilidad sísmica, que considere la propuesta arquitectónica de intervención del bien patrimonial, ajustando el modelo a la distribución de espacios propuesta.

Para la propuesta de reforzamiento se deben considerar las especificaciones presentadas en el documento Seismic Evaluación and Retrofit of Existing Buildings – ASCE 41, donde se proponen las alternativas de intervención para este tipo de edificaciones.

1. Utilizar recursos y técnicas, que alteren mínimamente los valores patrimoniales de la edificación.
2. Es recomendable un refuerzo en la cimentación ya que estos son muy débiles produciendo problemas de asentamientos diferenciales y humedades.
3. Evitar abrir vanos o eliminar muros estructurales que puedan atentar contra la integridad de la edificación. Si es necesario, construir dinteles, pórticos o una estructura capaz de resistir la carga de la luz sin generar deflexiones.
4. Evitar vanos superiores al 1/3 de la longitud del muro. Evitar superar los 1.20 m.

5. Sellado y consolidación de fisuras y juntas. Realizar inyecciones con mortero. Se deberá tener cuidando de no perjudicar la estructura debido a la presión de inyección. Además, se podrán utilizar grapas de acero para "cocer" grietas.
6. Instalar vigas de coronación en la cubierta. Con anclajes en la coronación del muro para garantizar una correcta adherencia entre el muro, la viga de coronación y cubierta. Reforzando puntos débiles como esquinas e intersecciones.
7. Estudiar y diseñar cada intervención a realizar con autorización de un profesional pertinente.
8. Garantizar una adecuada ventilación de la edificación.
9. Eliminar la materia orgánica de los muros. Primero combatiendo con biocidas y funguicida, evitando dañar la estructura arrancando la raíz.

1. Plantear una rehabilitación estructural por reforzamiento sismorresistente.
2. Revoques y enlucido
3. Pinturas exteriores impermeables y porosas permitiendo que el muro "respire". Estas pueden ser pinturas a base de cal, bórax o caseína.
4. No utilizar morteros de cementos ni de ningún otro material que impida la "respiración" del muro. Preferiblemente usar pañetes con los materiales originales de la casa, que sean compatibles y que funcionen adecuadamente.
5. Evitar el uso de azulejos como recubrimiento de muros, ya que atentan contra la estética de la edificación y contra su funcionamiento natural.
6. Realizar mantenimiento preventivo de los enlucidos cada 2 a 5 años, según la estructura lo requiera.
7. Implementar guarda escobas y guarda sillas, evitando que objetos golpeen las paredes dañando los enlucidos.
8. Utilizar una paleta de colores adecuados y respetuosos con la arquitectura y estilo de la edificación. Llegar a acuerdos con los diferentes dueños, arrendadores y ocupantes del inmueble para elaborar tareas conjuntas de enlucido.

1. Cubierta
2. Utilizar materiales y técnicas compatibles a las de la cubierta de la edificación.

3. No utilizar el soberado (espacio entre el tejado y el cielo raso) como espacio de almacenamiento, ni a ningún otro uso en el cual se le puedan incrementar considerablemente las cargas actuales.
4. -Dimensionar cada elemento de la estructura que soporte los esfuerzos a los que van a estar sometidas.
5. Seleccionar maderas con el mínimo de defectos como nudos, bolsas de resinas, grietas entre otros.
6. No utilizar maderas verdes, estas deberán tener un envejecimiento de mínimo 6 meses.
7. Trabajar con maderas con humedades inferiores al 8%.
8. Tratar a cada elemento de la estructura con impregnación ante agentes químicos y biológicos, protegiéndolos con funguicidas e insecticidas y cualquier otro tratamiento que garantice su durabilidad ante los diferentes factores que la pueda afectar.
9. Disponer los listones de tal forma que garantice un mínimo de 3 cm de escorrentía de aguas lluvias.
10. Restituir las piezas faltantes y deterioradas del armazón.
11. Garantizar una correcta ventilación en la cubierta.
12. En caso de que se decida por cambiar el sistema estructural de la cubierta, recubrir el tejado nuevo con teja de barro.
13. Implementar platinas de acero y tornillos, como elemento de reforzamiento de sujeción entre elementos de madera.
14. Reforzamiento de los apoyos de la cubierta.
15. Limpiar la suciedad y el mortero adherido de las tejas a reutilizar. Una vez limpias impregnar con agua de cal, lo que impermeabilizará y consolidará las tejas.
16. Llevar la tubería de re-ventilación, extractores de humo y olores al exterior de la cubierta, evitando humedades y daños en los elementos de la estructura.
17. Emplear canaletas resistentes a la corrosión, (preferiblemente de PVC ya que son más duraderas, livianas, fácil instalación, baja adherencia al polvo debido a su

rugosidad, entre otras). De utilizar canales de zinc o chapa, proteger con pintura bituminosa.

18. Garantizar una correcta canalización y disposición de la escorrentía.
19. Dimensionar correctamente el diámetro necesario de las canaletas para captar el agua lluvia en circunstancias severas; diseñar las pendientes, colectores y cualquier otro elemento de los canales que garanticen una correcta disposición de aguas lluvias; esta deberá mantenerse libres de vegetación y cualquier otro elemento que genere sobre cargas y que estorbe su buen funcionamiento.
20. Diseñar bajantes que no atenten contra los valores arquitectónicas del inmueble y que logren evacuar el agua de manera eficaz.
21. Implementación de impermeabilizantes, medias cañas en canales contra antepechos, chapas en culatas, goteros en aleros y cualquier otro elemento que eviten el deterioro de la fachada, cubierta, erosión de muros, acabados, etc.
22. Los canalones no deberán estar fijados a los ganchos. Se le deberá permitir movimiento causado por dilatación térmica.
23. Erradicar la vegetación en los morteros de forma cuidadosa, ya que por la composición de estos las raíces se enredan y podrán causar lesiones si no se tiene los cuidados necesarios.
24. Realizar trabajos de inspección y mantenimiento cada 4 meses o cada vez que sea necesario (Cambios de tejas rotas, vigas podridas o cualquier otra pieza que lo requiera; limpieza de canales y tejado, fumigación del soberado, entre otras actividades).
25. Evitar los aleros cortos, provocara humedad por penetración debido al agua lluvia.

Recomendaciones para el sistema de refuerzo sísmico

Las recomendaciones y el reforzamiento estructural buscan salvaguardar la vida de los ocupantes y la estabilidad del inmueble ante cargas estáticas y dinámicas, manteniendo, restituyendo o aumentando la capacidad estructural del inmueble. Para

esto será necesario que la estructura trabaje solidariamente y en conjunto con cada uno de sus elementos.

Se proponen intervenciones que logren minimizar los desprendimientos y controlar los desplazamientos de los muros una vez las grietas aparezcan, para esto se plantea diseñar conexiones más flexibles entre muros, que soporten los movimientos de los muros fisurados. Lo que lleva a realizar mejores refuerzos estructurales con materiales de mayor ductilidad y resistencia. Esto se podría lograr mediante la implementación de mallas de distintos materiales y formas, platinas metálicas dispuestas vertical y/o horizontalmente, tensores, contrafuertes, columnetas y vigas de confinamiento. Con respecto a las vigas, será necesario que estas se encuentren bien arriostradas y ancladas a los muros, ya que estas trabajan como elementos de arriostramiento evitando los movimientos de los muros hacia el interior y exterior de la construcción, además se buscará mediante vigas de coronación, afianzar los muros a la altura de los entrepiso y cubierta, que también servirán como elementos que ayuden a distribuir mejor las cargas de las vigas a los muros.

Para contrarrestar los asentamientos diferenciales y arriostrar la parte inferior de los muros con la cimentación, se recomienda el reforzamiento de la cimentación con la fundida por ambos costados de vigas de concreto reforzado, que logren conectar, unificar y fortalecer la base de la edificación. Para así lograr una mejor distribución de las cargas de la edificación hacia el suelo y controlar la humedad por capilaridad, la eliminación de sobrepesos y cargas innecesarias de la estructura, contribuirán en minimizar los esfuerzos inerciales causados por los sismos. Todas estas medidas buscaran disminuir la vulnerabilidad de la edificación, sin cambiar su sistema estructural original.

El fin de estas intervenciones será que la estructura resista los movimientos sísmicos leves sin daños, en sismos de intensidad media no presenten daños en elementos estructurales y que evite el colapso en sismos de alta magnitud. Se deberá tener en

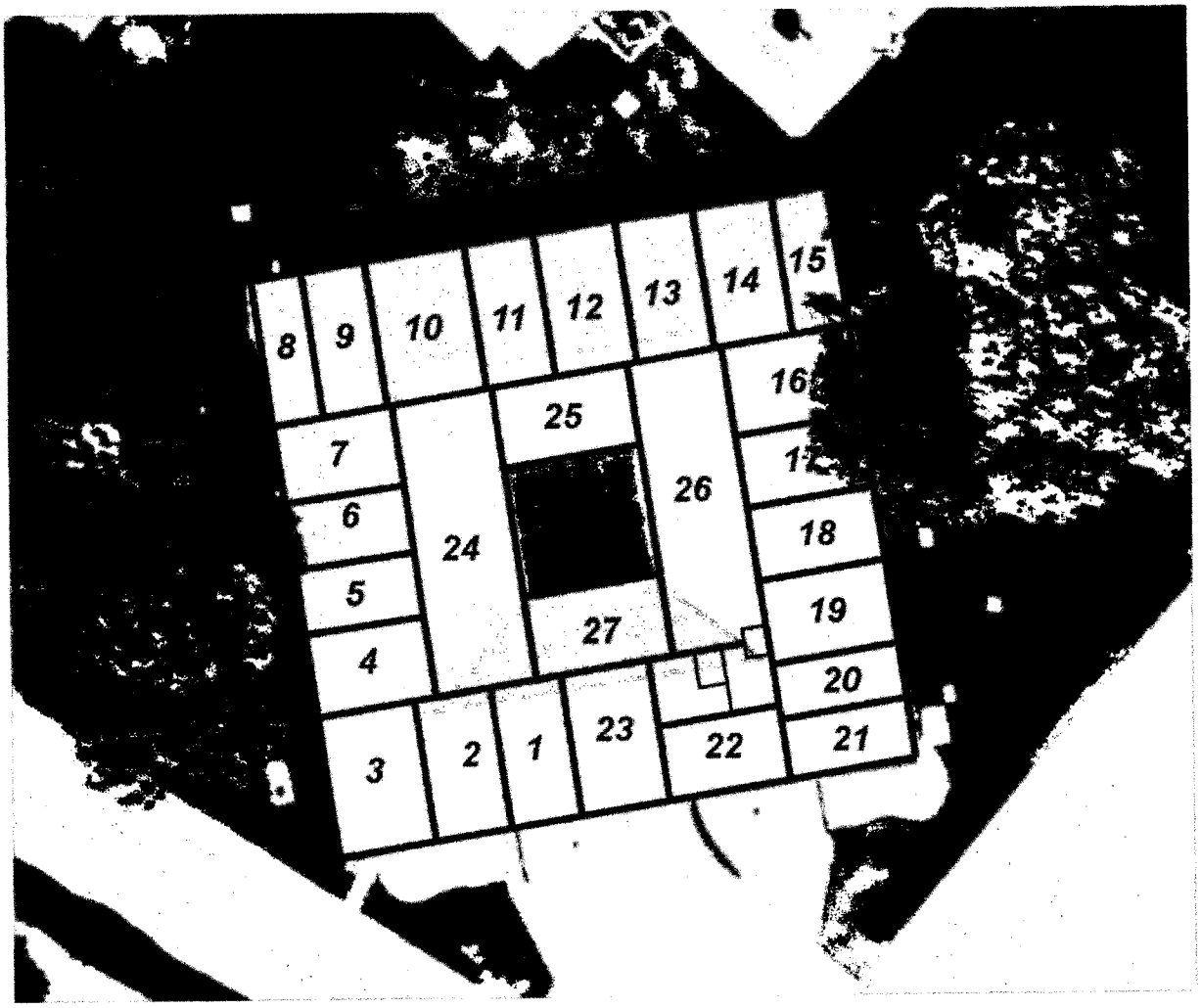
cuenta que un adecuado mantenimiento de la edificación intervenida ayudará a garantizar el buen funcionamiento del refuerzo y de la edificación.

Existen dos conceptos principales de diseño para el refuerzo a sismo en la resistencia de las estructuras. Las intervenciones que pretenderán mejorar la estabilidad de la estructura y las que buscarán mejorar la resistencia de los materiales que las componen. Los diseños basados en la resistencia de los materiales, dependerán directamente de las propiedades elásticas de los materiales; las propuestas para mejorar la estabilidad se basan en el rango inelástico de la construcción, buscando mayor ductilidad y unificación de la estructura.

ESTUDIO FITOSANITARIO BIBLIOTECA CENTRAL FUERZAS MILITARES «TOMÁS RUEDA VARGAS»

En relación con el proceso de inspección, el objetivo de esta fase fue inspeccionar el área objeto de estudio para establecer una ruta de trabajo orientada a realizar el diagnóstico del total de la construcción. Por medio de esta evaluación se logró valorar el entorno (características ambientales y físicas), aspectos para la toma de muestras, área a intervenir, accesibilidad y tiempos para la evaluación del trabajo. Así mismo, la inspección y evaluación de la madera se llevó a cabo en la cubierta de la biblioteca, que, dada las características de área, se procedió por facilidad del estudio a la identificación de ocho (8) frentes y veintisiete (27) áreas de trabajo.

Imagen 1. Áreas de trabajo al interior de la cubierta



Fuente: Autor, 2025

El estudio se realizó mediante recorridos estructurados para garantizar el inventario al 100% de cada una de las zonas definidas anteriormente, dando como resultado una evaluación certera y confiable, se logró inspeccionar y analizar por medio de técnicas visuales los puntos críticos que pudiesen comprometer la funcionalidad de la estructura. Por otra parte, se realizó el registro de información de cada elemento de madera en formatos de campo para cada zona.

Una vez realizada la evaluación visual (pre diagnostico), se llevaron a cabo los recorridos pertinentes en cada zona para identificar los elementos estructurales que conforman la cubierta de la biblioteca "Tomás Rueda Vargas". Se logro identificar que la cubierta no presenta un sistema estructural organizado por cerchas, sino por

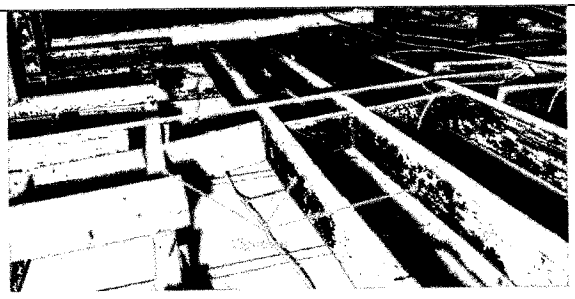
elementos de madera que conforman un entramado que sostiene el cielo raso anclado a las vigas de hormigón. Se observaron elementos como alfardas (vigas inclinadas de madera que forman parte de la estructura del techo) y cumbrera que sostienen el manto de esterilla de guadua.

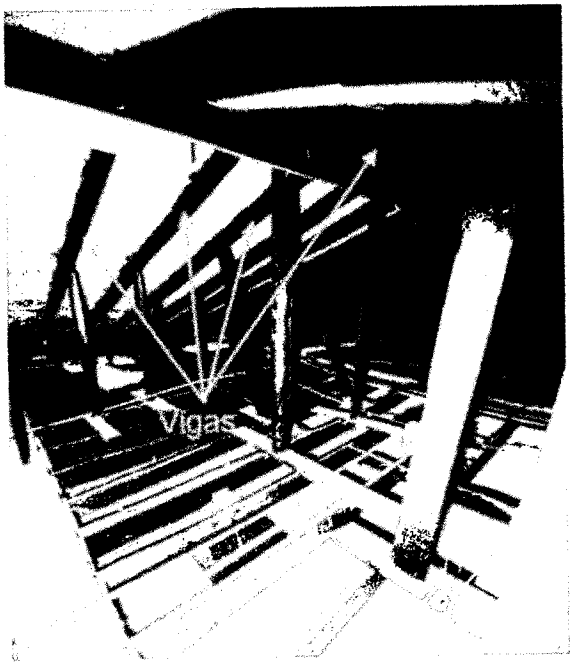
De forma general, cada una de las 27 zonas de trabajo de la cubierta presentan los mismos defectos o problemas asociados al sistema constructivo empleado y defectos propios de la madera utilizada. Como se evidencio en el registro fotográfico la cubierta no tiene un sistema y condiciones estructurales basado en la norma NSR-10 ni en lo establecido en la NTC 2500.

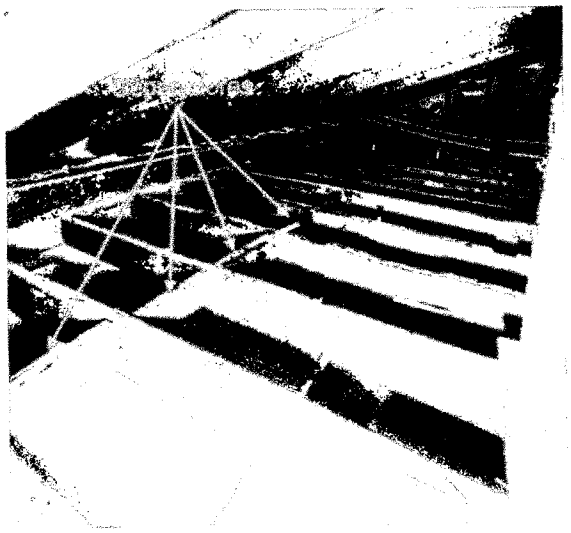
La cubierta cuenta con aproximadamente 1602 elementos de madera entre vigas, viguetas, puntales y separadores, los cuales en su gran mayoría presentan afectaciones por grietas y rajaduras, así como también el desarrollo de hongos por humedad en las zonas 16 a 18, principalmente en vigas externas y viguetas. Ningún elemento de la cubierta o zona de trabajo presenta uniones por medio de platinas o conectores que garanticen una carga del sistema estructural.

La especie identificada para ambas muestras corresponde a la conocida con el nombre común de abarco (*Cariniana pyriformis* Miers). De acuerdo con esta identificación, la especie reportada se encuentran en bosque natural, especie con características y usos potenciales para ser utilizada en sistemas constructivos por su densidad y alta resistencia mecánica.

En el proceso de levantamiento de la información, se identificaron los siguientes elementos asociados con madera como elemento estructural:

Elemento	**Observaciones**	**Imagen**
Viguetas	Se contabilizaron aproximadamente 480 viguetas con un largo promedio de 3,8 m, alto	

Elemento	Observaciones	Imagen
	de 0,19 m y ancho de 0,045 m, representados en un volumen total de 15,23 m^3.	
Vigas	Se contabilizaron aproximadamente 203 vigas externas, con un largo promedio de 6,8 m, alto de 0,19 m y ancho de 0,035 m, las cuales representan un volumen de la madera de 9,17 m^3. Para las vigas internas, se contaron 122 vigas internas con un largo promedio de 6,5 m, alto de 0,19 m y ancho de 0,04 m, representados en un volumen de 6,02 m^3.	

Elemento	Observaciones	Imagen
Separadores	Las viguetas tienen entre sí, elementos de madera denominados separadores los cuales se encuentran unidos por medio de clavos y puntillas. Es preciso indicar que, estos elementos se distribuyen en todas las zonas identificadas y valoradas para el presente informe.	
Tablas verticales o puntas de madera	son elementos que deberían estar cumpliendo de forma estructural la distribución de las cargas de las vigas de la cubierta y los demás materiales que tiene la cubierta.	

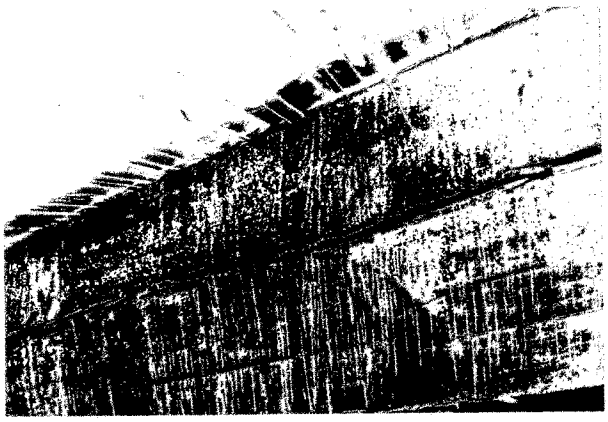
Elemento	Observaciones	Imagen
Cumbreras y limahoyas	Están representadas por elementos de madera a nivel de tablas unidas entre sí para lograr una longitud mayor, son el punto más alto que une las vigas (internas y externas) de ambos costados de la cubierta y forman un cuadrado.	

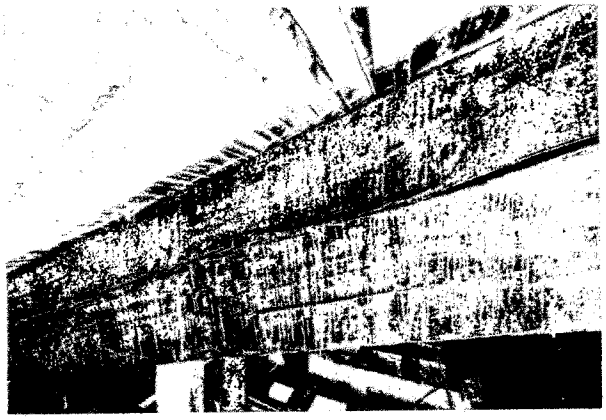
Diferentes variables alusivas a defectos o irregularidades de la madera fueron evaluadas. En primera instancia se evaluaron criterios definidos bajo las normas NTC 2500 (Titulo 3.1.9) y Norma NSR-10 (Capitulo G.1 Titulo G.1.3.4). En segunda instancia, se reportaron irregularidades particulares correspondientes a la naturaleza misma del sistema de construcción y de los elementos que lo constituyen.

A nivel de resultados, se identificaron variados defectos en la madera asociados a distintos niveles o grados de afectación. Los defectos detectados son alusivos a alteraciones físicas de la madera por efectos del secado o diferencias en los gradientes del contenido de humedad por equilibrio en el ambiente.

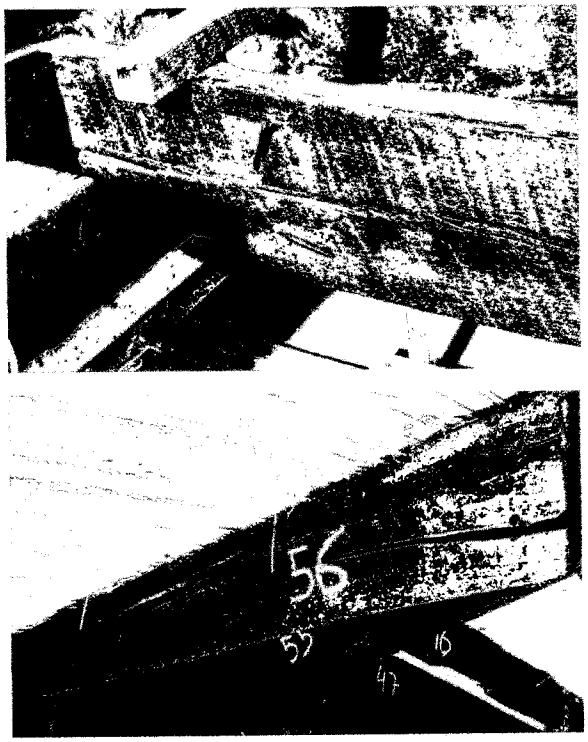
Otros defectos evaluados se relacionan con las características intrínsecas o anatómicas que desarrolla el árbol durante su crecimiento. De este origen, se encontraron defectos ocasionados por discontinuidades leñosas e inclinaciones por la dirección de la fibra, como por ejemplo los nudos. También se detectaron defectos de origen biológico ocasionados por insectos perforadores de la madera (barrenadores) que aparentemente afectaron al árbol en pie.

Grietas longitudinales





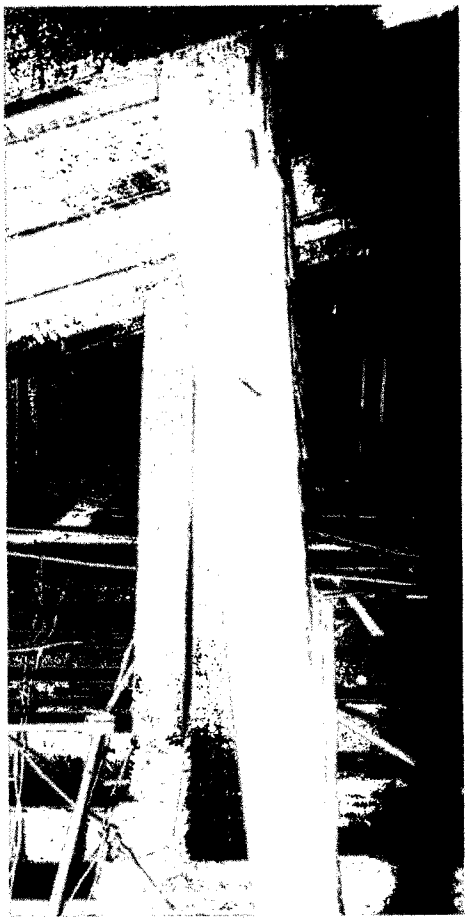
Rajaduras





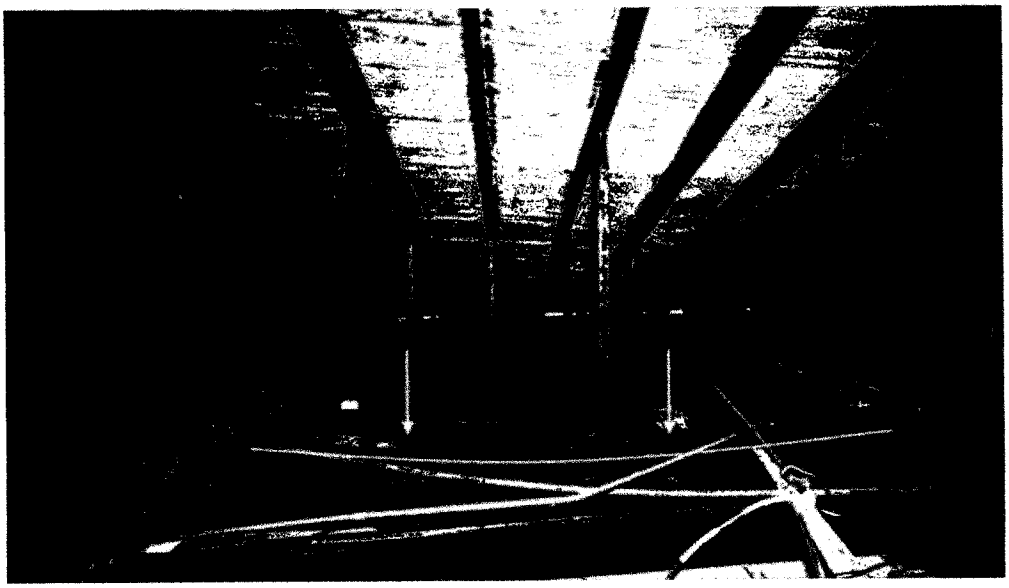
Astilladura

Arqueadura





Abarquillado

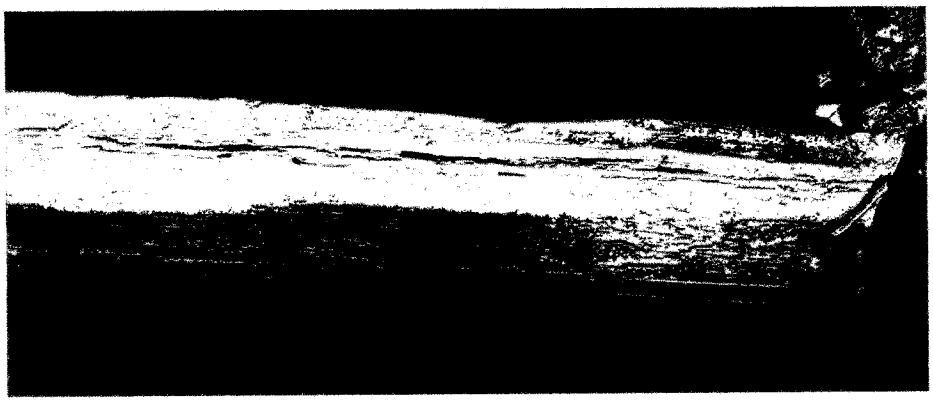


Nudos





Evidencia de deterioro por insectos xilófagos



Evidencia de desarrollo de hongos



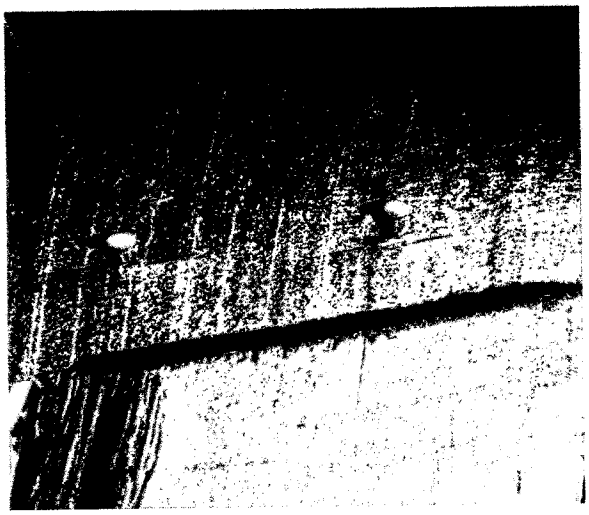
Por último, se evidenciaron defectos o fallas de origen antrópico, considerados como aquellos defectos donde por acción de los operarios en las actividades de corte,

dimensionamiento, instalación de elementos o la no aplicación de productos para la protección de madera, son visibles al momento de evaluar la estructura contemplado de cierta manera afectaciones que pueden darse a mediano y largo plazo.

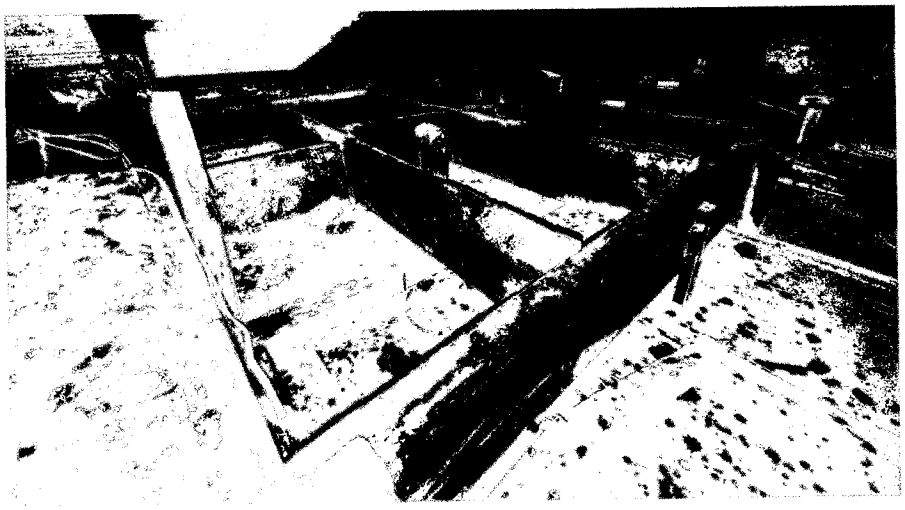
Desprendimiento por puntilla/tornillo



Arista faltante por corteza



Elementos de madera sin la aplicación de base negra utilizada para la protección de la madera



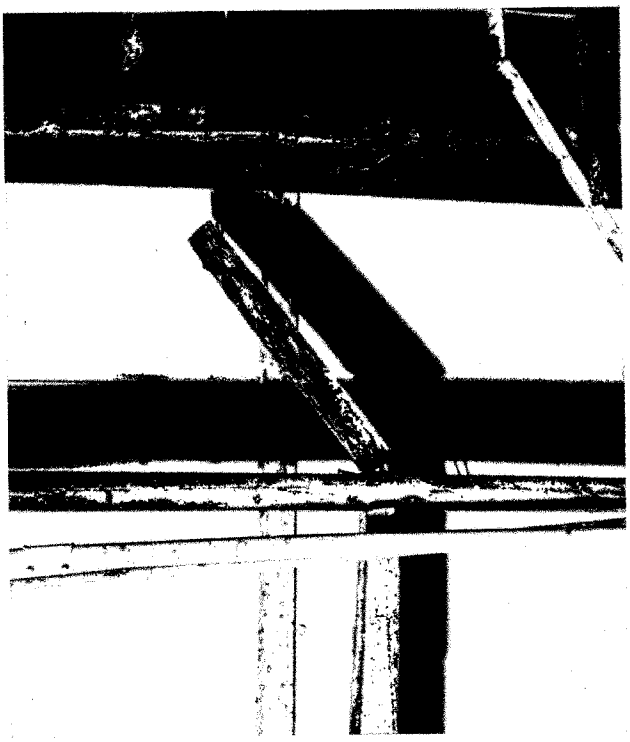
Ahora, tomando como referencia el sistema estructural predominante para cada una de las zonas, se evidenció la presencia de diferentes irregularidades; piezas sin elementos de sujeción adecuados, ausencia de platinas en uniones de piezas, ausencia de ángulos metálicos para fijación de separadores, ausencia de elementos

estructurales, piezas o encuentros descentrados y encuentros separados de elementos propios de la estructura. Así mismo, otros detalles que pretenden garantizar la calidad de los elementos estructurales como de las condiciones sanitarias de la cubierta fueron registrados, como, por ejemplo, la presencia de deposiciones y plumas de palomas (*Columba livia*).

Ausencia de platinas o conectores



Ausencia de separadores o desprendimiento





Deposiciones



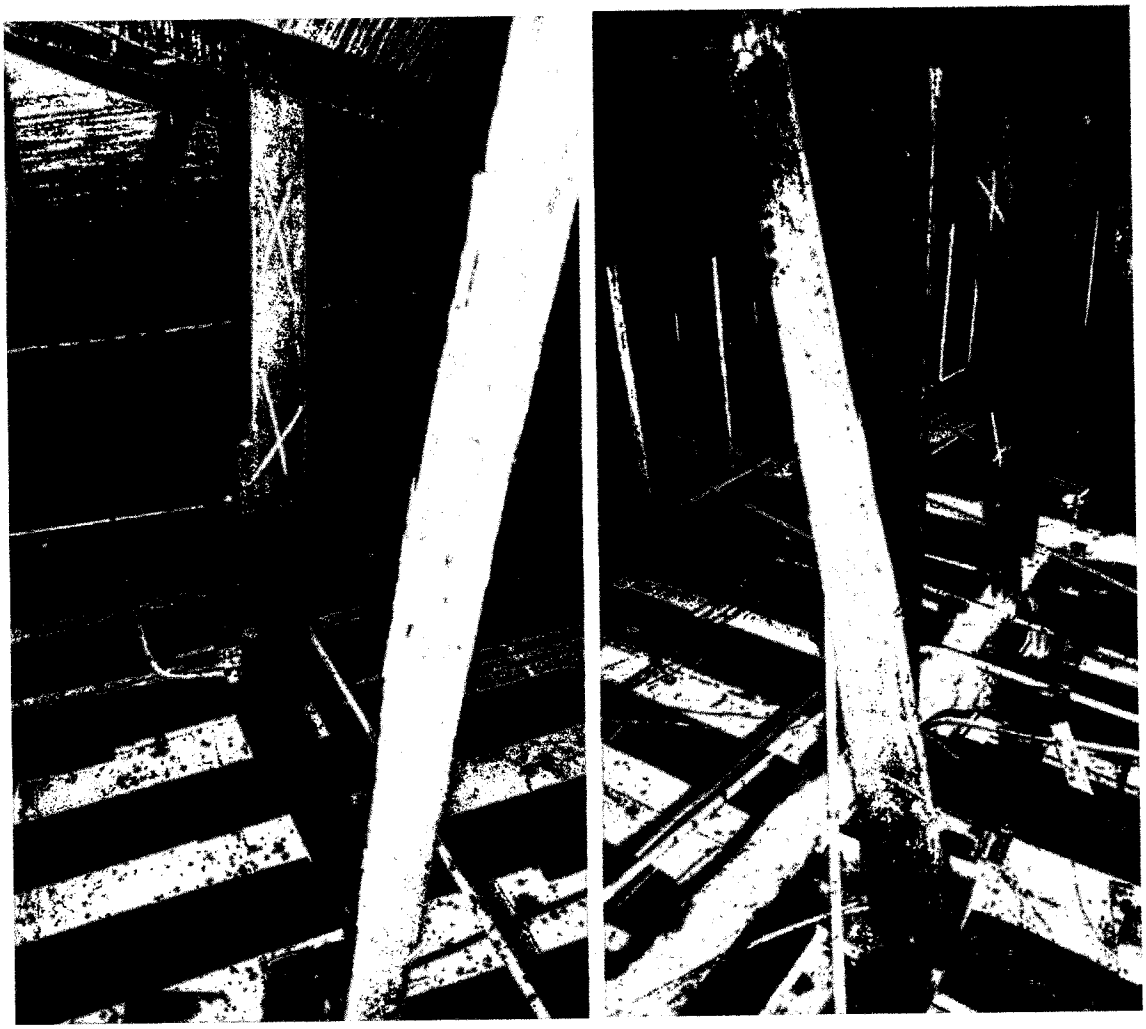
Todas las zonas objeto de estudio de la cubierta tienen tablas que actúan como puntales, donde se distribuyen las cargas, no obstante, estas tablas se encuentran apoyadas de tal forma que no cumplen con lo establecido por la norma, lo que significa que el sistema estructural de la cubierta no es seguro. A continuación, se puede apreciar la manera como se encuentran apoyados los elementos que actúan como vigas de la cubierta.

Identificación de elementos mal apoyados



Adicionalmente, y considerando las afectaciones anteriormente mencionadas, la cubierta tiene elementos que se identificaron como cambios obligatorios, ya que comprometen la estabilidad de esa área o zona. Estos elementos o piezas se encuentran marcados con varias "X" como se observa en las siguientes imágenes.

Elementos identificados para cambio



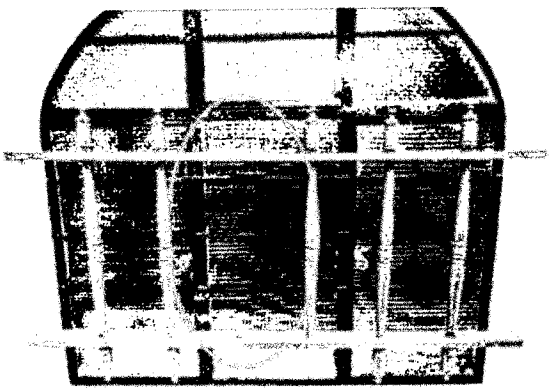
De otra parte, en la revisión de la carpintería de la biblioteca, se llevó a cabo una inspección donde se evidenció el mal estado de la madera de los balcones principalmente, ya que puertas y ventanas son aspectos puntuales como elementos faltantes o necesidad de lijado y pintura.

Dentro de las afectaciones o daños presentes en la carpintera de la biblioteca se pueden mencionar los siguientes:

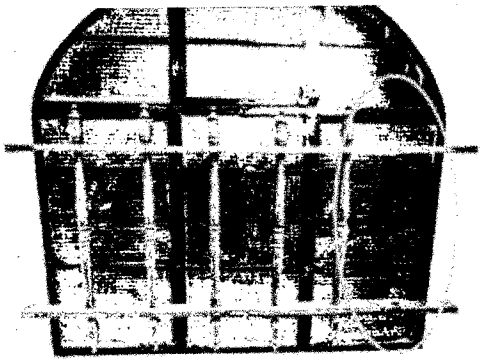
- Elementos faltantes principalmente en las ventanas del costado suroccidental como se puede apreciar en la imagen 30.
- Se presentan daños y afectaciones a los balcones por las condiciones ambientales como lluvia, luz solar que generan dilataciones y deposiciones generadas por las palomas que se asientan en la parte de arriba del balcón.

- Se evidenció la presencia de nidos de aves, lo cual generó un deterioro físico y un mal aspecto visual.

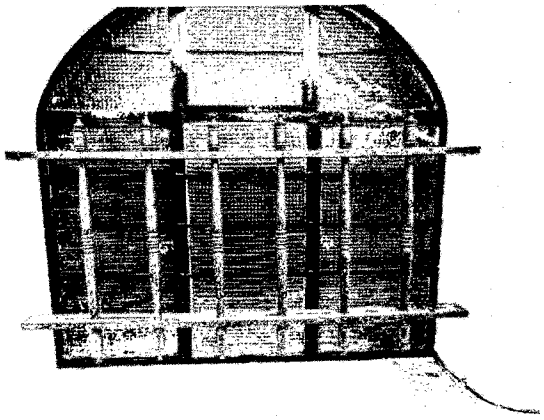
Elementos de madera en ventanas Costado Suroccidental



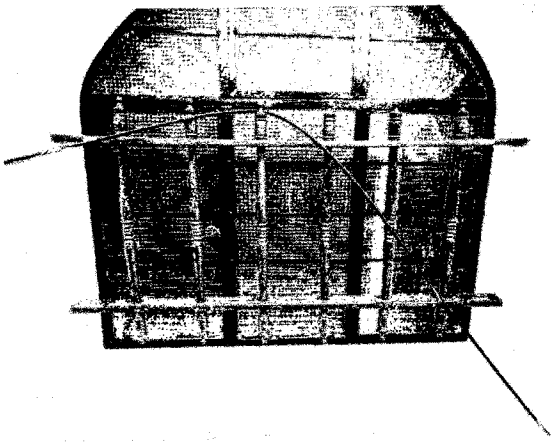
Ventana 1



Ventana 2

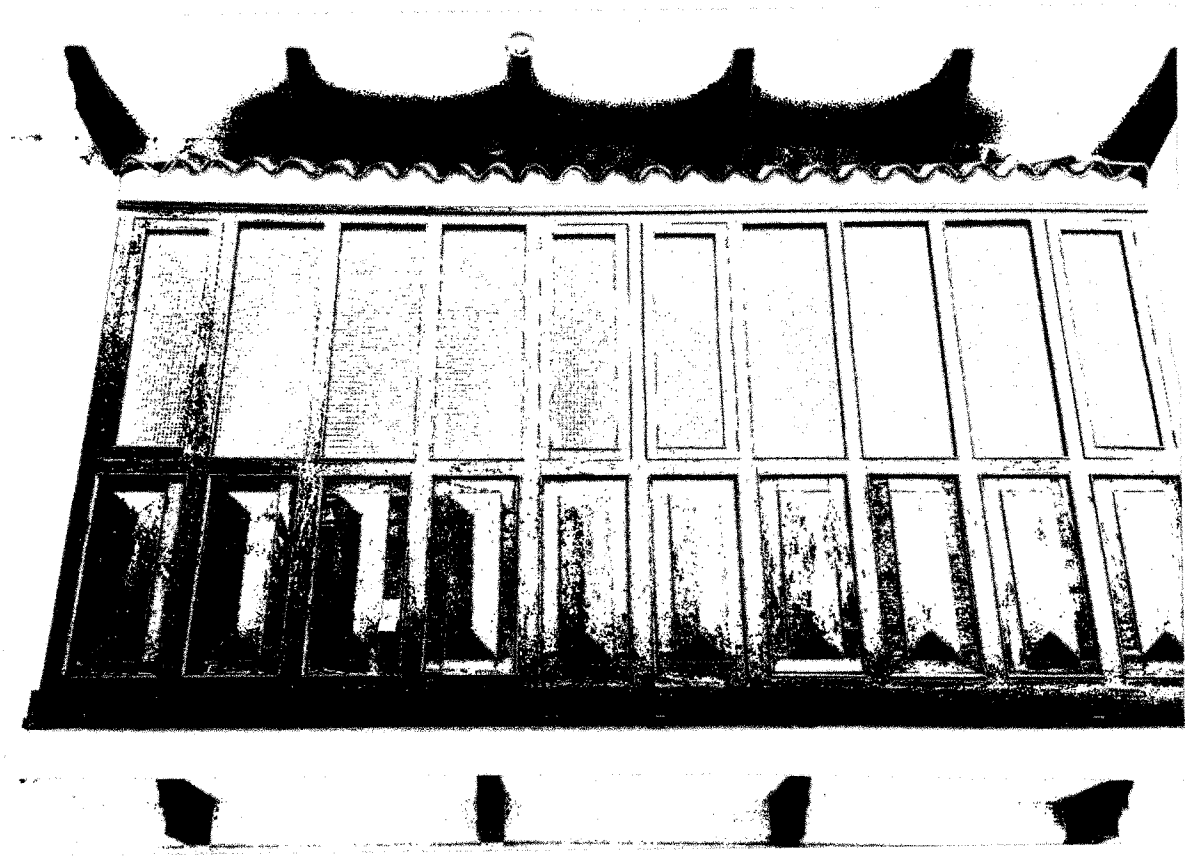


Ventana 3



Ventana 4

Balcón N° 3 - Costado Suroriental



Así las cosas, determinando las condiciones técnicas actuales de los elementos de madera tanto de la cubierta como los asociados con la carpintería, se establecen las siguientes recomendaciones respecto del proceso de reestructuración de la biblioteca:

- Conforme a la norma de clasificación visual para elementos de madera aserrada descritos en la normatividad NSR-10, NTC-2500 y a las tolerancias de máximos admisibles para los distintos defectos de la madera, se recomienda cambiar la totalidad de elementos de madera presentes en la cubierta de la biblioteca, los cuales deben estar inmunizados.
- Se recomienda realizar la verificación y reforzamientos de los elementos de madera identificados con "x" ya que representan un riesgo inminente para la estructura por los defectos identificados en estas piezas. Adicionalmente, atendiendo las diversas irregularidades identificadas en los diferentes elementos de la cubierta, se sugiere tener en cuenta la instalación de conectores o ángulos metálicos de unión, instalación y puesta de elementos faltantes del sistema

estructural, revisión y mejoramiento de encuentros entre elementos de madera con previa aprobación del ingeniero estructural a cargo para el diseño de la nueva cubierta.

- Se recomienda que cualquier adecuación o cambios a la cubierta, sean utilizadas maderas como Eucalipto proveniente de plantaciones forestales, garantizando así el manejo silvicultural o especies superiores a los valores de resistencia reportados para el eucalipto, destacando algunas como abarco (*Cariniana pyriformis*), sapan (*Clathrotropis brachypetala*), algarrobo (*Hymenaea courbaril* o *Hymenaea oblongifolia*), tamarindo (*Dialium guianense*), Choiba (*Dipteryx sp.*), entre otras. Estas especies pueden ser averiguadas en depósitos de madera como Boyacá Real ubicados en la localidad de Engativá, provenientes de bosque natural por tanto deben contar con los respectivos salvoconductos y permisos de aprovechamiento.
- Por otra parte, se recomienda que la madera que sea utilizada a futuro en la cubierta y en la carpintería, sea inmunizada con sales CCA (cobre- cromo y arsénico) por vacío presión garantizando los porcentajes de penetración y retención establecidos bajo norma, esto contribuye a extender la vida útil de la madera siendo un promedio superior de 50 años. Un referente a nivel nacional de maderas inmunizadas es la empresa Inmunizadora de Maderas Serrano Gómez S.A., ubicada en Bogotá D.C.
- Dependiendo de los cambios y/o adecuaciones a realizarse en la biblioteca, la madera que se encuentra presente en la cubierta debe ser verificada y evaluada de acuerdo con los criterios y variables de la NTC 2500, lo anterior con el objetivo que puedan ser utilizadas algunas piezas dentro de las obras a realizarse.
- Se recomienda tener en cuenta lo mencionado en la norma NSR-10, NTC 2500 y NTC 2083, criterios básicos y necesarios para garantizar un mínimo de condiciones en la madera que llegue a ser instalada en reemplazo de la madera existente.

- Se recomienda realizar las obras necesarias para cerrar o bloquear los accesos que tienen las aves en los balcones, las cuales contribuyen al deterioro de la biblioteca con el tiempo.
- Se recomienda que para estudiar más a fondo las propiedades físicas y mecánicas de la madera, se pueda tener en cuenta la determinación de la densidad básica y densidad anhidra de la madera (propiedades físicas en laboratorio). Así mismo es importante aclarar que para determinar las propiedades mecánicas de una especie, es necesario realizar una cantidad de ensayos mayor (treinta por ensayo) que permitan establecer estadísticamente un resultado más confiable.
- Se recomienda reemplazar los elementos de carpintería de los balcones y puertas utilizando madera de Flor morado (*Tabebuia rosea*), Achapo (*Cedrelinga cateniformis)* o Cedro (*Cedrela odorata*), especies que son de fácil trabajabilidad.
- Teniendo en cuenta que la madera de carpintería se encuentra expuesta a la intemperie y se recomendó realizar su cambio por completo, se describe el tratamiento adecuado para la protección de la madera:

  a. **Preparación de la superficie**

     Lijado: Retirar asperezas y abrir el poro de la madera para mejorar la penetración de los productos.

     Limpieza: Eliminar polvo, grasa o restos de productos anteriores.

  b. **Protección preventiva**

     Impregnante fungicida-insecticida: Aplicar un producto base que penetre en la madera y actúe contra hongos xilófagos, moho e insectos (ejemplo: soluciones a base de sales de cobre, IPBC, o permetrina).

     Se recomienda aplicar al menos dos manos por inmersión o brocha.

  c. **Protección contra humedad y rayos UV**

     Aceites protectores para exteriores: (aceite de teca, aceite de linaza modificada o mezclas comerciales con aditivos UV): nutren la madera, repelen el agua y retardan el agrietamiento.

Lasures (impregnantes con resinas sintéticas o naturales): forman una película microporosa que permite la respiración de la madera, ofrecen resistencia a la humedad y al sol, y están disponibles en tonos transparentes o pigmentados. Los pigmentados brindan mayor protección UV.

d. **Acabado estético y de conservación**

   Barnices marinos o barnices al poliuretano con filtro UV: recomendados en elementos muy expuestos (puertas, pérgolas, mobiliario). Proporcionan una capa dura, brillante o satinada que realza las vetas.

   Se deben aplicar de 2 a 3 manos, con lijado fino entre cada capa para mayor adherencia.

e. **Mantenimiento periódico**

   Revisar cada 12 a 18 meses (según exposición).

   Lijar suavemente la superficie y reaplicar aceite, lasur o barniz según el sistema utilizado.

Combinación recomendada para máxima protección y belleza:

- Impregnante fungicida + lasur pigmentado para exteriores (acabado mate o satinado).
- En mobiliario o superficies decorativas: sustituir el lasur por barniz marino con filtro UV para un efecto brillante y elegante.

Producto	**Características principales**	**Precio aproximado (Bogotá)**	**Dónde conseguir**
Lasur Inmunizante Vokter Incoloro (Galón, ≈ 3,785 L)	Inmunizante, hidrófugo, fungicida/insecticida, para interior/exterior. Sin color añadido. (Homecenter)	~$244.900 COP (Homecenter)	Homecenter Colombia (Homecenter)

Producto	Características principales	Precio aproximado (Bogotá)	Dónde conseguir
Lasur impregnante madera incoloro 1 galón (Impra, Madecentro)	Protección integral, trabaja a poro abierto, no forma película, tiene fungicida/insecticida, protección UV. (Madecentro)	~$277.730 COP (Madecentro)	Madecentro (Madecentro)
Barniz Marino (Interior/Exterior Velero Brillo Montó, 4 L)	Acabado brillante tipo marinero, para exteriores e interiores. Buen filtro UV. (Homecenter)	~$149.900 COP (Homecenter)	Homecenter Colombia (Homecenter)
Barniz para Madera 1 Galón (Corona)	Transparente, acabado madera, uso exterior/interior. Marca reconocida. (Homecenter)	~$101.900 COP (Homecenter)	Homecenter Colombia (Homecenter)
Lasur / Impregnante madera exterior 500 ml	Producto tipo lasur/imprimante, para exteriores, protege y resalta madera. Buen tamaño para pruebas o retoques. (Mercado Libre)	~$43.000 COP (oferta ~$38.700) (Mercado Libre)	MercadoLibre Colombia (Mercado Libre)
Barniz poro abierto para madera exterior Montoxyl (1-2.5 L, varios tonos: Incoloro,	Barniz sintético/transparente, acabado tipo poro abierto, varios tonos, buena	~$73.900 – $168.900 COP según tamaño y color. (Homecenter)	Homecenter Colombia (Homecenter)

Producto	**Características principales**	**Precio aproximado (Bogotá)**	**Dónde conseguir**
Teca, Caoba, Nogal, etc.)	protección para exteriores. (Homecenter)		

ESTUDIO DE PATOLOGIA CONSTRUCTIVA

Conclusiones y diagnóstico general del estado de conservación del inmueble

Mediante el análisis de la información recopilada, la observación en campo, las condiciones de servicio, los resultados de los ensayos de campo y de laboratorio contrastados con las especificaciones del tipo de materiales de construcción, se obtuvo como diagnóstico que las principales causas que generan los procesos patológicos en la edificación de la Biblioteca Central de las Fuerzas Militares "Tomas Rueda Vargas" son la exposición a los factores ambientales que causan el deterioro progresivo de los materiales, sin embargo, el mantenimiento preventivo y correctivo que se ha realizado durante el tiempo de ocupación de la edificación han mitigado el avance de los procesos. En términos generales la estructura muraría en mampostería de ladrillo macizo se ve estable, las afectaciones encontradas, son debido a desprendimientos del pañete de revoque y deterioro de pintura por humedades concentradas en el primer nivel; la aparición de fisuras en pañetes de baja a moderada severidad en diferentes muros del primer nivel puede tener su origen en los esfuerzos de tracción producidos por asentamientos diferenciales principalmente en las esquinas de la construcción, como el que se presentó en la esquina suroeste en el año 2024, el cual ocasionó el agrietamiento del muro de fachada, que requirió una rehabilitación sobre todo el elemento, este tipo de fenómenos que experimenta el terreno o las cimentaciones son debido a la deformación y compactación de los suelos bajo cargas aplicadas, y ocurre cuando las partículas del suelo se reacomodan y expulsan agua intersticial, reduciendo

el espesor del estrato y provocando desplazamientos hacia debajo de las estructuras apoyadas sobre él, la configuración estructural de las edificaciones como la Biblioteca con cimentaciones poco profundas y muros rígidos, las hace especialmente vulnerables a este tipo de fenómenos, en el cual dentro de las causas más comunes para que ocurran estos asentamientos podemos mencionar la presencia de suelos lacustres y arcillosos con alta compresibilidad, que al cargarse de deforman lentamente, fluctuaciones del nivel freático por variaciones estacionales, vibraciones por tráfico pesado, esfuerzos por cargas transitorias, entre otras.

Los elementos de madera a nivel de cubierta, de acuerdo con el estudio de sanidad de maderas presentan afectaciones por ataque biológico, que han deteriorado la estructura interna del elemento reduciendo su capacidad, adicionalmente la configuración estructural atípica del sistema de soporte de las tejas, constituida por pares, diagonales y pendolones, sin tirantes ni nudillos, donde en la parte inferior algunas diagonales y pendolones se apoyan en retazos de tabla de madera que sirven de puente entre dos viguetas, generan una alta vulnerabilidad para la estabilidad del sistema; por tanto, durante la evaluación estructural de vulnerabilidad sísmica se debe verificar la conveniencia del sistema planteando las alterativas de intervención o si es el caso proponer el cambio completo del sistema de soporte de la estructura de cubierta.

De acuerdo con los resultados de los ensayos para caracterización de materiales se validó la hipótesis de los dos tipos de concretos con los que se construyeron elementos estructurales de la edificación, donde para los elementos de la construcción original del año 1975 se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 18.10 MPa, con una desviación estándar de 4.05, mientras que para los elementos de la intervención realizada alrededor del año 2012 se obtuvo una resistencia a compresión promedio de 11.32 MPa, con una desviación estándar de 4.83, esta última no cumple con la resistencia mínima a compresión para elementos estructurales de concreto especificada en la NSR-10; los resultados obtenidos con los ensayos a los núcleos extraídos donde se identifica la baja calidad del concreto de la intervención del año

2012 son concordantes con los resultados obtenidos de los ensayos no destructivos de velocidad de pulso ultrasónico y lecturas con esclerómetro realizados a un número mayor de elementos en las dos etapas de construcción.

Desde el punto de vista estructural, el sistema murario en mampostería de ladrillo macizo no es apto para resistir por sí solo los esfuerzos producto de las fuerzas del sismo de diseño de la zona donde se encuentra construida la edificación, esta condición debe ser verificada mediante un análisis de vulnerabilidad sísmica, que considere la propuesta arquitectónica de intervención del bien patrimonial, ajustando el modelo a la distribución de espacios propuesta.

Para la propuesta de reforzamiento se deben considerar las especificaciones presentadas en el documento Seismic Evaluación and Retrofit of Existing Buildings – ASCE 41, donde se proponen las alternativas de intervención para este tipo de edificaciones.

Medidas de intervención, rehabilitación y recomendaciones

A continuación, se establecen unas medidas y recomendaciones de intervención y rehabilitación que permitan garantizar la estabilidad de la edificación durante su vida de servicio residual a través de un reforzamiento.

10. Muros en ladrillo macizo
11. Evitar la continuidad de juntas verticales.
12. Utilizar recursos y técnicas, que alteren mínimamente los valores patrimoniales de la edificación.
13. Es recomendable un refuerzo en la cimentación ya que estos son muy débiles produciendo problemas de asentamientos diferenciales y humedades.
14. Evitar abrir vanos o eliminar muros estructurales que puedan atentar contra la integridad de la edificación. Si es necesario, construir dinteles, pórticos o una estructura capaz de resistir la carga de la luz sin generar deflexiones.
15. Evitar vanos superiores al 1/3 de la longitud del muro. Evitar superar los 1.20 m.

16. Sellado y consolidación de fisuras y juntas. Realizar inyecciones con mortero. Se deberá tener cuidando de no perjudicar la estructura debido a la presión de inyección. Además, se podrán utilizar grapas de acero para "cocer" grietas.
17. Instalar vigas de coronación en la cubierta. Con anclajes en la coronación del muro para garantizar una correcta adherencia entre el muro, la viga de coronación y cubierta. Reforzando puntos débiles como esquinas e intersecciones.
18. Estudiar y diseñar cada intervención a realizar con autorización de un profesional pertinente.
19. Garantizar una adecuada ventilación de la edificación.
20. Eliminar la materia orgánica de los muros. Primero combatiendo con biocidas y funguicida, evitando dañar la estructura arrancando la raíz.
21. Plantear una rehabilitación estructural por reforzamiento sismorresistente.
9. Revoques y enlucido
10. Pinturas exteriores impermeables y porosas permitiendo que el muro "respire". Estas pueden ser pinturas a base de cal, bórax o caseína.
11. No utilizar morteros de cementos ni de ningún otro material que impida la "respiración" del muro. Preferiblemente usar pañetes con los materiales originales de la casa, que sean compatibles y que funcionen adecuadamente.
12. Evitar el uso de azulejos como recubrimiento de muros, ya que atentan contra la estética de la edificación y contra su funcionamiento natural.
13. Realizar mantenimiento preventivo de los enlucidos cada 2 a 5 años, según la estructura lo requiera.
14. Implementar guarda escobas y guarda sillas, evitando que objetos golpeen las paredes dañando los enlucidos.
15. Utilizar una paleta de colores adecuados y respetuosos con la arquitectura y estilo de la edificación. Llegar a acuerdos con los diferentes dueños, arrendadores y ocupantes del inmueble para elaborar tareas conjuntas de enlucido.
26. Cubierta
27. Utilizar materiales y técnicas compatibles a las de la cubierta de la edificación.

28. No utilizar el soberado (espacio entre el tejado y el cielo raso) como espacio de almacenamiento, ni a ningún otro uso en el cual se le puedan incrementar considerablemente las cargas actuales.
29. -Dimensionar cada elemento de la estructura que soporte los esfuerzos a los que van a estar sometidas.
30. Seleccionar maderas con el mínimo de defectos como nudos, bolsas de resinas, grietas entre otros.
31. No utilizar maderas verdes, estas deberán tener un envejecimiento de mínimo 6 meses.
32. Trabajar con maderas con humedades inferiores al 8%.
33. Tratar a cada elemento de la estructura con impregnación ante agentes químicos y biológicos, protegiéndolos con funguicidas e insecticidas y cualquier otro tratamiento que garantice su durabilidad ante los diferentes factores que la pueda afectar.
34. Disponer los listones de tal forma que garantice un mínimo de 3 cm de escorrentía de aguas lluvias.
35. Restituir las piezas faltantes y deterioradas del armazón.
36. Garantizar una correcta ventilación en la cubierta.
37. En caso de que se decida por cambiar el sistema estructural de la cubierta, recubrir el tejado nuevo con teja de barro.
38. Implementar platinas de acero y tornillos, como elemento de reforzamiento de sujeción entre elementos de madera.
39. Reforzamiento de los apoyos de la cubierta.
40. Limpiar la suciedad y el mortero adherido de las tejas a reutilizar. Una vez limpias impregnar con agua de cal, lo que impermeabilizará y consolidará las tejas.
41. Llevar la tubería de re-ventilación, extractores de humo y olores al exterior de la cubierta, evitando humedades y daños en los elementos de la estructura.
42. Emplear canaletas resistentes a la corrosión, (preferiblemente de PVC ya que son más duraderas, livianas, fácil instalación, baja adherencia al polvo debido a su

rugosidad, entre otras). De utilizar canales de zinc o chapa, proteger con pintura bituminosa.

43. Garantizar una correcta canalización y disposición de la escorrentía.
44. Dimensionar correctamente el diámetro necesario de las canaletas para captar el agua lluvia en circunstancias severas; diseñar las pendientes, colectores y cualquier otro elemento de los canales que garanticen una correcta disposición de aguas lluvias; esta deberá mantenerse libres de vegetación y cualquier otro elemento que genere sobre cargas y que estorbe su buen funcionamiento.
45. Diseñar bajantes que no atenten contra los valores arquitectónicas del inmueble y que logren evacuar el agua de manera eficaz.
46. Implementación de impermeabilizantes, medias cañas en canales contra antepechos, chapas en culatas, goteros en aleros y cualquier otro elemento que eviten el deterioro de la fachada, cubierta, erosión de muros, acabados, etc.
47. Los canalones no deberán estar fijados a los ganchos. Se le deberá permitir movimiento causado por dilatación térmica.
48. Erradicar la vegetación en los morteros de forma cuidadosa, ya que por la composición de estos las raíces se enredan y podrán causar lesiones si no se tiene los cuidados necesarios.
49. Realizar trabajos de inspección y mantenimiento cada 4 meses o cada vez que sea necesario (Cambios de tejas rotas, vigas podridas o cualquier otra pieza que lo requiera; limpieza de canales y tejado, fumigación del soberado, entre otras actividades).
50. Evitar los aleros cortos, provocara humedad por penetración debido al agua lluvia.

Recomendaciones para el sistema de refuerzo sísmico

Las recomendaciones y el reforzamiento estructural buscan salvaguardar la vida de los ocupantes y la estabilidad del inmueble ante cargas estáticas y dinámicas, manteniendo, restituyendo o aumentando la capacidad estructural del inmueble. Para

esto será necesario que la estructura trabaje solidariamente y en conjunto con cada uno de sus elementos.

Se proponen intervenciones que logren minimizar los desprendimientos y controlar los desplazamientos de los muros una vez las grietas aparezcan, para esto se plantea diseñar conexiones más flexibles entre muros, que soporten los movimientos de los muros fisurados. Lo que lleva a realizar mejores refuerzos estructurales con materiales de mayor ductilidad y resistencia. Esto se podría lograr mediante la implementación de mallas de distintos materiales y formas, platinas metálicas dispuestas vertical y/o horizontalmente, tensores, contrafuertes, columnetas y vigas de confinamiento. Con respecto a las vigas, será necesario que estas se encuentren bien arriostradas y ancladas a los muros, ya que estas trabajan como elementos de arriostramiento evitando los movimientos de los muros hacia el interior y exterior de la construcción, además se buscará mediante vigas de coronación, afianzar los muros a la altura de los entrepiso y cubierta, que también servirán como elementos que ayuden a distribuir mejor las cargas de las vigas a los muros.

Para contrarrestar los asentamientos diferenciales y arriostrar la parte inferior de los muros con la cimentación, se recomienda el reforzamiento de la cimentación con la fundida por ambos costados de vigas de concreto reforzado, que logren conectar, unificar y fortalecer la base de la edificación. Para así lograr una mejor distribución de las cargas de la edificación hacia el suelo y controlar la humedad por capilaridad, la eliminación de sobrepesos y cargas innecesarias de la estructura, contribuirán en minimizar los esfuerzos inerciales causados por los sismos. Todas estas medidas buscaran disminuir la vulnerabilidad de la edificación, sin cambiar su sistema estructural original.

El fin de estas intervenciones será que la estructura resista los movimientos sísmicos leves sin daños, en sismos de intensidad media no presenten daños en elementos estructurales y que evite el colapso en sismos de alta magnitud. Se deberá tener en

cuenta que un adecuado mantenimiento de la edificación intervenida ayudará a garantizar el buen funcionamiento del refuerzo y de la edificación.

Existen dos conceptos principales de diseño para el refuerzo a sismo en la resistencia de las estructuras. Las intervenciones que pretenderán mejorar la estabilidad de la estructura y las que buscarán mejorar la resistencia de los materiales que las componen. Los diseños basados en la resistencia de los materiales, dependerán directamente de las propiedades elásticas de los materiales; las propuestas para mejorar la estabilidad se basan en el rango inelástico de la construcción, buscando mayor ductilidad y unificación de la estructura.

METODOLOGIA DEL LEVANTAMIENTO

La etapa de levantamiento arquitectónico se realizó conjuntamente entre el equipo de arquitectos y el equipo topográfico quienes se apoyaron de manera mutua para la elaboración de esta etapa, la cual se desarrolló sin ninguna novedad y sin mayor grado de dificultad

ELEMENTOS DE TRABAJO

1. Cinta métrica:
   Se utilizó una cinta métrica de 30 metros marca Stanley
2. Metro de 8 metros marca Stanley
3. Dos (2) Planilleras plásticas, una de tamaño grande con paralela y otra pequeña sencilla
4. Hojas blancas de papel
5. Portaminas de minas de 0.5 y 0.7 mm de minas HB y borrador
6. Manguera de niveles de ½ pulgada
7. Niveles metálicos, Uno largo de 60 cm y otro de 30 cm
8. Cinta de cimbra
9. Escuadra plástica de tamaño grande, mediano y pequeño
10. Una vara delgada y recta

11. Una linterna
12. Un metro laser con alcance de 30 metros marca Stanley
13. Una escalera normal de tres metros
14. Equipo de topografía anexo
15. Computadores portátiles

EQUIPO DE TRABAJO

Un director

Un Coordinador,

Un arquitecto

El equipo topográfico contratado quien actúa en colaboración con su equipo para soporte de medidas y controles de niveles

Todo el equipo de manera conjunta lleva a cabo la documentación fotográfica, pero en especial la función recayó en el coordinador del grupo

El trabajo consta de tres fases:

1. Reconocimiento
2. Nivelación, medición y trabajo de topografía
3. Graficación

Reconocimiento: Se efectuó por parte de todo el grupo mediante la observación detenida y detallada del inmueble, durante esta etapa se hacen análisis y comparaciones con la información histórica que se tiene, es decir fotografías. Cosa que permite conocer su espacialidad y sus proporciones y que conlleva ya en esta primera etapa, a dar primero

Se midió primero el perímetro, teniendo la medición de los ángulos a través de perimetrales y de la aplicación de los elementos de trabajo. Primero se midieron todos los muros, luego los vanos y detalles correspondientes las ornamentaciones que se

encontraron o de las ventanas y calados. Fue un trabajo de cuatro semanas de recorrido haciendo el levantamiento en situ.

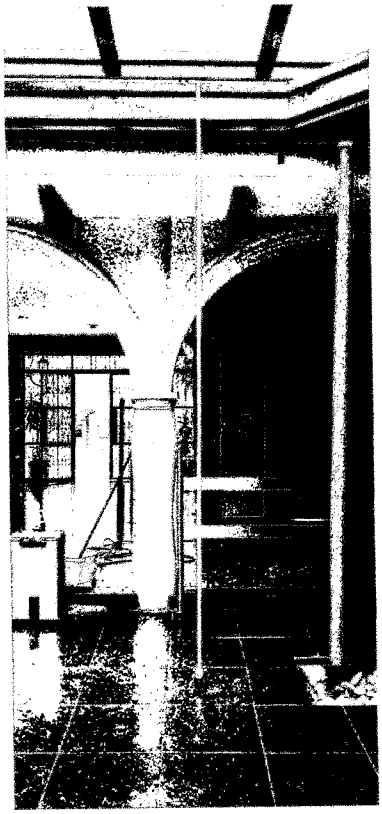
Graficación: El conjunto de dibujos que forman parte de este levantamiento, lo realizo todo el equipo de trabajo. Y lo primero que se acometió fue el levantamiento de plantas del primer piso y luego del segundo. Paralelo a ello se trasladaban estos dibujos a planos de computador en el programa AutoCAD para una fácil verificación posterior y por qué permiten ir anotando al margen detalles, colocar cotas y dibujar las proyecciones. A cada espacio se le dio una numeración y un nombre para su identificación como detalle o pormenor

Terminadas las plantas se continua con los alzados, primero de los cortes y luego de las fachadas. Para todos los trabajos de levantamiento el apoyo del equipo de topografía y las fotografías que se tomaron la inmueble fueron de gran importancia para la ejecución de este indispensable capitulo

Es de anotar que los trabajos se realizan siguiendo las experiencias propias del equipo de trabajo, de las particularidades del inmueble, es decir sus componentes constructivos o materiales que los conforman.

IMÁGENES DEL LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO







ESTUDIOS ELECTRICOS

Marco Normativo

Instalaciones Eléctricas

- RETIE – Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
- NTC 2050 – Código Eléctrico Colombiano
- Normas y requisitos del operador de red local
- RETILAP – Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público

Redes Contra Incendio

- NSR-10 – Título J: Seguridad contra incendios en edificaciones

- NFPA 10 – Extintores portátiles
- NFPA 13 – Sistemas de rociadores automáticos
- NFPA 14 – Sistemas de mangueras y gabinetes
- NFPA 72 – Sistemas de detección y alarma de incendios

Sistemas de Red de Datos

- ANSI/TIA/EIA-568 – Estándar de cableado estructurado
- ANSI/TIA/EIA-569 – Canalizaciones y rutas de cableado
- ANSI/TIA/EIA-606 – Administración de cableado
- ANSI/TIA/EIA-607 – Puesta a tierra y enlaces equipotenciales
- ISO/IEC 11801 – Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales

Diagnóstico Técnico

Instalaciones Eléctricas

Durante el levantamiento se verificó el estado de tableros eléctricos, canalizaciones, cableado y protecciones. Se evaluó la presencia de sistemas de puesta a tierra, protecciones diferenciales y cumplimiento con distancias mínimas de seguridad según RETIE.

Redes Contra Incendio

Se revisó el estado de los extintores, gabinetes de mangueras, hidrantes y sistemas de detección de humo. Asimismo, se verificó la señalización de rutas de evacuación y la operatividad de alarmas.

Sistemas de Red de Datos

El levantamiento incluyó la revisión del estado de los puntos de red, racks de comunicaciones, patch paneles, canalizaciones y cableado estructurado. Se analizó la categoría de los cables, su organización y la segregación respecto a cables eléctricos, de acuerdo con la normativa TIA/EIA.

Consideraciones del Proyecto

Se identificaron restricciones propias de la Biblioteca Tomás Rueda Vargas, como su carácter patrimonial, alto flujo de usuarios y requerimientos de protección para áreas

críticas (archivo, salas de lectura, zonas de almacenamiento). Estas condiciones deben considerarse en el diseño de las intervenciones.

Recomendaciones

Instalaciones Eléctricas

- Actualizar y reubicar tableros eléctricos y sistemas de protección

Se recomienda la actualización y, en caso necesario, la reubicación de los tableros eléctricos y sus sistemas de protección, con el fin de garantizar la seguridad, confiabilidad y cumplimiento de las disposiciones del RETIE y la NTC 2050.

La intervención debe contemplar:

- Sustitución de tableros obsoletos por equipos normalizados, con grado de protección IP adecuado al ambiente de instalación.
- Redistribución y organización de circuitos internos, asegurando la correcta selectividad y coordinación de protecciones.
- Reubicación de tableros que actualmente se encuentren en áreas de difícil acceso, zonas húmedas o espacios que no cumplen con las distancias de seguridad establecidas por el RETIE.
- Inclusión de interruptores termomagnéticos y diferenciales certificados, con capacidad de corte acorde a la potencia de cortocircuito del sistema.
- Identificación y rotulación de todos los circuitos, garantizando trazabilidad y facilidad de mantenimiento.
- Previsión de espacios de reserva para futuros crecimientos de la instalación eléctrica.

La actualización y reubicación de los tableros eléctricos permitirá optimizar la operación de los sistemas, reducir riesgos de fallas, facilitar el mantenimiento y aumentar el nivel de seguridad de los ocupantes de la Biblioteca Tomás Rueda Vargas.

- Implementar protecciones diferenciales y puesta a tierra

Se recomienda la implementación de protecciones diferenciales y la verificación/adecuación del sistema de puesta a tierra, en cumplimiento de lo establecido por el RETIE y la NTC 2050.

La medida busca garantizar la seguridad de los usuarios y la correcta operación de los equipos eléctricos, contemplando los siguientes aspectos:

- Instalación de interruptores diferenciales (RCDs) en circuitos de tomacorrientes, iluminación y áreas de uso sensible, con sensibilidad de 30 mA para protección de personas.
- Coordinación de las protecciones diferenciales con interruptores termomagnéticos para asegurar selectividad y continuidad de servicio.
- Evaluación de la resistencia de puesta a tierra mediante mediciones con telurómetro, asegurando que los valores se encuentren dentro de los límites normativos (<25 Ω para sistemas TT o según diseño específico).
- Conexión de las masas metálicas de los equipos eléctricos y estructuras metálicas al sistema de tierra, garantizando equipotencialidad.
- Documentación del sistema mediante planos actualizados y registro de pruebas de puesta a tierra.
- Renovar cableado y canalizaciones según RETIE

Se recomienda la renovación del cableado eléctrico y las canalizaciones que presentan desgaste, deterioro o no cumplen con las exigencias del RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas).

La intervención deberá contemplar:

- Sustitución de conductores por cables normalizados, con aislamiento y sección adecuados a la carga prevista.
- Uso de canalizaciones (tuberías, ductos y bandejas porta cables) certificadas, que garanticen resistencia mecánica, protección contra la humedad y el fuego, y que permitan futuras expansiones.
- Segregación adecuada entre circuitos de potencia, iluminación, sistemas de datos y control, para evitar interferencias y riesgos eléctricos.
- Correcta identificación, rotulación y orden en las canalizaciones, conforme a los lineamientos de NTC 2050 y RETIE.

- Implementación de un sistema de puesta a tierra confiable para garantizar la seguridad de personas y equipos.

La renovación garantizará un sistema eléctrico seguro, eficiente y acorde a la normativa vigente, reduciendo riesgos de fallas, sobrecalentamientos y posibles incidentes eléctricos.

- Cambio de luminarias por nuevas tecnologías

Se recomienda realizar el cambio progresivo de las luminarias existentes por sistemas de iluminación con tecnologías más eficientes y sostenibles, tales como LED de alto rendimiento, que cumplan con los lineamientos del RETILAP y las normas internacionales de eficiencia energética.

Este cambio permitirá:

- Reducir el consumo eléctrico en comparación con luminarias fluorescentes o de descarga.
- Mejorar los niveles de iluminancia y uniformidad en las diferentes áreas de la biblioteca, garantizando condiciones óptimas para la lectura y el estudio.
- Disminuir los costos de operación y mantenimiento, dado que la vida útil de la tecnología LED es superior a la de sistemas tradicionales.
- Aportar a la sostenibilidad ambiental, reduciendo la huella de carbono del edificio.
- Integrar sistemas de control de iluminación (sensores de movimiento y reguladores de intensidad) para optimizar el uso de la energía.

La sustitución deberá planificarse de manera que se prioricen las áreas de mayor ocupación y aquellas con deficiencias de iluminación detectadas durante el levantamiento.

- Instalación de luminarias de emergencia en rutas de evacuación y equipos de emergencia

Con el fin de garantizar la seguridad de los ocupantes de la Biblioteca Tomás Rueda Vargas ante una eventual situación de emergencia, se recomienda la instalación de luminarias de emergencia autónomas en todas las zonas que conforman las rutas de

evacuación, así como en los puntos estratégicos donde se ubican los equipos de protección y seguridad (gabinetes contra incendio, extintores, tableros eléctricos principales y secundarios).

Las luminarias deberán cumplir con los siguientes criterios:

- Normativa aplicable: RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público) y la NSR-10 Título J en lo referente a seguridad humana.
- Autonomía: tiempo mínimo de funcionamiento de 90 minutos en caso de falla del suministro eléctrico.
- Nivel de iluminancia: no inferior a 10 lux en áreas de evacuación y 30 lux en equipos de emergencia, conforme a RETILAP.
- Ubicación: sobre puertas de salida, pasillos, escaleras, cambios de dirección y en las áreas donde se encuentren equipos de seguridad contra incendio.
- Alimentación: conexión a la red eléctrica normal con sistema de respaldo mediante baterías internas recargables.
- Mantenimiento: establecer un plan de prueba periódica (mensual y anual) para garantizar la operatividad de las luminarias.

La implementación de este sistema de iluminación de emergencia permitirá orientar la evacuación de los ocupantes, facilitar la identificación y uso de los equipos de seguridad, y cumplir con los estándares de seguridad eléctrica y contra incendios exigidos en Colombia.

Redes Contra Incendio

Instalar y actualizar gabinetes, hidrantes y extintores

Se recomienda la instalación y actualización de los gabinetes contra incendio, hidrantes y extintores existentes en la Biblioteca Tomás Rueda Vargas, de acuerdo con lo establecido en la NSR-10 (Título J) y las normas NFPA aplicables (NFPA 10, NFPA 14 y NFPA 25).

La medida incluye:

- Extintores: garantizar cobertura en todas las áreas conforme a NFPA 10, con selección adecuada de agente extintor según el riesgo (A, B, C o K). Asegurar que

se encuentren debidamente señalizados, accesibles y con mantenimiento anual certificado.

- Gabinetes y mangueras: actualizar los gabinetes contra incendio existentes, verificar presión y caudal de agua disponible, así como la correcta ubicación en pasillos y zonas de evacuación.
- Hidrantes: instalar o reforzar hidrantes internos y externos para cubrir la demanda de agua requerida, con acometidas hidráulicas y válvulas de control accesibles.
- Señalización y accesibilidad: garantizar la visibilidad y libre acceso a todos los equipos de protección, con señalización fotoluminiscente y conforme a las rutas de evacuación.
- Mantenimiento preventivo: establecer un plan de inspección y pruebas periódicas conforme a NFPA 25, asegurando la operatividad del sistema en caso de emergencia.

La implementación de esta medida permitirá elevar el nivel de protección contra incendios, garantizar una respuesta rápida en caso de emergencia y cumplir con los estándares nacionales e internacionales de seguridad contra fuego.

Mejorar señalización de rutas de evacuación

Se recomienda fortalecer la señalización de las rutas de evacuación en la Biblioteca Tomás Rueda Vargas, de conformidad con lo establecido en la NSR-10 (Título J) y las disposiciones de la NFPA 101 – Código de Seguridad Humana.

La medida comprende:

- Instalación de señalización fotoluminiscente en pasillos, escaleras, salidas de emergencia y puntos de reunión, visible en condiciones normales y de oscuridad.
- Ubicación estratégica de señales direccionales que indiquen claramente el sentido de evacuación en cada tramo del recorrido.
- Compatibilidad con la iluminación de emergencia, garantizando que la señalización sea visible en caso de corte eléctrico.

- Rotulación de salidas y puertas de emergencia con letreros normalizados de alta visibilidad.
- Mantenimiento preventivo y reposición periódica para asegurar legibilidad y correcto estado de las señales.

La mejora de la señalización permitirá orientar a los ocupantes en situaciones de emergencia, reducir tiempos de evacuación y garantizar el cumplimiento de la normativa vigente en seguridad humana y contra incendios

Sistemas de Red de Datos

Actualizar el cableado estructurado a categoría mínima Cat 6A

Se recomienda la modernización del sistema de cableado estructurado, actualizándolo a una categoría mínima Cat 6A, con el fin de garantizar el soporte de aplicaciones de alta velocidad, transmisión confiable de datos y preparación para futuras demandas tecnológicas de la Biblioteca Tomás Rueda Vargas.

La actualización debe contemplar:

- Sustitución de todo el cableado existente por cable UTP/STP Cat 6A certificado bajo las normas ANSI/TIA-568 y ISO/IEC 11801.
- Implementación de canalizaciones y bandejas portacables normalizadas, que permitan una adecuada organización, ventilación y crecimiento futuro.
- Instalación de patch panels, faceplates y jacks Cat 6A certificados, asegurando la integridad del sistema de cableado.
- Ejecución de pruebas de certificación de red (medición de NEXT, PSNEXT, RL y ACRF) para verificar el cumplimiento de estándares internacionales.
- Documentación del sistema mediante planos, rotulación de puntos de red y fichas técnicas de los componentes instalados.

La migración a categoría Cat 6A permitirá a la institución disponer de un sistema de telecomunicaciones confiable, escalable y alineado con las mejores prácticas internacionales en infraestructura de redes.

Organizar y señalizar racks, patch paneles y puntos de red según TIA-606

Se recomienda la organización y señalización integral de los racks, patch paneles y puntos de red, conforme a lo establecido en la norma ANSI/TIA-606, que regula la administración de infraestructura de telecomunicaciones.

La medida debe contemplar:

- Etiquetado normalizado de todos los patch paneles, racks, puntos de red y cables troncales, asegurando trazabilidad y orden en la infraestructura.
- Implementación de un sistema de codificación alfanumérica, que facilite la identificación rápida de cada punto de red desde el origen hasta el destino.
- Ordenamiento de cables mediante peinado y guías organizadoras, evitando cruces innecesarios y mejorando la ventilación de los equipos.
- Registro documental en planos y bases de datos, manteniendo la correspondencia entre el etiquetado físico y la documentación digital.
- Mantenimiento periódico de la señalización y el orden, con reposición de etiquetas deterioradas y verificación de la consistencia de la información.

La correcta organización y señalización de la red permitirá optimizar el mantenimiento, agilizar las labores de administración y reducir errores en la gestión de la infraestructura de datos de la Biblioteca Tomás Rueda Vargas.

Mejorar canalizaciones y segregación de energía y datos

Se recomienda optimizar las canalizaciones existentes y garantizar la adecuada segregación entre los sistemas eléctricos y de telecomunicaciones, en cumplimiento de lo establecido en el RETIE, la NTC 2050 y las normas de cableado estructurado ANSI/TIA-569.

La intervención debe considerar:

- Separación física de cables de energía y cables de datos, utilizando ductos o bandejas independientes que eviten interferencias electromagnéticas (EMI).
- Renovación de canalizaciones deterioradas o insuficientes, priorizando el uso de tuberías y bandejas metálicas con tapa, que brinden protección mecánica y accesibilidad para mantenimiento.

- Adecuada capacidad de carga en las canalizaciones, con espacio de reserva mínimo del 30% para permitir futuras expansiones.
- Implementación de curvas y radios de doblado compatibles con las especificaciones de cableado estructurado Cat 6A, evitando deterioro en el desempeño de la red.
- Identificación y rotulación de las canalizaciones, asegurando trazabilidad y cumplimiento con las normas de administración de infraestructura.

La mejora en canalizaciones y segregación permitirá reducir riesgos de interferencia, prolongar la vida útil del cableado y aumentar la confiabilidad del sistema eléctrico y de telecomunicaciones de la Biblioteca Tomás Rueda Vargas.

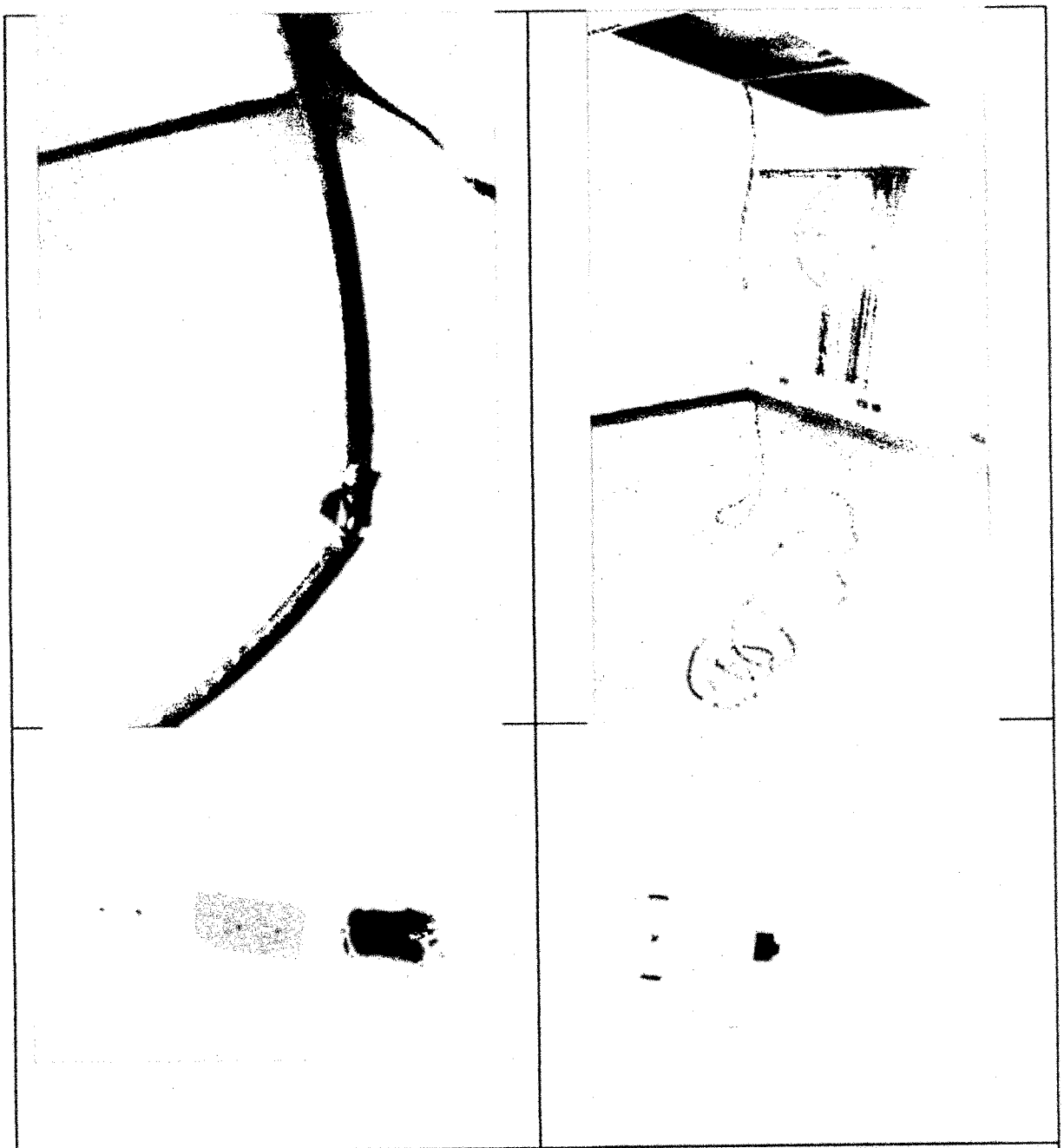
Conclusiones

El levantamiento permitió identificar el estado actual de las instalaciones eléctricas, redes contra incendio y sistemas de red de datos. Se evidencian necesidades de actualización para garantizar el cumplimiento normativo, la seguridad de los usuarios y la operatividad de la Biblioteca Tomás Rueda Vargas. La implementación de las recomendaciones permitirá reducir riesgos, mejorar la eficiencia de los sistemas y asegurar la sostenibilidad del proyecto.

Anexos

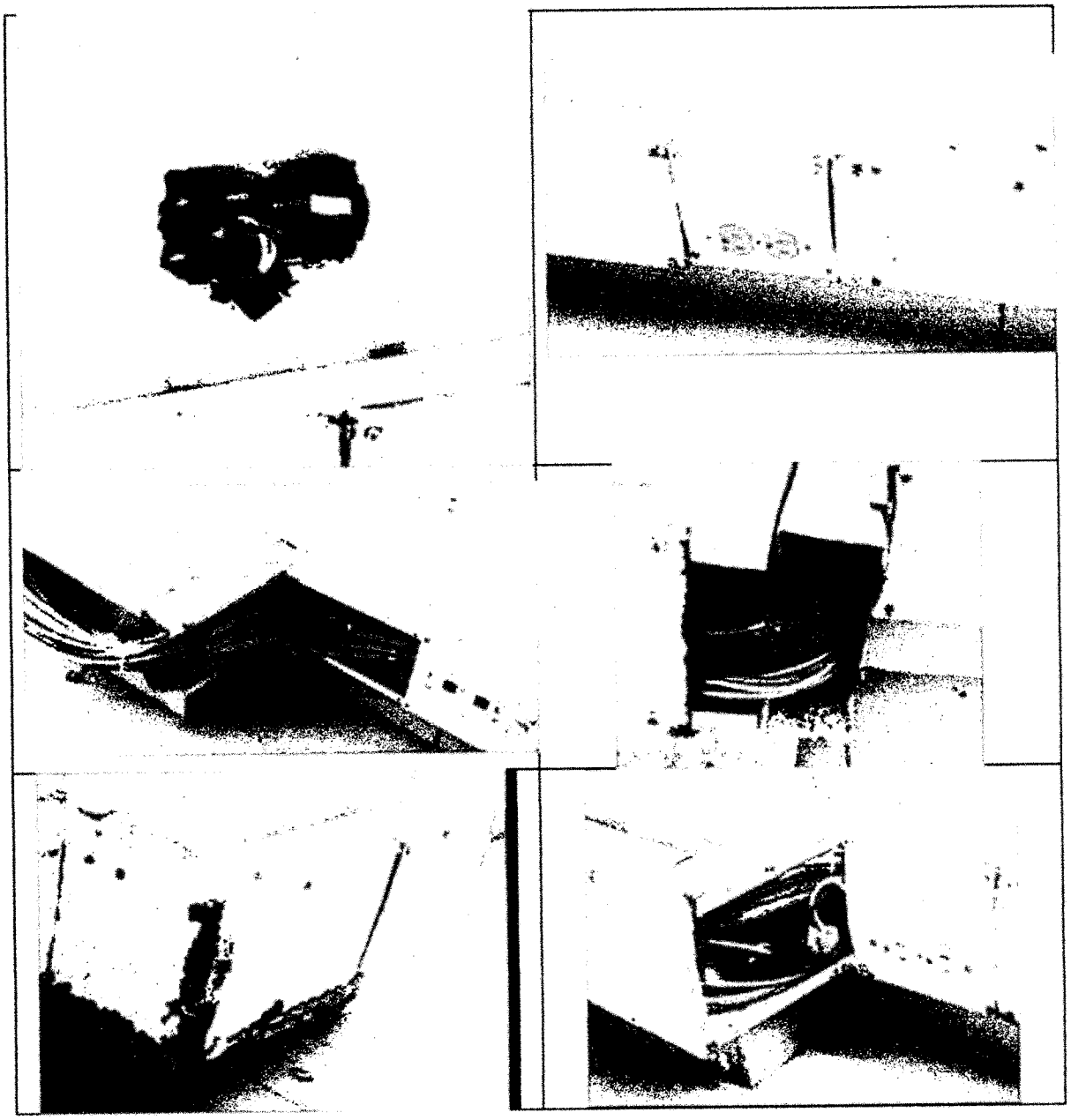
• Planos de levantamiento.

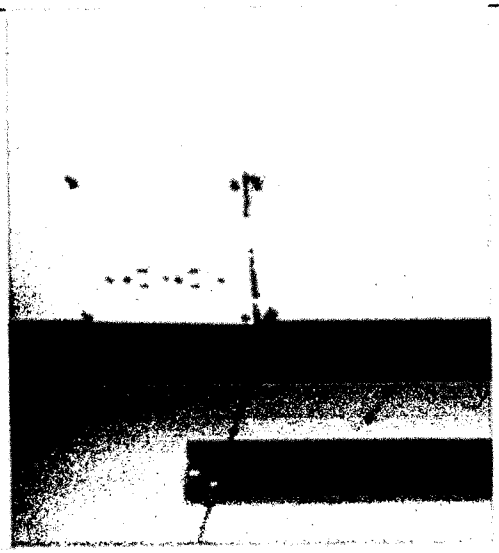
• Registro fotográfico.

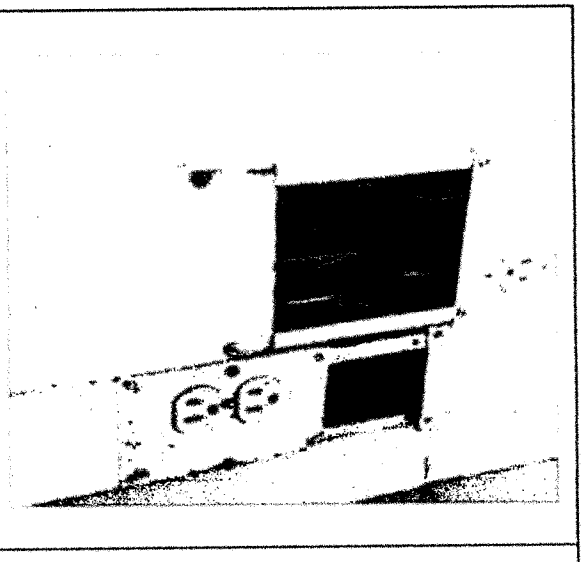


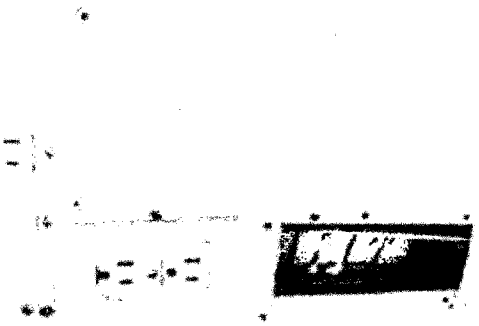
Cables de datos deteriorados, instalados en el techo sin canalización y puntos sin identificación.

CONSORCIO DISEÑOS BIBLIOTECA



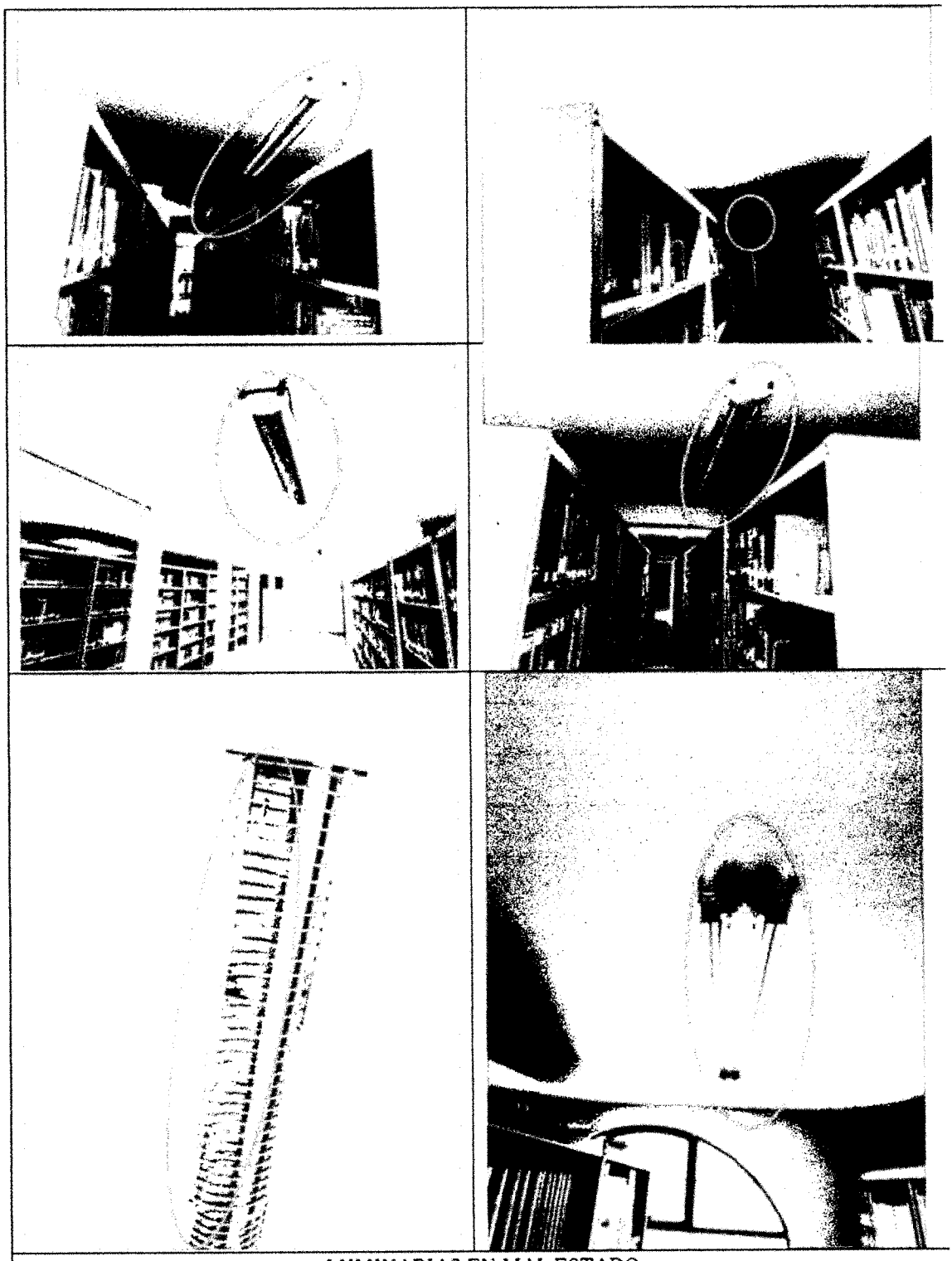




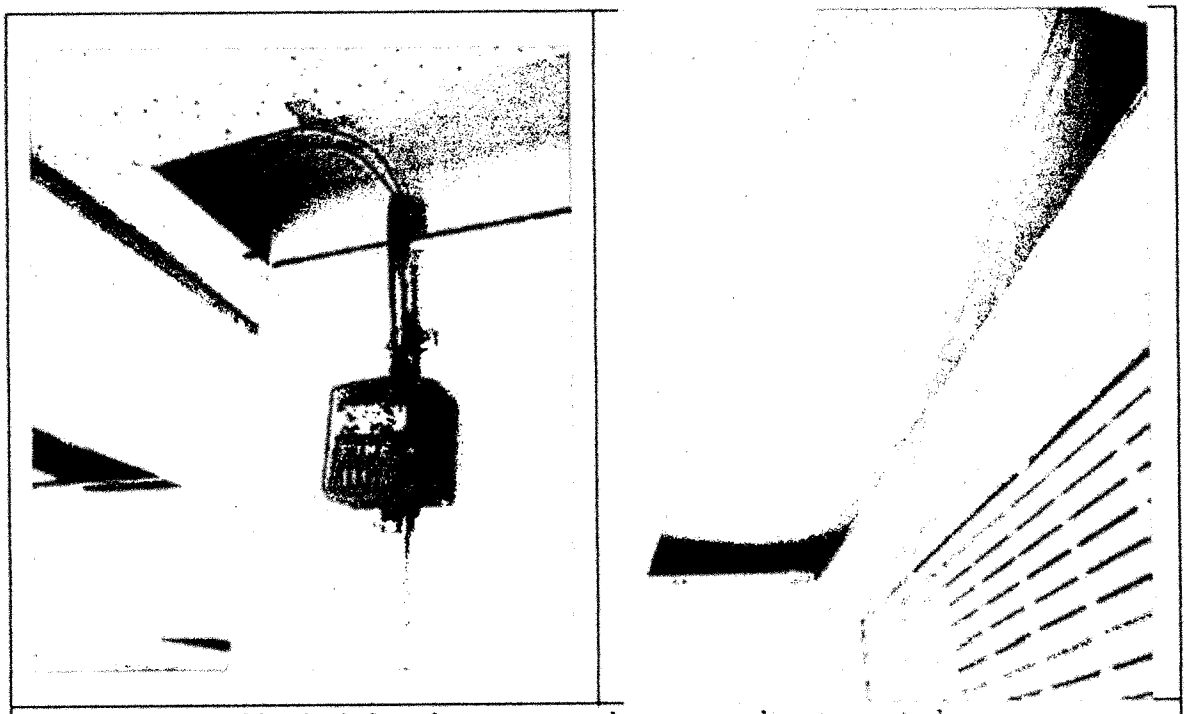


- Las canaletas de datos y electricas presentan **oxidación avanzada**, sin las tapas protectoras correspondientes y con empalmes eléctricos expuestos.

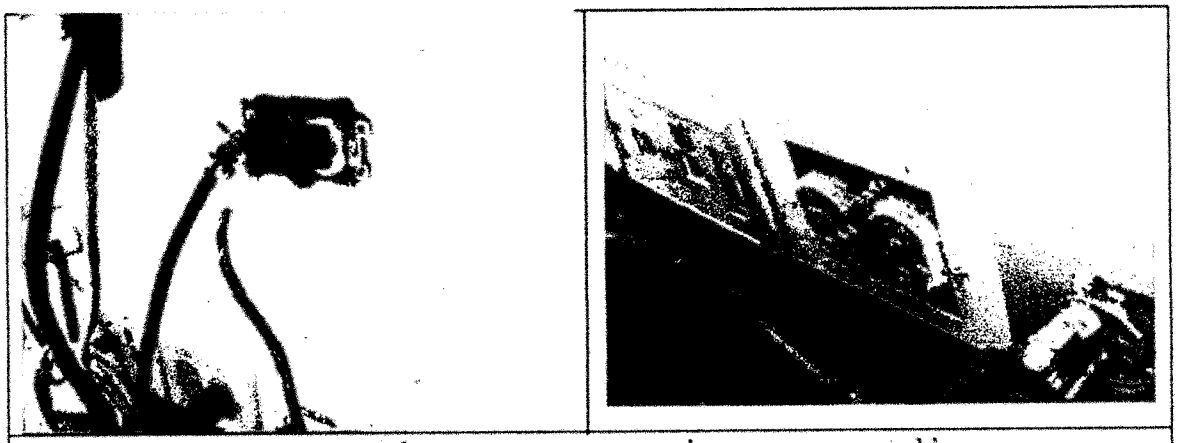
- En varias secciones, las canaletas estan deterioradas y carecen de cobertura, lo cual deja los empalmes a la vista y compromete la seguridad electrica.



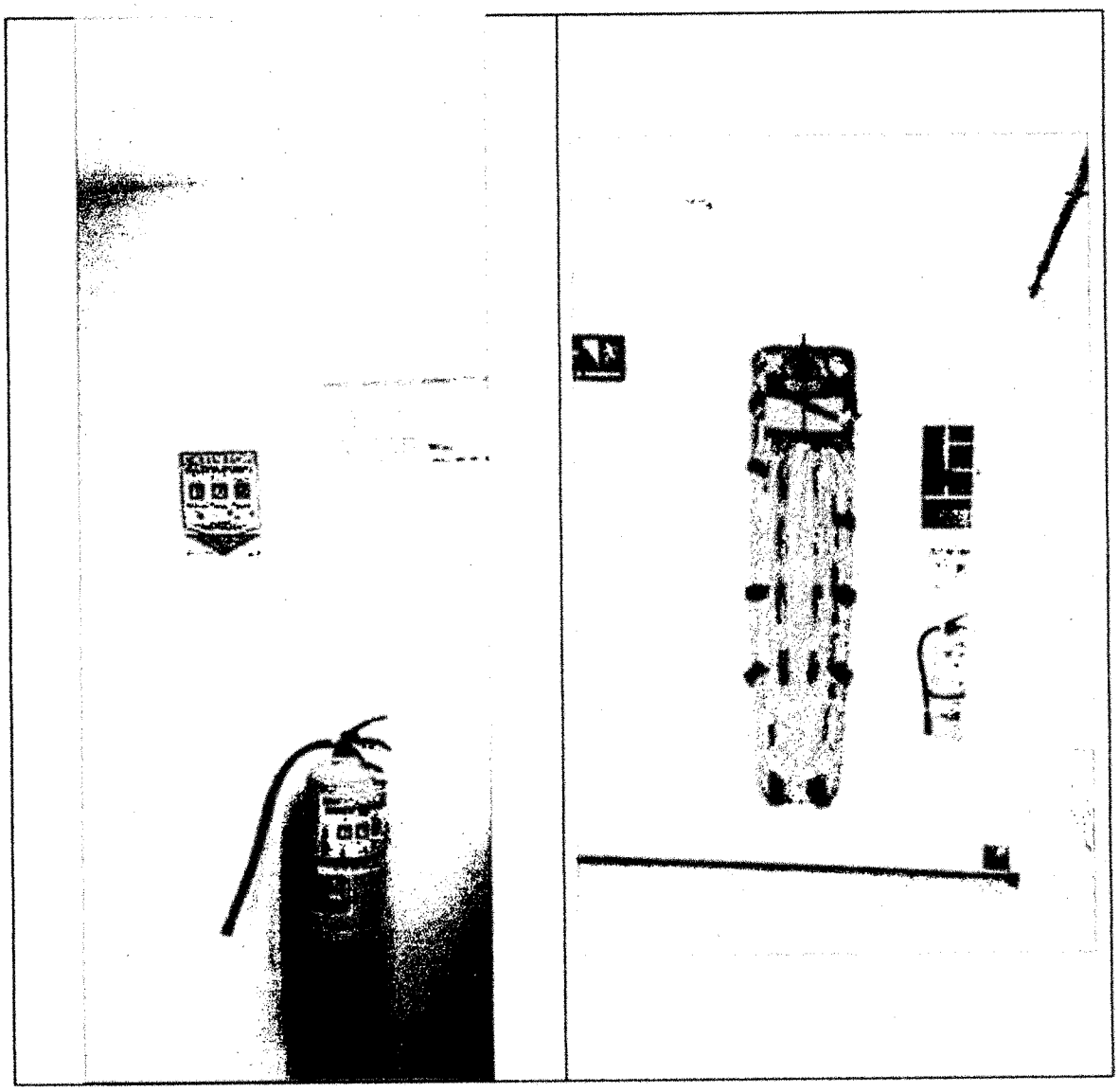
LUMINARIAS EN MAL ESTADO

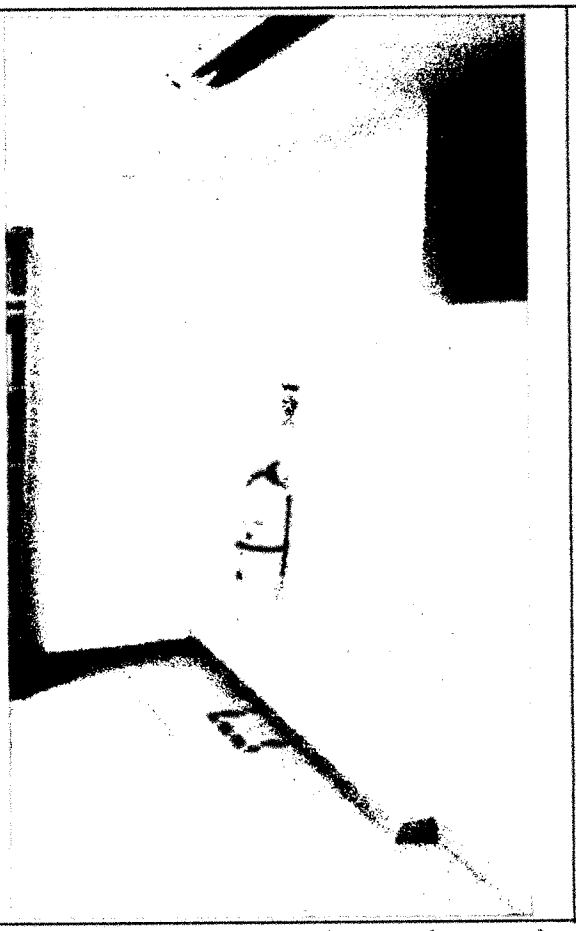


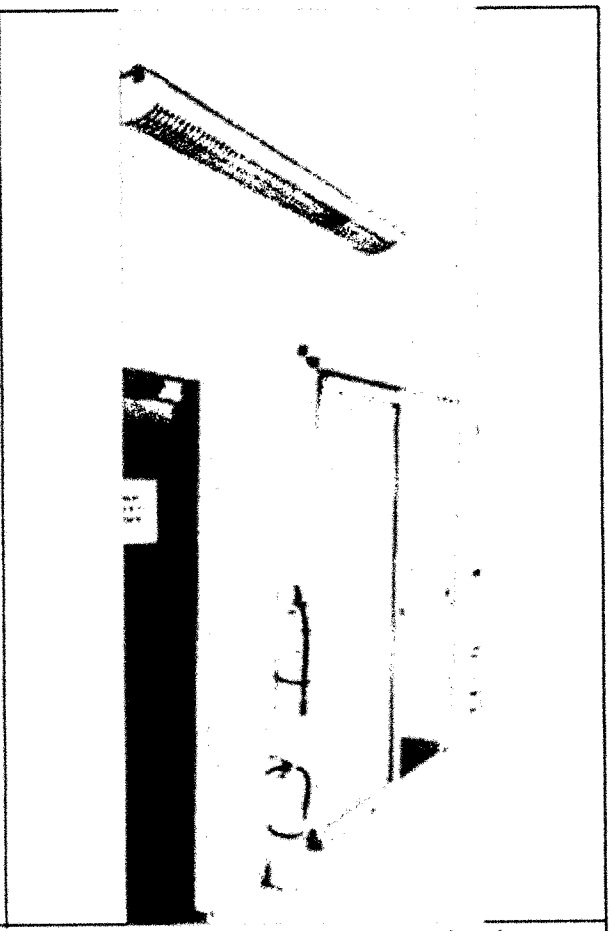
Cableado de la red contra incendios sin canalizacion en techos



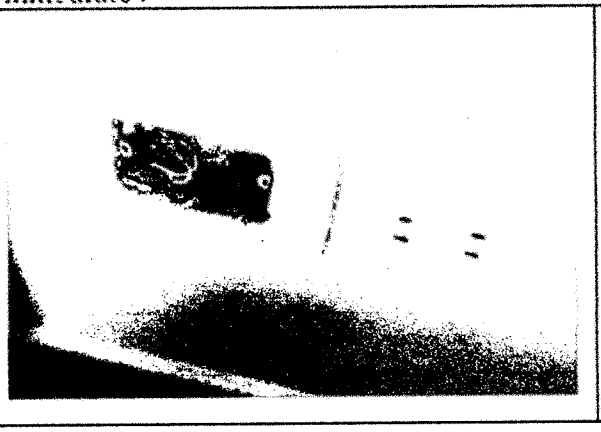
Tomas y cajas de paso sin tapas y con las conexiones visibles

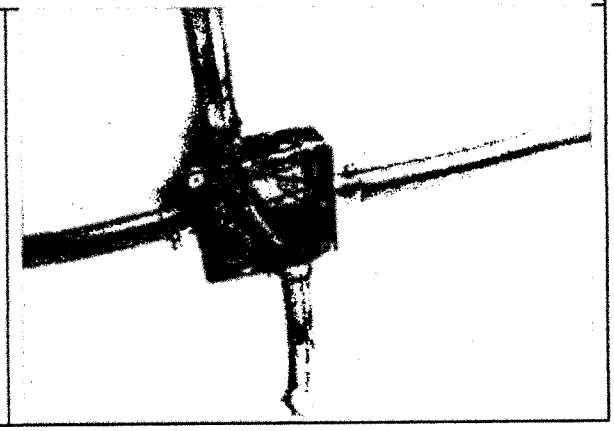


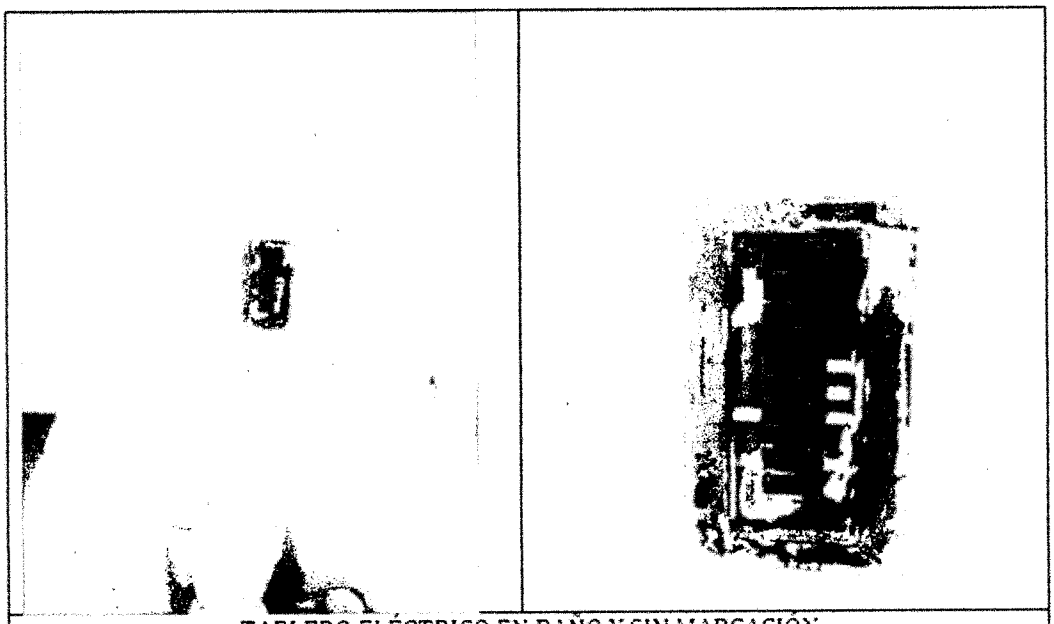




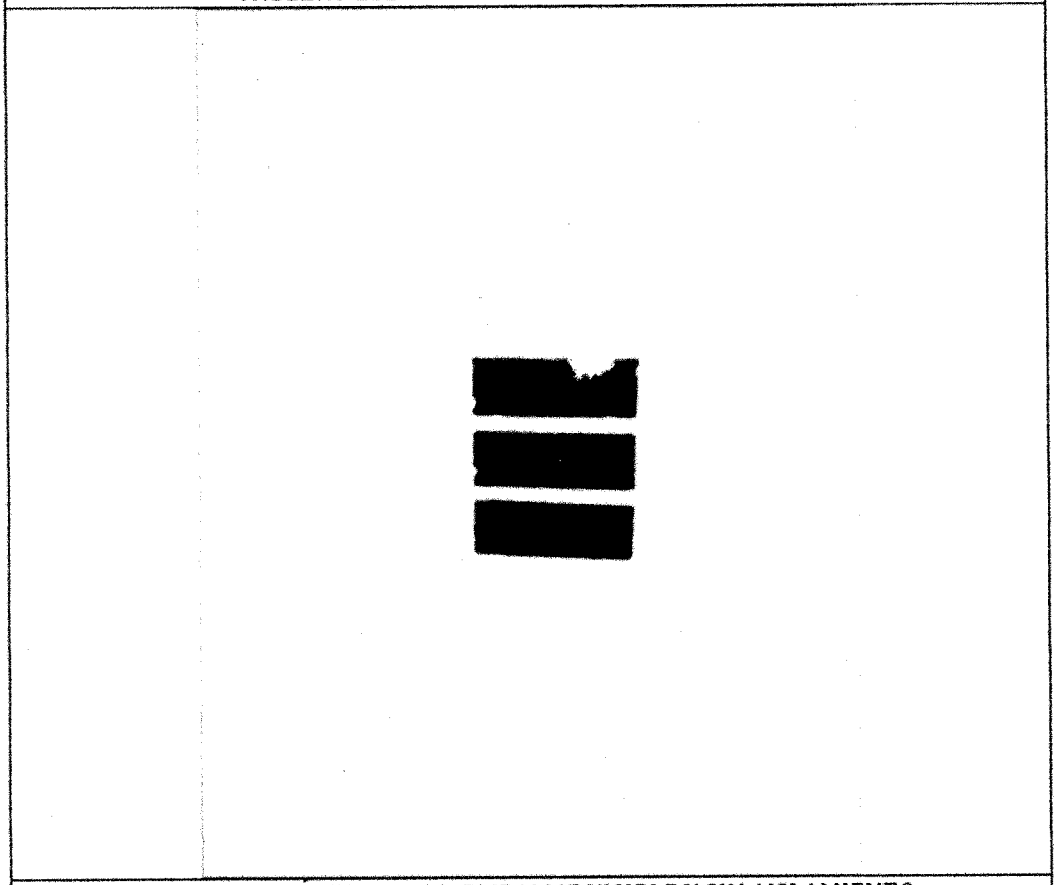
Según el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) en Colombia, es obligatorio instalar iluminación de emergencia en los lugares donde se encuentren equipos de emergencia, como extintores y camillas. Esto garantiza que, en caso de una falla en el suministro eléctrico, dichos equipos sean fácilmente localizables y accesibles para su uso inmediato.



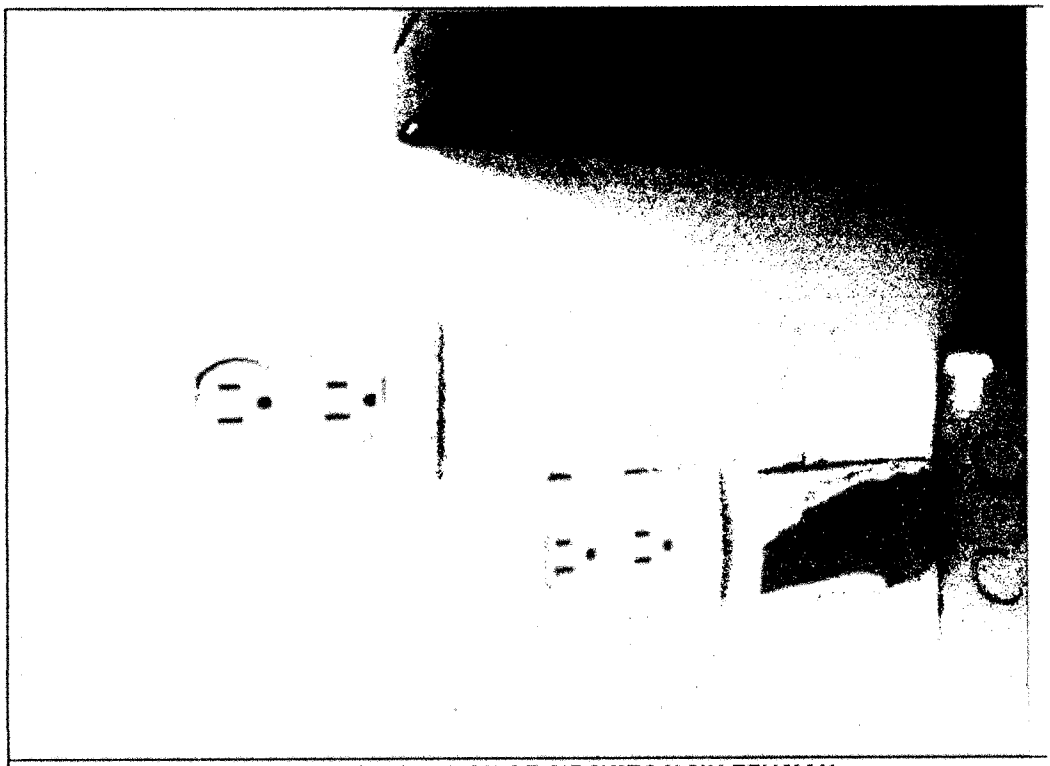




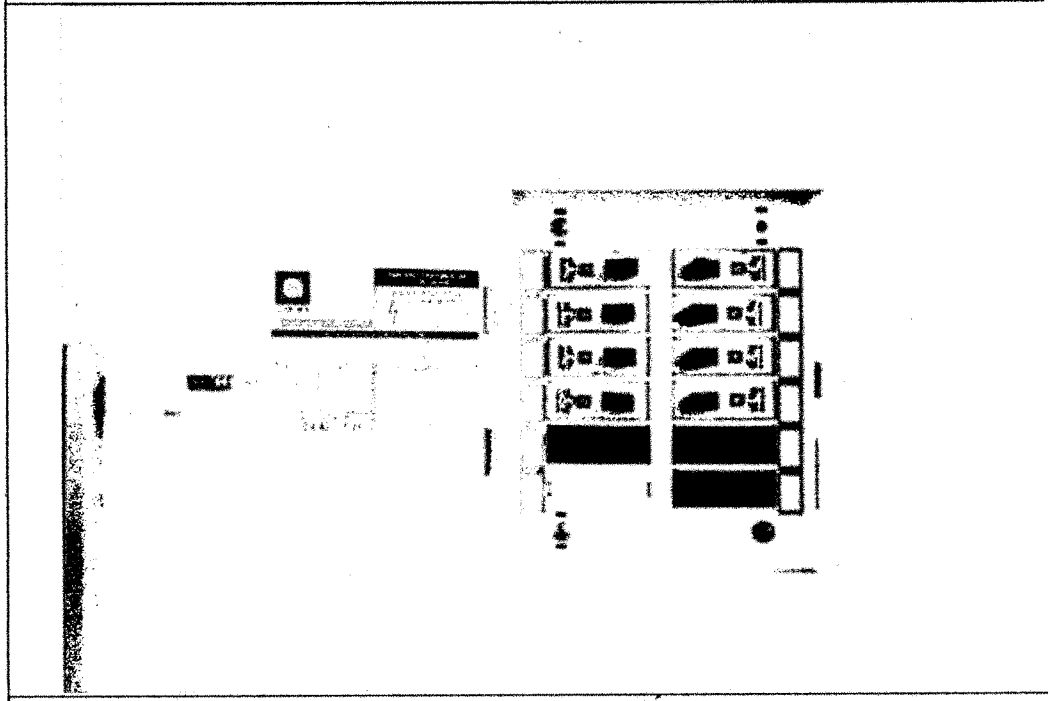
TABLERO ELÉCTRICO EN BAÑO Y SIN MARCACIÓN



TABLERO ELÉCTRICO CON EMPALME VISIBLE Y SIN AISLAMIENTO



TOMAS SIN MARCACION DE CIRCUITO Y SIN TENSION



TABLERO SIN MARCACIÓN

SISTEMA DE

Estudio Hidro sanitario y de Prevención de Incendios

SUMINISTRO AGUA POTABLE

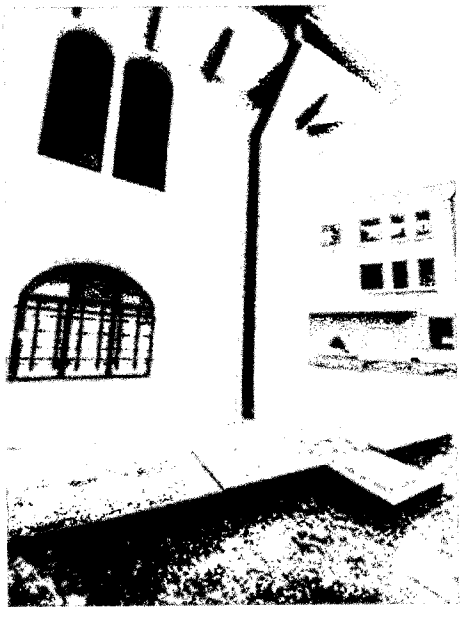
El sistema de suministro actual está dado por una acometida de 2" que se encuentra al

costado sur oriente del edificio y suministra agua potable a presión para el llenado de un tanque alto ubicado bajo cubierta (fuera de servicio) y mediante by pass distribuye a las baterías de baños de hombres y mujeres ubicados en primer y segundo piso, además de una cocineta en primer piso y llaves manguera en el patio interno y en el espejo de agua, bajo las escaleras de acceso.

Este sistema hace parte del sistema de distribución de toda la escuela y llega presurizado, sin embargo, al ser un sistema dependiente en la continuidad del servicio, se debe considerar diseñar un sistema totalmente independiente para el edificio, contando con su propio tanque de reserva y sistema de presurización único para su uso, así sería autónomo en su funcionamiento.

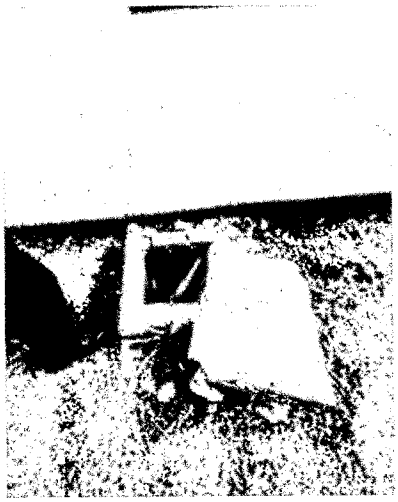
Actualmente las redes presentan filtraciones y variaciones en diámetro lo cual no garantiza el uso de aparatos de fluxómetro (siendo los más indicados para estos sitios), tanto para caudal como por presión, ya que un sanitario de fluxómetro requiere una presión de 35 metros columna de agua y un caudal de 0.56 litros/segundo, conectando a un diámetro de 1 ½".

En las siguientes imágenes se observa el sitio de llegada de agua potable, que es la caja ubicada fuera del andén en la esquina sur oriental de la edificación en tubería de 2" y como está instalada dentro de la caja, sectorizada con una válvula o registro P.D. de 2".

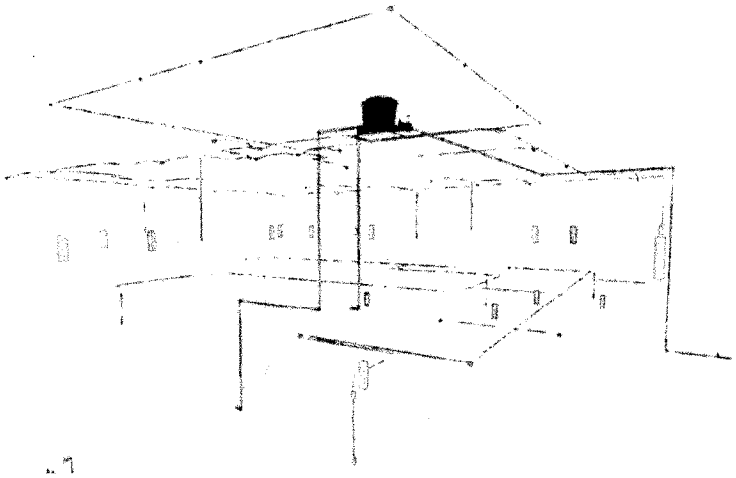




Las flechas rojas de la imagen señalan en la primera foto, la caja donde se encuentra la tubería de 2" que suministra el agua potable a la edificación y en la segunda foto (la de la derecha, el registro de sectorización para la apertura o cierre de toda el agua.



Las



imágenes anteriores, la primera señala la caja abierta donde se observa la tubería de 2" PVC-P de acceso a la edificación, y la siguiente el esquema de distribución del sistema de suministro (líneas azules), donde se observa el sitio de ubicación del tanque, el cual se encuentra fuera de servicio, ya que no garantiza la presión que requiere todo el sistema. Actualmente los aparatos a los que suministra agua el sistema consisten en:

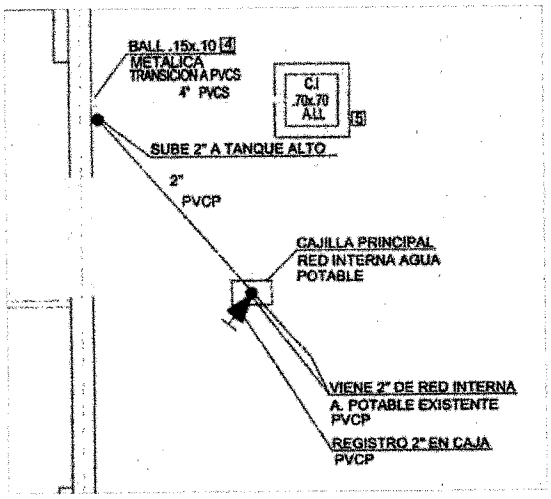
APARATO	CANTIDAD	UNID HUNTER	TOTAL UH
Sanitarios tanque	9	5	45
Lavamanos	8	2	16
Orinales	3	5	15
Lavaplatos	1	2	2
Llaves manguera	3	2	6
TOTAL UNIDADES DE HUNTER O DE CONSUMO			84

Donde con estos datos nos daría un caudal de 2.39 l/seg con diámetro de 2" y velocidad de 1.18 m/s, que garantizaría que el diámetro de entrada si cumple, pero en su

distribución la red disminuye el diámetro, lo que no garantizaría el caudal necesario, aunque lo que también influye es la presión requerida en cada uno de los aparatos.

TRAMO		UNIDADES HUNTER	CAUDAL	DIAMETRO	VELOCIDAD
DE	A		(Lts/seg)	(pulg)	(m/s)
1	2	**84**	2,39	2	1,18

En estos momentos el sistema de suministro presenta fallas, debido a que presenta filtraciones, en unos lavamanos no llega agua, en otros sanitarios se demora el llenado de la cisterna demasiado tiempo, lo que nos señala problemas de baja presión, obstrucción en la red y disminución de diámetros que no cumplen los requerimientos de cabeza y caudal de los aparatos, en resumen, mal funcionamiento del sistema, lo que amerita cambio total del sistema, contando con la acometida de suministro solamente.





En las siguientes imágenes a la izquierda se encuentra la red de acceso a la acometida, que se puede considerar ahora como la acometida hidráulica al edificio y en la imagen de la derecha el foso para la instalación de la bomba para las fuentes que existen actualmente, que están ubicadas una en primer piso debajo de la escalera de acceso al edificio nivel 2 y la otra en el nivel 2 patio central. Dichas fuentes equivalen a las llaves mangueras contabilizadas en el sistema.

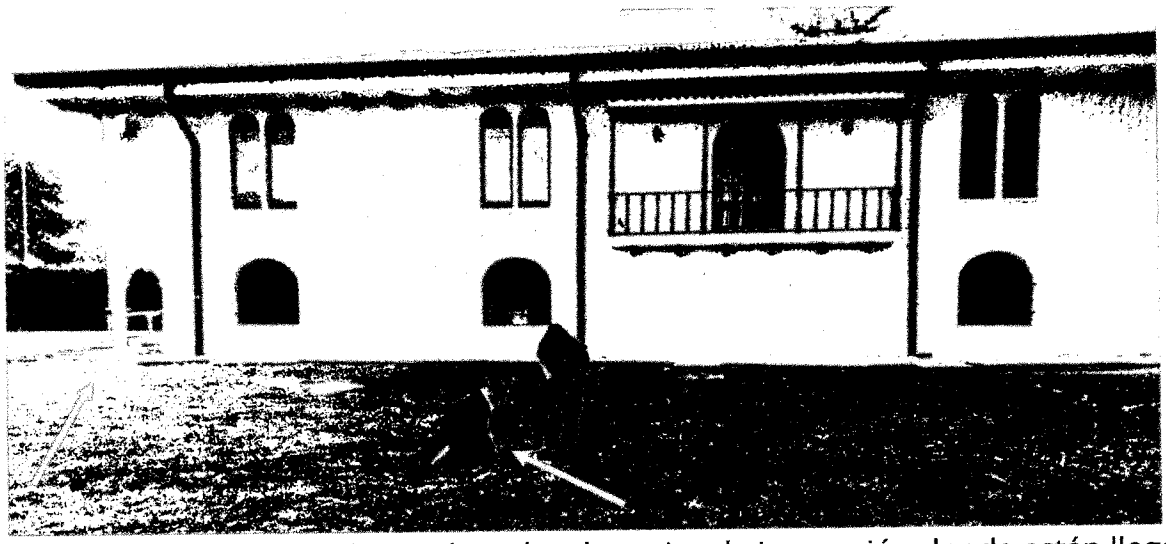
El sistema de suministro no solamente por los cambios a nivel arquitectónico en baterías de baños, sino por su estado, falencias encontradas y mal funcionamiento, requiere de un cambio o renovación total en la edificación.

SISTEMA DE DESAGUES

El sistema de desagües de la edificación contempla los dos sistemas separados, el de aguas residuales producto de las descargas de los aparatos sanitarios que posee el edificio y las aguas lluvias que se recogen de la cubierta del mismo.

AGUAS RESIDUALES O AGUAS NEGRAS

El sistema de desagüe de aguas residuales es el que recoge las descargas de todas las unidades sanitarias y descargan en dos cajas de inspección ubicadas al costando sur occidente de la edificación, que en este momento una de ellas, la de la esquina sur occidental está recibiendo también las aguas lluvias de la misma edificación (hecho que se detectó en las pruebas de flujo realizadas) y la otra si llega directamente del colector del primer piso y recibe solo aguas negras.

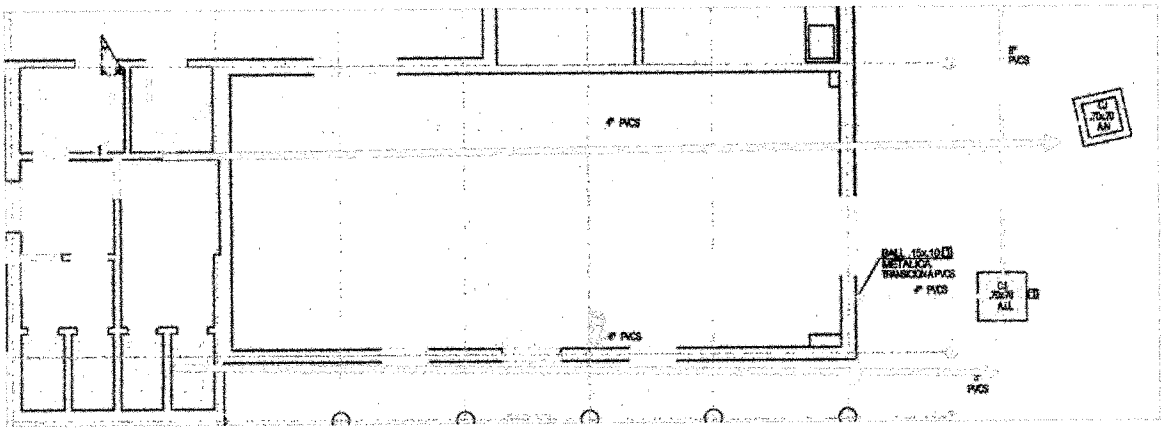


En la imagen anterior las flechas indican las dos cajas de inspección donde están llegando los colectores que recogen las arañas de las baterías de baños. La flecha de izquierda es la caja de la esquina que recoge una bajante de aguas lluvias y el colector de 4" que viene

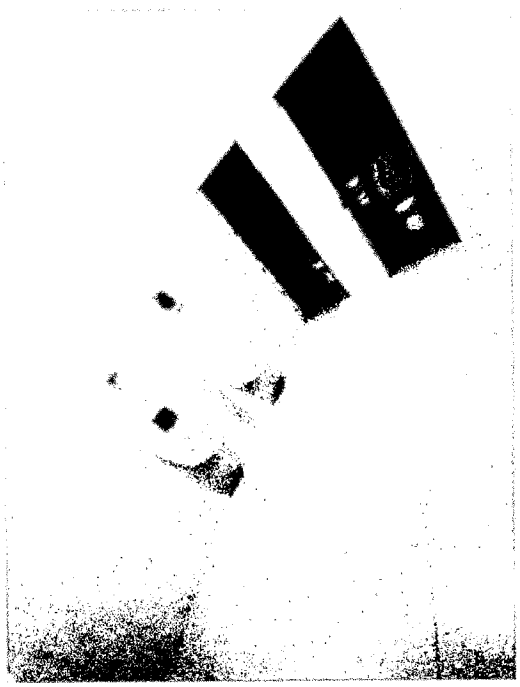
de la batería de baños del primer piso, la flecha del centro recoge las aguas de la batería de baños del segundo piso y una parte del primero.

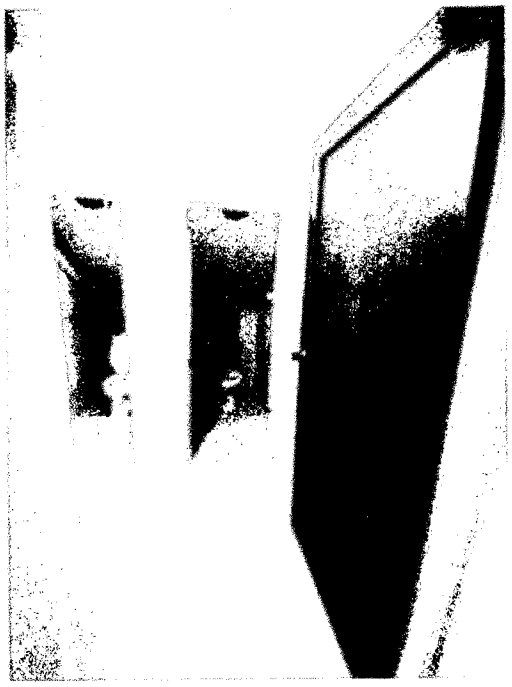
En la imagen siguiente se indica mediante las 2 flechas que van desde las unidades sanitarias hasta las cajas de inspección, la ubicación de los dos colectores de aguas residuales que recogen las arañas de los aparatos sanitarios del edificio.

La idea de estos dos colectores es mantenerlos y replantear las arañas sanitarias con la nueva distribución de las unidades de servicio, manteniéndolas separadas de las aguas lluvias.



A continuación, se presentan las baterías de baños actuales, donde solo se reutilizará el colector de salida, una vez se confirme su estado, al intervenir la zona.





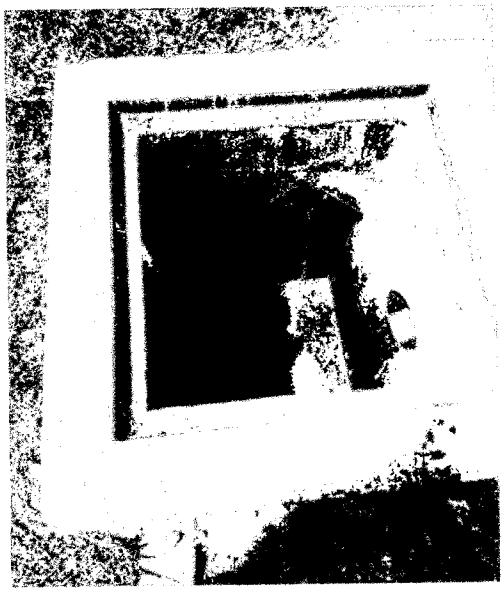
Baterías de baños tanto en primer nivel como en el segundo, esta área será rediseñada arquitectónicamente en su totalidad, por lo que toda la red de arañas será nueva,





manteniendo el colector de salida a la caja exterior de aguas residuales, costado sur de la Biblioteca.





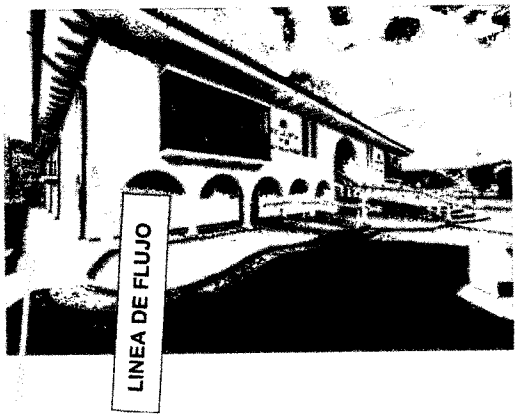
En las anteriores imágenes se observa el estado y operación del pozo de llegada de las aguas residuales y de la caja de inspección, donde el pozo requiere mantenimiento.

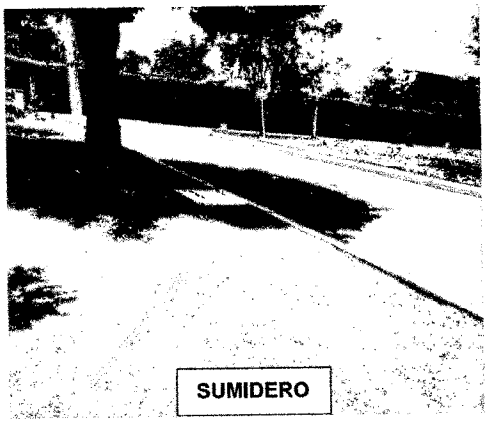
AGUAS LLUVIAS

Las redes de aguas lluvias actual consiste en canales en lámina que captan las aguas lluvias de cubierta ubicadas perimetralmente y por medio de bajantes llevan las aguas lluvias a un sistema de cajas de inspección y tubería por piso, hasta descargarlas en el costado norte a un sumidero y en el costado sur a pozo de inspección del sistema combinado actual.

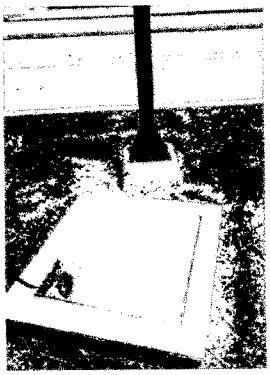
También existe un sistema de canales y laminas en el centro de la edificación, donde por primer piso mediante un colector lleva las aguas lluvias a las cajas de inspección ubicadas en el costado sur de la edificación.

Estas imágenes del costado norte de la biblioteca corresponden a la captación y disposición de una parte de las aguas lluvias de la edificación, siendo entre otros el drenaje de los espejos de agua y fuentes, así como las bajantes por fachada de este lado, cuyas aguas van a un sistema de cajas de inspección por este costado, para finalmente empatarlas a un sumidero tipo SL100 que llega al pozo existente en la vía interna del costado oriental.











Los diámetros o Área de las bajantes y colectores horizontales cumplen con la capacidad para transportar el caudal de aguas lluvias generada en la edificación, ya que el caudal está representado por la formula:

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

Donde:

Q = caudal en litros/segundo

C = Coeficiente de impermeabilidad = 1

I = Intensidad en mm/hora = 100 mm/h

A = área de cubierta en m2

La fórmula quedaría simplificada así: Q = 0.0278 * Área

Una vez realizada la verificación y con la subdivisión de áreas de cubierta se chequea que la cantidad de bajantes y los 2 sistemas de colectores horizontales que recogen bajantes, cumplen con la capacidad para transponer y disponer las aguas lluvias de cubierta.

En terreno se constató que las canales requieren adecuación, reemplazo total o parcial y mantenimiento para garantizar el buen funcionamiento del sistema. Aplica igual para bajantes, colectores horizontales y cajas de interconexión.



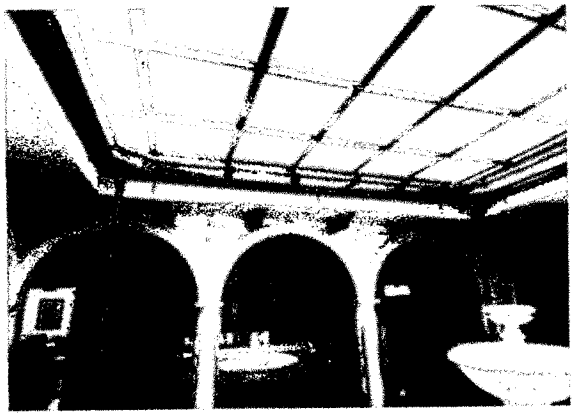
La siguiente imagen corresponde al costado sur de la edificación, donde se observan las bajantes de aguas lluvias y las cajas de inspección de recolección de las aguas lluvias de aproximadamente el 60% del área de cubierta.

También se observa el costado oriental o fachada posterior del edificio (donde se ve una escalera de acceso al segundo piso y no posee balcón), donde solo existe la canal de recolección, pero no hay bajantes de lluvias en este costado.



Imágenes del costado sur de la biblioteca, donde se detalla la presencia de las bajantes y cajas de inspección, así como la vista de las cajas destapadas, con tuberías de interconexión de cajas y llegada de bajantes y colector de las aguas del patio central en segundo nivel.

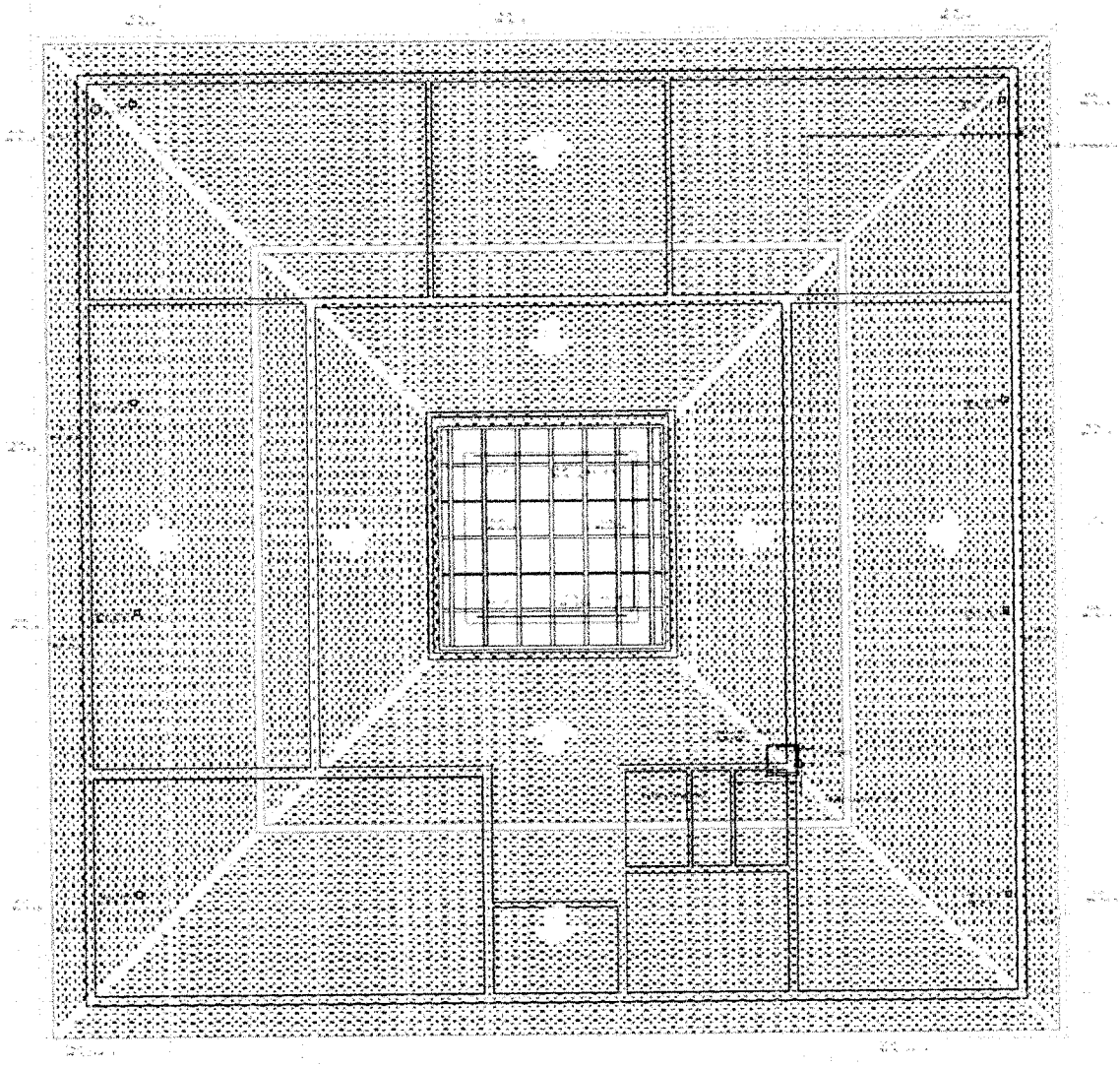




En las imágenes anteriores vemos el sistema de captación, recolección y distribución de las aguas lluvias en el patio central (segundo piso) de la Biblioteca, donde se evalúa que estas bajantes tienen la capacidad de captar las lluvias de esta zona, sin embargo, esta zona va a cambiar su uso (modificación arquitectónica), por lo que se replanteara bajantes de lluvias por muro o ducto que no queden a la vista, para de esta forma garantizar que el sistema no presente inundaciones o filtraciones.

Las imágenes siguientes señalan la fachada principal (costado occidental) y lateral (costado sur) de la edificación, por donde se encuentran las cajas de inspección y la conexión a pozo y alcantarillado exterior de la Escuela.

AREAS DE DISTRIBUCION DE LA CUBIERTA DE LA EDIFICACION



SISTEMA DE RED CONTRA INCENDIO RCI

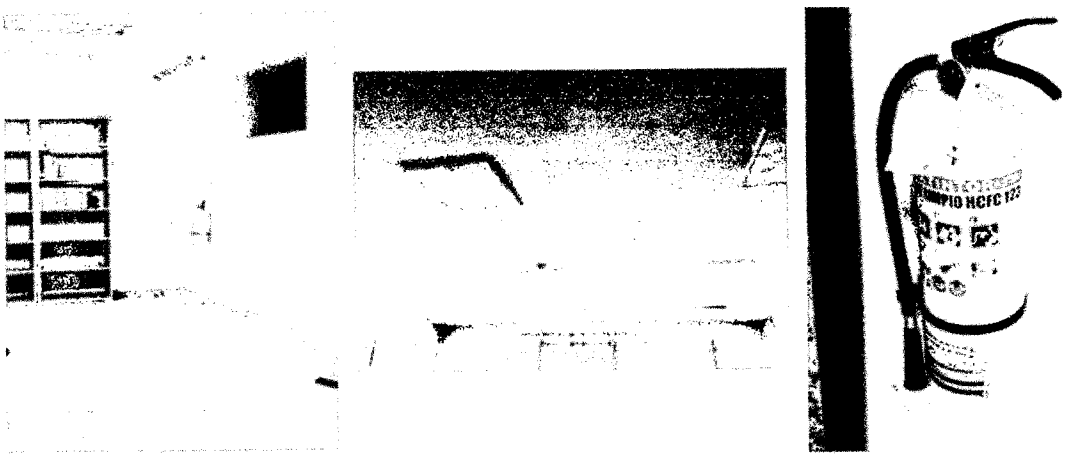
El edificio actualmente no posee un sistema de tuberías, rociadores y gabinetes para el sistema contra incendios como tal, sino que se implementó un sistema de protección basado en detectores de humo, alarma y extintores instalados en cada una de las zonas de la edificación.

Por lo anteriormente expuesto es que se determina diseñar un sistema de protección contra incendios para el edificio de agua nebulizada (NFPA 750), que es el que garantiza la protección de los archivos, material, equipos y personal que se encuentra en el recinto y que de acuerdo con las normas es el que cumple con todos los requisitos.

Las imágenes presentadas a continuación corresponden al sistema de protección contra incendio, el cual en este momento corresponde básicamente a una red de detectores de

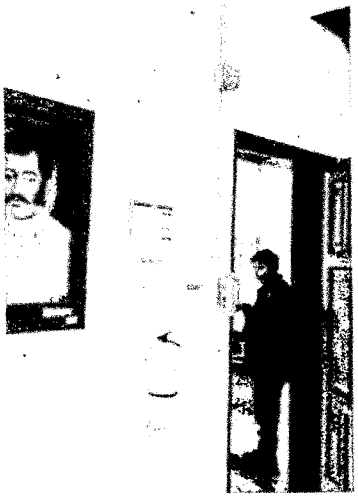
humo, alarma y de extintores portátiles ubicados en cada zona de servicio, a la vista y de fácil acceso, como se observa en las fotografías.

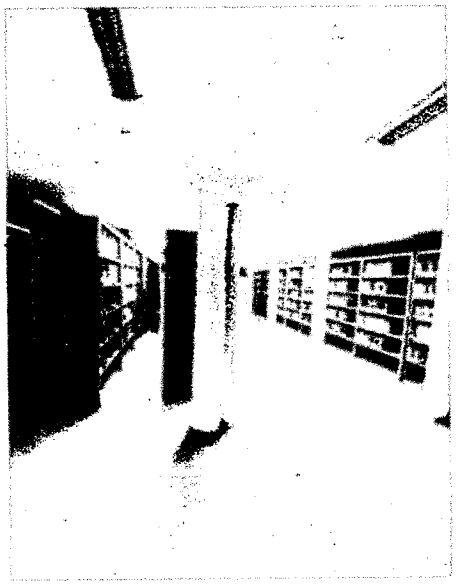
En conclusión, este sistema requiere de su implementación para garantizar la protección de la edificación, de acuerdo con su uso y clasificación del riesgo.



En estas imágenes se observa la ubicación de los elementos del actual sistema de protección, tales como detectores de humo, alarma y extintores, donde se requiere implementar un sistema con rociadores que cumplan norma y garanticen la protección realmente necesaria para la biblioteca.



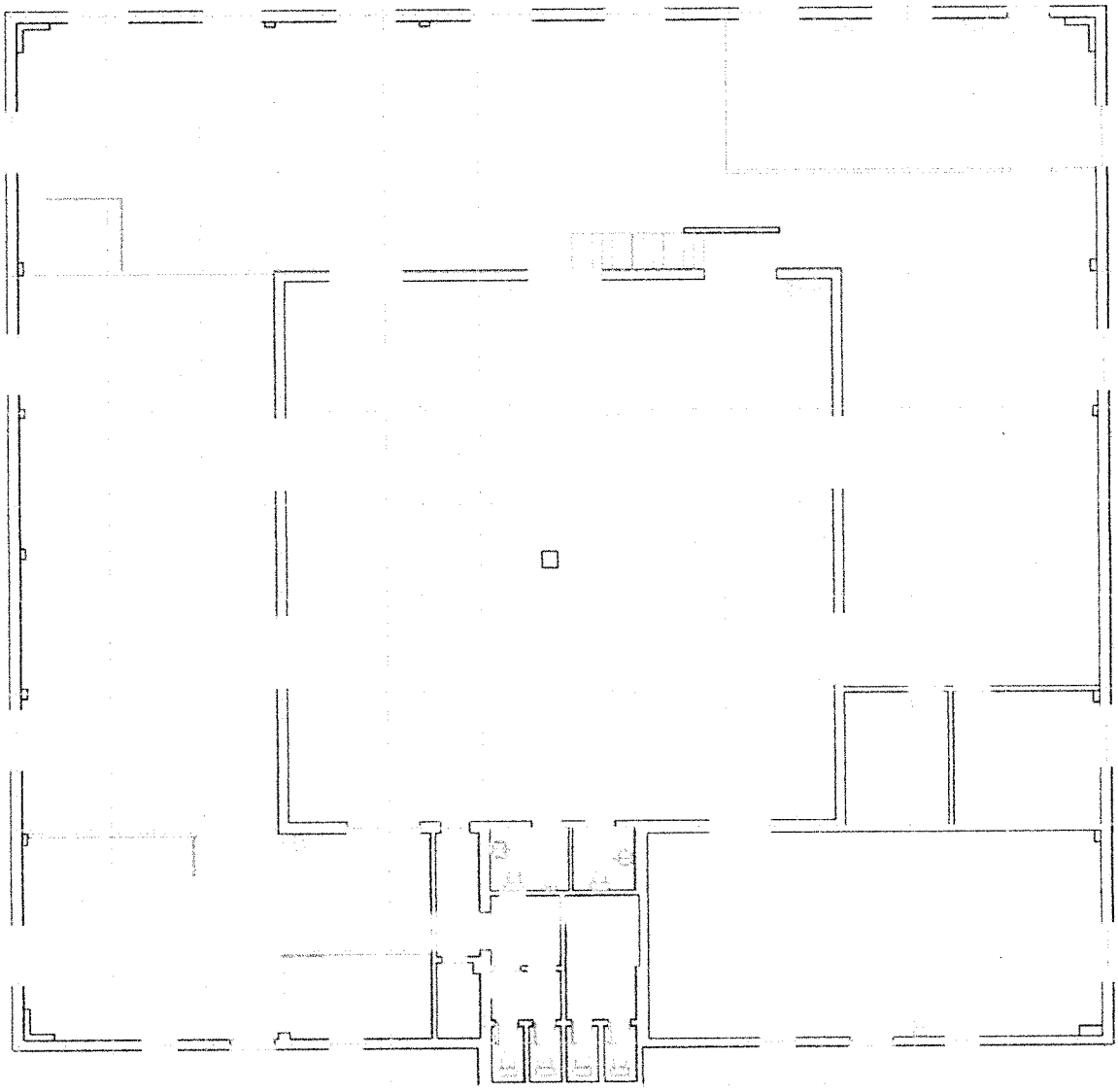




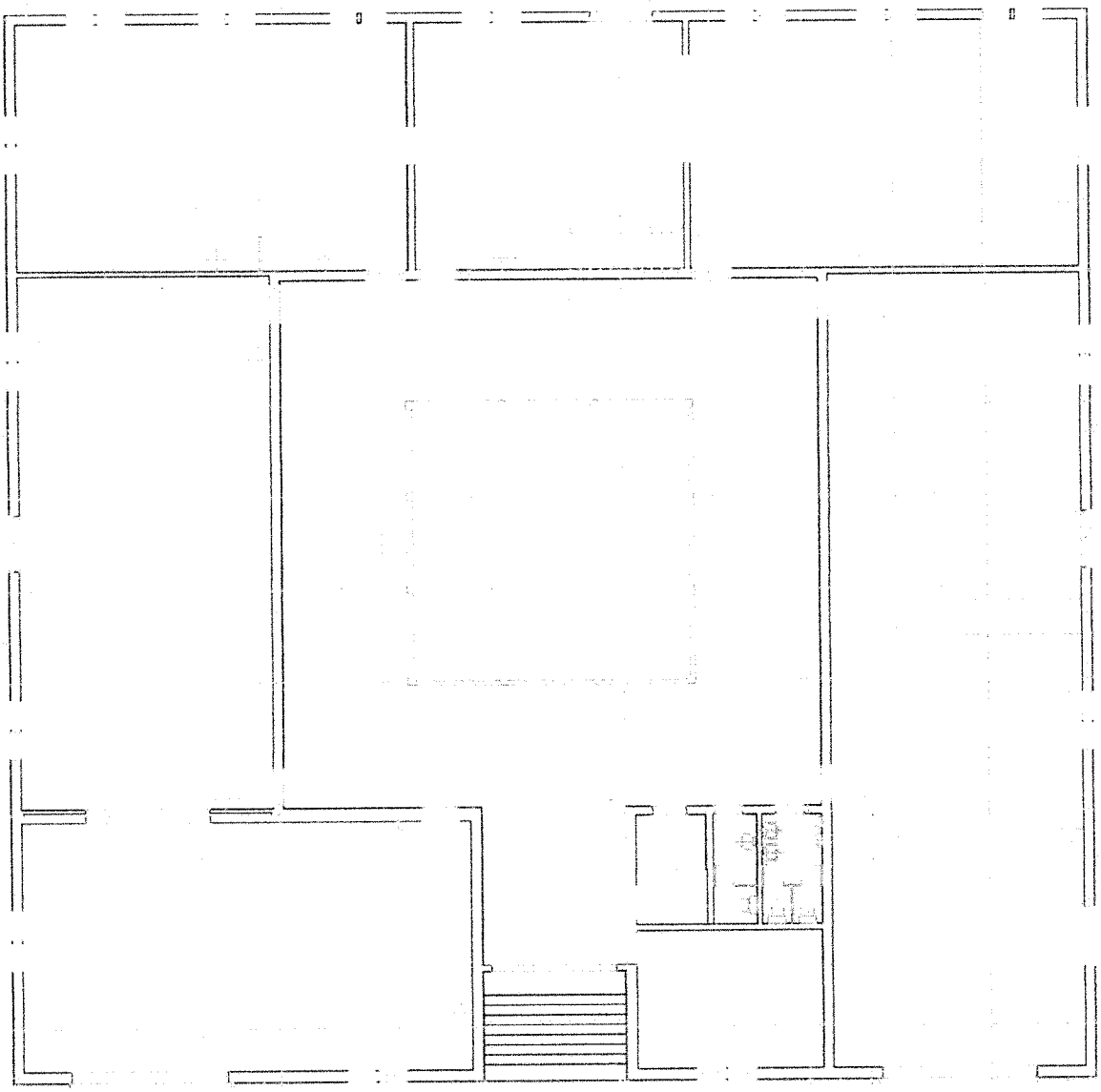


A continuacion se presentan las imágenes del levantamiento de estos elementos del sistema de proteccion para los niveles uno y 2, encontrados en el edificio.

NIVEL 1 DEL LEVANTAMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA RCI



NIVEL 2 DEL LEVANTAMIENTO DE LOS ELEMENTOS RCI



4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante la elaboración de este diagnóstico, teniendo como base los recorridos de evaluación se identificaron variados defectos y fallas en los sistemas actuales, tanto por su estado, como en la operatividad del mismo, así mismo se detectaron malos olores que concluyen falla en el sistema de re-ventilación de los colectores o arañas sanitarias, lo que nos concluye que los sistemas se deben replantear casi en su totalidad, solamente reutilizando los colectores de salida a cajas de inspección exteriores, los colectores de interconexión y la acometida de la red de suministro de agua potable. En relación con

las aguas lluvias el sistema se mantiene, realizando las adecuaciones por el estado del material y/o fugas que posea, pero respetando el diseño de este.

De igual forma para la elaboración de este diagnóstico se realizaron pruebas de flujo y chequeado la presión, para concluir que se debe cambiar, mantener o modificar de cada sistema, así como implementar un sistema RCI nuevo automatizado que garantice la protección del edificio.

Específicamente las recomendaciones son:

SISTEMA SUMINISTRO: Cambiar en un 100% la totalidad del sistema, contando con la acometida actual de 2", independizando el almacenamiento y equipo de la red general de distribución de la Escuela, para así garantizar caudal y presión en las instalaciones de la Biblioteca.

SISTEMA DE DESAGUES AGUA RESIDUAL: Se deben diseñar todas las arañas sanitarias en las baterías de baños, dejando solamente el colector de salida a cajas exteriores. Se debe separar el colector que llega a una caja de inspección que recoge aguas lluvias y realizarle mantenimiento a la caja exterior de aguas residuales y pozo. Las arañas deben contemplar el sistema de reventilación para evitar problemas de malos olores.

SISTEMA DE DESAGUES AGUAS LLUVIAS: El concepto de captación, recolección y transporte para disposición final de las aguas lluvias actuales es correcto y cumple, por lo que se requiere es cambio en donde se requiera, como son las canales en lámina, modificación de las bajantes del patio interior, se requiere desvío, trayectorias nuevas y ocultarlas, para finalmente empatarlas al colector de salida de esta área. La red exterior solo requiere mantenimiento de cajas y emboquillamiento.

SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO RCI: Se debe diseñar un sistema totalmente automatizado que incluya agua y gas para garantizar el uso de rociadores y mangueras con total autonomía y que cumpla norma. El sistema de detención y alarma se puede mantener.

BIBLIOGRAFÍA

- Norma Icontec 1500, Cuarta Actualización.
- Reglamento de agua y saneamiento básico RAS – 2000
- NFPA 750 Sistemas de Agua Nebulizada,
- NSR-10. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Uyaban, A. M. (2016). Patrimonio Cultural de las FF.MM. Escuela Superior de Guerra. Centro de Investigación sobre el conflicto y la memoria histórica Militar.

Estudio de Vulnerabilidad Sísmica

El principal objetivo buscado en un estudio de vulnerabilidad sísmica de una edificación, es identificar la capacidad de la estructura frente a condiciones básicas de uso y eventos extremos, a través de las cuales se determina el grado de daño de los elementos para luego proponer y diseñar las alternativas de reforzamiento en caso de requerirse, de tal forma que se evite el colapso aceptando un daño leve de la edificación ante un sismo severo y resistiendo sin permitir ningún daño en sismos moderados.

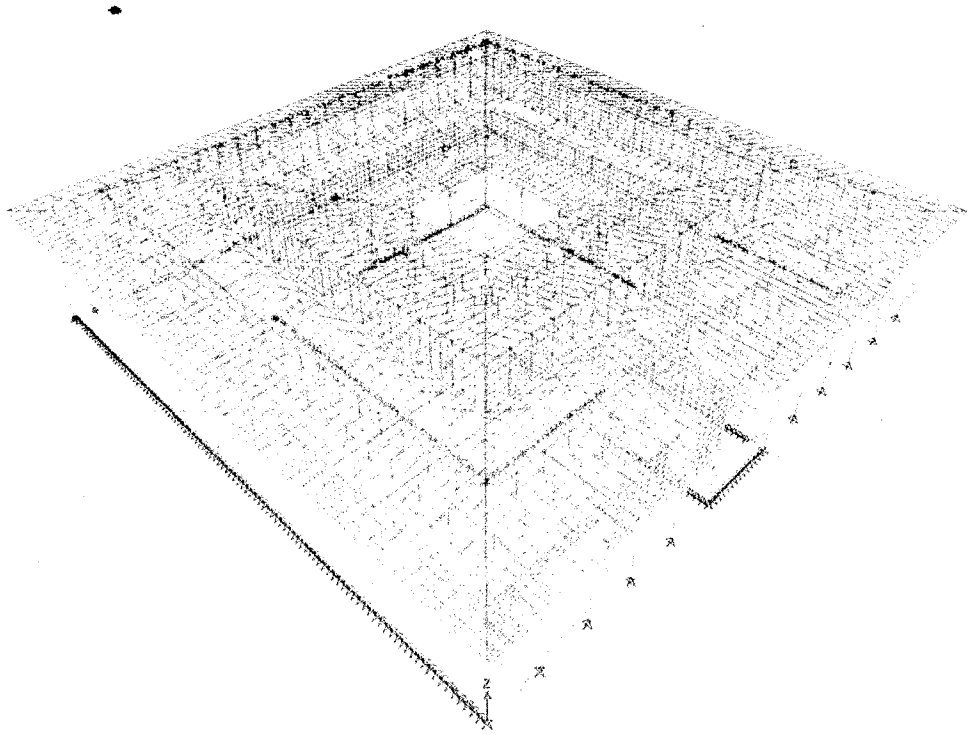
En lo que se refiere a las acciones sísmicas se consideró lo estipulado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-2010), capítulo A.10 (Evaluación e intervención de edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente versión del Reglamento) numeral A.10.9.2.5 "Edificaciones declaradas como patrimonio histórico", que especifica "Cuando se trate de intervenciones estructurales de edificaciones declaradas como patrimonio histórico, donde existan restricciones severas para lograr un nivel de seguridad equivalente al que el Reglamento exigiría a una edificación nueva o al prescrito en A.10.4.2.2 (Movimientos sísmicos para un nivel de seguridad limitada), excepto que se trate de edificaciones pertenecientes a los grupos de uso III y IV, se permitirá un nivel menor de seguridad sísmica siempre y cuando este nivel menor se justifique por parte del ingeniero diseñador y se acepte por parte del propietario"; por tanto, teniendo en cuenta que la edificación pertenece al grupo de uso II (Edificaciones

en donde se puedan reunir más de 200 personas en un mismo salón), se consideró la utilización del espectro de diseño para un nivel de seguridad limitada, como se describe en A.10.4.2.2, tanto para el análisis de vulnerabilidad y el respectivo cálculo de los índices de sobresfuerzo; como para el caso del análisis de derivas e índices de flexibilidad.

Para el análisis de vulnerabilidad realizado, se utilizó un modelo estructural desarrollado en el programa ETABS para la revisión del diseño original, el cual se elaboró a partir de la información de los planos de diseño original y de las inspecciones y exploraciones realizadas en campo, donde se identificaron los ajustes y modificaciones realizadas durante la etapa de construcción de la estructura para incorporarlos en la modelación.

El modelo es muy útil para un estudio cualitativo, pero no debe considerarse como una representación matemáticamente exacta de la estructura, ya que la información disponible no es completa. Las pocas muestras de materiales que ha sido posible ensayar proporcionan apenas un panorama preliminar respecto a las propiedades físicas y mecánicas. En algunos casos, como en los muros, no se tiene una medida precisa de los espesores de los distintos materiales. También hay cierta imprecisión en las dimensiones de elementos en zonas de difícil acceso.

Imagen 2. Modelo de análisis computacional para estudio de Vulnerabilidad



La causa más frecuente de colapso en las edificaciones, radica en la insuficiencia de resistencia ante carga lateral de los elementos verticales de soporte de la estructura; una configuración inadecuada del sistema estructural produce respuestas desfavorables que generan concentraciones de esfuerzos y posibles fallas locales; por esto se tiene como un requisito necesario para un buen comportamiento sísmico, la distribución suficiente de columnas o muros además de garantizar una rigidez de entrepiso, de tal forma que permita a la estructura soportar los cortantes sísmicos generados.

Para hacer referencia al comportamiento sísmico de la edificación de la Biblioteca Central de las Fuerzas Militares "Tomas Rueda Vargas", deben tenerse en cuenta las características de los materiales empleados para la construcción de los muros de carga, en general estos tienen cierta capacidad frente a acciones de compresión, pero una resistencia muy pequeña a ninguna frente a esfuerzos de tracción. La estructura está concebida para soportar cargas de gravedad básicamente, la forma de los muros es tal que la resultante de fuerzas en cualquier sección está dentro del núcleo central, salvo pequeñas excepciones. Esto significa que no se producen tracciones, que no podrían ser

resistidas con el material empleado. Por otro lado, a pesar de tenerse una estructura de gran peso los esfuerzos de compresión debidos a las cargas de gravedad son moderados y están dentro del límite establecido para este material en los muros de carga. Esto se debe a las dimensiones de los principales elementos estructurales.

La estructura de la Biblioteca no ha sido concebida para soportar sismos importantes. Puede decirse que tiene características opuestas a lo que normalmente se considera adecuado para un buen comportamiento sísmico, mucho peso en proporción a la capacidad resistente, poca ductilidad; no obstante esto, hay algunas características de la estructura que resultan favorables, debe por ejemplo mencionarse la construcción de un entrepiso en placa armada con vigas y viguetas de concreto reforzado, la cual arriostran verticalmente los muros, sin la cual la estructura no hubiera podido soportar sismos de baja a moderada intensidad.

Las acciones sísmicas son intrínsecamente variables. Para eventos de pequeña intensidad puede esperarse que la resultante de fuerzas en una sección cualquiera se desplace ligeramente, manteniéndose toda la sección comprimida, o quizás con tracciones tolerables. Sin embargo, en eventos de mayor intensidad pueden tenerse tracciones importantes. Éstas podrían superar largamente a las compresiones preexistentes debidas a las cargas de gravedad.

Debe reconocerse que una estimación precisa de los esfuerzos en una estructura de este tipo es difícil. Los resultados obtenidos con modelos de comportamiento lineal no pueden suponerse como exactos, pero pueden considerarse como cualitativamente correctos.

El análisis sísmico con el modelo de la estructura indica que el sismo de diseño produciría esfuerzos en la mayoría de los muros muy superiores a la capacidad por flexión actual de estos. Esto ha sido obtenido suponiendo R=1, lo que resulta consistente con la forma de falla frágil esperada.

Del estudio realizado se puede concluir lo siguiente:

La estructura de la edificación de la Biblioteca Central de las Fuerzas Militares "Tomas Rueda Vargas" está concebida para soportar cargas de gravedad. La forma de los muros es tal que la resultante de fuerzas en cualquier sección está dentro del núcleo central. Por ello no se producen tracciones, que no podrían ser resistidas con los materiales empleados.

La mayoría de fisuras encontradas en los muros se deben posiblemente a concentraciones de esfuerzos de tracción, como resultado de acciones sísmicas de baja a moderada intensidad combinadas con los esfuerzos debidos a cargas verticales. Otra posible causa corresponde a asentamientos generados en las esquinas de la edificación, los cuales se conoce han ocasionado anteriormente afectaciones y daños en la estructura.

La estructura de la Biblioteca Central de las Fuerzas Militares "Tomas Rueda Vargas" no es eficiente para soportar acciones de sismo. Éstas son intrínsecamente variables, pudiéndose fácilmente producir tracciones que excederían la poca capacidad de los muros en ladrillo macizo ante tales esfuerzos.

Entre las características desfavorables está la alta razón peso/resistencia (en comparación a otros materiales) y la falta de ductilidad.

Del análisis sísmico lineal y elástico de la estructura analizada, resultan índices de flexibilidad en ambos sentidos menores al límite establecido, esto es común en estructuras cuyo sistema de rigidez corresponde a muros de carga, índices de sobresfuerzo a compresión axial de máximo 0.48 en muros principales inferiores al límite admisible de 1.00; índices de sobresfuerzo a cortante perpendicular al plano de máximo 0.99 en muros principales inferiores al límite admisible de 1.00; índices de sobresfuerzo a cortante paralelo al plano de máximo 0.99 en muros principales inferiores al límite admisible de 1.52 e índices de sobresfuerzo a flexión en muros principales muy superiores al límite admisible de 1.00, para el escenario analizado de movimientos sísmicos para nivel de seguridad limitada (A.10.4.2.2). Lo anterior

suponiendo R=1.00 lo que es acorde con el tipo de material empleado, se tendrían esfuerzos por cargas sísmicas superiores a las capacidades resistentes de los muros.

Las columnas localizadas en la fachada principal que se desarrollan en el primer piso presentan índices de sobreesfuerzo superiores al admisible, las columnas localizadas en el perímetro del patio central presentan índices de sobreesfuerzo superiores al admisible en el segundo nivel. Los elementos tipo viguetas de concreto de la placa de entrepiso presenta índices de sobresfuerzo superiores al admisible por flexión y cortante en la zona de uso estanterías, índices de sobresfuerzo superiores al admisible por flexión en la zona de uso corredores y sala de conferencias e índices de sobresfuerzo menores al admisible en la zona de sala de lectura y oficinas.

Para mejorar el comportamiento del sistema murario ante cargas laterales en edificaciones construidas en muros de ladrillo de arcilla no reforzadas, en el documento "SEISMIC EVALUATION AND RETROFIT OF EXISTING BUILDINGS – ASCE 41" se plantean alternativas de reforzamiento que de acuerdo a las investigaciones y ensayos realizados en diferentes universidades a nivel internacional han arrojado satisfactorios resultados, sin embargo vale la pena aclarar que "las alternativas de rehabilitación propuestas para edificaciones patrimoniales tienen por objetivo disminuir el riesgo sísmico al que están sometidas las edificaciones, se pretende evitar el colapso de la edificación durante el evento sísmico, o en lo posible, retardar dicho colapso para permitir la salida de los ocupantes y evitar con esta la pérdida de vidas humanas. Debe quedar claro que el objetivo de estas medidas de rehabilitación no está centrado en la protección de la propiedad ni en la minimización de los daños, ya que, debido a las características mismas de este tipo de edificaciones, es bastante improbable generar un nivel de seguridad similar al de una edificación nueva", teniendo esto presente las alternativas de reforzamiento son:

APUNTALAMIENTO (temporal o permanente).

ELEMENTOS RIGIDIZANTES (metálicos o de concreto).

RECRECIMIENTO DE SECCIÓN (construcción de mampostería nueva).

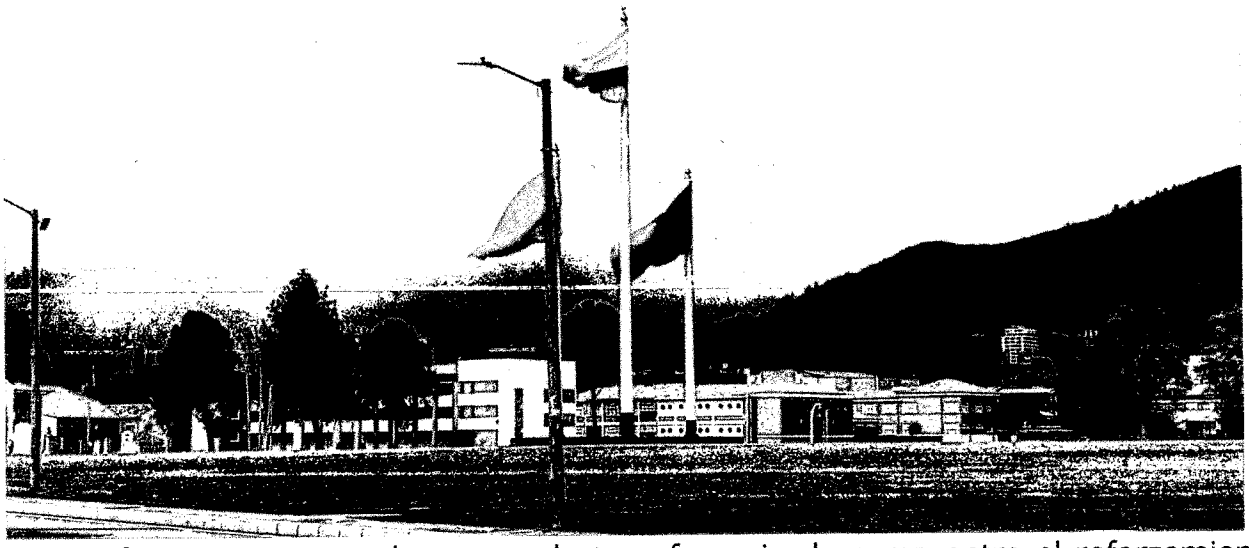
REFORZAMIENTO INTERNO Y/O EXTERNO (Inserción de barras de acero, reforzamiento con platinas).

REVESTIMIENTOS (concreto o mortero reforzado).

SIETEMAS FRP (láminas y/o barras).

De las alternativas planteadas anteriormente se propone la intervención con REFORZAMIENTO INTERNO Y/O EXTERNO mediante la instalación de platinas de acero como refuerzo principal.

A nivel de cimentación se propone la construcción de vigas de amarre en concreto reforzado por ambos lados del muro, y conectadas entre ellas por barras de acero pasantes en el muro, a fin de brindar un mejor confinamiento a los muros existentes y a



su vez funcionen como elementos de transferencia de carga entre el reforzamiento propuesto y el suelo de fundación.

Aspectos Ambientales

Es un terreno plano y seco de buenas condiciones, que se encuentra en medio de una amplia zona verde, lejos de parqueaderos o de ambientes contaminantes, donde los árboles de buen porte se encuentran desplazados de la edificación, es un conjunto urbano edificatorio donde sobresale muchas edificaciones que forman parte de la escuela, todos ellos de muy buena arquitectura

Es un terreno estable con muy buen acceso y que dispone de servicios públicos permanentes, sin embargo, existen cerca la edificación algunos microorganismos y palomas.

Por su clima y tipo de humedad Bogotá es una ciudad considerada adecuada para el almacenamiento de folios dado que su temperatura entre 7° C a 19° C siendo la temperatura promedio alrededor de los 14°C y la humedad alrededor del 60% produce un clima fresco para este tipo de almacenamiento.

Del Archivo Nacional se encuentra en Internet el siguiente comentario:

La humedad relativa indica la cantidad de vapor de agua que se encuentra presente en el aire a una temperatura dada, es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua en un metro cubico de aire, sobre la cantidad de vapor que este volumen de aire puede contener a la misma temperatura estando saturado.

La temperatura, es el nivel de energía cinética asociada con el movimiento de las partículas y que produce la sensación de calor o frío en un sistema.

Estas dos variables están íntimamente relacionadas, la humedad relativa es una función inversa de la temperatura, es decir, cuando una aumenta la otra disminuye y viceversa, dicho de otra forma, a medida que va aumentando la temperatura del aire, éste es capaz de contener más humedad, y a menor temperatura menor es la capacidad del aire para contener vapor de agua.

La estabilidad físico química de los materiales depende en gran medida del comportamiento de estas 2 variables en el entorno en que estos se encuentren.

Algunos de los deterioros asociados con esta problemática se deben a los movimientos de contracción y dilatación que sufren los materiales, en respuesta a las fluctuaciones que puedan presentar estas condiciones, lo que ocasiona en los bienes documentales, deformaciones, roturas, oxidación y corrosión, así como también son responsables de la proliferación de organismos vivos causantes del biodeterioro. El comportamiento de la humedad relativa y la temperatura en un espacio dado, está restringido por factores como, los materiales de construcción de la edificación, la ventilación, la proximidad a

fuentes de calor, los sistemas de iluminación tanto, natural como artificial, la vegetación circundante y la existencia de aire acondicionado, entre otros.

El contenido de humedad en un espacio se puede incrementar por la presencia de goteras, filtraciones, inundaciones y el intercambio de aire que se produce con la respiración y transpiración de las personas, estas alteraciones en la humedad del ambiente repercuten de manera directa en el comportamiento de los materiales orgánicos que, al ser higroscópicos, intercambian humedad con el ambiente (absorben y liberan), modificando su contenido de humedad de equilibrio, situación que genera cambios en la estructura interna de los materiales y sus consecuentes deterioros. Al final este estudio presenta un os cuadros gráficos en lo que de acuerdo a ellos De acuerdo a lo anterior, tenemos:

Valor máximo de Hr = 63.1%

Valor mínimo de Hr = 58.5%

Fluctuación diaria de Hr = 63.1 – 58.5 = 4.6%

Valor máximo de T = 18.6°C

Valor mínimo de T = 18.5%

Fluctuación diaria de T = 0.1°C.

Estas fluctuaciones no sobrepasan los valores aceptados en el Acuerdo 049 de 2000, si graficamos los datos de la tabla vemos que su comportamiento es muy lineal.

Martha Luz

Por todo lo anterior, es necesario que se realice el registro y control de estas variables, teniendo en cuenta los rangos y la variación permitida para los diferentes soportes documentales, según la normatividad archivística, ver Acuerdo AGN-049/2000, donde se establecen los valores de fluctuación diaria permitida, como 5% en la humedad relativa y 4°C para la temperatura. Estas fluctuaciones diarias se refieren a la diferencia entre los valores máximo y mínimo de los registros diarios, no exceder estos valores garantiza la estabilidad en las condiciones durante el día, evitando que se presenten sobre la temperatura y la humedad ideal para el archivo de folios hemos encontrado de acuerdo a diversas fuentes que estas van desde 14°C a 20°C y la humedad de 50% a

60% .Temperatura y humedad ideal para el archivo de folios, donde es crucial mantener algunas condiciones lo más estables posible, evitando fluctuaciones bruscas de allí que en resumen se recomienda

- Temperatura: Temperaturas más bajas (dentro del rango ideal) desaceleran el deterioro químico del papel y la actividad de los insectos. Sin embargo, se debe evitar el frío extremo para que el papel no se vuelva quebradizo.
- Humedad relativa (HR):
    - Alta humedad: Si la HR es superior al 60%, puede provocar el crecimiento de moho, el aumento de la acidez del papel y la actividad de insectos.
    - Baja humedad: Si la HR es demasiado baja (por debajo del 15%), el papel puede secarse y volverse quebradizo.
- Factores ambientales adicionales:
    - Luz: Almacene los documentos en un lugar oscuro, ya que la luz ultravioleta (UV) de la luz solar y las lámparas fluorescentes puede dañar y decolorar el papel.
    - Ventilación: Asegure una ventilación adecuada en el espacio de almacenamiento para evitar la acumulación de contaminantes nocivos.
    - Ubicación: Guarde los folios lejos de fuentes de calor, ventanas y paredes exteriores que puedan causar cambios de temperatura, y evite los sótanos o garajes propensos a la humedad.
- Monitoreo: Utilice un higrómetro para controlar sistemáticamente la temperatura y la humedad en el área de almacenamiento.
- Material de almacenamiento:
    - Guarde los documentos en cajas o carpetas sin ácido (de calidad de archivo) para prevenir interacciones químicas que puedan degradar el papel con el tiempo.
    - No use sobres de plástico o de papel con adhesivos.
- Mantenimiento: Mantenga el área limpia para reducir el riesgo de plagas y polvo.

La edificación debe tener un control de humedades y para ello sobre el costado suroccidental se construyó hace un tiempo un filtro francés. Y de acuerdo a nuestra propuesta no se incluyó la rehabilitación del espejo de agua, hoy sin funcionamiento y mas bien se provee en este espacio desarrollar una propuesta paisajística seca en donde las especies de jardín permanezcan en tiestos en el cual se puedan controlar. Al igual la fuente de agua interior se elimina y allí se crea una sala de recibo, de reunión o de lectura que además sirva de vestíbulo a los demás espacios en especial al auditorio o lugar de audiovisuales. Se provee mantener la iluminación, pero se propone el cambio de los vidrios de las ventanas de los costados donde los rayos solares son mas fuertes por vidrio que no permitan el paso de los rayos ultravioletas

La ampliación del área de archivo es fundamental pues estos están en crecimiento constante por lo cual se propone que el espacio donde se encuentran las oficinas del Datra sean para la ampliación futura de los mismos y dado que se ha de realizar un reforzamiento estructural este debe incluir la placa de este espacio

CRITERIOS DE INTERVENCION

Uso actual del inmueble: Archivo Histórico del Ejército Colombiano y Biblioteca especializada de asuntos militares

Funciones. Administrar – Organizar – Almacenar y Conservar

Causa de la intervención:

1.- Estructurales

a.- Reforzamiento Estructural. - Cumplimiento de Norma NRS 10

b.- Cambio de Cubierta. - Mal estado y mal diseño actual

2.- Adecuación a Normativa

Tipo de intervención:

Reforzamiento estructural – Adecuación Funcional (Modernización)

Criterios de Diseño:

Constructivas, Reforzamiento y cambio de cubierta

Estrategias: Cambios Operativos - Conservación de archivos - Mobiliario – Control y confort

Espacios Mínimos.

Espacios para archivos Administración - Audiovisuales – Cuartos electrónicos Servicios Complementarios (Baños etc.)

Áreas:

1. Exteriores
2. De Atención
3. De Oferta Cultural (Sala)
4. Administrativa
5. Almacenamiento (Archivos)
6. Servicios Generales (Baños – Limpieza – Cafetería – Deposito de insumos)
7. Cuarto Técnico para la restauración y conservación de libros y archivos

Marco Normativo

Ley 594 de 2000 Ley general de Archivos

Norma Técnica Colombiana NTC 5029 del 2001 Medición de Archivos

Norma Técnica Colombiana NTC 5921 del 2018 Requisitos para el almacenamiento de Archivos

Norma Técnica Colombiana NTC 6250 de 2017 Planeamiento y diseño de infraestructuras destinadas al desarrollo de actividades culturales

Resolución 2254 de 2017

Aspectos Técnicos

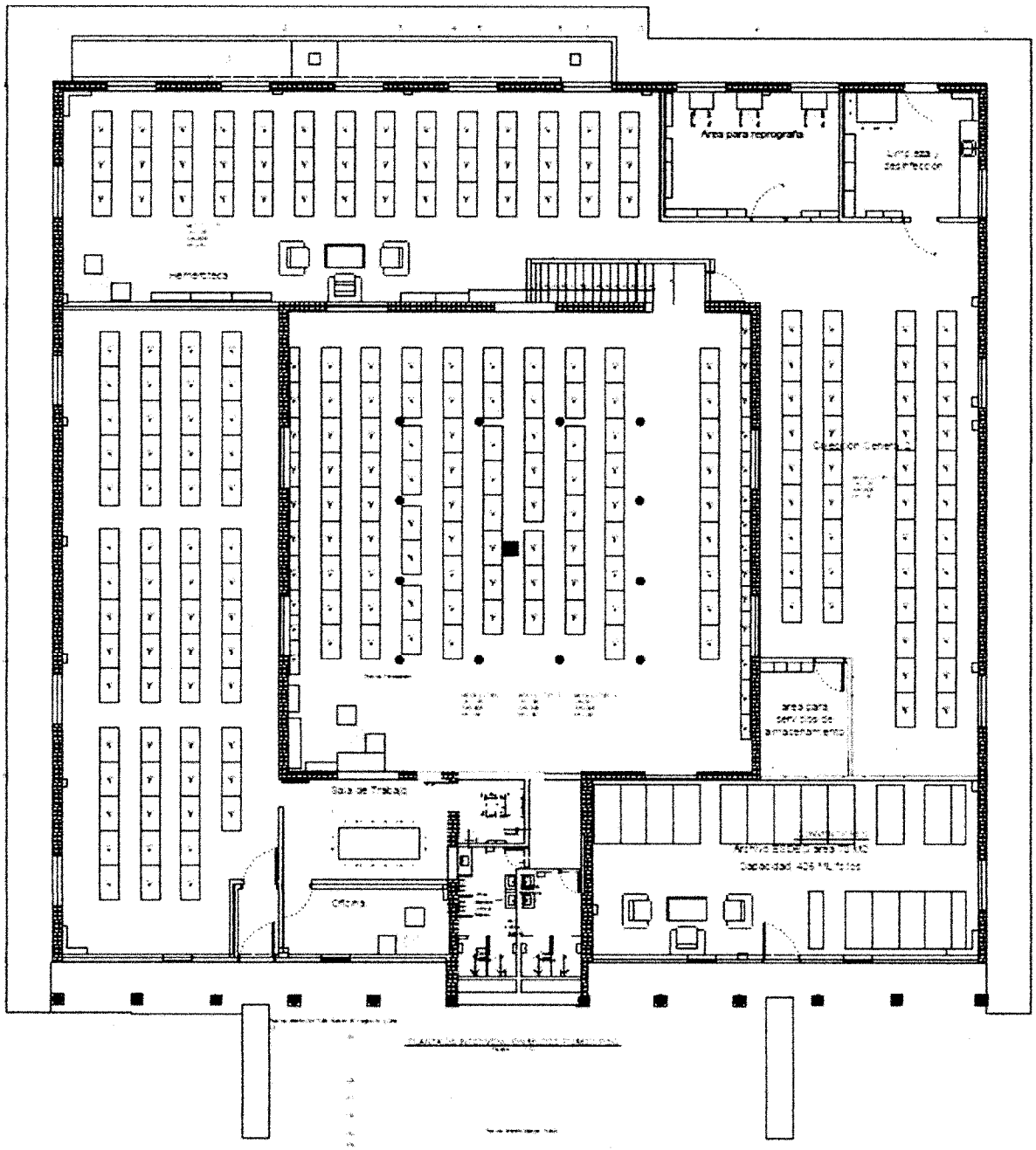
La edificación actual tiene 1.800 M2 y el actual archivo tiene un aproximado de 50.000 libros correspondiente a 42.000 ML de folios, pero ha de llegar a 45.000 ML de acuerdo a eso, el área actual es inferior en capacidad pues, teniendo como referencia que un 1 M2 equivale a 5.8 ML se requerirían para archivo 7.758 M2. Pero, se trata de una Adecuación Funcional que a la presente ha funcionado de acuerdo a los usuarios bastante bien

El propósito de la restauración del conjunto, es de alguna manera simplista, no involucra cambios drásticos en la concepción inicial del proyecto desde el punto de vista constructivo. Conserva la arquitectura tal cual se heredó, asociada a la identidad del barrio y de los edificios que allí interactúan.

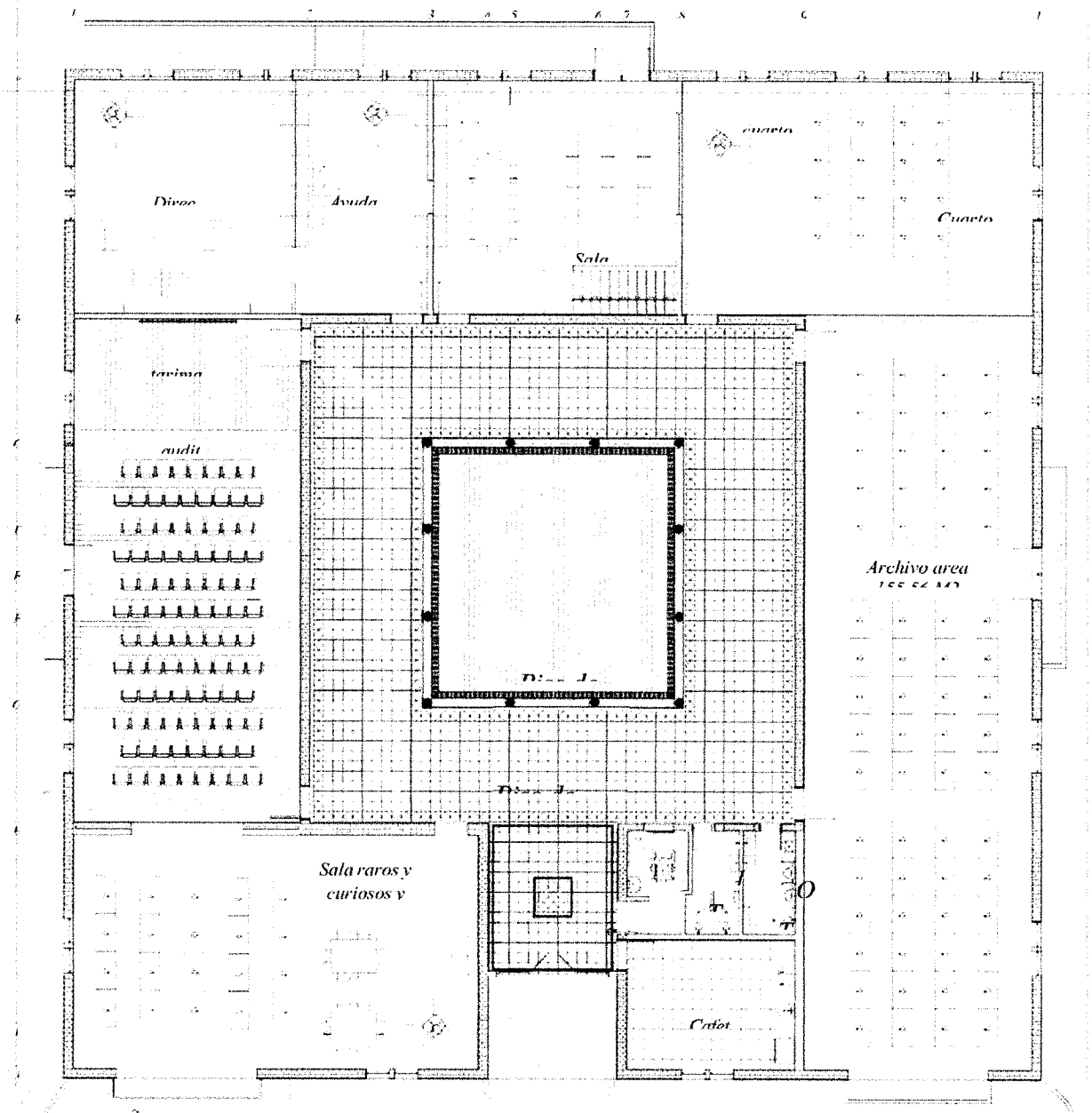
Hay un reforzamiento estructural apostado de ley, que la preservará ante eventuales siniestros, hay también una adecuación funcional relacionada al planeamiento de administrar, organizar, almacenar y conservar archivos y libros

El proyecto abarca las instalaciones y ambientes que intervienen en materia de arquitectura, de seguridad y accesibilidad, en un tratamiento normal de restaurar o reparar las patologías existentes en este inmueble a fin de preservarlo

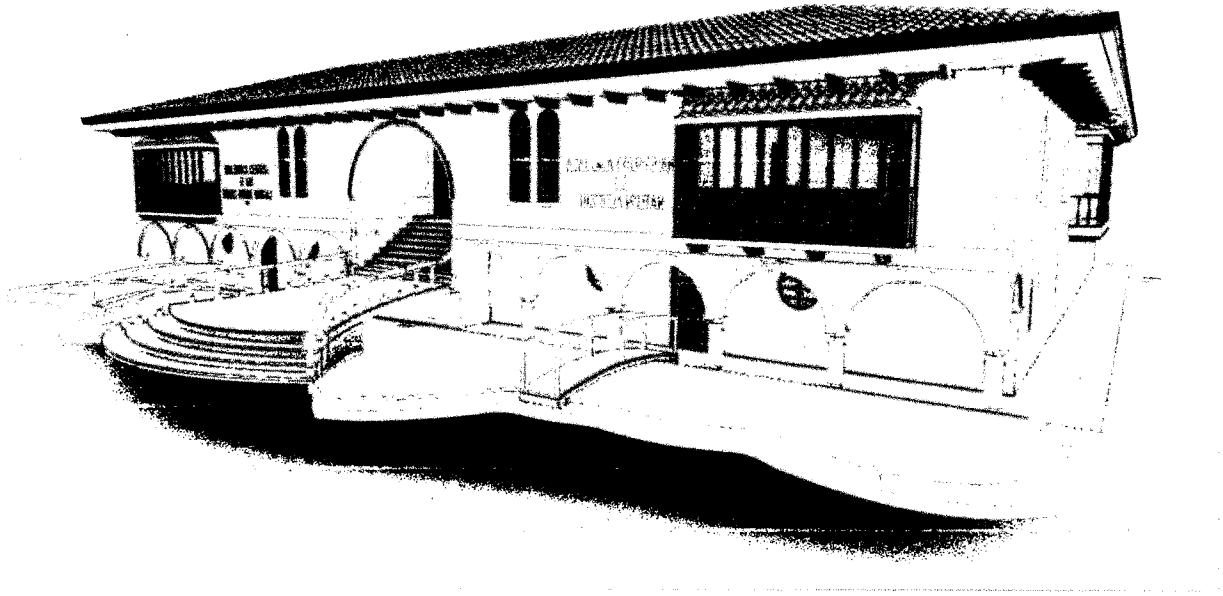
CONSORCIO DISEÑOS BIBLIOTECA



① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫



PLANTA DE INTERVENCIÓN MUROS Y



17 CONCLUSIONES

El propósito de esta restauración, es de alguna manera simplista, no involucra cambios drásticos en la concepción inicial del proyecto desde el punto de vista constructivo. Conserva la arquitectura tal cual se heredó, asociada a la identidad que posee como parte de los edificios que allí interactúan.

Hay un reforzamiento estructural emplazado de ley, que la preservará ante eventuales siniestros, hay también una adecuación funcional relacionada al planeamiento de su función de administrar organizar, almacenar y conservar los archivos y libros existentes y los que siempre están llegando, de allí que el reforzamiento estructural sea para todos los espacios

El proyecto abarca las instalaciones y ambientes que intervienen en materia de arquitectura, de seguridad y accesibilidad, donde los usos hacen que los verdaderos protagonistas la custodia de los libros

El edificio, con su brillo palaciego es una pieza arquitectónica que en su interiorismo expresa un tratamiento simétrico que reparte de manera ordenada en cada ala, los lugares para las salas de archivo o lugares de reunión

Acondicionar las áreas externas es un trabajo donde se mantiene el paisaje, y dado que la fuente y el espejo de agua dejaron de funcionar hace tiempo y no son adecuados por el riesgo de humedades

Lo mismo al interior se proyecta la desaparición de la fuente, no original del edificio y en su lugar se presenta la posibilidad de una sala de recibo y lectura de cumplimiento normativo en este tipo de espacios de libros y folios de archivo, hay que tener en cuenta, que este no es un lugar público, pues su acceso por razones de seguridad es restringido, a investigadores o miembros de la milicia

CREDITOS

CONTRATANTE MINISTERIO DE DEFENSA – COMANDO GENERAL DE LA FUERZAS MILITARES – ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA - DEPARTAMENTO

CONTRATISTA. CONSORCIO DIOSEÑOS BIBLIOTECA

REPRESENTANTE LEGAL	ARQ. EDGARDO BASSI BURGOS
DIRECTOR	ING MARTIN A RESTREPO A
ARQ RESTAURADOR	EDGARDO BASSI BURGOS
SUPERVISION	MY ING ADRIANA VARGAS AGUILAR
COORDINADOR	ING EDGARDO BASSI BURITICA
INGENIERO ESTRUCTURAL	ING. ALEX GOMEZ CASSAB
INGENIERIA HIDRAULICA	ING. IVONNE C ZABALA
INGENIERIA ELECTRICA	ING. GERMAN NIVIA
COLABORADORES	
TOPOGRAFO	ING ALVARO GUTIERREZ
ING GEOTECNIA	ING JAVIER H MARTINEZ
ING FORESTAL	IVAN DARIO RIVERA
ING FORESTAL	JUAN FELIPE SOLORZANO
ING PATOLOGO	ROBINSON ARLEY ROJAS
ARQUITECTO BIM	JOSE MIGUEL JIMENEZ
ARQ CORRDINADOR	DANIEL ARRAZOLA



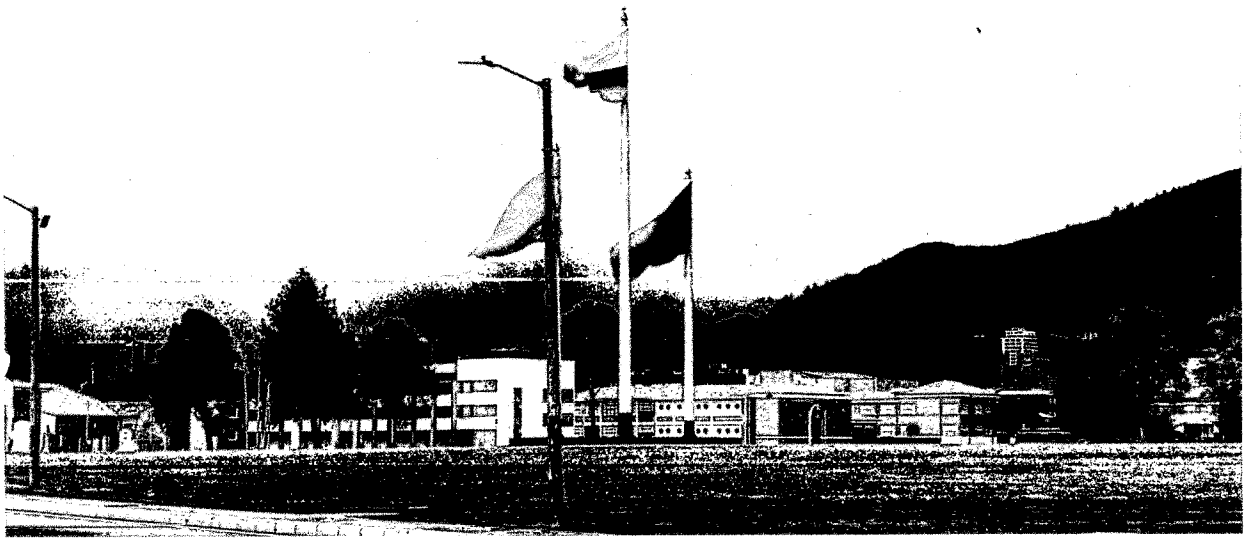
EDGARDO BASSI BURGOS

Representante Legal

Aspectos Ambientales

Es un terreno plano y seco de buenas condiciones, estable con muy buen acceso y disposición de servicios públicos permanentes, que se encuentra en medio de una amplia zona verde, lejos de parqueaderos o de ambientes contaminantes, donde los árboles de buen porte se encuentran desplazados de la edificación, es un conjunto urbano edificatorio donde sobresale muchas edificaciones que forman parte de la escuela, todos ellos de muy buena arquitectura

Por su clima y tipo de humedad Bogotá es una ciudad considerada adecuada para el almacenamiento de folios dado que su temperatura entre 7° C a 19° C siendo la temperatura promedio alrededor de los 14°C y la humedad alrededor del 60% produce un clima fresco para este tipo de almacenamiento.



Del Archivo Nacional se encuentra en Internet el siguiente comentario:

La humedad relativa indica la cantidad de vapor de agua que se encuentra presente en el aire a una temperatura dada, es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua en un metro cubico de aire, sobre la cantidad de vapor que este volumen de aire puede contener a la misma temperatura estando saturado.

La temperatura, es el nivel de energía cinética asociada con el movimiento de las partículas y que produce la sensación de calor o frío en un sistema.

Estas dos variables están íntimamente relacionadas, la humedad relativa es una función inversa de la temperatura, es decir, cuando una aumenta la otra disminuye y viceversa, dicho de otra forma, a medida que va aumentando la temperatura del aire, éste es capaz de contener más humedad, y a menor temperatura menor es la capacidad del aire para contener vapor de agua.

La estabilidad físico química de los materiales depende en gran medida del comportamiento de estas 2 variables en el entorno en que estos se encuentren. Algunos de los deterioros asociados con esta problemática se deben a los movimientos de contracción y dilatación que sufren los materiales, en respuesta a las fluctuaciones que puedan presentar estas condiciones, lo que ocasiona en los bienes documentales, deformaciones, roturas, oxidación y corrosión, así como también son responsables de la proliferación de organismos vivos causantes del biodeterioro. El comportamiento de la humedad relativa y la temperatura en un espacio dado, está restringido por factores como, los materiales de construcción de la edificación, la ventilación, la proximidad a fuentes de calor, los sistemas de iluminación tanto, natural como artificial, la vegetación circundante y la existencia de aire acondicionado, entre otros.

El contenido de humedad en un espacio se puede incrementar por la presencia de goteras, filtraciones, inundaciones y el intercambio de aire que se produce con la respiración y transpiración de las personas, estas alteraciones en la humedad del ambiente repercuten de manera directa en el comportamiento de los materiales orgánicos que, al ser higroscópicos, intercambian humedad con el ambiente (absorben y liberan), modificando su contenido de humedad de equilibrio, situación que genera cambios en la estructura interna de los materiales y sus consecuentes deterioros. Al final este estudio presenta unos cuadros gráficos en lo que, de acuerdo a ellos De acuerdo a lo anterior, tenemos:

Valor máximo de Hr = 63.1%

Valor mínimo de Hr = 58.5%

Fluctuación diaria de Hr = 63.1 – 58.5 = 4.6%

Valor máximo de T = 18.6°C

Valor mínimo de T = 18.5%

Fluctuación diaria de T = 0.1°C.

Estas fluctuaciones no sobrepasan los valores aceptados en el Acuerdo 049 de 2000, si

graficamos los datos de la tabla vemos que su comportamiento es muy lineal.

Por todo lo anterior, es necesario que se realice el registro y control de estas variables, teniendo en cuenta los rangos y la variación permitida para los diferentes soportes documentales, según la normatividad archivística, ver Acuerdo AGN-049/2000, donde se establecen los valores de fluctuación diaria permitida, como 5% en la humedad relativa y 4°C para la temperatura. Estas fluctuaciones diarias se refieren a la diferencia entre los valores máximo y mínimo de los registros diarios, no exceder estos valores garantiza la estabilidad en las condiciones durante el día, evitando que se presenten sobre la temperatura y la humedad ideal para el archivo de folios hemos encontrado de acuerdo a diversas fuentes que estas van desde 14°C a 20°C y la humedad de 50% a 60% Temperatura y humedad ideal para el archivo de folios, donde es crucial mantener algunas condiciones lo más estables posible, evitando fluctuaciones bruscas de allí que en resumen se recomienda

- Temperatura: Temperaturas más bajas (dentro del rango ideal) desaceleran el deterioro químico del papel y la actividad de los insectos. Sin embargo, se debe evitar el frío extremo para que el papel no se vuelva quebradizo.
- Humedad relativa (HR):
    - Alta humedad: Si la HR es superior al 60%, puede provocar el crecimiento de moho, el aumento de la acidez del papel y la actividad de insectos.
    - Baja humedad: Si la HR es demasiado baja (por debajo del 15%), el papel puede secarse y volverse quebradizo.
- Factores ambientales adicionales:
    - Luz: Almacene los documentos en un lugar oscuro, ya que la luz ultravioleta (UV) de la luz solar y las lámparas fluorescentes puede dañar y decolorar el papel.

    - Ventilación: Asegure una ventilación adecuada en el espacio de almacenamiento para evitar la acumulación de contaminantes nocivos.
    - Ubicación: Guarde los folios lejos de fuentes de calor, ventanas y paredes exteriores que puedan causar cambios de temperatura, y evite los sótanos o garajes propensos a la humedad.
- Monitoreo: Utilice un higrómetro para controlar sistemáticamente la temperatura y la humedad en el área de almacenamiento.
- Material de almacenamiento:
    - Guarde los documentos en cajas o carpetas sin ácido (de calidad de archivo) para prevenir interacciones químicas que puedan degradar el papel con el tiempo.
    - No use sobres de plástico o de papel con adhesivos.
- Mantenimiento: Mantenga el área limpia para reducir el riesgo de plagas y polvo.

En conclusión, debido al a la temperatura y la humedad de Bogotá, con sus fluctuaciones, no se requieren de equipos especiales de control de estos, es necesario si guardar las recomendaciones y controlar los rayos ultravioletas con vidrios especiales, al igual no recostar los folios sobre las paredes exteriores que reciben de manera directa los rayos solares. Retirar elementos que produzcan humedades o que alteren la temperatura interna del edificio, caso de la fuente y el espejo de agua

La edificación debe tener un control de humedades y para ello sobre el costado suroccidental se construyó hace un tiempo un filtro francés. Y de acuerdo a nuestra propuesta no se incluyó la rehabilitación del espejo de agua, hoy sin funcionamiento y más bien se provee en este espacio desarrollar una propuesta paisajística seca en donde las especies de jardín permanezcan en tiestos en el cual se puedan controlar. Al igual la fuente de agua interior se elimina y allí se crea una sala de recibo, de reunión o de lectura que además sirva de vestíbulo a los demás espacios en especial al auditorio o lugar de audiovisuales. Se provee mantener la iluminación, pero se propone el cambio de los vidrios de las ventanas de los costados donde los rayos solares son más fuertes por vidrio que no permitan el paso de los rayos ultravioletas

Anexo

La Norma ISO 11799: Requisitos para el Almacenamiento de Colecciones

La norma de referencia para el control de temperatura (y humedad relativa) en bibliotecas y archivos es la **ISO 11799:2015 - "Información y documentación - Requisitos para el almacenamiento de documentación archivística y de biblioteca".**

Esta norma establece las condiciones físicas que deben mantenerse para garantizar la preservación a largo plazo de los materiales de bibliotecas y archivos, independientemente del soporte (papel, película, medios magnéticos, etc.).

Requisitos Específicos de Temperatura según ISO 11799

La norma no da un único valor mágico, sino **rangos específicos** según el tipo de materiai que se esté aimacenando. Ei pnndpio fundamental es: **cuanto más baja y estable sea la temperatura, más se ralentiza el deterioro de los materiales.**

1. Para Materiales de Archivo y Bibliográficos de Larga Preservación (papel, pergaminos, etc.)

- **Temperatura: $ 18 °C** (grados Celsius)
- **Humedad Relativa (HR):** 40% - 50%
- **Fluctuación permitida** (±): ± 2 °C y± 5% HR
- **Razón:** Temperaturas bajas y estables ralentizan enormemente las reacciones químicas de degradación del papel (como la hidrólisis y la oxidación) que causen amarillamiento y fragilidad.

2. Para Materiales Audiovisuales y Fotográficos (soportes magnéticos, películas, fotografías)

Estos materiales son aún más sensibles y requieren condiciones más frías y secas.

Temperatura: Puede variar según el tipo específico, pero en general se recomiendan temperaturas entre **2 °C y 8 °C** para medios magnéticos y películas

en color, e incluso **-18 °C** para el almacenamiento criogénico de materiales de máximo valor en riesgo.

- **Humedad Relativa (HR):** 30% - 40% (a veces menor para almacenamiento en frío).
- **Razón:** El calor acelica la degradación de las emulsiones, el "síndrome del vinagre" en acetatos, y la pé1·dida de información en cintas magnéticas.

3. Para Áreas de Lectura y Consulta Pública

Las condiciones en las salas donde están los usuarios son ligeramente más flexibles para garantizar su comodidad, pero deben seguir siendo controladas.

- **Temperatura: 18 °C - 22 °C**
- **Humedad Relativa (HR):** 40% - 55%
- **Razón:** Busca un equilibrio entre el bienestar de los usuarios y la protección de los materiales que se sacan temporalmente de las áreas de almacenamiento óptimo.

¿Por qué es tan importante el control de la temperatura?

1. **Ralentiza la degradación química:** Por cada descenso de 5 °C, se duplica la vida útil del papel. Una temperatura estable evita ciclos de expansión y contracción de los materiales.

Carrera 4 No. 23-53 Oficina 402
Teléfonos: Fijo 601 928 5413 Cel. 313 2299523
Correo edgardobassi@yahoo.es

2. **Previene el daño biológico:** Las temperaturas altas Uunto con alta humedad) favorecen el crecimiento de **hongos y múho,** que manchan y destruyen los documentos.
3. **Disuade a plagas:** Insectos como los pececillos de plata y las termitas proliferan en ambientes cálidos.

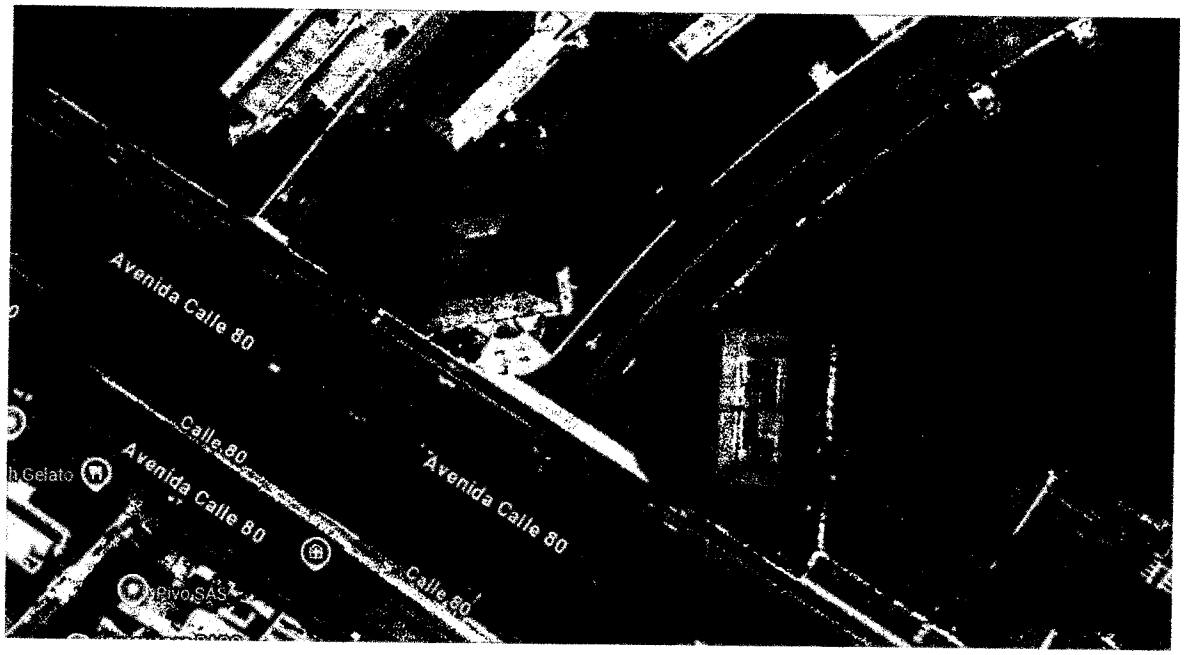


Edgardo Bassi Burgos

Representante Legal

Carrera 4 No. 23-53 Oficina 402
Teléfonos: Fijo 601 928 5413 Cel. 313 2299523
Correo edgardobassi@yahoo.es

CONSULTORÍA HIDRÁULICA, SANITARIA, PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO. PARA EL EDIFICIO "BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FUERZAS MILITARES TOMAS RUEDA VARGAS" DE LA ESCUELA MILITAR DE CADETES "JOSE MARIA CORDOBA" CALLE 80 N° 38-00 - BOGOTA



INFORME TÉCNICO DEL DISEÑO HIDROSANITARIO Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO.

Bogotá D.C, NOVIEMBRE 02 2025

Tabla de contenido

Tabla de contenido 2
1. INTRODUCCIÓN 6
1.1 Descripción y Localización del Proyecto 6
2. OBJETIVOS 7
Objetivo General 7
Objetivos Específicos 7
3. DISEÑO RED DE SUMINISTRO AGUA POTABLE 8
3.1. Descripción del Diseño de Red de Suministro. 8
3.2. Criterios de diseño red de suministro agua potable 8
3.3. Acometida. 13
3.4. Volumen del Tanque de Reserva Agua Potable, Agua Cruda 14
3.4.1. Dimensionamiento de los Tanques almacenamiento Agua Potable y Agua contra incendio 14
3.5. Equipos de Bombeo. 15
3.5.1. Equipo de Bombeo Agua Potable 15
3.6. Calculo de la red de Suministro a Presión Agua Potable. 18
3.6.1. Demandas 18
3.6.2. Caudal 19
3.6.3. Presión en Punto Crítico Agua Potable 20
4. DISEÑO RED DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO 22
4.1. Descripción del Diseño de Red de Protección contra Incendio 22
4.2. Sistema MSPU (unidades de bombas modulares para rociadores) escogido para el proyecto en mención. 25
4.2.1 Generalidades del sistema 25
4.2.1 Operación del sistema 25
4.3. Criterios de diseño Red de Protección contra Incendio **¡Error! Marcador no definido.**
4.3.1. Clasificación del riesgo en las ocupaciones ..... **¡Error! Marcador no definido.**
4.3.2. Determinación del riesgo en las ocupaciones 26
4.3.3. Clasificación de las ocupaciones según norma NFPA 750 26
4.3.4. Escogencia del sistema 27
4.4. Dimensionamiento del tanque de Red contra incendios 27

4.4.1. Equipo de Bombeo Red de Protección contra Incendio....27
4.5. Sistema de Gabinetes 29
4.6. Sistema de Rociadores....31
4.7. Plan de Mantenimiento Preventivo y Pruebas del Sistema de protección contra Incendio. 34
4.7.1. Plan de Mantenimiento Tanque Bajo de la Red de protección contra incendio 34
4.7.2. Plan de Mantenimiento de los equipo de bombeo 334
4.7.3. Plan de Mantenimiento del Sistema de Columna Agua y Mangueras 35
4.7.4. Plan de Mantenimiento del Sistema de Rociadores Automáticos..... 35
5. DISEÑO RED DE DESAGUES AGUAS RESIDUALES 37
5.1. Descripción del Diseño de Red de Desagües aguas Residuales. 37
5.2. Criterios de diseño red de Desagües....37
5.2.1. Determinación de Diámetros....37
5.2.2. Estimación de Caudales....37
5.2.3. Coeficiente de Manning....38
5.3. Calculo de red de Desagües....38
5.3.1. Dimensionamiento de las Bajantes 39
5.3.2. Dimensionamiento de Colectores Finales de Aguas Residuales. 39
5.3.3. Equipo Eyector Bombeo de Aguas de lavado y rebose del tanque....39
5.4. Dimensionamiento de Colectores Finales de Aguas Residuales....411
6. DISEÑO RED DE DESAGÜES AGUAS LLUVIAS 43
6.1. Descripción del Diseño de Red de Aguas Lluvias 43
6.2. Criterios de diseño red de Aguas Lluvias....4343
6.2.1. Determinación de Diámetros....44
6.2.2. Estimación de Caudales....44
6.2.3. Tiempo de Recorrido o de Concentración 444
6.2.4. Coeficiente de Escorrentía 444
6.2.5. Coeficiente de Manning....445
6.3. Calculo de red Aguas Lluvias 445
6.4. Áreas de Drenaje....45
6.5. Diámetros de los Colectores Horizontales Cubierta Exteriores 45
7. BIBLIOGRAFIA.... 48

Listado de Tablas

Tabla 1. Instalaciones Mínimas de Fontanería..... 9
Tabla 2. Evaluación del Consumo..... 11
Tabla 3. Caudales y Presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios..... 12
Tabla 4. Características de la Acometida..... 13
Tabla 5. Volumen Tanque de almacenamiento Agua Potable..... 14
Tabla 6. Volumen Tanque de almacenamiento Agua contra incendio..... 14
Tabla 7 Características del Equipo de bombeo Agua Potable 16
Tabla 8 Consumo diario del proyecto..... 18
Tabla 9. Clasificación de las ocupaciones según norma NFPA.....26
Tabla 10. Dimensionamiento Tanque de almacenamiento Agua Incendio 273
Tabla 11. Volumen Tanque de almacenamiento Incendio..... 273
Tabla 12. Características del Equipo de bombeo Incendio 293
Tabla 13. Espaciamiento de rociadores.....32
Tabla 14.. Rangos de Temperatura, clasificación de temperatura y código de color_ 29
Tabla 15. Resumen inspección, pruebas y mantenimiento del Tanque..... 29
Tabla 16. Resumen inspección, de los equipo de Bombeo..... 34
Tabla 17. Resumen inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de columna y mangueras..... 355
Tabla 18. Resumen inspección, prueba y mantenimiento de rociadores automáticos.....35
Tabla 19. Carga máxima de unidades de Hunter y Longitudes máximas de tubería..... 388
Tabla 20. Características del Equipo eyector..... 399
Tabla 21. Diseño Redes de Alcantarillado 41
Tabla 22. Coeficiente de Escorrentía Según el Terreno..... 44
Tabla 23. Diseño Redes de Alcantarillado Pluvial 471

Listado de gráficos

Grafico 1 Localización..... 6
Grafico 2 Esquema de Tanques de Almacenamiento 15
Grafico 7 curva de Demanda – Grafica de Hunter 19
Grafico 8 Detalle Baños P.2° suministro agua potable 212
Grafico 9. Tamaño de gotas del sistema de agua ebulizada.....23
Grafico 10. Distribución del tamaño de una gota según NFPA 750.....23
Grafico 11. Acción de agua nebulizada sobre el fuego.....24
Grafico 12. Esquema de conexión equipo de presión agua nebulizada.....28
Grafico 13 Detalle de Gabinetes Red contra incendio LF-300..... 30
Grafico 14. Detalle del rociador 33
Grafico 15 Detalle de Red Protección Contra Incendio..... 36
Grafico 16 Detalle Pozo Eyecto 40
Grafico 17 Detalle de Redes de Desagües Baños Piso 1 42
Grafico 18 Detalle de Redes de Aguas Lluvias en Cubierta 44

..... 46

1. INTRODUCCIÓN

El CONSORCIO DISEÑOS BIBLIOTECA ha contratado a la ING. DORIS XIOMARA CASTAÑEDA. Para realizar los estudios y diseños de las redes Hidráulicas, sanitarias y de protección contra incendio del proyecto "BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FUERZAS MILITARES TOMAS RUEDA VARGAS", de la Ciudad de Bogotá en el departamento de Cundinamarca.

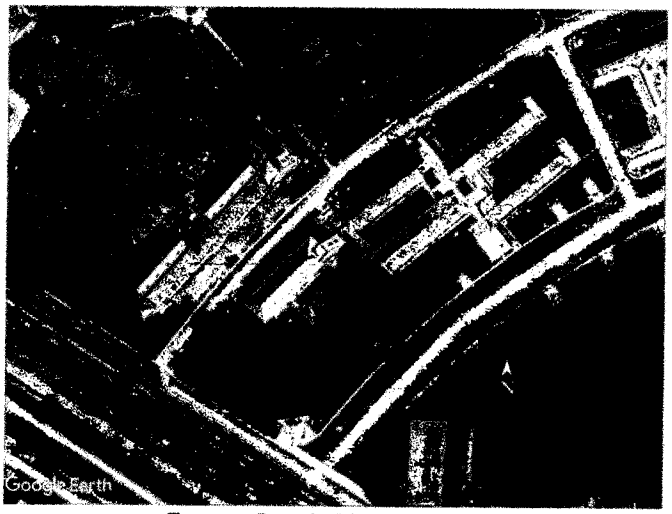
Los estudios y diseños se adelantaron de acuerdo con los lineamientos establecidos en: Código Colombiano de Fontanería NTC 1500 ICONTEC; Decreto 3102 de 1997 instalación de equipos, sistemas e implementación de bajos consumo de agua ministerio de desarrollo económico.

El presente informe señala las actividades desarrolladas por el consultor, durante el tiempo de ejecución del contrato, para la elaboración del proyecto de Instalaciones Hidrosanitarias y protección contra incendio del proyecto del "BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FUERZAS MILITARES TOMAS RUEDA VARGAS", ubicado en la ciudad de Bogotá, del departamento de Cundinamarca.

1.1 Descripción y Localización del Proyecto

La zona de estudio se encuentra dentro de la ESCUELA MILITAR DE CADETES JOSE MARIA CORDOBA área urbana del Municipio de Bogotá, del departamento Cundinamarca, dirección, Calle 80 # 38-00, localidad de Barrios Unidos, zona 2, con coordenadas geográficas aproximadas en el centro del área: 603017.36 m E 517041.17 m N.

Grafico 1 Localización



Fuente: Google Maps – autor.

2. OBJETIVOS

Se presentan aquí los objetivos del diseño de las redes del proyecto, los objetivos son tanto de carácter general como específico:

Objetivo General

Diseñar las redes hidráulicas, sanitarias y protección contra incendio del la "BIBLIOTECA CENTAL DE LAS FUERZAS MILITARES TOMAS RUEDA VARGAS" optimizando las rutas de las tuberías, que permitan generar una propuesta económica viable para su construcción.

Objetivos Específicos

- Diseño de las redes hidráulicas, sanitarias, de protección contra incendio en concordancia con las necesidades arquitectónicas y de funcionamiento previstas.
- Diseño de las rutas óptimas para la conducción del agua potable, de las aguas residuales, de las aguas lluvias e incendio.
- Identificación y selección de tuberías, diámetros, longitudes y materiales, más acordes al tipo de uso del proyecto.
- Verificación de la capacidad de redes y equipos para el uso de la edificación.
- Calculo de equipos, válvulas y accesorios complementarios para el diseño de las redes hidráulicas e incendio.
- Elaboración de cantidades de materiales de las obras hidráulicas necesarias para que el edificio entre en funcionamiento.
- Elaboración de las especificaciones técnicas de cada uno de los elementos constitutivos del proyecto hidrosanitario.
- Elaboración de planos de diseño, conjunto con planos de detalles.

3. DISEÑO RED DE SUMINISTRO AGUA POTABLE

3.1. Descripción del Diseño de Red de Suministro.

El sistema de suministro del proyecto se abastecerá por la red de acueducto interna de 2" PVCP existente, mediante una acometida de diámetro 1" hasta el tanque bajo. Se dividirá en dos para que una abastece el tanque de agua potable y la otra a la red contra incendio, esta red tendrá un cuarto de equipos que contara con un sistema de bombeo de velocidad variable, el primer sistema de conexión directa de la red interna existente, es el que llevará el agua potable hasta los lavamanos, lavaplatos, inodoros y orinales del proyecto; el segundo sistema es el de bombeo para la protección contra incendio y provee el agua a la red de tuberías destinadas para tal fin. El sistema de agua potable tendrá un bypass de la red de acueducto en tubería de 1", para el llenado del tanque de agua.

El sistema de distribución de agua fría comprende:

- Acometida desde el acueducto privado
- Suministro por presión de la red de agua Potable
- Suministro por bombeo de agua de red de protección contra incendio.

3.2. Criterios de diseño red de suministro agua potable

- Todas las edificaciones deben estar dotadas de un sistema de suministro de agua potable que no ofrezca peligro de contaminación.

- Todos los aparatos, equipos, sistemas y accesorios deben cumplir los requisitos de bajo consumo de agua, conforme a lo establecido en la Ley 373 de 1997 y su decreto reglamentario 3102 de 1997.

- Los volúmenes de descarga para los aparatos de bajo consumo de agua deben estar de acuerdo con las NTC 920-1 y NTC 920-2.

- Los inodoros, tanto los accionados por descarga manual como los tanques accionados por una válvula de descarga automática, deben tener un consumo promedio no superior a 6,0 L por descarga.

- Los orinales deben tener un consumo promedio de agua de no más de 3,8 L por descarga.

- Los grifos de los lavamanos deben estar equipados con aireadores, y deben estar diseñados y manufacturados de modo que el flujo de descarga no exceda los 9,6 L por minuto.

- Los sistemas de suministro de agua para la edificacion se diseñarán e instalarán de manera que abastezcan de agua, en todo tiempo, a los aparatos de fontanería y equipos, con caudal y presiones que se ajusten a lo establecido en la siguiente tabla, para que funcionen satisfactoriamente y sin ruidos excesivos bajo las condiciones normales de uso.

- La velocidad máxima de diseño debe ser de 2 m/s.

Tabla 1. Instalaciones Mínimas de Fontanería.

Tipo de edificio o ocupantes[2]	Inodoros[14, 15] (aparatos por persona)	Orinales,[5, 10, 15] (aparatos por persona)	Lavamanos (aparatos por persona)	Duchas (aparatos por persona)	Bebederos[8,13] (aparatos por persona)
Escuelas - para uso de estudiantes Guardería	Niños Niñas 1: 1-20 1: 1-20 2: 21-50 2: 21-50 Más de 55, sumar un aparato por cada 40 estudiante adicionales		Niños Niñas 1: 25 1: 25 2: 26-50 2: 26-50 Más de 55, sumar un aparato por cada 50 personas adicionales		1 por 150[12]
Primaria	Niños Niñas 1 por 30 1 por 25	Niños 1 por 75	Niños Niñas 1 por 35 1 por 35		1 por 150[12]
secundaria	Hombres Mujeres 1 por 40 1 por 30	Hombres 1 por 35	Hombres Mujeres 1 por 40 1 por 40		1 por 150[12]
Otros (universidades, centros de educación para adultos, etc.)	Hombres Mujeres 1 por 40 1 por 30	Hombres 1 por 35	Hombres Mujeres 1 por 40 1 por 40		1 por 150[12]
Lugares de culto educacional y unidad de actividades	Hombres Mujeres 1 por 150 1 por 75	Hombres 1 por 150	1 por 2 inodoros		1 por 150[12]
Lugares de culto (lugar principal de asamblea	Hombres Mujeres 1 por 150 1 por 75	Hombres 1 por 150	1 por 2 inodoros		1 por 150[12]

Fuente: NTC 1500.

- La instalación de tubería de suministro de agua potable, o parte de ella, debe ser hecha de tal manera que no permita riesgo de contaminación con aguas usadas, o sustancias contaminadas, que entren a dicha tubería desde un tanque, receptáculo, equipo o aparato sanitario.

- La tubería de agua que es abastecida por cualquier sistema de suministro de agua no debe ser conectada a ninguna otra fuente de abastecimiento.

- No deben existir, de ninguna manera, conexiones directas entre la tubería de agua potable y los desagües de aguas negras. Cuando se descargue agua potable al sistema de desagüe será por medio de un espacio de aire que tenga dos veces el diámetro del tubo de entrada del abastecimiento, pero en ningún caso menos de 25 mm. Se puede hacer conexión en el lado de entrada de un sifón, siempre y cuando se instale un ruptor de vacío atmosférico mínimo a 150 mm sobre el nivel de rebose de dicho aparato sanitario con sifón, de tal manera que en ningún momento tal dispositivo esté sujeto a reflujo.

- Todos los aparatos de fontanería deben ser protegidos del reflujo por un ensamblaje de prevención de reflujo, dispositivo o método aprobado.

- La tubería de suministro de agua potable, los accesorios y los sellantes deben ser de materiales fabricados para tal fin y que cumplan con las especificaciones establecidas en las normas técnicas para cada material.

- En sistemas de distribución de agua potable no se pueden instalar tuberías que hayan sido utilizadas previamente en otro sistema diferente al de agua potable.

- En sistemas de distribución de agua potable no deben ser utilizados las tuberías y los accesorios con un contenido de plomo mayor al 8%.

- Se debe instalar una válvula de corte a la salida de cada medidor hacia la instalación interna. La tubería de agua que abastece a más de un edificio se debe equipar con una válvula de corte separada para cada edificio, instalada de tal manera que el suministro de agua pueda ser abierto y cerrado a cualquier edificio individual por separado; sin embargo. Tales válvulas de cierre deben ser accesibles en todo momento. Se debe instalar una válvula de corte en la acometida de tanques de almacenamiento de agua o cerca de estos.

- Todos los accesorios metálicos para el control del agua deben ser accesibles y removibles sin romper su emplazamiento.

- Toda edificación debe disponer de tanques de reserva de agua potable.

- El volumen útil del tanque de reserva debe garantizar por lo menos el abastecimiento de agua para un día de servicio.

- El volumen de reserva se establecerá con base a la población atendida y el consumo promedio diario estimado así:

Tabla 2. Evaluación del Consumo.

Tabla B.2.3 Dotación por habitante según el nivel de complejidad del sistema

Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio alto	125	135
Alto	140	150

Fuente: NTC 1500. Última actualización

- Los tanques de almacenamiento de agua potable deben estar debidamente protegidos, ser herméticos e impermeables y estar provistos de ventilación. El área mínima de la conexión de ventilación debe ser mayor o igual a cuatro veces el área de la conexión de la acometida. Todos los tanques de almacenamiento deben tener un borde libre mínimo de 0,10 m y deben estar provistos de tubos de rebose debidamente protegidos y colocados a una distancia no menor de 150 mm sobre el nivel máximo de la lámina de agua. El área mínima de la conexión de rebose será mayor o igual a dos veces el área de la conexión de la acometida. Todos los tanques de almacenamiento deben disponer de un sistema de limpieza. Todos los tanques fabricados in situ deben construirse con una ventana para su fácil inspección, que permita el acceso del personal de mantenimiento.

- Presión mínima de servicio. Cuando la fuente de abastecimiento de una edificación no sea capaz de satisfacer los requisitos mínimos de los accesorios descritos a continuación, se deben diseñar, instalar y construir los equipos y obras necesarios para subsanar tal deficiencia. La presión de agua en la red de distribución no debe exceder los 550 kPa.

- Donde se superen estos valores se deben instalar dispositivos reductores de presión.

- Donde sea necesaria una mayor presión de servicio se debe disponer de dispositivos reforzadores de presión para ese caso específico.

Tabla 3. Caudales y Presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios.

Tabla 7. Caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios

Aparato sanitario	Presión residual mínima en kPa[1]	Caudal mínimo en L/s
Duchas	10	0,32
Sanitario tanque	7	0,19
Sanitario fluxómetro	15	0,95 a 2,5 [2]
Orinal	5	0,19
Orinal fluxómetro	15	0,95
Lavamanos	5	0,19
Vertederos o lavaplatos	5	0,28
Lavadoras	5	0,32
Llaves de manguera	5	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.

Fuente: NTC 1500.

- Toda tubería para agua debe estar debidamente soportada. Los extremos deben ser escariados de toda aspereza por todo el perímetro del tubo. Los cambios de dirección se deben efectuar con los accesorios fabricados para tal efecto. La instalación de la tubería debe prever los medios o elementos para permitir dentro de los límites admisibles la dilatación y contracción que pueda tener la tubería.

- Desinfección del sistema de agua potable. Los sistemas de agua potable nuevos o reparados deben ser desinfectados antes de ser usados. Se seguirá el método indicado por la entidad competente.

- 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 presiones y velocidades 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 2,50 m/s.

- Se utilizará el Método de Probabilidades de Hunter para asignación de caudales máximos probables.

- Para el diseño de redes de suministro se usará la Ecuación de Hazen-Williams con coeficientes y diámetros reales de las tuberías y no las nominales.

3.3. Acometida.

La acometida será derivada de la red de acueducto privada existente ubicada en el predio. De allí sale una tubería de 1" para la red de llenado de agua potable y el llenado del tanque de la red contra incendio.

El diseño de la acometida se realiza para garantizar que ésta tenga la capacidad para alimentar el tanque de la red contra incendio, y abastezca de forma directa a la red de agua potable, el diámetro de la acometida proyectada corresponde a 1". La acometida definida en la presente memoria, se realizó para un tiempo de llenado de 4 horas y un almacenamiento proyectado en el tanque de la red contra incendio de 2.43 m^3. y un almacenamiento proyectado en el tanque subterráneo de agua potable de 1.98 m3 (Ver memorias de cálculo de internas). Se redondean los volúmenes de los tanques a 3.00 m^3 Para incendio y a 2.00 m^3 para agua potable.

Tabla 4. Características de la Acometida

Características de la Acometida	
Carga garantizada por el acueducto (m)	15.00
Diámetro acometida (")	1"
Longitud acometida hasta la red de distribución. (m)	3.00

Fuente: autor. Ver anexo III Memorias de caculo de internas

Los parámetros a tener en cuenta para la estimación del volumen de almacenamiento son:

- ***Tiempo de llenado (T):*** es el tiempo estimado de llenado, equivalente a 4 hrs.
- ***Caudal (Q):*** es el caudal de diseño, que corresponde a la relación entre el volumen del Tanque y el Tiempo de Llenado.
- ***Longitud Acometida***: es la longitud de la acometida necesaria para el suministro
- ***Presión en la red***: es la presión requerida en la acometida para la red de servicio.
- ***Perdida unitaria (J):*** corresponde a la perdida por unidad de longitud de la red, equivalente a:

$$J = \frac{Presion\ en\ la\ red}{Long\ de\ Acometida * 1.5}$$

- ***Coeficiente de Hazen Williams***: Para PVC es igual a 150

- ***Obtención de Diámetro de Acometida***: se determina utilizando la fórmula de Hazen Williams, aproximado a la pulgada comercial siguiente, que corresponde a:

$$D = \left(\frac{Q}{280 * C * J^{0.54}}\right)^{0.38}$$

3.4. Volumen del Tanque de Reserva Agua Potable, Agua Cruda.

A partir de la población del proyecto y la dotación establecida con anterioridad, se determina el volumen del tanque de almacenamiento, el cual se dimensiona para suplir agua para 1 día de consumo..

Tabla 5. Volumen Tanque de almacenamiento Agua Potable.

VOLUMEN TANQUE AP	
Consumo del proyecto a. potable al día (m^3/día)	1.98
Volumen de necesario (m^3)	1.98
Volumen de diseño (m^3)	**2.00**

Fuente: autor. Memorias de caculo.

Tabla 6. Volumen Tanque de almacenamiento Agua contra incendio

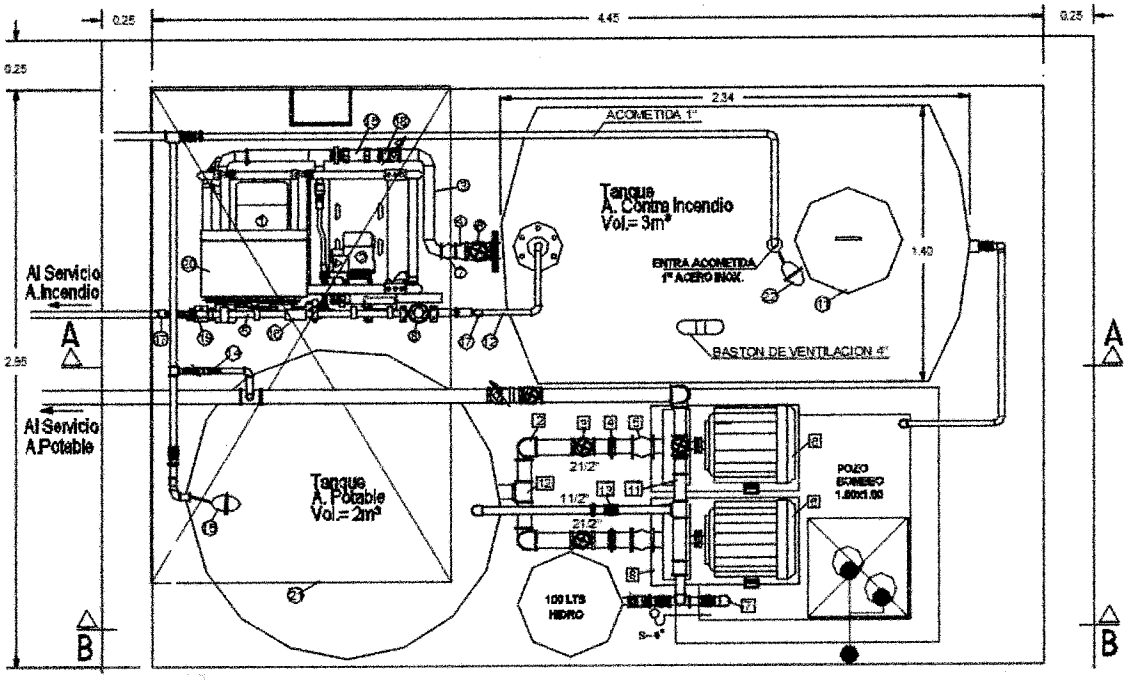
VOLUMEN TANQUE AGUA CONTRA INCENDIO	
Consumo del proyecto	2.43
Volumen de diseño (m^3)	3.00

Fuente: autor. Memorias de caculo.

3.4.1. Dimensionamiento de los Tanques almacenamiento Agua Potable y Agua contra incendio.

De acuerdo con la distribución del proyecto, el cuarto de bombas y de almacenamiento de tanques será subterráneo y se localizará en el exterior del predio cerca de los ejes A-B / 12 del proyecto, y es abastecido por una prolongación de la red de acueducto existente, donde mediante una acometida de 1" se almacenará el volumen de agua requerido para la red de suministro por lo que el dimensionamiento se realiza para un volumen de agua potable de 2.00 m3 y un volumen de agua contra incendio de 3.00 m3 tal como se presenta a continuación:

Grafico 2 Esquema de Tanques de Almacenamiento



Fuente: autor. Ver anexo. Planos del proyecto. Detalles de Suministro

3.5. Equipos de Bombeo.

3.5.1. Equipo de Bombeo Agua Potable

El primer sistema de bombeo está compuesto por 2 bombas de iguales características, cada una con una suplencia del 100% del caudal de diseño (Potencia de 3 HP), de velocidad variable y presión constante, de tal forma que siempre las bombas funcionen en paralelo, este sistema envía el agua potable al sistema general de aparatos de todo el proyecto,

Tabla 7. Características del Equipo de bombeo Agua Potable

Equipo de Presión Agua Potable	
Caudal	3.21 l/s
Cabeza dinámica total	45 m.c.a
Presión de la descarga	43.50 m.c.a.
Potencia	3 HP

Fuente: autor. Memorias de caculo.

Ilustración 1. Especificación y Curva característica equipo de bombeo agua potable

Ficha Técnica

IGNACIO GÓMEZ IHM

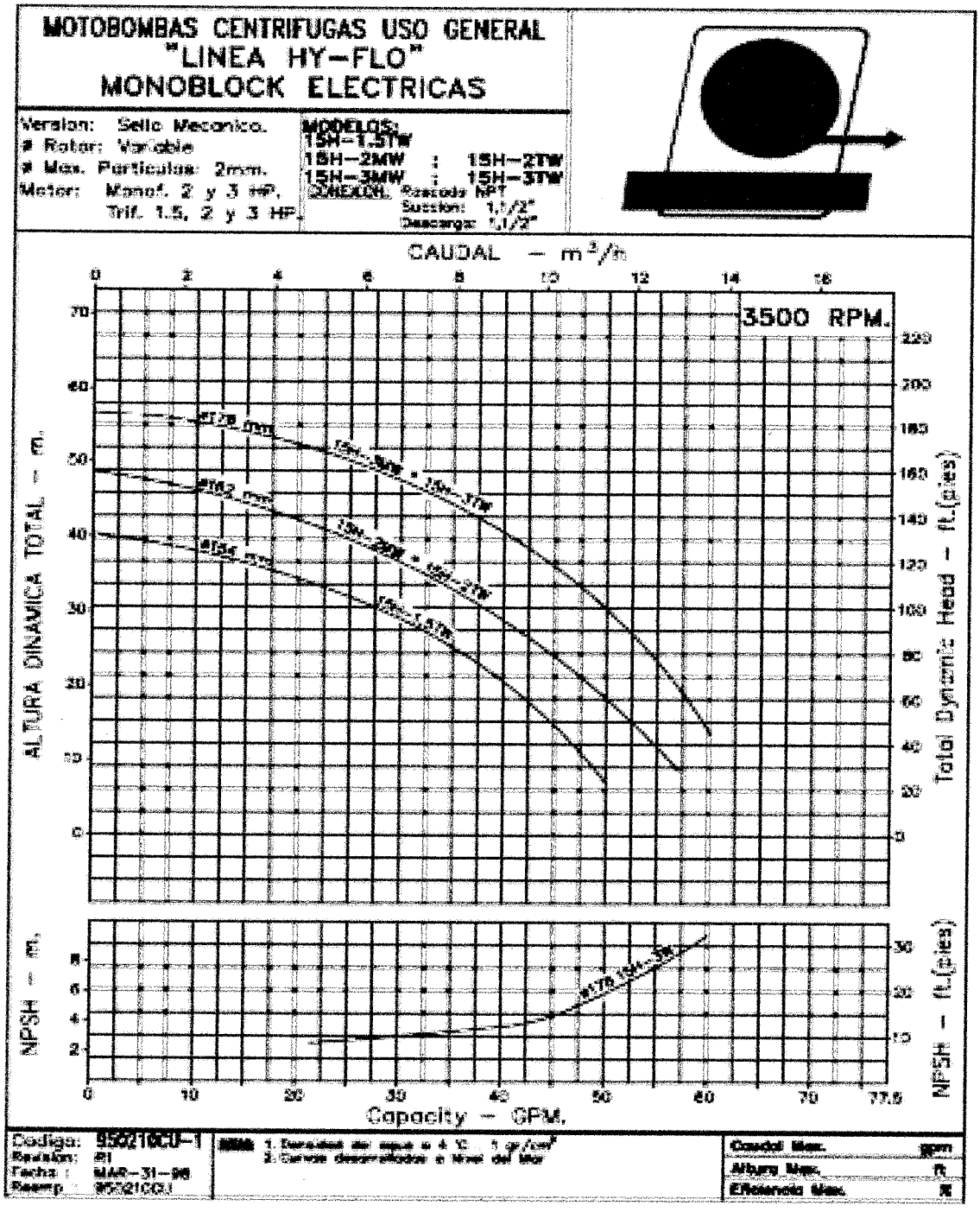
15H-3TW IE3 RSS

Referencia: 65586D00A2

Información Técnica

Conexión Succión	1.1/2 Pulg. NPT
Conexión Descarga	1.1/2 Pulg. NPT
Altura (ADT) Max	57 m
Caudal Max	58 GPM
Caudal Medio	40 GPM
Altura Media	40 m
Motor	Trifásico
Potencia	3 HP
Voltaje	220/440 V
Velocidad	
Peso	31 Kg
Dimensiones	0.45/0.24/0.27 Mts




MOTOBOMBAS CENTRIFUGAS USO GENERAL
"LINEA HY-FLO"
MONOBLOCK ELECTRICAS
Version: Sello Mecanico.
Rotor: Variable
Max. Particulas: 2mm.
Motor: Monof. 2 y 3 HP.
Trif. 1.5, 2 y 3 HP.
MODELOS:
15H-1.5TW
15H-2MW : 15H-2TW
15H-3MW : 15H-3TW
CARCAZA: Roscada NPT
Succion: 1.1/2"
Descarga: 1.1/2"
CAUDAL - m³/h
3500 RPM.
ALTURA DINAMICA TOTAL - m.
Total Dynamic Head - ft.(pies)
NPSH - m.
NPSH - ft.(pies)
Capacity - GPM.
Codigo: 95021GCU-1
Revision: 01
Fecha: MAR-31-98
Caudal Max.
Altura Max.
Eficiencia Max.

3.6. Calculo de la red de Suministro a Presión Agua Potable.

3.6.1. Demandas

Dadas las condiciones del proyecto, se toma la población y dotaciones de acuerdo con las ocupaciones y usos de la edificación proyectada.

Tabla 8 Consumo diario del proyecto.

Consumo Diario del Proyecto	
número de personas = 22* 90/lts/asistente/día*	1980 l/día
Consumo del proyecto al día (m^3/día)	2.00 m3

Fuente: autor Memorias de caculo.

Las dotaciones utilizadas en la tabla anterior, fueron definidas de acuerdo al consumo estimado según tabla B.2.3 Evaluación de consumo de la NTC. 1500.

En el estudio se emplean los modelos matemáticos de Unidades de Hunter para el cálculo de consumo de aparatos, como se menciona a continuación:

- Para sanitarios de fluxómetro se toman 10 unidades de Hunter
- Para orinales de fluxómetro se toman 5 unidades de Hunter
- Para lavamanos dentro del baño se toma 2 unidad de Hunter
- Para lavaplatos en cocina se toman 2 unidades de Hunter.

Para el cálculo de las pérdidas por fricción en las tuberías de suministro, se utiliza la fórmula de "HAZEN WILLIAMS".

$$J = 1000 \times \left[\frac{Q}{280 \times C \times \varnothing^{2,63}} \right]^{1,85}$$

DONDE:

J: Pérdidas por fricción
Q: Caudal transportado
$\varnothing$ Diámetro Nominal
C: Coeficiente de rugosidad.
C: Hierro Galvanizado = 100
C: Cobre = 140
C: PVC = 150

Para el cálculo de presión en los extremos se utiliza la ecuación de " BERNOULLI".

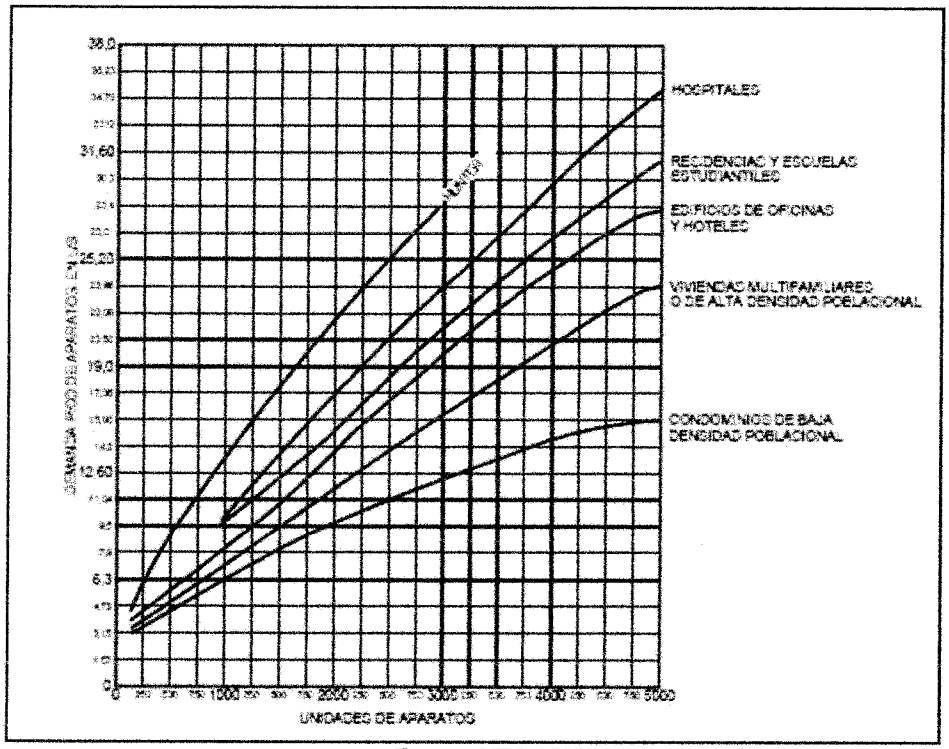
Z1 + (P1 / IT) + (V1/2)^2 = Z + P2 + (V2 / 2)^2 + hf (1 - 2)

DONDE:

hf (1-2) = J x L1-2 y L1-2 = Long-Tubería + Long. equivalente por accesorios.
IT = Peso específico del agua.

Una vez obtenido el número de unidades de Hunter que suministra cada uno de los ramales de los que se compone el edificio, se obtiene según la curva de demanda grafica de Hunter.

Grafico 3 curva de Demanda – Grafica de Hunter



Fuente: NTC 1500.

3.6.2. Caudal

Corresponde al caudal, de acuerdo al total de las unidades de Hunter, de acuerdo con la siguiente formula:

$$Q = \text{Unidades de Hunter} \wedge 0{,}685 * 0{,}115$$

3.6.3. Presión en Punto Crítico Agua Potable

Siguiendo la metodología de las unidades de Hunter, se determinó el caudal máximo probable y el punto crítico de operación, con lo cual se dimensionó la red de agua potable para ser abastecida desde el tanque subterráneo. De acuerdo con la distribución arquitectónica del proyecto y los requerimientos de los aparatos sanitarios, se definió como punto crítico en el nivel +2.79 el sanitario de fluxómetro del baño ejes G-H / 9, aparato considerado como el punto más alto y lejano con referencia al nivel del tanque de almacenamiento. En el sistema de bombeo de la red contra incendio el punto crítico se encuentra ubicado en el piso 2°, el conjunto de rociadores de la sala de conferencias, en los ejes 1-3 y B-G. Ver planos de diseño incendio y memorias cálculo de internas. Para agua potable y agua contra incendio.

Para el trazado de la ruta crítica se tuvieron en cuenta algunas consideraciones como:

- Las tuberías no deben ubicarse sobre los ejes de la estructura, no deben atravesar vigas ni columnas, para lo cual se utilizaran mochetas fabricadas en situ en cada piso, la red horizontal se diseñó por debajo de placa del piso siguiente dentro del cielo raso falso.

- Las entregas en red de suministro se realizan a 90° y 45°.

- Debe colocarse un registro en la entrada de cada baño, ubicado en el nicho disponible para ello.

- Cabeza de presión con que funciona el aparato.

- Cabeza de posición del aparato más desfavorable.

- Recorrido de la tubería y accesorios desde la descarga de bomba hasta el aparato en cuestión.

- Durante el recorrido de la ruta crítica se deben ir incorporando las unidades de los demás tramos de tubería que están prestando servicio. En este proceso se cuentan los diferentes tipos de aparatos, para cada uno de los cuales se asignan las unidades correspondientes.

- Para definir el diámetro de la tubería se obtiene el caudal según las unidades de Hunter.

- Además se debe tener en cuenta la longitud de tubería de cada tramo, con el fin de multiplicarlas por el valor de las pérdidas unitarias.

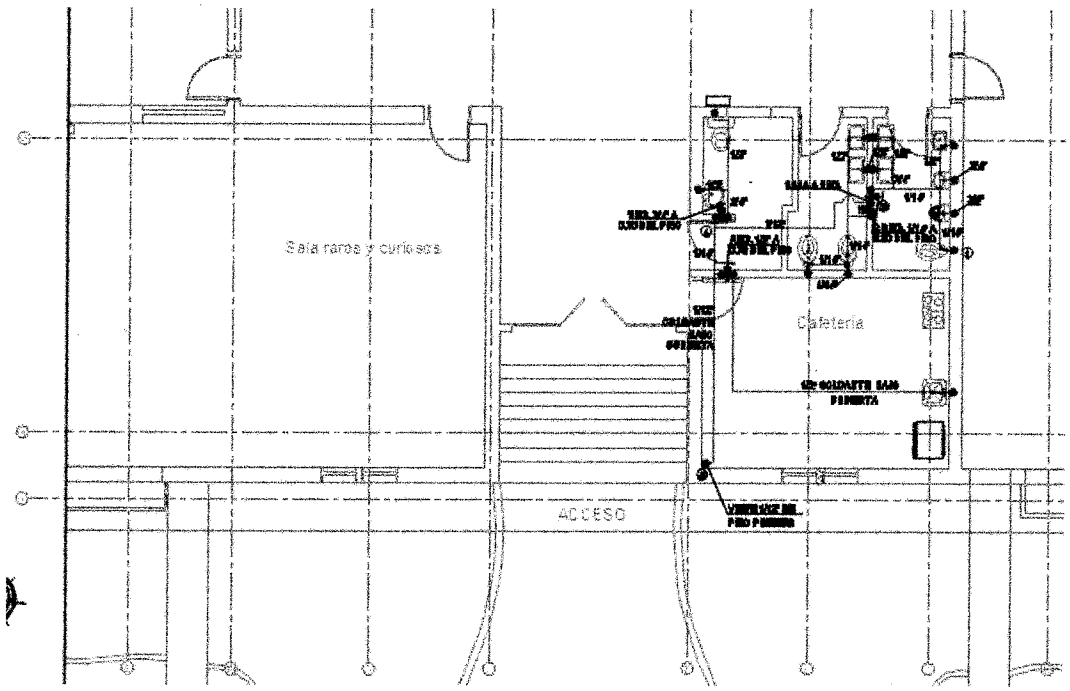
- Así, al obtener las pérdidas de cada tramo, y mediante la aplicación de la ecuación de Bernoulli, se obtiene la presión requerida en el punto final, hasta llegar a la red de los tanques.

- De esta forma se calcularon los diámetros de las tuberías involucradas en la ruta crítica, así como también se garantizó que la energía potencial del agua en los tanques satisface la presión requerida en el punto más alejado.

- Eventualmente el acueducto puede garantizar esta misma presión, y los tanques solo funcionarían como reserva; pero es conveniente tener la opción de un suministro de emergencia por un día, ante las irregularidades del servicio de acueducto.

- Para los demás grupos de baños no será necesario calcular presiones, pero sí diámetros de las tuberías. Este procedimiento se realiza directamente en los planos: se cuentan las unidades que transporta la tubería, con las cuales se obtiene el caudal de acuerdo con el método de probabilidades de Hunter, y posteriormente se obtiene el diámetro teniendo en cuenta el rango de velocidades, mediante la Fórmula de Hazen Williams para tubería.

Grafico 4 Detalle Baños P.2° de Redes de Suministro Agua potable



Fuente: autor. Ver Planos del proyecto

4. DISEÑO RED DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

4.1. Descripción del Diseño de Red de Protección contra Incendio

El sistema de red contra incendio del proyecto será el de agua nebulizada y se abastecerá por la red de acueducto privado existente según levantamiento realizado, con una tubería de 1" que llegara hasta el tanque subterráneo diseñado para tal fin en el cuarto de bombas que contara con su respectivo sistema de bombeo, el sistema escogido para cubrir las instalaciones, objeto de este contrato, será el mencionado anteriormente y del cual a continuación se especificaran sus características básicas.

Al momento de elegir un sistema contra incendios para edificaciones se deben tener en cuenta varios parámetros, adicionales a la alternativa más adecuada entre las múltiples posibilidades que existen. En este sentido, el agua nebulizada es una de las mejores opciones, pues se trata de un agente que brinda varias ventajas, al ser "una solución basada en partículas muy pequeñas de agua cuyo tamaño debe ser menor a 1000 micras. Estas pequeñas gotas o partículas se consiguen mediante la utilización de unas boquillas especialmente diseñadas y con presiones de trabajo que alcanzan desde los 4 hasta los 200 bares". Además, esta es una solución ideal para ambientes críticos en los cuales el uso de agua normal puede generar daños en equipos o instalaciones, pues "cuando el sistema entra en acción, el agua nebulizada enfría el fuego y desplaza el oxígeno gracias al vapor generado al mismo tiempo que se atenúa el calor radiante".

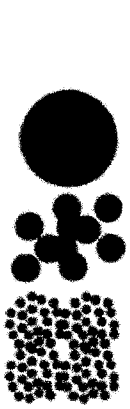
Este es un sistema de protección contra incendios que utiliza partículas muy pequeñas de agua, que permiten que el agua nebulizada controle, sofoque y suprima incendios mediante:

- El enfriamiento de la llama y de los gases generados en la combustión
- El desplazamiento de oxígeno por evaporación
- La atenuación del calor radiante

La eficacia de un sistema de agua nebulizada en la supresión de incendios depende de las características de la niebla generada, entre las que se incluyen la distribución del tamaño de las pequeñas gotas de agua, la densidad de descarga y la dinámica de nebulización, con respecto a la situación en la que se produce el incendio, como por ejemplo el blindaje de combustibles, el tamaño del incendio y las condiciones de ventilación.

Adicionalmente, el agua nebulizada es un sistema de control y extinción del fuego, que usa el agua dividida en gotas de tamaño inferior a 1000 micras, enfriando el fuego, desplazando el oxígeno por parte del vapor generado y atenuando el calor radiante. En este sentido, este sistema puede cubrir una mayor superficie expuesta al fuego por tener un menor tamaño y un mayor número de las gotas de agua.

Grafico 9 Tamaño de gotas del sistema de agua nebulizada

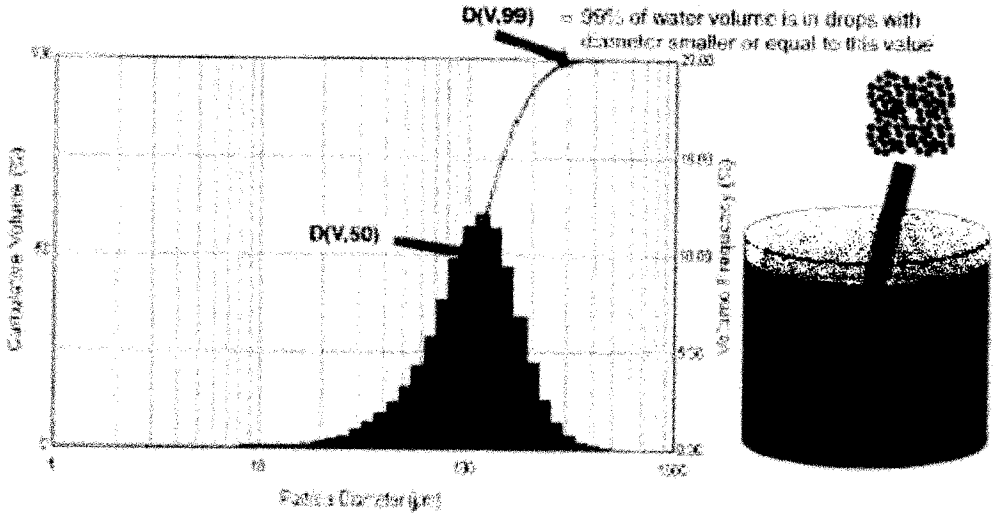


Drop size (mm)	Number of drops	Surface area (m^2)
124	1	0.05
10	1 900	0.6
1	1 900 000	6
0.1	1 900 000 000	60
0.01	1 900 000 000 000	600
0.1 x	**1000 x**	**10 x**

WATER MIST

Fuente: Autor

Grafico 10 Distribución del tamaño de una gota según NFPA 750



Fuente: Autor

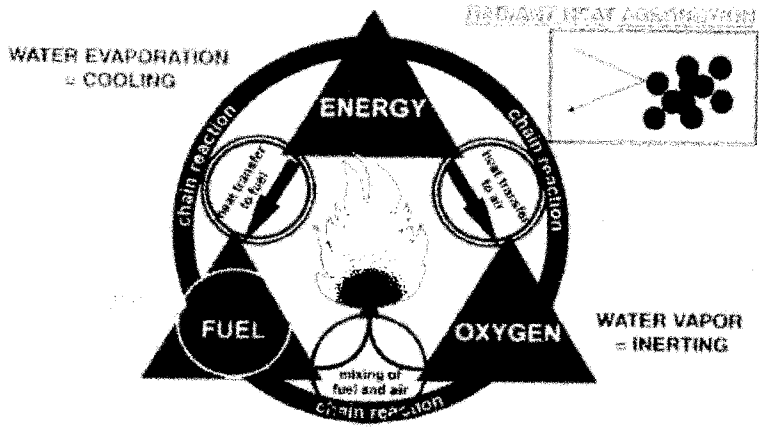
La eficacia del agua se basa en la acción conjunta de tres acciones diferentes:

Evaporación (enfriamiento por absorción del calor)
Radiación (atenuación de la transmisión de calor)
Dilución (desplazamiento del oxígeno en el foco del fuego)

La elevada presión permite que el agua nebulizada penetre en el fuego en estado líquido, causando la evaporación en los lugares en los que su uso es más efectivo.

A alta presión este sistema también llena de manera eficaz el espacio protegido y proporciona un enfriamiento superior, lo cual supone una protección para los equipos y estructuras. El potente empuje descendente del agua nebulizada arrastra también el humo caliente envolvente, limitando su expansión y reduciendo el número de activaciones innecesarias de nebulizadores en zonas más alejadas de donde realmente está el fuego (grafico 11). Esta propiedad contribuye a minimizar los daños provocados por el agua en comparación con los sistemas de rociadores tradicionales.

Grafico 11 Acción de agua nebulizada sobre el fuego



Fuente: Autor

La norma NFPA 750 para la instalación de sistemas de protección contra incendios mediante agua nebulizada se creó en 1993 debido al aumento de la popularidad de este tipo de sistemas, razón por la cual se hizo necesario disponer de una pauta que se pudiera aplicar a todos los sistemas de agua nebulizada.

La NFPA 750 documenta una serie de aspectos y normativas referentes a los sistemas de agua nebulizada, entre los que se incluyen categorías, pruebas, diseño, componentes y estipulaciones básicas.

El objetivo de esta norma es proporcionar protección para la vida y la propiedad contra incendios mediante la estandarización de los requisitos de diseño, instalación, mantenimiento y prueba para los sistemas de extinción de incendios a base de agua que utilizan una pulverización específica (nebulizada) que absorbe calor, desplaza el oxígeno o bloquea el calor radiante para controlar, suprimir o extinguir incendios según lo requiera la aplicación

Principales parámetros de diseño e instalación de sistemas que utilizan agua nebulizada, según NFPA 750

4.2. Sistema MSPU (unidades de bombas modulares para rociadores) escogido para el proyecto en mención.

4.2.1 Generalidades del sistema

Los sistemas de distribución de agua nebulizada (MSPU) que se describen a continuación son para un solo fluido, empleando como agente supresor agua normal sin aditivos.

Este sistema está dispuesto para una aplicación de descarga continua, que permite suprimir y controlar el fuego por un periodo de tiempo requerido. El sistema completo maneja tubería húmeda, a menos que el cliente solicite algo diferente.

4.2.2 Operación del sistema

El sistema (MSPU) HI-FOG consta de los siguientes elementos principales:

1. Bomba eléctrica para suministrar agua a la red principal
2. Rociadores para la descarga de agua nebulizada
3. Tubos de acero inoxidable y accesorios del mismo material
4. Válvulas de sección (normalmente abiertas o cerradas)
5. Sistema eléctrico de control, monitoreo y señalización

Todos los elementos deben estar aprobados y avalados por FM, con excepción de los rociadores de la categoría de riesgo ordinario 1 (OH1), que están listados por UL.

Además de la bomba principal, en el sistema MSPU se maneja una bomba Jocky, cuya función en los sistemas de tubería húmeda es mantener en todo el sistema la presión en 25 bar [363 psi].

La descarga en el sistema de tubería húmeda se activa cuando uno o varios rociadores con vulva de calor se rompen, permitiendo el paso de agua.

Adicionalmente, la caída de presión que se genera en las tuberías crea una señal por medio del sistema de detección y los motores de la bomba se activan automáticamente, comenzando en secuencia y con pocos segundos de diferencia en la activación entre bomba y bomba, para evitar el exceso de electricidad y cargas máximas.

4.3. Clasificación del riesgo

4.3.1. Determinación del riesgo en las ocupaciones

En la norma NFPA 750 se manejan las diferentes ocupaciones mencionadas en la NFPA 13 "Sistemas de rociadores automáticos". Según el numeral 5.1.1, "la clasificación de las ocupaciones debe estar relacionada únicamente con los requisitos de diseño, instalación y suministro de agua del sistema de agua nebulizada, según lo designado para las

ocupaciones por su listado". En la tabla 9 se evidencian las ocupaciones según lo que establece esta norma

4.3.2. Clasificación de las ocupaciones según norma NFPA 750

Tabla 9. Clasificación de las ocupaciones según norma NFPA.

Numeral	Descripción
5.1.1.1Ocupaciones de riesgo leve	Las ocupaciones de riesgo leve deben definirse como ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad o combustibilidad de los contenidos es baja y se prevén incendios con tasas de liberación de calor relativamente bajas.
5.1.1.2 Riesgo ordinario (Grupo 1)	Las ocupaciones de riesgo ordinario (grupo 1) deben definirse como ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, los apilamientos de existencias de combustible no exceden de 2.4 m (8 pies) y se prevén incendios con tasas de liberación de calor moderadas.
5.1.1.3 Riesgo ordinario (Grupo 2).	Las ocupaciones de riesgo ordinario (grupo 2) deben definirse como ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son de moderadas a altas, los apilamientos de los contenidos con tasas de liberación de calor moderadas no exceden de 3.66 m (12 pies) y los apilamientos de los contenidos con tasas de liberación de calor altas no exceden de 2.4 m (8 pies).

Fuente: National Fire Protection Association NFPA

Adicionalmente Las autoridades europeas, específicamente la ET CEN 14972, clasifican los riesgos de la siguiente manera: esta clasificación es igualmente aprobada por las autoridades norteamericanas en las normas NFPA.

Riesgo leve o ligero: ciertas áreas en escuelas, oficinas y cárceles.

Riesgo ordinario 1 OH1: hospitales, hoteles, bibliotecas, restaurantes, escuelas, oficinas y fábricas de concreto.

Riesgo ordinario 2 OH2: museos, lavanderías, aparcamientos, fábricas, fábricas de cerveza y de metales.

Riesgo ordinario 3 OH3: Fábricas de papel, de cables, de plástico, de electrónica y molinos.

Riesgo ordinario 4 OH4: teatros, salas de conciertos, fábricas de cigarrillos y de fósforos

De acuerdo a esta clasificación, se tomara el **Riesgo ordinario 1 OH1** como base para el diseño de las instalaciones de protección contra incendio del proyecto.

4.3.3. Escogencia del sistema

Se escogió el sistema de tubería húmeda, de acuerdo a las características de las instalaciones y al tipo de riesgo de las mismas.

Según la norma NFPA 750, capítulo 7.4.2 Los sistemas de tubería húmeda deben emplear boquillas automáticas adosadas a una red de tuberías presurizada, con agua hasta las boquillas.

4.4. Dimensionamiento del tanque de Red contra incendios

El dimensionamiento del tanque contra incendio se realiza de acuerdo con el tiempo de reacción del equipo de bomberos y las unidades mínimas en funcionamiento en el momento de una conflagración, en el caso del sistema propuesto se debe garantizar el funcionamiento de una de las tomas fijas, el cual requiere un caudal de 6.3 l/s (100 GPM), correspondiente al caudal de operación de una conexión de manguera de 1 ½", adicionando el consumo por rociadores del área considerada como critica, en donde se toman como máximo 4 rociadores trabajando en simultáneo en la zona del incendio con un caudal por rociador de 0.11 lt/seg, para un caudal total de 4.68 Lt/seg.

Tabla 10. Dimensionamiento Tanque de almacenamiento Agua Incendio

Dimensionamiento del Tanque Agua Incendio	
Dimensiones del tanque L=2.90 Diámetro 1.60 m.	
Volumen total tanque (m^3)	3.00

Fuente: autor. Ver anexo. Planos del proyecto

Tabla 11. Volumen Tanque de almacenamiento Incendio.

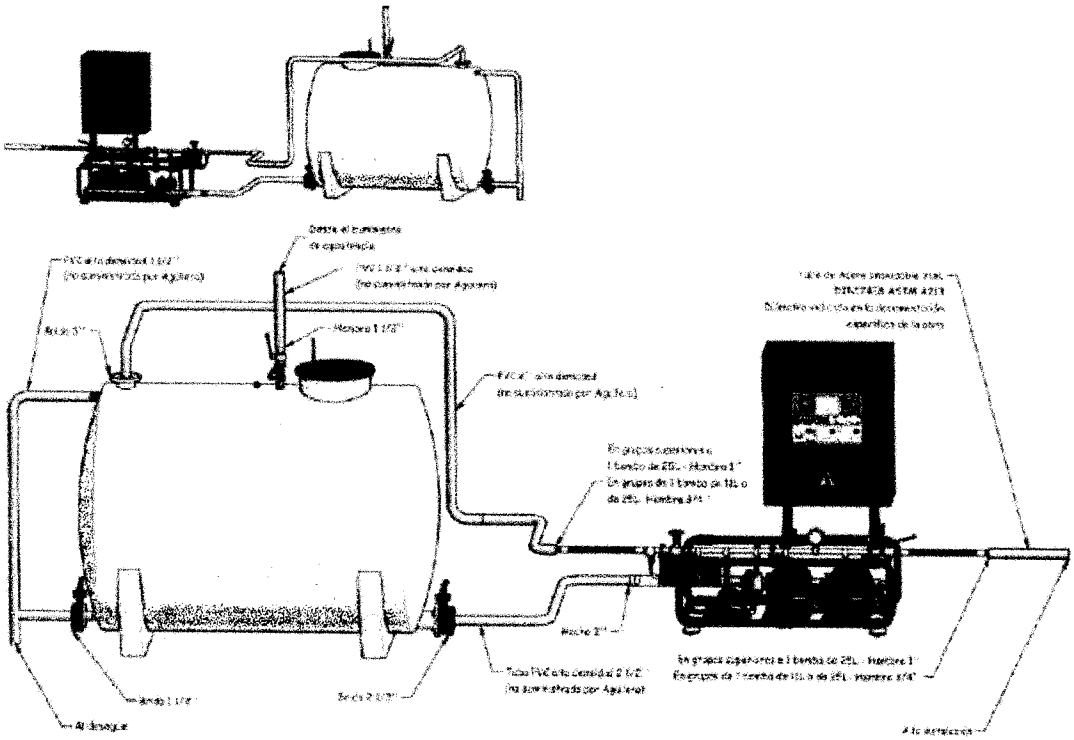
VOLUMEN TANQUE INCENDIO	
Consumo del proyecto	2.43 l/s
Tiempo de reacción bomberos	30 min.
Volumen de diseño (m^3)	**3.00**

Fuente: autor. Memorias de caculo.

4.4.1. Equipo de Bombeo Red de Protección contra Incendio

El sistema de bombeo de protección contra incendio está compuesto por 2 bombas de diferentes características, la primera bomba principal cuenta con una capacidad del 100% del caudal de diseño (1.35 l/seg.), (Potencia de 25 HP), la segunda bomba es una bomba Jockey de caudal 1 l/min, (Potencia de 2.5 HP) o auxiliar que es la que mantiene la presión en el sistema. El interruptor de la bomba Jockey se ajusta a aproximadamente entre 5 psig a 10 psig por encima del ajuste del interruptor de presión del controlador de la bomba principal en tanto que el caudal que suministra está entre en 0% del caudal de diseño de la bomba principal. Cuando la presión del agua decrece por debajo de la presión pre ajustada. El interruptor de presión energiza un arrancador el cual activa la bomba auxiliar o Jockey. La bomba auxiliar no necesita ser catalogada.

Grafico 12 Esquema de conexión equipo de presión agua nebulizada



1. Bomba Principal: Suministra el caudal necesario para cubrir la demanda del riesgo a la presión de trabajo.
2. Bomba Jockey: Mantiene una presión de 40 Bar (presurización) en las instalaciones húmedas y mixtas.
3. Bomba de sobrepresión: Alimenta el colector de aspiración para garantizar el caudal y evitar que ninguna bomba pueda trabajar en vacío.
4. Colector de aspiración: Colector por donde se alimentan todas las bombas excepto la de sobrepresión.
5. Colector de impulsión: Colector situado aguas abajo de las bombas principales a través del cual se alimenta toda la instalación.
6. Colector de retorno: Colector a través del cual retorna el agua sobrante al depósito.
7. Válvula de impulsión: Válvula conectada al colector de impulsión a través de la cual se alimenta toda la instalación.
8. Válvula de pruebas: Válvula para la realización de pruebas de funcionamiento en el equipo con retorno de agua al depósito.
9. Válvula de regulación principal: Evita que se produzca una sobrepresión en el colector de impulsión. El alivio de agua se descarga en el colector de retorno. En función de la configuración del equipo puede incorporar 2 unidades.
10. Válvula de regulación auxiliar: Regula la bomba Jockey, encargada de aliviar el sobrante de agua retornándolo al colector de aspiración.
11. Válvula de alivio: Alivia de presión en el colector de aspiración.
12. Válvula de vaciado: Válvula de vaciado o purgado del colector de aspiración.
13. Válvulas anti-retorno: Instaladas una por bomba principal y bomba Jockey. También se suministra una para instalarla en la entrada de aspiración, bomba o colector.
14. Amortiguador de pulsaciones (colector de impulsión): Estabiliza la lectura del transductor de presión.
15. Filtros: Incorpora uno general para todas las bombas excepto la bomba de sobrepresión.
16. Latiguillo de impulsión: Latiguillo flexible que conecta la salida de la válvula de impulsión con el tubo de salida a instalación,con el objetivo de minimizar la transmisión de vibraciones del equipo.
17. Latiguillo de aspiración: Latiguillo flexible que conecta el tubo de admisión (salida depósito) con la válvula anti-retorno de entrada de la bomba de sobrepresión (equipos >3 bombas) o con la válvula anti-retorno del colector de aspiración (equipos <3 Bombas), con el objetivo de minimizar la transmisión de vibraciones del equipo.
18. Brida con anti-vibratorio y latiguillo de retorno: La brida conecta el colector de retorno con el tubo de retorno al depósito (equipos >3 bombas) y con latiguillo de retorno para conectar la salida de la válvula de pruebas y la de regulación con el tubo de retorno al depósito (equipos<3 bombas), con el objetivo de minimizar la transmisión de vibraciones del equipo.
19. Manómetro: Indica la presión existente en el colector de impulsión.
20. Transductor de presión: Indica la presión existente en el colector de impulsión mediante un display de 4 dígitos. Genera una señal analógica 4-20 mA. en función de la presión existente en el colector de impulsión, también activa una señal digital (led SP1) cuando la presión supera los 160 Bar. Si el equipo no está conectado, se produce una parada de emergencia del grupo de presión.
21. Panel de mandos y control: Panel del cuadro eléctrico desde el cual se realiza el manejo del grupo de bombas.

Tabla 12. Características del Equipo de bombeo Incendio

Equipo de Presión Agua Incendio	
Caudal	1.35 l/s
Cabeza dinámica total	837 m.c.a
Presión de la descarga	86.24 m.c.a.
Potencia bomba jockey	2.5 HP.
Potencia bomba Principal	25 HP

Fuente: autor. Ver Memorias de caculo.

4.5. Sistema de Gabinetes

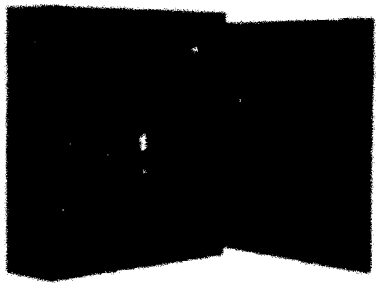
Existen tres diferentes clases de gabinetes según norma NFPA 14. Sin embargo, de acuerdo al tipo de protección para el proyecto, es necesario utilizar gabinetes tipo LF-300 de alta presión los cuales se describen a continuación, según lo dispuesto por la NFPA 750.

El gabinete LF-300 está compuesto por una conexión de 1" con su respectiva manguera de 25.0 m. Adicionalmente, el gabinete viene dotado con una pistola o lanza de agua nebulizada para disparar la presión de salida del agua. Las dimensiones de este tipo de gabinetes se pueden ver en los planos de diseño y en el grafico 13.

El gabinete para equipo contra incendio debe ser fabricado en lámina cold rolled calibre 20, medidas 77 x 77 x 23 cm (alto-ancho-fondo) , terminado en base anticorrosiva, incluye cerradura, llave, vidrio y pintura exterior en color rojo bermellón a base de aceite.

La ubicación de los gabinetes para las instalaciones del proyecto, se realizó conforme al análisis de los casos y lugares más críticos y que fuesen propensos a la ocurrencia de un incendio, tal como lo establece la NFPA 14, se deben ubicar los gabinetes cerca de las salidas de las instalaciones, estar demarcadas y ser conocidas e identificadas por el personal. Si los gabinetes están ubicados a la intemperie, todas las partes del gabinete deben estar protegidas con anticorrosivo de modo que se garantice el correcto funcionamiento en caso que se presente una emergencia.

Grafico 13. Detalle de Gabinetes Red contra incendio LF-300 alta presión.



Description

- Turn handle latch mechanism
- Full Steel or Glass Panel Door
- Galvanized Steel or Stainless Steel

Description

LIFECO Rubber Hose Enclosure LF300 series are single door for manual and automatic type boxes. LIFECO cabinets are made from Galvanized Steel with the sheet thickness of 1.0 to 2.0 mm or stainless steel with the sheet thickness of 1.0 to 1.5 mm & also available with Hairline & Mirror finish (304 & 316 Grade). The outer edge of the Hose Reel is rolled over for safe handling and aesthetic appearance. The latch mechanism for cabinets is turn handle type.

Minimum Size

LF300 with Manual Fire Hose

Width	Height	Depth
800	800	230

LF300A with Automatic Fire Hose

Width	Height	Depth
800	800	250

Maximum Size

LF300 with Manual Fire Hose

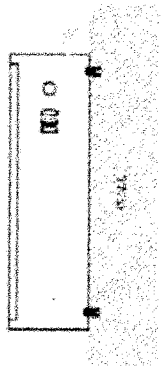
Width	Height	Depth
1000	1000	400

LF300A with Automatic Fire Hose

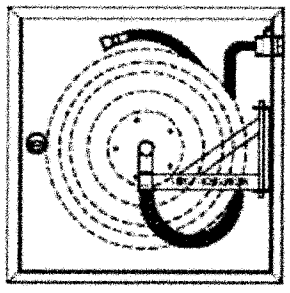
Width	Height	Depth
1000	1000	400

**All cabinets are available in minimum depth of 280 mm in combination with swinging pipe*

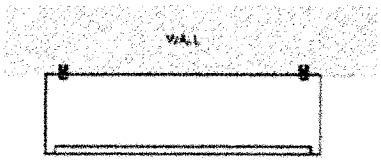
Note: All dimensions are in 'mm'



SIDE VIEW



FRONT VIEW



TOP VIEW

**Note : Standard Cabinets arrangement comes with rubber hose reel, whereas other arrangements are also available upon customer request.*

Fuente: autor. Ver anexo. Planos del proyecto.

4.6. Sistema de Rociadores

Para el proyecto del "BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FUERZAS MILITARES TOMAS RUEDA VARGAS" se seleccionó un sistema de rociadores automáticos, diseñados de acuerdo a la última versión del Código para suministro y distribución de agua para extinción de incendios, NTC 2301 y la norma para instalación de sistemas de rociadores NFPA 13 y NFPA 750. Que están conectados a la red de tubería húmeda de protección contra incendio de Acero Inoxidable. (Ver planos del proyecto).

El sistema de rociadores que se selecciono es de tubería húmeda y debido a la ubicación del proyecto, la temperatura promedio que se encontrara en la tubería será de 20°C (68F) y 27°C (80.6F). Se diseñó una red abierta para garantizar la presión necesaria en el punto crítico que en este caso son los últimos rociadores de la zona crítica descrita anteriormente y ubicada en los planos de diseño.

Las características de un rociador que definen su capacidad para controlar o extinguir un incendio son:

- Sensibilidad térmica
- Temperatura de activación
- Diámetro de orificios
- Orientación de instalación
- Características de la distribución del agua.
- Condiciones espaciales del servicio.

4.6.1. Criterios de diseño

- Los rociadores solo deben utilizarse en sistemas diseñados e instalados de acuerdo con la norma NFPA 13 y todo el resto de la normatividad Colombiana que a su vez son aplicables los siguientes criterios de diseño:
- La separación mínima entre rociadores será de 2.44 m. y al máxima de 4.00 m.
- Los rociadores solo deben utilizarse en sistemas diseñados hidráulicamente según la norma NFPA 13.
- Los rociadores deben instalarse en construcciones no obstruidas, tal como se define en la norma NFPA 13.
- La máxima presión de trabajo es de 175 psi en el rociador

Para las instalaciones de bibliotecas con estanterías fijas como es el caso del proyecto en mención se toma el capítulo 9.3.7 de la norma NFPA 13.

Se pueden instalar rociadores a nivel de techo cuando las obstrucciones continuas o no continuas que interrumpan la descarga de agua en un plano horizontal no sean mayor de 18 pulg. (450 mm) por debajo del deflector del rociador de manera que se limite que la distribución llegue al riesgo esto debe cumplir con el capítulo 9.5.5.3. , de la norma NFPA 13.

4.6.2. Calculo de Número de Rociadores

El área de diseño que se toma como critica para el diseño de los rociadores es en el segundo piso en la sala de conferencias donde habrá en determinado momento mayor asistencia de público:

Tabla 13. Espaciamiento de rociadores

Tabla 10.2.4.2.1(b) Áreas de protección y espaciamiento máximo de rociadores pulverizadores estándar colgantes y montantes para riesgo ordinario

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección		Espaciamiento máximo	
		pie^2	m^2	pie	m
Todas	Todos	130	12	15	4.6

Fuente: norma NFPA 13

De acuerdo a las especificaciones del rociador escogido y a la tabla 10.2.4.2.1 de la norma NFPA 13 se procede a diseñar la distribución de los mismos en los espacios arquitectónicos del proyecto. En este caso el rociador escogido tiene una cobertura máxima de 16.00 M2 y una distancia máxima de cobertura de 4 metros entre rociadores.

La máxima separación según el riesgo ordinario es de 4.0 m y la distancia mínima a la pared de 10 cm.

Luego se seleccionara el tipo de rociador que será tipo HI-FOG 1B 1ME 6MF 10 RA, que cumple con las condiciones del proyecto diseñado.

Para efectos de optimización de diseño se instalarán 10 Rociadores para el área de diseño crítica de la red de protección contra incendio.

Los rociadores automáticos se clasifican según la temperatura a que actúan, que se obtiene por medio de pruebas normalizadas en las se sumerge el rociador en liquido cuya temperatura se eleva muy lentamente hasta que el rociador reacciona.

Tabla 14. Rangos de Temperatura, clasificación de temperatura y código de color.

Temperatura ambiente máxima		Certificación de temperatura de la boquilla		Clasificación de la temperatura	Código de color	Color del bulbo de vidrio
°C	°F	°C	°F			
38	100	57 a 77	135 a 170	Ordinaria	Sin color o negro	Naranja o rojo
66	150	79 a 107	175 a 225	Intermedia	Blanco	Amarillo o verde
107	225	121 a 149	250 a 300	Alta	Azul	Azul
149	300	163 a 191	325 a 375	Extra alta	Rojo	Púrpura
191	375	204 a 246	400 a 475	Muy extra alta	Verde	Negro
246	475	260 a 302	500 a 575	Ultra-alta	Naranja	Negro
329	625	343	650	Ultra-alta	Naranja	Negro

Fuente: NFPA Norma 13 Tabla 2-2.4.1 Edición 2019

Grafico 14. Detalle del rociador

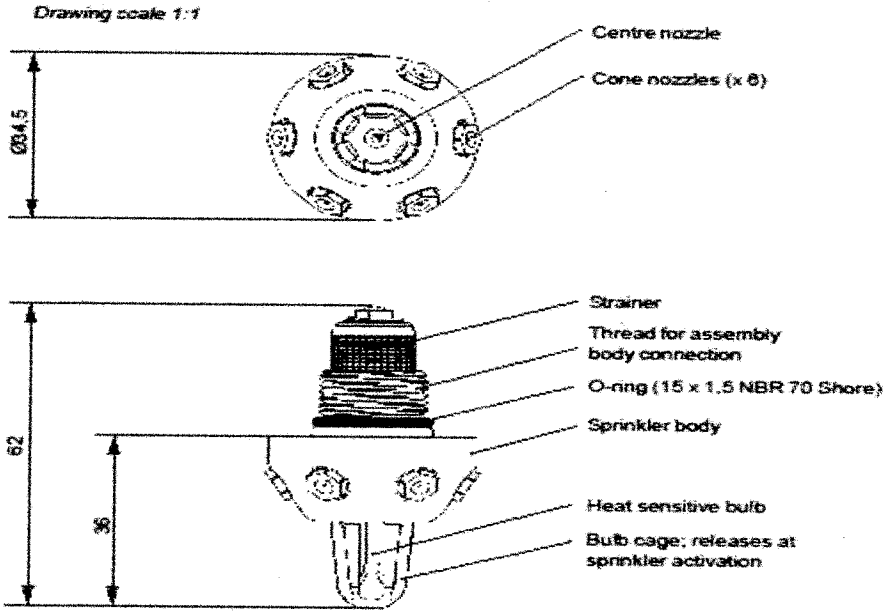
HI-FOG®

Technical Data Sheet TC1160

Sprinkler Type 1B 1ME 6MF 10RA

Product C20040 — Date 26 Apr 2002

Drawing scale 1:1



General	Body material	Brass
	Finish	Chrome
	Mass	0,136 kg
	Heat sensitive bulb	57 °C (orange color)
	K-factor	6,4 lpm/bar^{0,5}
Installation	Location	Ceiling
	Projection	Pendent
	Max. ceiling height	5 m
	Max. spacing	4 m
Typical application	Marine	Accommodation, public space and service areas
	Land	Light and ordinary hazards

Marioff Corporation Oy, P.O. Box 25, Hakamäentaival 4, FIN-01511 Vantaa, Finland, tel +358 9 870 851, fax +358 9 8708 5399, e-mail info@marioff.fi, www.hi-fog.com

Marioff Corporation Oy reserves the right to revise and improve its products and recommended system configurations as it deems necessary without notification. The information contained herein is intended to describe the state of HI-FOG products and system configurations at the time of its publication and may not reflect the product and/or system configurations at all times in the future.

Fuente: autor.

4.7. Plan de Mantenimiento Preventivo y Pruebas del Sistema de protección contra Incendio.

Para el EDIFICIO "BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FUERZAS MILITARES TOMAS RUEDA VARGAS" , el mantenimiento de las instalaciones y pruebas del sistema se rige bajo la norma NFPA 25. El plan consiste en inspección, pruebas y mantenimiento de equipos y accesorios contra incendios. Las correcciones y reparaciones deben ser hechas por personal de mantenimiento calificado.

4.7.1. Plan de Mantenimiento Tanque subterráneo de la Red de protección contra incendio

Tabla 15. Resumen inspección, pruebas y mantenimiento del Tanque.

Equipo o sistema	Actividad	Frecuencia
Estado del agua en el tanque	Inspección	Mensual/trimestral
Temperatura del agua	Inspección	Diaria/semanal
Agua-nivel	Inspección	Mensual/trimestral
Interior	Inspección	5 años/3 años
Válvulas de retención	Inspección	5 años
Alarmas de nivel de agua	Prueba	Semestral
Indicadores de nivel	Prueba	5 años
Nivel de agua	Mantenimiento	-
Válvulas de retención	Mantenimiento	-

Fuente: Norma NFPA25, Tabla 9.1.

4.7.2. Plan de Mantenimiento de los equipo de bombeo

Tabla 16. Resumen inspección, de los equipo de Bombeo.

Equipo o sistema	Actividad	Frecuencia
Sistema de bombas contra incendios	Inspección	Semanal
Operación de la bomba		
Sin flujo	Prueba	Semanal
Con flujo	Prueba	Anual
Hidráulico	Mantenimiento	Anual
Transmisión mecánica	Mantenimiento	Anual
Regulador, diferentes componentes	Mantenimiento	Variable
Sistema eléctrico	Mantenimiento	Variable
Motor	Mantenimiento	Anual

Fuente: Norma NFPA25, Tabla 8.1.

4.7.3. Plan de Mantenimiento del Sistema de Columna Agua y Mangueras

Tabla 17. Resumen inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de columna y mangueras.

Equipo o sistema	Actividad	Frecuencia
Tuberías	Inspección	Trimestral
Conexiones de mangueras	Inspección	Trimestral
Gabinetes	Inspección	Anual
Mangueras	Inspección	Anual
Dispositivo de almacenamiento de mangueras	Inspección	Anual
Válvula reductora de presión	Inspección	Trimestral
Boquilla de manguera	Prueba	Anual
Dispositivo de almacenamiento de mangueras	Prueba	Anual
Manguera	Prueba	5 años/3 años
Válvula reductora de presión	Prueba	5 años
Prueba hidrostática	Prueba	5 años
Prueba de flujo	Prueba	5 años
Prueba de desagüe principal	Prueba	Anual
Conexiones de mangueras	Mantenimiento	Anual
Válvulas todos los tipos	Mantenimiento	Anual/cuando se requiere

Fuente: Norma NFPA25, Tabla 6.1.

4.7.4. Plan de Mantenimiento del Sistema de Rociadores Automáticos

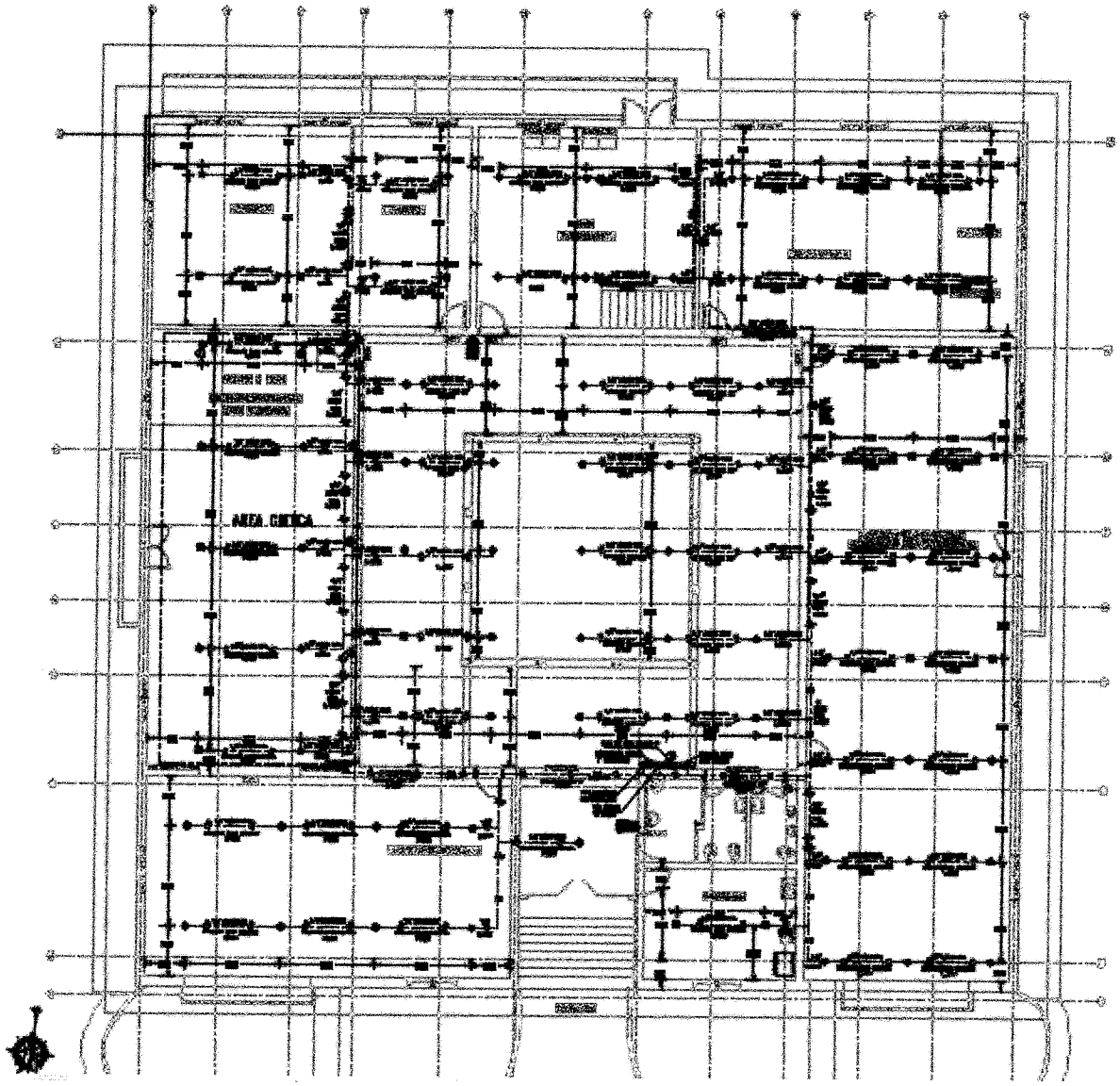
Para determinar las frecuencias mínimas requeridas para inspección, prueba y mantenimiento en los rociadores, debe usarse la tabla 25.

Tabla 18. Resumen inspección, prueba y mantenimiento de rociadores automáticos.

Equipo o sistema	Actividad	Frecuencia
Rociador	Inspección	Anual
Rociador de repuesto	Inspección	Anual
Válvula de control	Inspección	Semanal/Mensual
Rociador	Prueba	A 50 años y cada 10 años después
Válvula de control	Mantenimiento	Anualmente o cuando se necesite

Fuente: Norma NFPA25, Tabla 5.1.

Grafico 15. Detalle planta piso 2° -Red Protección Contra Incendio.



Fuente: autor. Ver anexo Planos del proyecto.

5. DISEÑO RED DE DESAGUES AGUAS RESIDUALES

5.1. Descripción del Diseño de Red de Desagües aguas Residuales.

La red de evacuación de aguas residuales incluye:

- Sifones y codos de recolección en cada punto de servicio.
- Ramales de conducción hasta la bajante, mediante tubería colgante bajo placa.
- Bajantes con tubería de ventilación principal.
- Cajas de inspección al nivel de piso firme que recoge las bajantes.
- Entrega final al colector urbano.

El sistema consiste en un conjunto de tuberías de evacuación de aguas residuales, con sistema de ventilación y reventilación, entregando a bajantes en vertical, las cuales a su vez entregan a cajas de inspección ubicadas bajo suelo firme, las cuales conectan a la caja exterior de la red de desagües general del proyecto.

Con el fin de evitar el sifonamiento o pérdida del sello hidráulico de los sifones, el diseño contempla tuberías de ventilación en las bajantes y reventilación en las redes de baños.se debe dejar una pendiente mínima para estas tuberías para evitar acumulación de agua por condensación.

Para las tuberías de evacuación de aguas residuales, se especificó, tubería de PVC Sanitaria hasta las cajas de inspección y las conexiones entre cajas y PVC Ventilación para las redes de ventilación y de reventilación.

5.2. Criterios de diseño red de Desagües

El sistema de desagües de aguas negras para proyecto, se evacua por gravedad, para el caso de las aguas negras, A la caja existente ubicada en el exterior en **6"**-PVC-S P=1% y longitud de 17.m (Ver plano HS-01/05).

5.2.1. Determinación de Diámetros

El cálculo de diámetros se hace mediante el modelo de Manning.

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

5.2.2. Estimación de Caudales

De igual manera que para el sistema de suministro, para la estimación de caudales de desagües, se emplean los modelos matemáticos de Unidades de Hunter para el cálculo de consumo de aparatos, como se menciona a continuación:

Tabla 19 Carga máxima de unidades de Hunter y Longitudes máximas de tubería

Tabla 14. Carga máxima de unidades y longitud máxima de tubos de desagüe

Diámetro del tubo, mm (pulgadas)	38 (1-1/2)	51 (2)	64 (2-1/2)	76 (3)	102 (4)	152 (6)	203 (8)	254 (10)	305 (12)
Unidades máximas									
Tubería de desagüe vertical	2[2]	16	32	48	256	1 380	3 600	5 600	8 400
Horizontal	1	8	14	35	216[3]	720[3]	2 640[3]	4 680[3]	8 200[3]
Longitud máxima									
Tubería de desagüe vertical, metros	65	65	148	212	300	510	750		
Horizontal (no limitada)									

1) Se excluye el brazo del sifón

2) Excepto fregaderos, orinales, máquinas lavaplatos

3) Basado en una pendiente de 21 mm/m. Para una pendiente de 10 mm/m, multiplique las unidades horizontales de aparatos sanitarios por un factor de 0,8.

Fuente: NTC 1500.

5.2.3. Coeficiente de Manning

Las redes de recolección se proyectan en PVC, para lo cual contempla la aplicación de un coeficiente de Manning de n=0.009 para los cálculos de caudales reales.

5.3. Calculo de red de Desagües

Para el diseño de la red de desagües se realizó el cálculo por medio del método de Hunter Modificado. Se determinó el caudal según las unidades de Hunter y el caudal a tubo lleno para determinar la profundidad de la lámina de agua.

5.3.1. Dimensionamiento de las Bajantes

El dimensionamiento de las bajantes de aguas residuales se realiza a partir del número de unidades de aparato para desagüe de acuerdo con la NTC 1500, teniendo en cuenta además la carga máxima definida en la normatividad, para el proyecto los diámetros de las bajantes para aguas negras serán de 4" están numeradas en los planos y son aquellas que recogen aguas residuales (baños).

5.3.2. Dimensionamiento de Colectores Finales de Aguas Residuales.

Se debe realizar un levamiento topográfico del sitio del proyecto para la red y caja de inspección existente, a la cual se va a empatar las redes del proyecto. La caja de inspección eje G-12 aproximadamente es en donde se entrega la tubería de 6" en PVC-S existente, la

cual debe ser ubicada internamente en los baños existentes y revisada en sitio, hasta la caja de inspección final existente en el predio.

La conexión se realiza en función de las cotas rasantes tomadas como parte del levantamiento topográfico, por lo que ante cualquier modificación en la información base deben ser verificadas las condiciones hidráulicas bajo las cuales se realizó el análisis. En obra se deberá realizar la verificación de las cotas y amarres al sistema de alcantarillado existente al predio.

5.3.3. Equipo Eyector Bombeo de Aguas de lavado y rebose del tanque

Las aguas de lavado y mantenimiento del cuarto de máquinas serán eliminadas por un pozo eyector de 1.00 m x1.00 m ubicado en el cuarto de bombas (Ver detalle plano hs-05/05), el cual tiene dos bombas sumergibles las cuales extraen dichas aguas al nivel 0.00 y desaguan a la caja de aguas lluvias cerca del cuarto de máquinas, con capacidad del 100% del caudal de diseño c/u.

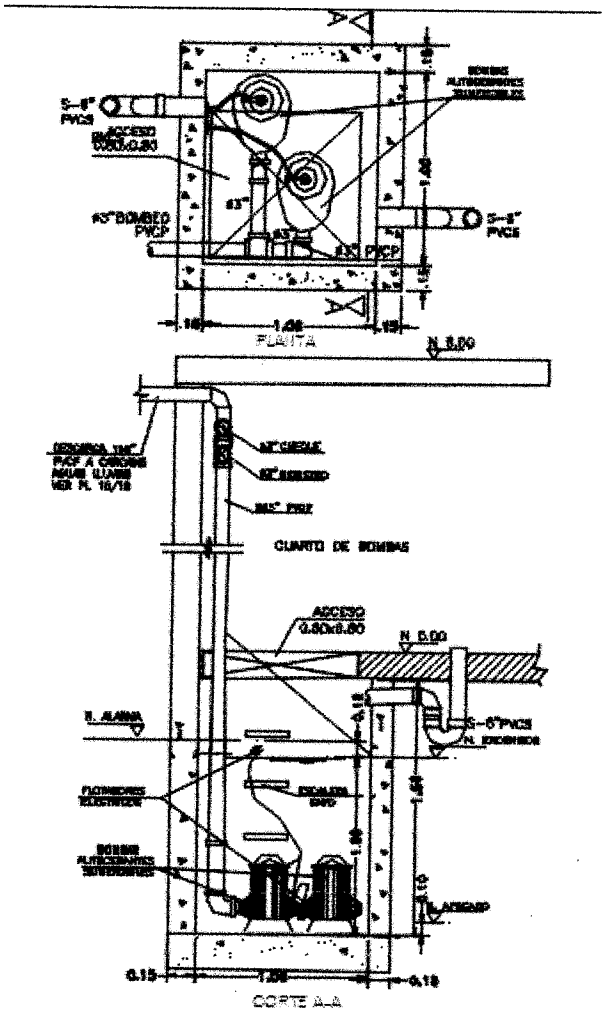
Tabla 20. Características del Equipo eyector

Equipo eyector de aguas residuales	
Caudal	1.30 l/s
Cabeza dinámica total	4.01 m
Potencia	0.1 HP
Volumen	1.00 m^3

Fuente: autor. Ver anexo Memorias de caculo.

Como comercialmente no se encuentra equipo eyector de 0.1 HP, se deberá instalar una motobomba sumergible de 0.5 HP.

Grafico 5. Detalle Pozo Eyector.



DETALLE POZO BOMBEO CUARTO BOMBAS

Fuente: autor. Ver anexo. Planos del proyecto.

Tabla 21. Diseño Redes de Alcantarillado

DISEÑO DE REDES DE DESAGUE SANITARIO - BIBLIOTECA ESCUELA MILITAR NOV 02-2025

	TRAMO		CAUDAL	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS E HIDRAULICAS										PERFIL DEL TERRENO			
			DE DISEÑO	Longitud	Pendiente	Sección	Coefic Rugos	Qll	Vll	Relacion	Profundidad	Velocidad	Tractiva	COTA RASANTE		COTA CLAVE	
UNDS	PI	PF	(L.P.S.)	(m)	(%)	Pulg.	"n"	(LPS)	(m/s)	Caudales q/Q	lámina Y (mts)	real v (mts/s)	T Kg/m^2	INICIAL (mts)	FINAL	INICIAL (mts)	FINAL (mts)
40	1	2	1,44	1,40	1,0	6	0,010	19,80	1,12	0,07	0,03	0,55	0,20	-0,20	-0,21	0,00	0,00
66	2	3	2,03	2,30	1,0	6	0,010	19,80	1,12	0,10	0,04	0,61	0,21	-0,21	-0,24	0,00	0,00
149	3	4	3,54	10,00	1,0	6	0,010	19,80	1,12	0,18	0,05	0,72	0,26	-0,24	-0,34	0,00	-0,10

Fuente: autor. Ver Memoria Cálculo de Diseño Sanitario

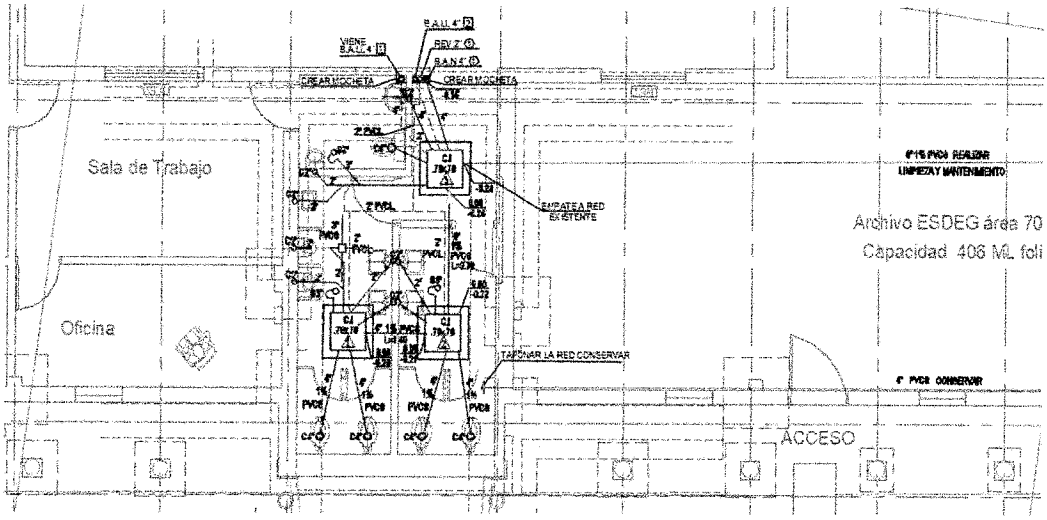
5.4. Dimensionamiento de Colectores Finales de Aguas Residuales.

Las tuberías que conectan las cajas de inspección internas a la caja de inspección externa existente se calculan mediante la ecuación de Manning, teniendo en cuenta que su capacidad no supere el 75% del diámetro del colector (ni supere el 90% del caudal a tubo lleno).

Todos los colectores se diseñaron con una pendiente constructiva del mínima de 1%, y el material de la tubería seleccionada fue PVCS, en diámetros de 110 mm, 160 mm. Cada uno de estos diámetros está en capacidad de transportar un caudal máximo, el cual viene dado de las Unidades de Hunter.

La red de ventilación se determinó teniendo en cuenta que se presentan presiones de succión al realizar las descargas de los aparatos sanitarios. Por tal motivo se requiere un caudal de aire necesario para evitar perdida de los sellos hidráulicos de la red de desagües.

Grafico 17 Detalle de Redes de Desagües Baños Piso 1



Fuente: autor. Ver anexo. Planos del proyecto

6. DISEÑO RED DE DESAGÜES AGUAS LLUVIAS

6.1. Descripción del Diseño de Red de Aguas Lluvias

Tal como lo indica la normatividad vigente para Colombia, el sistema de evacuación de las aguas lluvias, se hace en forma independiente del sistema de desagües de aguas residuales. Se realizó un diagnóstico de las bajantes y colectores existentes de aguas lluvias exteriores, notando que el sistema funciona adecuadamente y concluyendo que no hay necesidad de cambiar diámetros ni tuberías de esta red. Sin embargo en el levantamiento realizado en campo se del patio en la zona interior se encontraron 4 bajantes de 3" recogiendo las aguas lluvias de la cubierta interna. Por petición del arquitecto restaurador se tomó la decisión de ampliar estos diámetros a 4" en dos bajantes y llevarlas colgantes bajo las vigas y cubiertas con plafones para ocultar la tubería desde cubierta hasta el piso 1° y desaguar estas a la caja de inspección diseñada en los baños. (Ver planos de diseño)

El sistema de evacuación pluvial consiste en:

- Cubiertas inclinadas.
- Codos en canales de cubiertas y en canales intermedias expuestas a la intemperie.
- Sistema de recolección de las aguas lluvias a nivel de piso firme, mediante bajantes en cada zona de la edificación, se dispone de 8 bajantes que descargan a las cajas ubicadas en el exterior diseñados para tal fin.
- Red por gravedad, conectada a las cajas de inspección existente en el predio según levantamiento topográfico. (Ver planos de diagnóstico)
- Tubería de PVC Alcantarillado entre cajas de inspección, y el emisario final.

6.2. Criterios de diseño red de Aguas Lluvias

La red de aguas lluvias se debe diseñar de tal forma de que esté en capacidad para evacuar el mismo caudal generado por la precipitación instantánea, debido a que los caudales manejados son altos y las áreas de recolección son relativamente pequeñas.

El sistema de drenaje de aguas lluvias, se evacua por gravedad mediante bajantes, conducidas a cajas de inspección en el primer piso en 4" PVCS

6.2.1. Determinación de Diámetros

El cálculo de diámetros se hace mediante el modelo de Manning.

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

6.2.2. Estimación de Caudales

Para la obtención de los Caudales se usará el método racional, el cual se aplica para para colectores y canales que drenan áreas menores de 80 Ha.

$$Q = c \cdot i \cdot A$$

En donde:

- Q: Descarga estimada en un sitio determinado, en litros por segundo.
- C: Coeficiente de escorrentía, expresado por un número adimensional.
- I: Intensidad de la lluvia, en litros por segundo por hectárea, para una duración igual al tiempo de concentración de la zona de drenaje y para el período de retorno determinado.
- A: Área de drenaje en hectáreas.

Debido a que la Intensidad determinada a partir de la curva sintética, arroja los valores en mm/hr/ha, se debe multiplicar además por un coeficiente de 2.77 el resultado del método racional para que el caudal quede en litros por segundo.

6.2.3. Tiempo de Recorrido o de Concentración

Para el tiempo de recorrido o de concentración en los tramos se utilizó la fórmula:

$$Tr = \frac{L}{60 * v}$$

En donde:

- Tr: Tiempo de recorrido en minutos
- L: Longitud del tramo en metros
- V: Velocidad a tubo lleno en m/s

6.2.4. Coeficiente de Escorrentía

El coeficiente de escorrentía se estimó de acuerdo a la proporción de área a drenar, evaluándose de manera ponderada y de acuerdo con los siguientes valores:

Tabla 22. Coeficiente de Escorrentía Según el Terreno

Tipo de Superficie	Coeficiente de Escorrentía
Zona Verde o Tierra	0,45
Zona Dura o Adoquín	0,8 – 1,0

Fuente: Autor

6.2.5. Coeficiente de Manning

Las bajantes serán en PVC-S, para lo cual contempla la aplicación del Método Racional, con un coeficiente de impermeabilización de 1,0 para cubiertas, una intensidad pluviométrica de 100 mm/hora y el área que drena en m2., para los cálculos de caudales reales.

6.3. Calculo de red Aguas Lluvias

Para el cálculo de las características de las estructuras de drenaje tales como diámetro de las tuberías, pendientes etc. Se determinó el caudal de aguas lluvias mediante el método racional.

El caudal total será el producto del área aferente del colector más el área que viene acumulada por el coeficiente CI.

El coeficiente es según el tipo de superficie y la Intensidad es la correspondiente a la zona, pero se escoge la de un aguacero de 100 mm/hora, que está por encima de la del sitio.

Para las tuberías horizontales, se utiliza la ecuación de Manning, bajo condiciones de flujo uniforme y si se requiere a tubo lleno.

6.4. Áreas de Drenaje

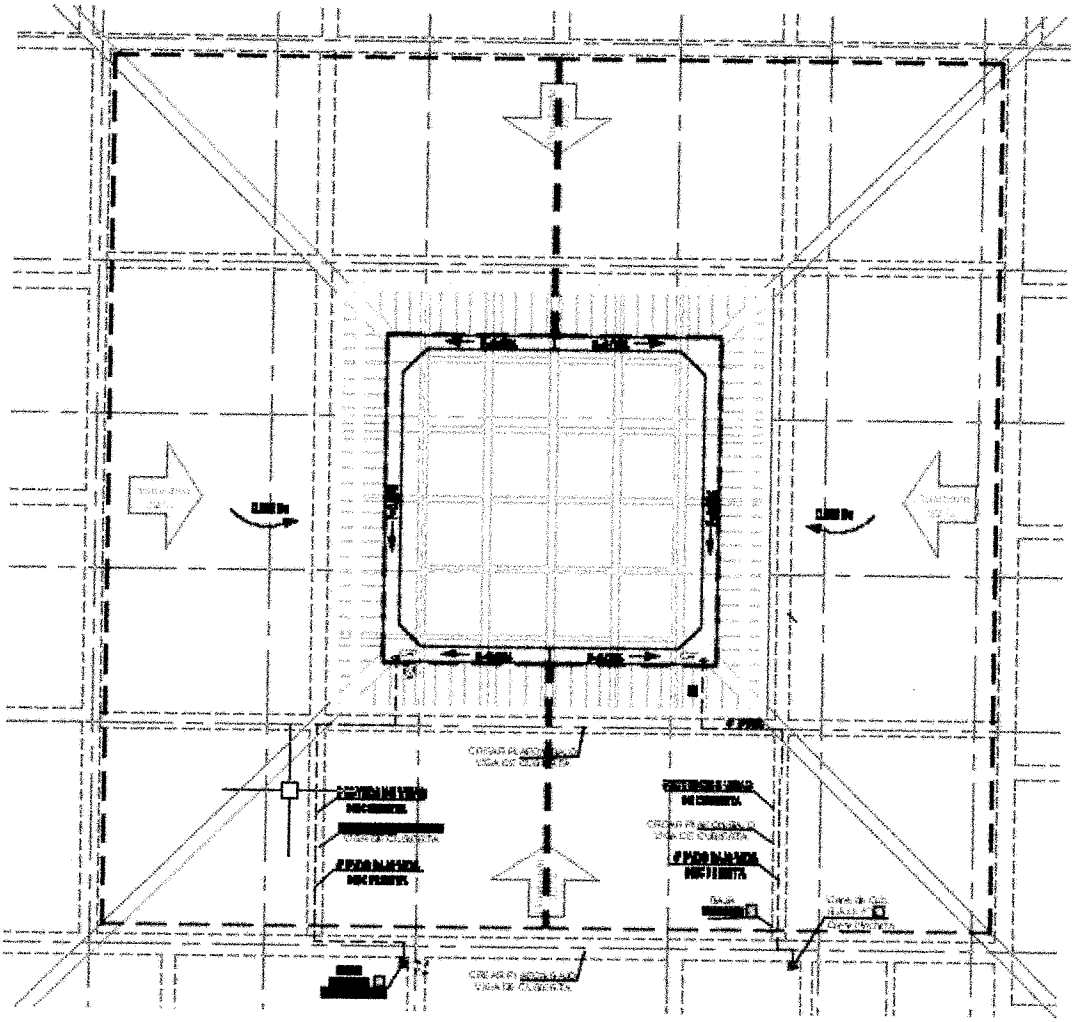
El área aproximada de evacuación de las aguas lluvias, de todo el proyecto es de aproximadamente 180 m2.

Con esta área, un C= 1,0 y una intensidad de diseño de 100mm/hora, se obtiene un caudal final de evacuación de aguas lluvias de todo el proyecto de **2.50 lt/seg.** Para cada bajante.

6.5. Diámetros de los Colectores Horizontales Cubierta Exteriores

De acuerdo con la información topográfica, Se realizó un diagnóstico de las bajantes y colectores existentes de aguas lluvias exteriores, notando que el sistema funciona adecuadamente y concluyendo que no hay necesidad de cambiar diámetros ni tuberías de esta red

Grafico 18 Detalle de Redes de Aguas Lluvias en Cubierta



Fuente: autor. Ver anexo. Planos del proyecto

Tabla 23. Diseño Redes de Alcantarillado Pluvial

DISEÑO DE REDES DE DESAGUE PLUVIAL - BIBLIOTECA ESCUELA MILITAR NOV 02-2025

Tramo		Áreas de drenaje		Caudal de	Características tubería								Funcionamiento hidráulico					Funcionamiento hidráulico				Perfil alcantarillado			
De	A	M2	HA	Q Diseño Qd (l/s)	Long. (m)	Pte S (%)	Diam Nom (")	Diam Ext (m)	Diam Nom (mm)	Diam Int. (m)	Material	Coef. Rugos. n	Tubo lleno		Relación Qd / Q_0	Vel. Real Vr (m/s)	Esf. Trac. τ_0 (Kg/m^2)	Lámina Y (m)	Prof. Hid. D (m)	Rad. Hid. R_H (m)	No De Froud	Cota Clave		Cota Rasante	
													Q_0 (l/s)	V_0 (m/s)								Superior	Inferior	Superior	Inferior
1	2	90,0	0,0090	2,50	7,00	1,00	4	0,110	100	0,100	PVC	0,010	6,72	0,85	0,37	0,67	0,24	0,05	0,04	0,02	1,12	5,82	5,75	5,82	5,82
3	4	90,0	0,0090	2,50	2,25	1,00	4	0,110	100	0,100	PVC	0,010	6,72	0,85	0,37	0,67	0,24	0,05	0,04	0,02	1,12	2,13	2,11	2,13	2,13
5	6	90,0	0,0090	2,50	1,50	1,00	4	0,110	100	0,100	PVC	0,010	6,72	0,85	0,37	0,67	0,24	0,05	0,04	0,02	1,12	-0,15	-0,17	0,00	0,00

Fuente: autor. Ver Memoria de Redes Alcantarillado Pluvial.

7. BIBLIOGRAFIA

- ✓ PEREZ CARMONA, Rafael. "El Agua". Editorial Escala. Bogotá. 1988. Segunda edición.
- ✓ PEREZ CARMONA, Rafael. "Instalaciones Hidrosanitarias". Editorial Escala. Bogotá. 1985..
- ✓ MARINO R. "Fontanería y Saneamiento". Editorial, DOSSAT, Madrid 1965. .
- ✓ CHOW, Ven te – DAVID R, Maidment – LARRY W, Mays, "Hidrología Aplicada". 1994. 584p.
- ✓ National Fire Protection Association. (2006). NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems (2002). National Fire Protection Association.
- ✓ NFPA 13 -14 y 750 Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores. Edición 2019.
- ✓ NFPA 25 Norma para la Inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de protección contra Incendios a base de agua. Edición 2019.
- ✓ Manual de Protección contra incendios de la NFPA. Cuarta edición.
- ✓ NSR10 capítulos "J" y "K".
- ✓ NTC 2509 Segunda Actualización.
- ✓ NTC 23631.

ELABORADO POR ESP HIDRAULICO:	DORIS XIOMARA CASTAÑEDA ✓
MATRICULA PROF No.:	25202-82527 CND

CONSORCIO DISEÑOS BIBLIOTECA	EDIFICIO BIBLIOTECA CENTRAL FF MM	NOV 02 2025

CONTIENE:	FORMULAS UTILIZADAS - DISEÑO HIDROSANITARIO	HOJA 1 DE 12

CONSULTORÍA HIDRÁULICA, SANITARIA, PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO.
PARA EL EDIFICIO "BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FUERZAS MILITARES TOMAS RUEDA VARGAS" DE LA ESCUELA MILITAR DE CADETES "JOSE MARIA CORDOBA" CALLE 80 N° 38-00 - BOGOTA

1. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto consiste en una edificación de Patrimonio para biblioteca y zonas administrativas, ubicada dentro de la ESCUELA MILITAR DE CADETES JOSE MARIA CORDOBA. En dos pisos y cubierta,

Se realiza el chequeo de las instalaciones existentes de la edificacion con el fin de verificar su estado actual y asi determinar que redesnuevas se deben diseñar y cuales redes se deben mantener y optimizar,

2. REDES DE SUMINISTRO

Para el cálculo de caudales hidráulicos se toman las unidades de Hunter.

Para el cálculo de las pérdidas por fricción en las tuberías de suministro, se utiliza la fórmula de "HAZEN WILLIAMS".

$$J = 1000 \times \left[\frac{Q}{280 \times C \times \varnothing^{2,63}} \right]^{1,85}$$

DONDE :
- J : Pérdidas por fricción : m/Km.
- Q : Caudal transportado : Lts/seg.
- Ø : Diámetro Nominal : mts
- C : Coeficiente de rugosidad.

C : Hierro Galvanizado = 100
C : Cobre = 140
C : PVC = 150

Para el cálculo de presión en los extremos se utiliza la ecuación de " BERNOULLI ".

$$Z1 + (P1 / IT) + (V1/2)^2 = Z + P2 + (V2 / 2)^2 + hf\ (1 - 2)$$

Donde: hf (1-2) = J x L1-2 y L1-2 = Long-Tubería + Long. equivalente por accesorios.
IT = Peso especifico del agua.

3. REDES DE DESAGUES

Para el cálculo de las tuberías de desague se utiliza la fórmula de " MANNING ".

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

Con: n = 0,013 : Tubería de gres.
n = 0,009 : Tubería PVCS ó NOVAFORT/ RIBLOCK

ELABORADO POR PROFESION HIDRAULICO: DORIS XIOMARA CASTAÑEDA M.P. 25202 - 82527 CND

CONSORCIO DISEÑOS BIBLIOTECA	EDIFICIO BIBLIOTECA CENTRAL FF MM	NOV 02 2025

CONTIENE:	CHEQUEO DE ACOMETIDA Y VOLUMEN TANQUES DE ALMACENAMIENTO	HOJA 2	DE 12

1. CALCULO VOLUMEN ALMACENAMIENTO

EDIFICACION EXISTENTE - SUMINISTRO

CONSUMO DIARIO Litros/Dia Persona	=	90	Litros
NUMERO DE PERSONAS	=	22	funcionarios y visitantes
CONSUMO DIARIO	=	1980	litros
VOLUMEN DIARIO	=	1,98	m3

RESERVA PARA INCENDIO SEGÚN CLASIFICACION Y RIESGO

OCUPACION	=	L-2	
RIESGO	=	ORDIN	
CAUDAL POR GABINETE TIPO LF300	=	0,25	litros/seg
CAUDAL POR ROCIADORES	=	0,11	litros/seg
No. DE PULVERIZADOES	=	10	Und
CAUDAL TOTAL POR ROCIADORES	=	1,10	litros/seg
TIEMPO DE REACCION BOMBEROS	=	30	minutos
CAUDAL PARA INCENDIO	=	**1,35**	litros/seg
VOLUMEN TOTAL PARA INCENDIO	=	2430	litros

B. VOLUMEN TOTAL PARA INCENDIO**	=	**2,43**	m3

TOTAL VOLUMEN SUMINISTRO + INCENDIO	=	**4,41**	m3

** EL SISTEMA CONTRA INCENDIO VA A ESTAR COMPUESTO POR UNA COLUMNA PARA LA BIBLIOTECA

** LA COLUMNA DE LA BIBLIOTECA SOLO SON 3 PISOS Y NO HAY SOTANO, TIENE ROCIADORES POR SER DE RIESGO ORDINARIO.

CONSORCIO DISEÑOS BIBLIOTECA	EDIFICIO BIBLIOTECA CENTRAL FF MM	NOV 02 2025

CONTIENE:	CHEQUEO DE ACOMETIDA Y VOLUMEN TANQUES DE ALMACENAMIENTO	HOJA 3 DE 12

2. CALCULO ACOMETIDA

TIEMPO DE LLENADO (T)= 4 HORAS = 14.400 SEG

CAUDAL (Q) = VOLUMEN TANQUE / TIEMPO DE LLENADO = 0,31 Lt/s

LONGITUD ACOMETIDA = 3,00 MT

PRESION EN LA RED = 15 MCA

PERDIDA UNITARIA (J) = 3,33 M / M

C = 150 PVC

UTILIZANDO LA FORMULA DE HAZEN WILLIAMS:

$$D = \frac{Q}{280 \times C \times J^{0,54}}$$

'0,38 = 0,008721 metros

Aproximadamente = 0,50 PULGADAS

VELOCIDAD (V) = 2,42 m/s

PARA 1 PULGADAS VELOCIDAD (V) = 0,60 m/s O.K.

SE SOLICITA ACOMETIDA EN ø 1 PULGADA

CONSORCIO DISEÑOS BIBLIOTECA	EDIFICIO BIBLIOTECA CENTRAL FF MM	NOV 02 2025

CONTIENE: CALCULO DE RUTA CRITICA EQUIPO DE PRESION A.POTABLE	HOJA 4 DE 12

TRAMO		UNIDADES HUNTER	CAUDAL	DIAMETRO	VELOCIDAD	LONGITUD (METROS)				PERDIDA UNITARIA	PERDIDA TOTAL	PRESION EXTREMO
DE	A		(Lts/seg)	(pulg)	(m/s)	VERT.	HORIZ.	ACCES.	TOTAL	(m/m)	(m)	FINAL (m)
SE TOMA COMO PUNTO CRITICO EL SANITARIO DE FLUXOMETRO DEL BAÑO EN PISO 2												
1												35,00
1	2	10	0,56	1 1/4	0,71	2,50	0,70	1,10	4,30	0,017	0,07	37,57
2	3	26	1,07	1 1/4	1,35		2,00	2,30	4,30	0,055	0,24	37,81
3	4	50	1,68	1 1/2	1,47		5,00	5,60	3,40	0,052	0,18	37,99
4	5	57	1,83	1 1/2	1,61		4,50	3,40	7,90	0,061	0,48	38,47
5	6	57	1,83	1 1/2	1,61	3,00	1,10	1,40	3,90	0,061	0,24	41,71
6	7	129	3,21	2	1,58	3,00	41,00	5,10	49,10	0,043	2,09	46,80

CONSORCIO DISEÑOS BIBLIOTECA	EDIFICIO BIBLIOTECA CENTRAL FF MM	NOV 02 2025

CONTIENE:	CALCULO CABEZA DINAMICA TOTAL	HOJA 5	DE 12

NUMERO TOTAL UNIDADES HUNTER: 129 — CAUDAL (Q): 3,21 LT/S = 51 gpm

1	PRESION EN PUNTO CRITICO	35,00	m.c.a
2	PERDIDAS A LA SALIDA DEL MEDIDOR	0,00	m.c.a
3	PERDIDAS EN MEDIDOR CRITICO	0,00	m.c.a
4	PERDIDAS EN LA DESCARGA	46,80	m.c.a
5	ALTURA ESTATICA EN LA DESCARGA	8,50	m.c.a
	PRESION NECESARIA EN LA DESCARGA	43,50	m.c.a
6	ALTURA ESTATICA EN LA SUCCION (He)	0,20	m.c.a
7	LONGITUDES		
	LONGITUD TUBERIA L =	1,20	m.c.a
	LONGITUD EQUIVALENTE LE =	17,20	m.c.a
	LONGITUD TOTAL LT =	18,40	m.c.a

PARA D= 2,5 PULG. — C: 100 H.G.

Q = 3,21 LTS/SEG — V = 1,01 m / s

Js = 0,034 m / m

8	PERDIDAS EN LA SUCCION (Hf)	LT x J = 0,63	m
	CABEZA DINAMICA TOTAL (C.D.T.)	44,33	m.c.a
C.D.T DISEÑO =		**45,0**	m.c.a

$$\text{POTENCIA} = \frac{Q \times Y \times Ht}{76 \times n}$$

CON EFICIENCIA (n) = 65 %

$$\text{POTENCIA} = \frac{3,21}{76} \times \frac{1,0}{x} \times \frac{45,0}{60} = 2,92$$

POTENCIA DE DISEÑO= 3,0 H.P.

SE DEJARA LA BOMBA(S) PARA EL 100 % DEL CAUDAL TOTAL C/U

CONSORCIO DISEÑOS BIBLIOTECA	EDIFICIO BIBLIOTECA CENTRAL FF MM	NOV 02 2025

CONTIENE:	CALCULO DEL N.P.S.H. DISPONIBLE	HOJA 6 DE 12

CALCULO DE LA CABEZA NETA DE SUCCION DISPONIBLE N.P.S.H.

(CALCULO EN METROS DE COLUMNA DE AGUA)

ALTITUD = 2600 Metros sobre el nivel del mar

PRESION ATMOSFERICA

Po = 7,5

Hsl = He + Hf DE SUCCION = 0,83

PRESION DE VAPOR

Pv = 0,24 m

(Para una temperatura del agua de 20° C . Pv = 0,24 m)

CABEZA DE VELOCIDAD (SUCCION)

V ^ 2 / (2 x g) = 0,05 m

DIAMETRO DE SUCCION

Ds / 2 = 0,032 m

N.P.S.H. = Po - Hsl - Pv + v^2 / 2g + Ds / 2

N.P.S.H. = 6,51 m

CONSORCIO DISEÑOS BIBLIOTECA	EDIFICIO BIBLIOTECA CENTRAL FF MM	NOV 02 2025

CONTIENE: CALCULO TANQUE HIDROACUMULADOR HOJA 7 DE 12

DATOS

POTENCIA	=C_D_T_!L46*20/100			0,6	H.P.
CAUDAL TOTAL DE BOMBEO (QT)			=C_D_T_!L7*20/100	0,64	LTS/SEG
C.D.T.	45,0	m.c.a.	=	64,13	P.S.I.

RANGO DE PRESIONES

PRESION INICIAL	(Pa)	64	P.S.I.
PRESION FINAL	(Pb)	84	P.S.I.

TIEMPO DE REGULACION (T)	3	min
	180	seg

CALCULOS

CAUDAL DE DISEÑO DEL TANQUE:

QM = QT x 65 % = 0,42 LTS/SEG

VOLUMEN DE REGULACION:

VR = QM x T/4 = 19 LTS

VOLUMEN DEL TANQUE:

$$VT = VR \times \frac{Pb + 14{,}7\ P.S.I.}{Pb - Pa} = 93\ LTS$$

SE INSTALARA(N) 1 TANQUE HIDROACUMULADOR

DE 93 LTS DE CAPACIDAD

CONSORCIO DISEÑOS BIBLIOTECA	EDIFICIO BIBLIOTECA CENTRAL FF MM	NOV 02 2025

CONTIENE:	CALCULO RUTA CRITICA EQUIPO DE INCENDIO	HOJA	8	DE	12

TRAMO		CAUDAL	DIAMETRO	VELOCIDAD	LONGITUD (METROS)				PERDIDA UNITARIA	PERDIDA TOTAL	PRESION EXTREMO
DE	A	(Lts/seg)	(pulg)	(m/s)	VERT.	HORIZ.	ACCESORIOS	TOTAL	(m/m)	(m)	FINAL (m)
SE TOMA ZONA CRITICA N LA SALA DE CONFERENCIAS EN EL SEGUNDO PISO											
1											750,00
1	2	**0,11**	1/2	0,87	0,00	3,50	0,50	4,00	0,070	0,28	750,28
2	3	**0,22**	1/2	1,74	0,00	1,74	1,50	3,24	0,254	0,82	751,10
3	4	**0,22**	1/2	1,74	0,00	3,60	2,00	5,60	0,254	1,42	752,52
4	5	**0,44**	3/4	1,54	0,00	3,50	2,00	5,50	0,127	0,70	753,22
5	6	**0,66**	3/4	2,32	0,00	3,50	2,00	5,50	0,269	1,48	754,70
6	7	**0,88**	3/4	3,09	0,00	3,50	1,40	4,90	0,459	2,25	756,95
7	8	**1,10**	3/4	3,86	0,00	10,30	4,20	14,50	0,693	10,05	767,00
8	9	**1,35**	1	2,66	4,00	0,00	3,40	7,40	0,250	1,85	772,85
9	10	**1,35**	1	2,66	0,00	4,60	2,50	7,10	0,250	1,77	774,62
10	11	**1,35**	1	2,66	2,50	0,00	1,60	4,10	0,250	1,02	778,14
11	12	**1,35**	1	2,66	0,00	22,00	2,40	24,40	0,250	6,09	784,23
								86,24			

CONSORCIO DISEÑOS BIBLIOTECA	EDIFICIO BIBLIOTECA CENTRAL FF MM	NOV 02 2025

CONTIENE:	CALCULO CABEZA DINAMICA TOTAL INCENDIO	HOJA	9	DE	12

CAUDAL (Q) : 1,35 LT/S 21 GPM

1	PRESION EN PUNTO CRITICO	750,00	m.c.a
2	PERDIDAS A LA SALIDA DEL MEDIDOR	0,00	m.c.a
3	PERDIDAS EN MEDIDOR	0,00	m.c.a
4	PERDIDAS EN LA DESCARGA	86,24	m.c.a
5	ALTURA ESTATICA EN LA DESCARGA	0,00	m.c.a
	PRESION NECESARIA EN LA DESCARGA	836,24	m.c.a
6	ALTURA ESTATICA EN LA SUCCION (He)	0,40	m.c.a
7	LONGITUDES		

LONGITUD TUBERIA L = 1,40 m.c.a

LONGITUD EQUIVALENTE LE = 23 m.c.a

LONGITUD TOTAL LT = 24,40 m.c.a

PARA D= 2 PULG. C : 160 H.G.

Q = 1,35 LTS/SEG V = 0,67 m / s

Js = 0,009 m / m

8 PERDIDAS EN LA SUCCION (Hf) LT x J = 0,21 m

CABEZA DINAMICA TOTAL (C.D.T.) 836,85 m.c.a

C.D.T DISEÑO = **837,0** m.c.a

$$\text{POTENCIA} = \frac{Q \times Y \times Ht}{76 \times n}$$

CON EFICIENCIA (n) = 60 %

$$\text{POTENCIA} = \frac{1,35 \times 1,0 \times 837,0}{76 \times 60} = 24,78$$

POTENCIA DE DISEÑO = **24,8** **H.P.**

SE INSTALARA(N) 1 BOMBA(S) PARA EL 100 % DEL CAUDAL TOTAL

1 BOMBA(S) PARA EL 10 % DEL CAUDAL TOTAL

CONSORCIO DISEÑOS BIBLIOTECA	EDIFICIO BIBLIOTECA CENTRAL FF MM	NOV 02 2025

CONTIENE:	CALCULO DEL N.P.S.H. DISPONIBLE INCENDIO	HOJA 10 DE 12

CALCULO DE LA CABEZA NETA DE SUCCION DISPONIBLE N.P.S.H.

(CALCULO EN METROS DE COLUMNA DE AGUA)

ALTITUD = 2600 Metros sobre el nivel del mar

PRESION ATMOSFERICA

Po = 7,5

Hsl = He + Hf DE SUCCION = 0,61

PRESION DE VAPOR

Pv = 0,24 m

(Para una temperatura del agua de 20° C . Pv = 0,24 m)

CABEZA DE VELOCIDAD (SUCCION)

V ^ 2 / (2 x g) = 0,02 m

DIAMETRO DE SUCCION

Ds / 2 = 0,0254 m

N.P.S.H. = Po - Hsl - Pv + v^2 / 2g + Ds / 2

N.P.S.H. = 6,70 m

DISEÑO DE REDES DE DESAGUE SANITARIO - BIBLIOTECA ESCUELA MILITAR NOV 02-2025

HOJA: 11 | DE: 12

	TRAMO		CAUDAL	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS E HIDRAULICAS										PERFIL DEL TERRENO			
			DE DISEÑO	Longitud	Pendiente	Sección	Coefic Rugos	Qll	Vll	Relacion	Profundidad	Velocidad	Tractiva	COTA RASANTE		COTA CLAVE	
UNDS	PI	PF	(L.P.S.)	(m)	(%)	Pulg.	"n"	(LPS)	(m/s)	Caudales q/Q	lámina Y (mts)	real v (mts/s)	T Kg/m^2	INICIAL (mts)	FINAL	INICIAL (mts)	FINAL (mts)
40	1	2	1,44	1,40	1,0	6	0,010	19,80	1,12	0,07	0,03	0,55	0,20	-0,20	-0,21	0,00	0,00
66	2	3	2,03	2,30	1,0	6	0,010	19,80	1,12	0,10	0,04	0,61	0,21	-0,21	-0,24	0,00	0,00
149	3	4	3,54	10,00	1,0	6	0,010	19,80	1,12	0,18	0,05	0,72	0,26	-0,24	-0,34	0,00	-0,10

DISEÑO DE REDES DE DESAGUE PLUVIAL - BIBLIOTECA ESCUELA MILITAR NOV 02-2025

Tramo		Áreas de drenaje		Caudal de	Características tubería								Funcionamiento hidráulico					Funcionamiento hidráulico				Perfil alcantarillado			
De	A	M2	HA	Q Diseño Qd (l/s)	Long. (m)	Pte S (%)	Diam Nom (")	Diam Ext (m)	Diam Nom (mm)	Diam Int. (m)	Material	Coef. Rugos. η	Tubo lleno		Relación Qd / Q_o	Vel. Real Vr (m/s)	Esf. Trac. τo (Kg/m^2)	Lámina Y (m)	Prof. Hid. D (m)	Rad. Hid. R_H (m)	No De Froud	Cota Clave		Cota Rasante	
													Q_o (l/s)	V_O (m/s)								Superior	Inferior	Superior	Inferior
1	2	90,0	0,0090	2,50	7,00	1,00	4	0.110	100	0,100	PVC	0,010	6,72	0,85	0,37	0,67	0,24	0,05	0,04	0,02	1,12	5,82	5,75	5,82	5,82
3	4	90,0	0,0090	2,50	2,25	1,00	4	0,110	100	0,100	PVC	0,010	6,72	0,85	0,37	0,67	0,24	0,05	0,04	0,02	1,12	2,13	2,11	2,13	2,13
5	6	90,0	0,0090	2,50	1,50	1,00	4	0.110	100	0,100	PVC	0,010	6,72	0,85	0,37	0,67	0,24	0,05	0,04	0,02	1,12	-0,15	-0,17	0,00	0,00

	BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FUERZAS MILITARES TOMAS RUEDA VARGAS"	NOV 02 2025

CONTIENE:	CALCULO POZO EYECTOR AGUAS FILTRADAS DE TERRENO	HOJA 1	DE 1

1. CALCULO DE CAUDALES

1.1 POR AREAS DESCUBIERTAS

AREA DESCUBIERTA RAMPA Y VACIOS: 0 M2

CAUDAL: 0,00 LTS/SEG

Q1: 0,00 LTS/SEG

1.2 POR UNIDADES HUNTER

NUMERO DE UNIDADES: 0 U.H.

CAUDAL: 0 LTS/SEG

Q2: 0,00 LTS/SEG

1.3 POR DRENAJE DE CIMENTACION

AREA A DRENAR CIMENTACION: 0 M2

CAUDAL 0,03 GPmin/mts2 = 0,0019 lts/seg/mts2: 0

CAUDAL: 0,00 LTS/SEG

Q3: LTS/SEG

1.4 CAUDAL POR LAVADO DE TANQUES

Q4: 1,30 LTS/SEG

QT= Q1+Q2+Q3+Q4= 1,30 LTS/SEG

2. CALCULO CABEZA DINAMICA TOTAL

ALTURA ESTATICA (He): 2,00 mts

LTOTAL = LONGITUD DE TUBERIA + LONGITUD EQUIVALENTE: 4,00 mts

PARA Q= 1,30 Lts/seg Ø = 3 C = 150

V = 0,29 mts/s

J = 0,00125 mts/mts

PERDIDAS (HF) = J * LTOTAL

HF = 0,00501 mts

CABEZA DE SALIDA

CS= 1,00 mts

PERDIDAS EN BOMBA

PB= 1,00 mts

C.D.T. = HE + HF

C.D.T = 4,01 mts

3. CALCULO DE POTENCIA

$$\text{POTENCIA} = \frac{Q \times Y \times Ht}{76 \times n} = \frac{1.30 \times 1 \times 5{,}73}{76 \times 0{,}6} = 0{,}10$$

P = 0,5 H.P.

4. CALCULO VOLUMEN POZO DE BOMBEO

TIEMPO DE RETENCION (seg): 420 segundos

V = Q * Tretención

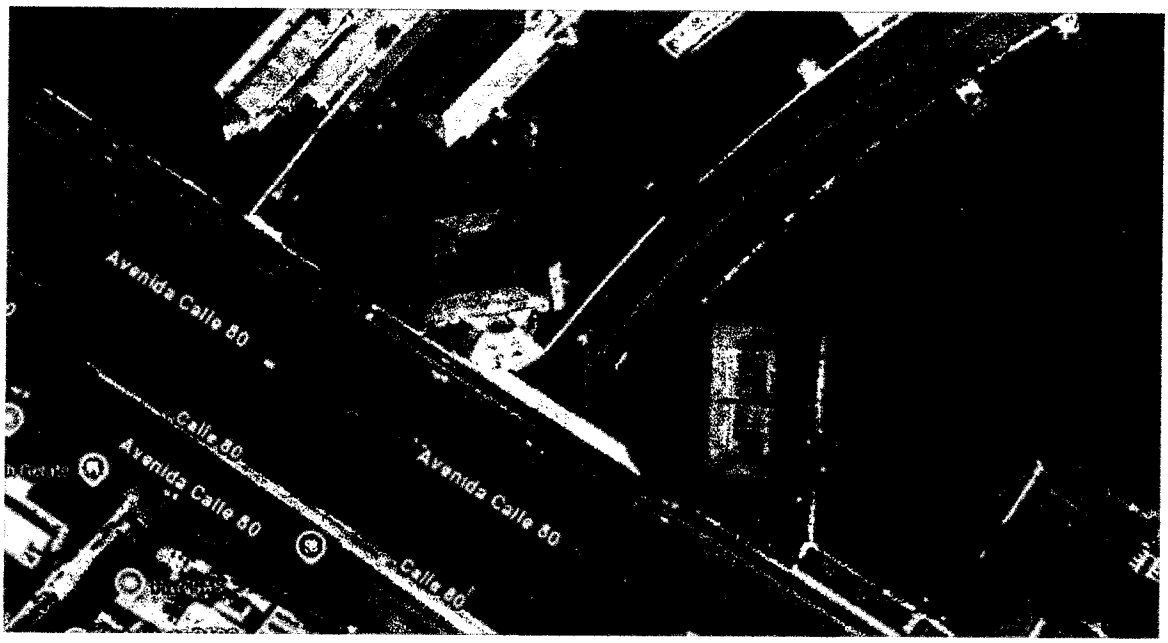
V = 546 LTS

VOLUMEN DE DISEÑO: 1,00 M3

COMO COMERCIALMENTE NO SE ENCUENTRAN BOMBAS DE 0,1 HP

SE INSTALARAN DOS BOMBAS DE 0,5 HP. PARA EL 100% DEL CAUDAL TOTAL C/U

CONSULTORÍA HIDRÁULICA, SANITARIA, PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO. PARA EL EDIFICIO "BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FUERZAS MILITARES TOMAS RUEDA VARGAS" DE LA ESCUELA MILITAR DE CADETES "JOSE MARIA CORDOBA" CALLE 80 N° 38-00 - BOGOTA



ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS

Bogotá D.C, NOVIEMBRE 02 2025

Tabla de contenido

..... 1
Tabla de contenido 2
1. EQUIPO DE PRESION PARA AGUA POTABLE 3.0 HP 3
1.1 Características 3
1.2 Motobomba 3
1.3 Conexión Eléctrica 4
1.4 Accesorios 6
1.5 Instalación 6
1.6 Curva de la bomba 6
..... 6
2. SISTEMA CONTRA INCENDIO 24.8 HP 7
2.1 Características 7
2.2 Dimensiones 8
2.3 Instalación típica equipo y principales componentes 9
2.4 Esquema de conexión del grupo horizontal 11
2.5 Cuadro eléctrico 12
2.6 Tablero eléctrico 13

Índice de Tablas

Tabla 1. Características equipo de presión para agua potable 3
Tabla 2. Características sistema contra incendio 7
Tabla 3. Convenciones lámparas y pulsadores 8
Tabla 4. Características pulsadores 8

1. EQUIPO DE PRESION PARA AGUA POTABLE 3.0 HP

1.1 Características

Se encuentra un sistema que garantiza el apagado de la bomba cuando la demanda sea nula. Cuenta con un tanque metálico hidro tipo VERTICAL de 70 cm de Diámetro y 1.50 m de Alto para un volumen de 135 galones aire comprimido aproximado y 10 % de agua que serían 15 galones. El proponente deberá constatar en sitio el buen funcionamiento del equipo al momento de iniciar las obras.

Tabla 1. Características equipo de presión para agua potable existente y a conservar

Caudal	3.21 Litros/seg
Cabeza dinámica total	45 metros de columna de agua
Presión en la descarga	43.50 metros de columna de agua
Cabeza neta de succión disponible	18.40 metros de columna de agua
Diámetro mínimo tubería de succión	ϕ 21/2"
Diámetro mínimo tubería de descarga	Bombas N.° ϕ 21/2"
Diámetro mínimo en la flauta de descarga	ϕ 21/2"

Fuente: autor

1.2 Motobomba

Las bomba es del tipo centrifuga de velocidad variable y se diseñan 2 unidades, para el 100% del caudal total c/u.

El motor es eléctrico del tipo jaula de ardilla a prueba de humedad y con las siguientes características:

- Pintura exterior especial para protegerlo contra la corrosión.
- Tensión conmutable de 220 a 440.
- Capacidad de reducción de tensión hasta en un 15% de la tensión nominal.
- Capacidad hasta de un 5% en las oscilaciones de tensión, sin disminución de su potencia nominal.
- Capacidad admisible de sobrecarga de 1.5 veces la corriente nominal durante 60 segundos.
- Variaciones del par de arranque: - 15% y + 25% par de arranque garantizado.
- Disminución máxima del número nominal de revoluciones: 20% con carga nominal.

La bomba y el motor está montado sobre una base de concreto.

1.3 Conexión Eléctrica

La motobomba se alimenta tanto del sistema normal como del sistema de emergencia; se conecta al sistema el total de la carga instalada y para efectos de cálculo de protecciones y controles, se toma el 100% de la carga que está en posibilidad de funcionar. Simultáneamente la acometida al tablero de control del equipo de bombeo se encuentra de acuerdo con el Artículo 430 del CODIGO ELECTRICO DE LOS ESTADOS UNIDOS (NEC) El tablero de control para el equipo de bombeo constará de las siguientes partes:

1.3.1 El encendido y manejo de las bombas se hace mediante un tablero electrónico automático, el cual se presenta en la Ilustración siguiente.

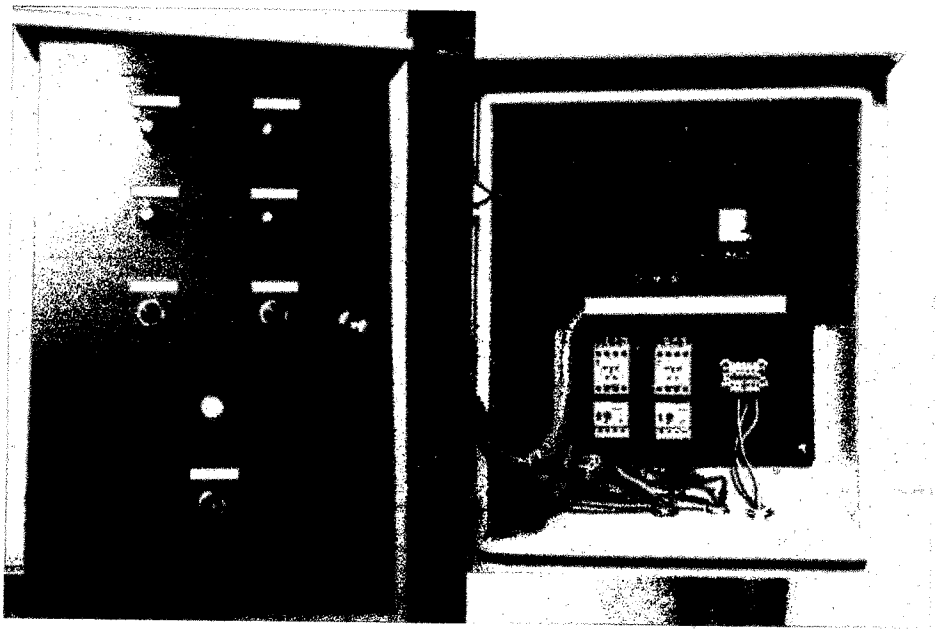


Ilustración 1. Control de bombeo de agua del tanque mixto
Fuente: Consultoría 2023.

1.3.2. Un interruptor automático termomagnético totalizador y un interruptor automático termomagnético independiente para cada motor para protección y desconexión general de los equipos. El tamaño y capacidad se calcularán con base en la potencia del equipo conectado y de acuerdo con la tabla 430-152 del Código Eléctrico de los Estado Unidos y de los Artículos que sobre el hagan referencia.

1.3.3. Arrancadores de motores: Los motores se arrancarán mediante conexión directa o arranque en estrella-triángulo, de acuerdo con su potencia nominal y a las recomendaciones del fabricante. En general para motores de 12 H.P. o más se utilizará el arranque estrella triángulo.

Los contactores se seleccionarán para corrientes inductivas y trabajarán al 80% de su capacidad nominal y los relés térmicos de sobrecarga serán máximos del 1.25 del valor de la corriente nominal del motor.

1.3.4 Sistema de señalización y control: Para el control de cada motor se deben tener los siguientes elementos:

- Un pulsador para arranque y parada de los motores.
- Una lámpara de señalización para funcionamiento normal.
- Una lámpara de señalización para indicación de disparo del relé térmico.
- Pulsador para reposición del relé térmico.
- Un switch para seleccionar la operación manual o automática de los equipos, para garantizar el desgaste parejo de los equipos.

Las convenciones por usar para lámparas y pulsadores serán:

Rojo: Peligro inminente Amarillo: Precaución, atención
Verde: Funcionamiento normal (Sin peligro)
Azul: Información especial

Se pueden usar pulsadores dobles de mando con indicador luminoso incluido o pulsadores independientes del tipo botón.

Los pulsadores deben reunir las siguientes características:

Capacidad de corriente a 220 voltios: 7 Amps. Capacidad de corriente a 125 voltios: 7 Amps. Capacidad de corriente a 380 voltios: 6 Amps. Vida útil: 10 millones de maniobras Conductor de conexión: Máximo No. 14 AWG

Los aparatos de señalización y control se escogerán entre las siguientes marcas: Siemens,

Klockner Moeller, A.E.G. Telefunken y General Electric.

1.3.5 Aparatos de medida (Voltímetro, amperímetro, conmutador de fases). Se usarán aparatos de hierro móvil, tipo cuadro para montaje vertical, 60 HZ, clase de exactitud 1.5.

1.4 Accesorios

Cada proponente diseñará los elementos propios de su sistema, acogiéndose a lo especificado en las condiciones generales.

La descarga de cada motobomba tendrá un manómetro para la lectura hasta 100 PSI, y carátula de por lo menos 8 cms. de diámetro.

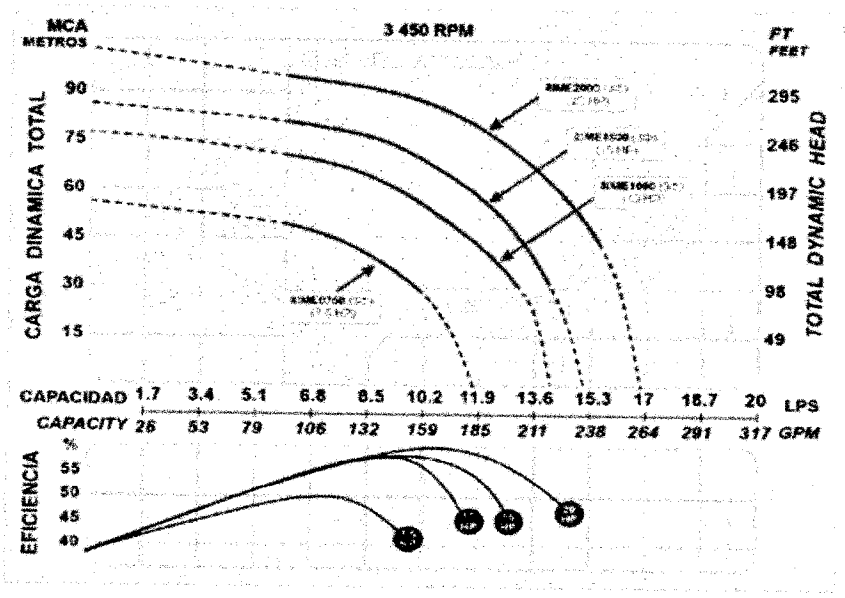
Así mismo, se proveerá de un manómetro para ser instalado en la acometida antes del paso directo.

Los registros de succiones, descargas y flautas serán marca red White, los cheques serán marca Helbert.

1.5 Instalación

La instalación y sus materiales se deben ofrecer como capítulo separado del valor de los equipos y según planos y especificaciones elaborados por el consultor.

1.6 Curva de la bomba



2. SISTEMA CONTRA INCENDIO 24.8 HP

En el mercado se encuentran bombas de 25 HP, se deberá utilizar una bomba de esta capacidad.

La motobomba y sus accesorios deben suministrarse cumpliendo las especificaciones que para los equipos de bombeo de este sistema que da la NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, norma NFPA - 20.

2.1 Características

Tabla 2. Características sistema contra incendio

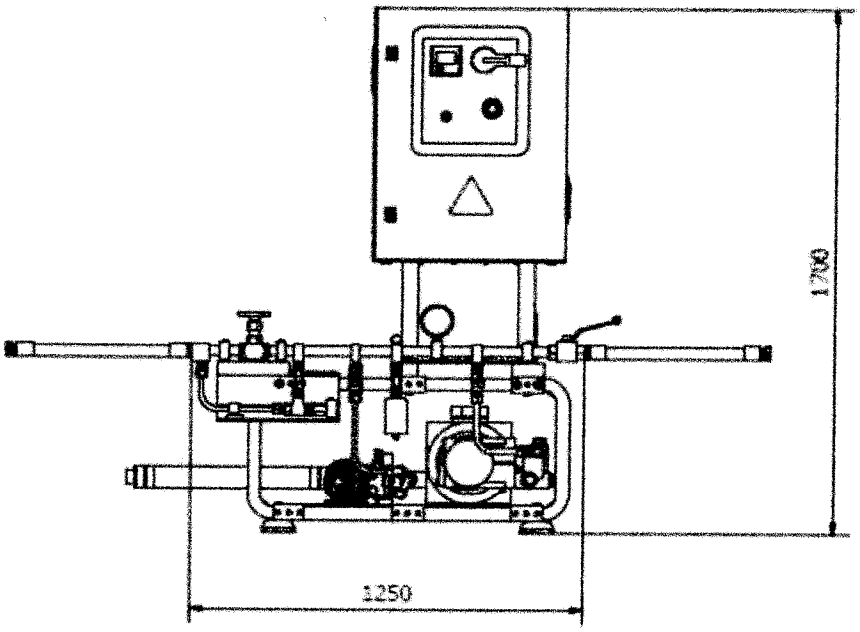
Caudal	1.35 Litros/seg
Cabeza dinámica total	837.00 metros de columna de agua
Presión en la descarga	838.24 metros de columna de agua
Cabeza neta de succión disponible	0.40 metros de columna de agua
Diámetro mínimo tubería de succión	Bomba 1 = ϕ 2" Bomba 2 = ϕ 1"
Diámetro mínimo en la flauta de descarga	ϕ = 1"

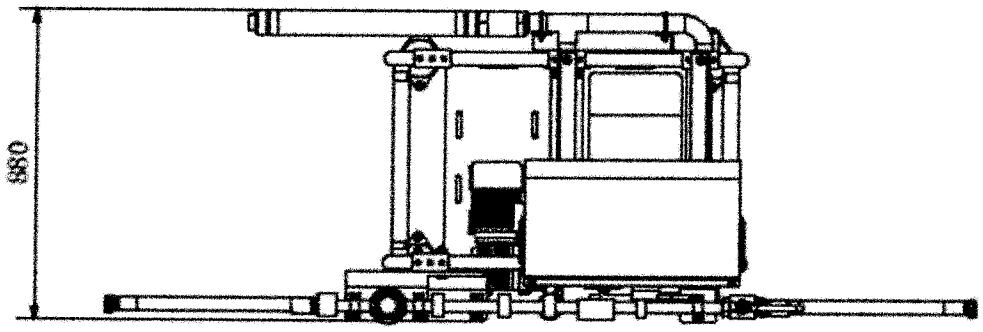
Fuente: autor

Equipo de bombeo compuesto por 1 electrobomba de tipo volumétrico de pistones cerámicos, con un caudal de 40L/min y una presión de 140 bar, con un motor eléctrico trifásico de 400 V y 15C.V (11.04 kw) cada una, más una bomba Jockey con caudal 1 l/min regulada a una presión entre 35 y 40 bar, con motor eléctrico de 230 V y 0.747 CV. El cuadro de control eléctrico que regula el funcionamiento de los equipos está diseñado según la norma UNE 23500 y permite la emisión de alarmas a distancia.

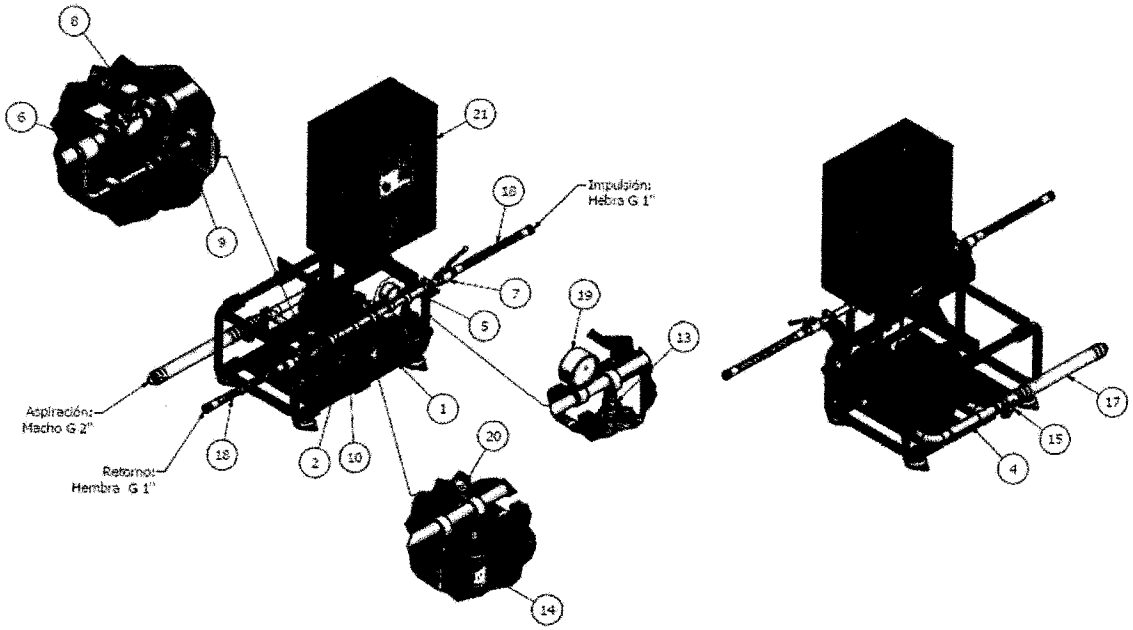
El equipo está compuesto por una bomba controlada por un variador de frecuencia y las otras a través de arrancadores suaves. Se entrega montado sobre bancada universal, regulado de acuerdo a la presión de trabajo según proyecto y comprobado su funcionamiento.

2.2 Dimensiones





2.3 Instalación típica equipo y principales componentes



1. Bomba Principal: Suministra el caudal necesario para cubrir la demanda del riesgo a la presión de trabajo.

2. Bomba Jockey: Mantiene una presión de 40 Bar (presurización) en las instalaciones húmedas y mixtas.

3. Bomba de sobrepresión: Alimenta el colector de aspiración para garantizar el caudal y evitar que ninguna bomba pueda trabajar en vacío.

4. Colector de aspiración: Colector por donde se alimentan todas las bombas excepto la de sobrepresión.

5. Colector de impulsión: Colector situado aguas abajo de las bombas principales a través del cual se alimenta toda la instalación.

6. Colector de retorno: Colector a través del cual retorna el agua sobrante al depósito.

7. Válvula de impulsión: Válvula conectada al colector de impulsión a través de la cual se alimenta toda la instalación.

8. Válvula de pruebas: Válvula para la realización de pruebas de funcionamiento en el equipo con retorno de agua al depósito.

9. Válvula de regulación principal: Evita que se produzca una sobrepresión en el colector de impulsión. El alivio de agua se descarga en el colector de retorno. En función de la configuración del equipo puede incorporar 2 unidades.

10. Válvula de regulación auxiliar: Regula la bomba Jockey, encargada de aliviar el sobrante de agua retornándolo al colector de aspiración.

11. Válvula de alivio: Alivia de presión en el colector de aspiración.

12. Válvula de vaciado: Válvula de vaciado o purgado del colector de aspiración.

13. Válvulas antirretorno: Instaladas una por bomba principal y bomba Jockey. También se suministra una para instalarla en la entrada de aspiración, bomba o colector.

14. Amortiguador de pulsaciones (colector de impulsión): Estabiliza la lectura del transductor de presión.

15. Filtros: Incorpora uno general para todas las bombas excepto la bomba de sobrepresión.

16. Latiguillo de impulsión: Latiguillo _flexible que conecta la salida de la válvula de impulsión con el tubo de salida a instalación con el objetivo de minimizar la transmisión de vibraciones del equipo.

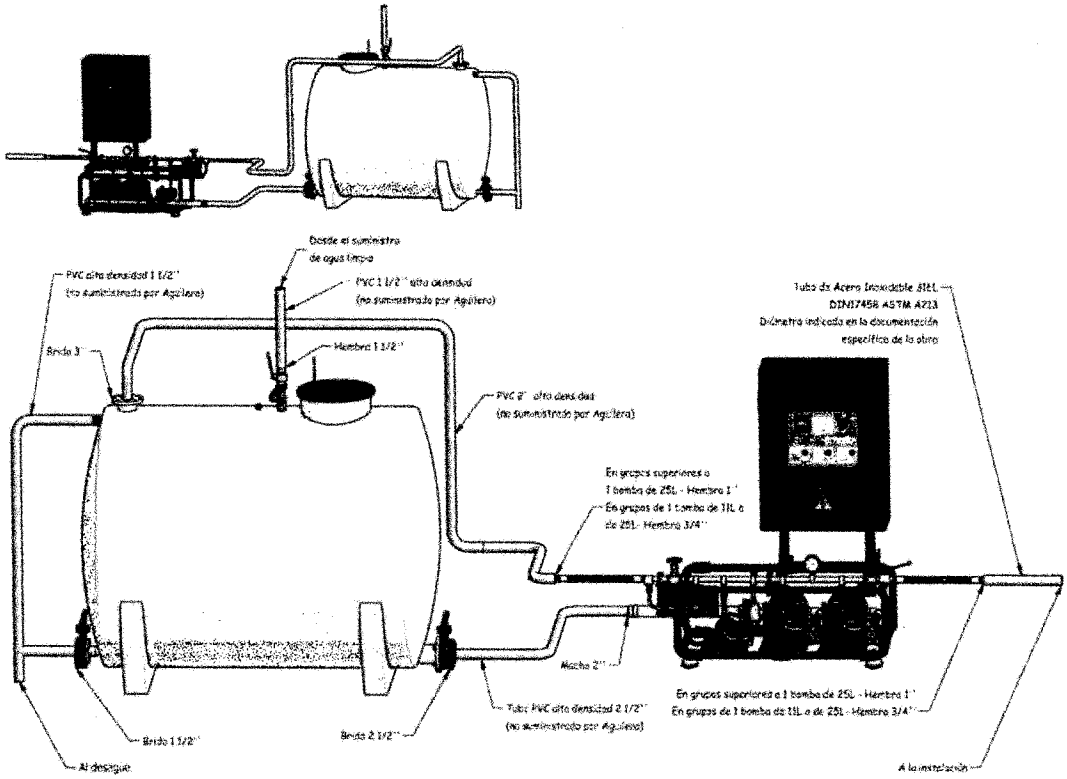
17. Latiguillo de aspiración: Latiguillo _flexible que conecta el tubo de admisión (salida depósito) con la válvula antirretorno de entrada de la bomba de sobrepresión (equipos >3 bombas) o con la válvula antirretorno del colector de aspiración (equipos <3 Bombas), con el objetivo de minimizar la transmisión de vibraciones del equipo.

18. Brida con antivibratoria y latiguillo de retorno: La brida conecta el colector de retorno con el tubo de retorno al depósito (equipos >3 bombas) y con latiguillo de retorno para conectar la salida de la válvula de pruebas y la de regulación con el tubo de retorno al depósito (equipos<3 bombas), con el objetivo de minimizar la transmisión de vibraciones del equipo. 19. Manómetro: Indica la presión existente en el colector de impulsión.

20. Transductor de presión: Indica la presión existente en el colector de impulsión mediante un display de 4 dígitos. Genera una señal analógica 4-20 mA. en función de la presión existente en el colector de impulsión, también activa una señal digital (led SP1) cuando la presión supera los 160 Bar. Si el equipo no está conectado, se produce una parada de emergencia del grupo de
presión.

21. Panel de mandos y control: Panel del cuadro eléctrico desde el cual se realiza el manejo del grupo de bombas.

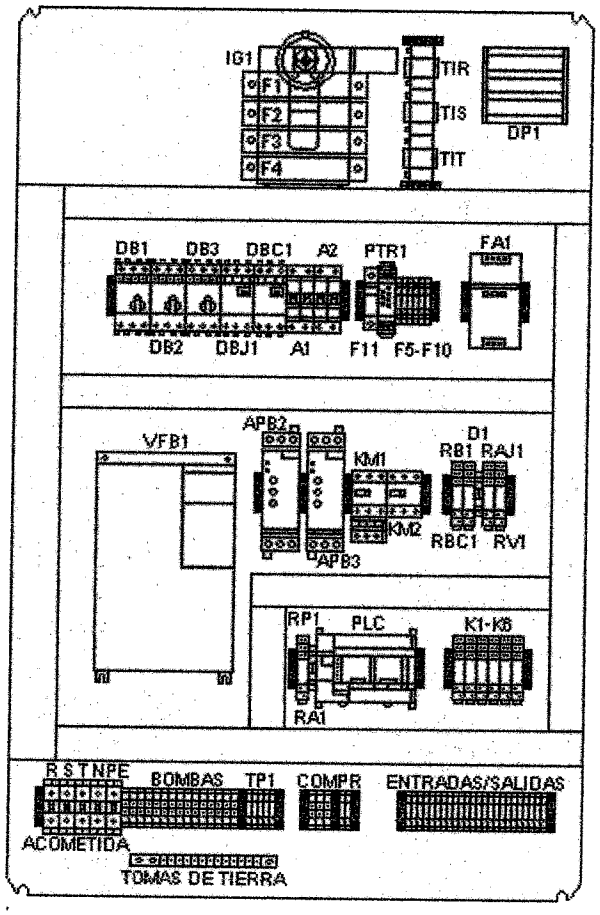
2.4 Esquema de conexión del grupo horizontal



Los recursos eléctricos que incorpora un equipo se indican en este ejemplo, corresponde con la estructura de un cuadro eléctrico previsto para una instalación mixta. El control electroneumático de las válvulas direccionales está montado en un armario auxiliar "Conjunto de Pilotaje". Este equipo, previsto para un caudal de 120 L/min. a 140 Bar, con "n" riesgos, está compuesto por tres bombas principales, bomba jockey, bomba de cebado y salida para un compresor (circuito neumático).

La topología de los recursos que se indican en la siguiente figura, varían en función del tipo de equipo, pero la estructura básica y la nomenclatura general se mantienen en todos los casos.

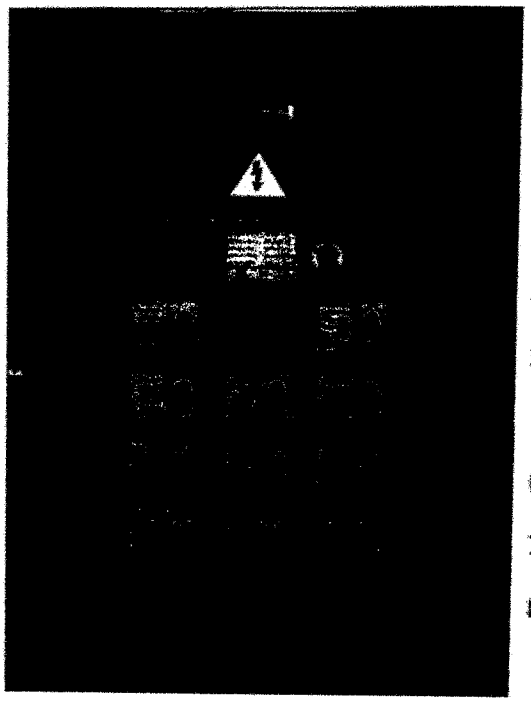
2.5 Cuadro eléctrico



Recursos:

IG1	Interruptor General (seccionador).
F1-F4	Fusibles de protección general.
TIR	Transformador de intensidad fase "R".
TIS	Transformador de intensidad fase "S".
TIT	Transformador de intensidad fase "T".
DP1	Distribuidor de potencia.
DB1	Disyuntor magnético bomba 1.
DB2	Disyuntor magnético bomba 2.
DB3	Disyuntor magnético bomba 3.
DBJ1	Disyuntor magnético bomba jockey.
DBC1	Disyuntor magnético bomba de cebado.
A1	Interruptor magneto-térmico alimentación interna.
A2	Interruptor magneto-térmico circuito de compresor.
F11	Fusible auxiliar (ventilador interior, etc.).
PTR1	Relé presencia de tensión de red -secuencia de fases.
F5-F10	Fusibles de protección (analizador de red y PTR1).
FA1	Fuente de alimentación 24V.
VFB1	Variador de frecuencia bomba 1.
APB2	Arrancador progresivo bomba 2.
APB3	Arrancador progresivo bomba 3.
KM1	Contactor con relé térmico bomba jockey.
KM2	Contactor bomba de sobrepresión.
RB1	Relé de maniobra bomba 1.
RBC1	Relé de maniobra bomba de sobrepresión.
D1	Porta fusible con diodo.
RAJ1	Relé maniobra nivel de aljibe (deposito).
RV1	Relé de maniobra válvulas de aspiración e impulsión.
RP1	Relé de maniobra "Run PLC".
RA1	Porta fusible con resistencia.
PLC1	PLC.
K1-K6	Relés de maniobra para repetición de estados.
X0.1-5	Bornas de conexión acometida eléctrica.
X0.6-20	Bornas de conexión bombas.
X0.21-25	Bornas de conexión transductor de presión.
X0.26-30	Bornas de conexión compresor y presostato.
X0.31-54	Bornas de conexión entradas y salidas.

2.6 Tablero eléctrico



1. Armario del cuadro eléctrico.
2. Mecanismo de cierre y apertura de la puerta del cuadro eléctrico.
3. Interruptor general.
4. Analizador de red eléctrica.
5. Módulo común, con indicadores generales, pulsador de prueba de indicadores luminosos, pulsador de silencio y avisador acústico.
6. Seta de parada de emergencia.
7. Módulo de bombas auxiliares.
8. Módulo de bomba principal, uno por cada bomba existente en el grupo.

ELABORADO POR ESP HIDRAULICO:	DORIS XIOMARA CASTAÑEDA
MATRICULA PROF No.:	25202-82527 CND

MEMORIA DESCRIPTIVA ESTUDIOS TECNICOS PROYECTO BIBLIOTECA TOMAS RUEDA VARGAS ESCUELA MILITAR

Marco Normativo

Instalaciones Eléctricas

- RETIE – Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
- NTC 2050 – Código Eléctrico Colombiano
- Normas y requisitos del operador de red local
- RETILAP – Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público

Redes Contra Incendio

- NSR-10 – Título J: Seguridad contra incendios en edificaciones
- NFPA 10 – Extintores portátiles
- NFPA 13 – Sistemas de rociadores automáticos
- NFPA 14 – Sistemas de mangueras y gabinetes
- NFPA 72 – Sistemas de detección y alarma de incendios

Sistemas de Red de Datos

- ANSI/TIA/EIA-568 – Estándar de cableado estructurado
- ANSI/TIA/EIA-569 – Canalizaciones y rutas de cableado
- ANSI/TIA/EIA-606 – Administración de cableado
- ANSI/TIA/EIA-607 – Puesta a tierra y enlaces equipotenciales
- ISO/IEC 11801 – Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales

Diagnóstico Técnico

Instalaciones Eléctricas

Durante el levantamiento se verificó el estado de tableros eléctricos, canalizaciones, cableado y protecciones. Se evaluó la presencia de sistemas de puesta a tierra, protecciones diferenciales y cumplimiento con distancias mínimas de seguridad según RETIE.

Redes Contra Incendio

Se revisó el estado de los extintores, gabinetes de mangueras, hidrantes y sistemas de detección de humo. Asimismo, se verificó la señalización de rutas de evacuación y la operatividad de alarmas.

Sistemas de Red de Datos

El levantamiento incluyó la revisión del estado de los puntos de red, racks de comunicaciones, patch paneles, canalizaciones y cableado estructurado. Se analizó la categoría de los cables, su organización y la segregación respecto a cables eléctricos, de acuerdo con la normativa TIA/EIA.

Consideraciones del Proyecto

Se identificaron restricciones propias de la Biblioteca Tomás Rueda Vargas, como su carácter patrimonial, alto flujo de usuarios y requerimientos de protección para áreas críticas (archivo, salas de lectura, zonas de almacenamiento). Estas condiciones deben considerarse en el diseño de las intervenciones.

Recomendaciones

Instalaciones Eléctricas

- Actualizar y reubicar tableros eléctricos y sistemas de protección

Se recomienda la **actualización y, en caso necesario, la reubicación de los tableros eléctricos y sus sistemas de protección**, con el fin de garantizar la seguridad, confiabilidad y cumplimiento de las disposiciones del **RETIE** y la **NTC 2050**.

La intervención debe contemplar:

- Sustitución de tableros obsoletos por equipos normalizados, con grado de protección IP adecuado al ambiente de instalación.
- Redistribución y organización de circuitos internos, asegurando la correcta selectividad y coordinación de protecciones.
- Reubicación de tableros que actualmente se encuentren en áreas de difícil acceso, zonas húmedas o espacios que no cumplen con las distancias de seguridad establecidas por el RETIE.
- Inclusión de interruptores termomagnéticos y diferenciales certificados, con capacidad de corte acorde a la potencia de cortocircuito del sistema.
- Identificación y rotulación de todos los circuitos, garantizando trazabilidad y facilidad de mantenimiento.
- Previsión de espacios de reserva para futuros crecimientos de la instalación eléctrica.

La actualización y reubicación de los tableros eléctricos permitirá **optimizar la operación de los sistemas, reducir riesgos de fallas, facilitar el mantenimiento y aumentar el nivel de seguridad de los ocupantes de la Biblioteca Tomás Rueda Vargas**.

- Implementar protecciones diferenciales y puesta a tierra

Se recomienda la **implementación de protecciones diferenciales y la verificación/adecuación del sistema de puesta a tierra**, en cumplimiento de lo establecido por el **RETIE** y la **NTC 2050**.

La medida busca garantizar la seguridad de los usuarios y la correcta operación de los equipos eléctricos, contemplando los siguientes aspectos:

- Instalación de **interruptores diferenciales (RCDs)** en circuitos de tomacorrientes, iluminación y áreas de uso sensible, con sensibilidad de 30 mA para protección de personas.
- Coordinación de las protecciones diferenciales con interruptores termomagnéticos para asegurar selectividad y continuidad de servicio.
- Evaluación de la resistencia de puesta a tierra mediante mediciones con telurómetro, asegurando que los valores se encuentren dentro de los límites normativos (<25 Ω para sistemas TT o según diseño específico).
- Conexión de las masas metálicas de los equipos eléctricos y estructuras metálicas al sistema de tierra, garantizando equipotencialidad.
- Documentación del sistema mediante planos actualizados y registro de pruebas de puesta a tierra.

- Renovar cableado y canalizaciones según RETIE

Se recomienda la **renovación del cableado eléctrico y las canalizaciones** que presentan desgaste, deterioro o no cumplen con las exigencias del **RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas)**.

La intervención deberá contemplar:

- Sustitución de conductores por cables normalizados, con aislamiento y sección adecuados a la carga prevista.
- Uso de canalizaciones (tuberías, ductos y bandejas portacables) certificadas, que garanticen resistencia mecánica, protección contra la humedad y el fuego, y que permitan futuras expansiones.
- Segregación adecuada entre circuitos de potencia, iluminación, sistemas de datos y control, para evitar interferencias y riesgos eléctricos.
- Correcta identificación, rotulación y orden en las canalizaciones, conforme a los lineamientos de **NTC 2050** y RETIE.
- Implementación de un sistema de puesta a tierra confiable para garantizar la seguridad de personas y equipos.

La renovación garantizará un sistema eléctrico **seguro, eficiente y acorde a la normativa vigente**, reduciendo riesgos de fallas, sobrecalentamientos y posibles incidentes eléctricos.

- Cambio de luminarias por nuevas tecnologías

Se recomienda realizar el **cambio progresivo de las luminarias existentes por sistemas de iluminación con tecnologías más eficientes y sostenibles**, tales como **LED** de alto rendimiento, que cumplan con los lineamientos del **RETILAP** y las normas internacionales de eficiencia energética.

Este cambio permitirá:

- **Reducir el consumo eléctrico** en comparación con luminarias fluorescentes o de descarga.
- **Mejorar los niveles de iluminancia y uniformidad** en las diferentes áreas de la biblioteca, garantizando condiciones óptimas para la lectura y el estudio.
- **Disminuir los costos de operación y mantenimiento**, dado que la vida útil de la tecnología LED es superior a la de sistemas tradicionales.
- **Aportar a la sostenibilidad ambiental**, reduciendo la huella de carbono del edificio.
- **Integrar sistemas de control de iluminación** (sensores de movimiento y reguladores de intensidad) para optimizar el uso de la energía.

La sustitución deberá planificarse de manera que se prioricen las áreas de mayor ocupación y aquellas con deficiencias de iluminación detectadas durante el levantamiento.

- Instalación de luminarias de emergencia en rutas de evacuación y equipos de emergencia

Con el fin de garantizar la seguridad de los ocupantes de la Biblioteca Tomás Rueda Vargas ante una eventual situación de emergencia, se recomienda la instalación de **luminarias de emergencia autónomas** en todas las zonas que conforman las rutas de evacuación, así como en los puntos estratégicos donde se ubican los equipos de protección y seguridad (gabinetes contra incendio, extintores, tableros eléctricos principales y secundarios).

Las luminarias deberán cumplir con los siguientes criterios:

- **Normativa aplicable:** RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público) y la **NSR-10 Título J** en lo referente a seguridad humana.
- **Autonomía:** tiempo mínimo de funcionamiento de 90 minutos en caso de falla del suministro eléctrico.
- **Nivel de iluminancia:** no inferior a 10 lux en áreas de evacuación y 30 lux en equipos de emergencia, conforme a RETILAP.
- **Ubicación:** sobre puertas de salida, pasillos, escaleras, cambios de dirección y en las áreas donde se encuentren equipos de seguridad contra incendio.
- **Alimentación:** conexión a la red eléctrica normal con sistema de respaldo mediante baterías internas recargables.

- **Mantenimiento:** establecer un plan de prueba periódica (mensual y anual) para garantizar la operatividad de las luminarias.

La implementación de este sistema de iluminación de emergencia permitirá **orientar la evacuación de los ocupantes, facilitar la identificación y uso de los equipos de seguridad, y cumplir con los estándares de seguridad eléctrica y contra incendios exigidos en Colombia**.

Redes Contra Incendio

Instalar y actualizar gabinetes, hidrantes y extintores

Se recomienda la **instalación y actualización de los gabinetes contra incendio, hidrantes y extintores** existentes en la Biblioteca Tomás Rueda Vargas, de acuerdo con lo establecido en la **NSR-10 (Título J)** y las normas **NFPA** aplicables (NFPA 10, NFPA 14 y NFPA 25).

La medida incluye:

- **Extintores:** garantizar cobertura en todas las áreas conforme a NFPA 10, con selección adecuada de agente extintor según el riesgo (A, B, C o K). Asegurar que se encuentren debidamente señalizados, accesibles y con mantenimiento anual certificado.
- **Gabinetes y mangueras:** actualizar los gabinetes contra incendio existentes, verificar presión y caudal de agua disponible, así como la correcta ubicación en pasillos y zonas de evacuación.
- **Hidrantes:** instalar o reforzar hidrantes internos y externos para cubrir la demanda de agua requerida, con acometidas hidráulicas y válvulas de control accesibles.
- **Señalización y accesibilidad:** garantizar la visibilidad y libre acceso a todos los equipos de protección, con señalización fotoluminiscente y conforme a las rutas de evacuación.
- **Mantenimiento preventivo:** establecer un plan de inspección y pruebas periódicas conforme a NFPA 25, asegurando la operatividad del sistema en caso de emergencia.

La implementación de esta medida permitirá **elevar el nivel de protección contra incendios, garantizar una respuesta rápida en caso de emergencia y cumplir con los estándares nacionales e internacionales de seguridad contra fuego**.

Mejorar señalización de rutas de evacuación

Se recomienda **fortalecer la señalización de las rutas de evacuación** en la Biblioteca Tomás Rueda Vargas, de conformidad con lo establecido en la **NSR-10 (Título J)** y las disposiciones de la **NFPA 101 – Código de Seguridad Humana**.

La medida comprende:

- **Instalación de señalización fotoluminiscente** en pasillos, escaleras, salidas de emergencia y puntos de reunión, visible en condiciones normales y de oscuridad.
- **Ubicación estratégica de señales direccionales** que indiquen claramente el sentido de evacuación en cada tramo del recorrido.
- **Compatibilidad con la iluminación de emergencia**, garantizando que la señalización sea visible en caso de corte eléctrico.
- **Rotulación de salidas y puertas de emergencia** con letreros normalizados de alta visibilidad.
- **Mantenimiento preventivo y reposición periódica** para asegurar legibilidad y correcto estado de las señales.

La mejora de la señalización permitirá **orientar a los ocupantes en situaciones de emergencia, reducir tiempos de evacuación y garantizar el cumplimiento de la normativa vigente en seguridad humana y contra incendios**

Sistemas de Red de Datos

Actualizar el cableado estructurado a categoría mínima Cat 6A

Se recomienda la **modernización del sistema de cableado estructurado**, actualizándolo a una categoría mínima **Cat 6A**, con el fin de garantizar el soporte de aplicaciones de alta velocidad, transmisión confiable de datos y preparación para futuras demandas tecnológicas de la Biblioteca Tomás Rueda Vargas.

La actualización debe contemplar:

- Sustitución de todo el cableado existente por **cable UTP/STP Cat 6A** certificado bajo las normas **ANSI/TIA-568** y **ISO/IEC 11801**.
- Implementación de **canalizaciones y bandejas portacables normalizadas**, que permitan una adecuada organización, ventilación y crecimiento futuro.
- Instalación de **patch panels, faceplates y jacks Cat 6A certificados**, asegurando la integridad del sistema de cableado.
- Ejecución de **pruebas de certificación de red** (medición de NEXT, PSNEXT, RL y ACRF) para verificar el cumplimiento de estándares internacionales.
- Documentación del sistema mediante planos, rotulación de puntos de red y fichas técnicas de los componentes instalados.

La migración a **categoría Cat 6A** permitirá a la institución disponer de un sistema de telecomunicaciones **confiable, escalable y alineado con las mejores prácticas internacionales en infraestructura de redes**.

Organizar y señalizar racks, patch paneles y puntos de red según TIA-606

Se recomienda la **organización y señalización integral de los racks, patch paneles y puntos de red**, conforme a lo establecido en la norma **ANSI/TIA-606**, que regula la administración de infraestructura de telecomunicaciones.

La medida debe contemplar:

- **Etiquetado normalizado** de todos los patch paneles, racks, puntos de red y cables troncales, asegurando trazabilidad y orden en la infraestructura.
- Implementación de un **sistema de codificación alfanumérica**, que facilite la identificación rápida de cada punto de red desde el origen hasta el destino.
- **Ordenamiento de cables mediante peinado y guías organizadoras**, evitando cruces innecesarios y mejorando la ventilación de los equipos.
- **Registro documental en planos y bases de datos**, manteniendo la correspondencia entre el etiquetado físico y la documentación digital.
- **Mantenimiento periódico de la señalización y el orden**, con reposición de etiquetas deterioradas y verificación de la consistencia de la información.

La correcta organización y señalización de la red permitirá **optimizar el mantenimiento, agilizar las labores de administración y reducir errores en la gestión de la infraestructura de datos de la Biblioteca Tomás Rueda Vargas**.

Mejorar canalizaciones y segregación de energía y datos

Se recomienda **optimizar las canalizaciones existentes y garantizar la adecuada segregación entre los sistemas eléctricos y de telecomunicaciones**, en cumplimiento de lo establecido en el **RETIE**, la **NTC 2050** y las normas de cableado estructurado **ANSI/TIA-569**.

La intervención debe considerar:

- **Separación física de cables de energía y cables de datos**, utilizando ductos o bandejas independientes que eviten interferencias electromagnéticas (EMI).
- **Renovación de canalizaciones deterioradas o insuficientes**, priorizando el uso de tuberías y bandejas metálicas con tapa, que brinden protección mecánica y accesibilidad para mantenimiento.
- **Adecuada capacidad de carga en las canalizaciones**, con espacio de reserva mínimo del 30% para permitir futuras expansiones.
- **Implementación de curvas y radios de doblado compatibles** con las especificaciones de cableado estructurado Cat 6A, evitando deterioro en el desempeño de la red.
- **Identificación y rotulación de las canalizaciones**, asegurando trazabilidad y cumplimiento con las normas de administración de infraestructura.

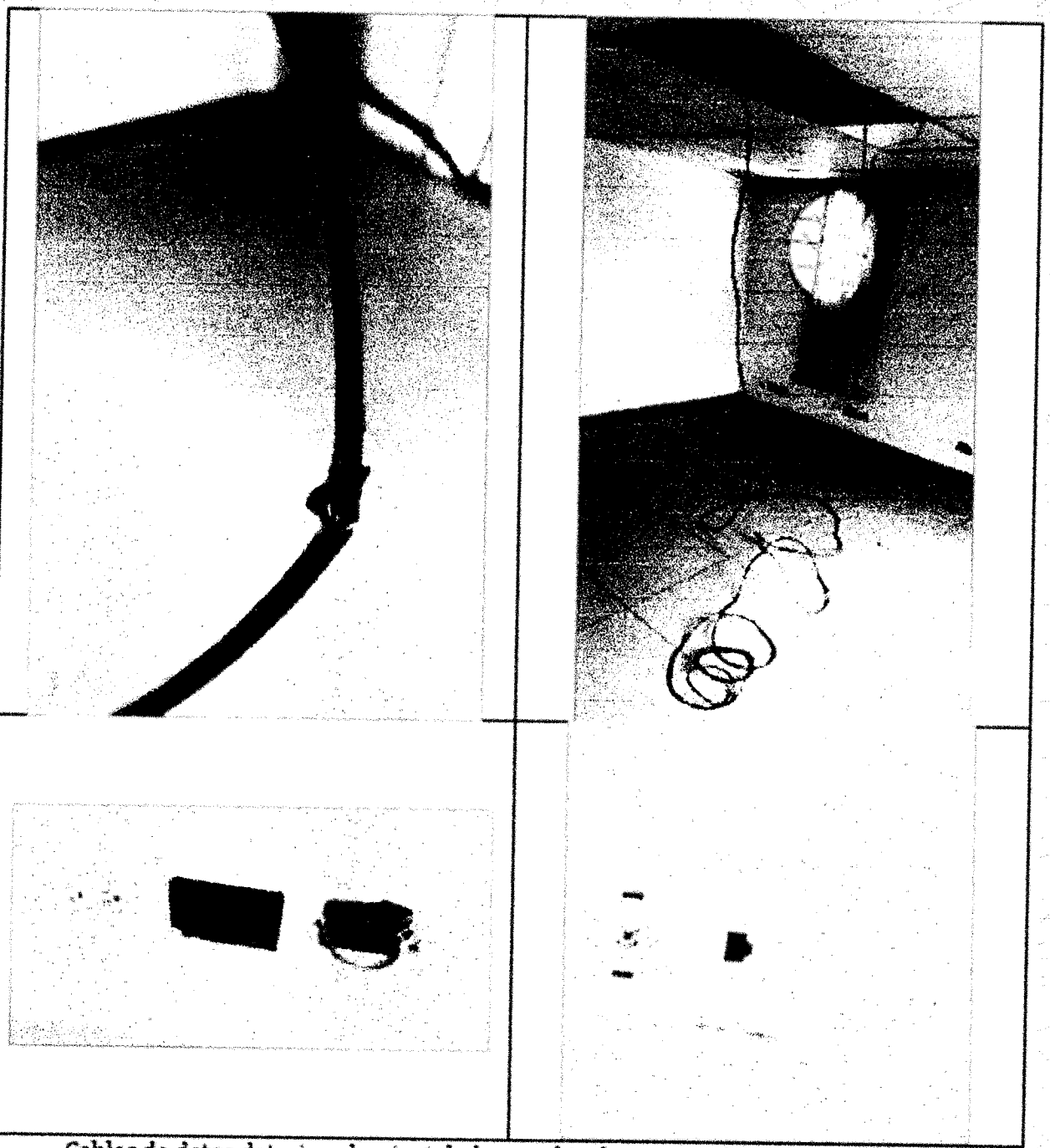
La mejora en canalizaciones y segregación permitirá **reducir riesgos de interferencia, prolongar la vida útil del cableado y aumentar la confiabilidad del sistema eléctrico y de telecomunicaciones de la Biblioteca Tomás Rueda Vargas**.

Conclusiones

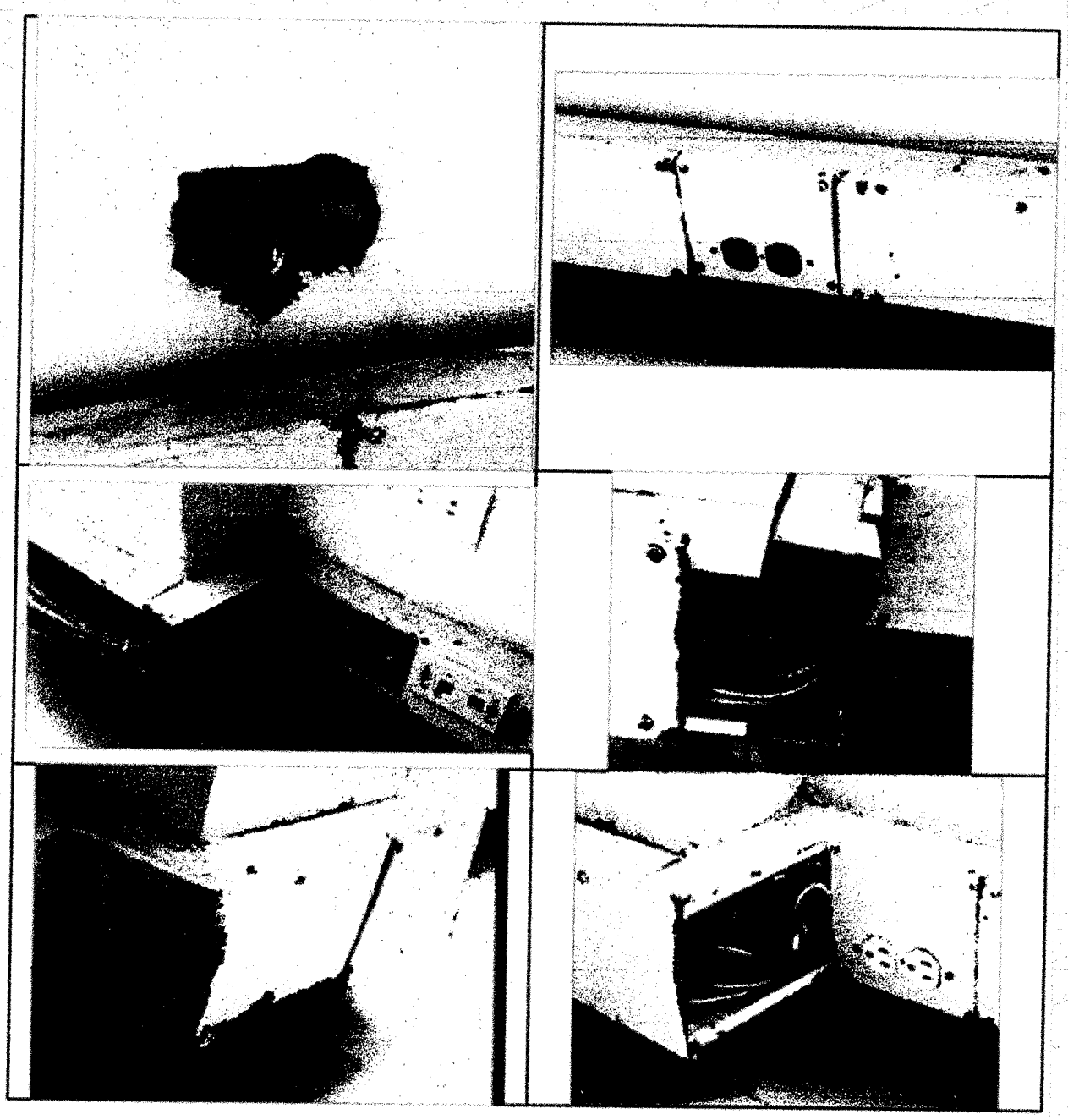
El levantamiento permitió identificar el estado actual de las instalaciones eléctricas, redes contra incendio y sistemas de red de datos. Se evidencian necesidades de actualización para garantizar el cumplimiento normativo, la seguridad de los usuarios y la operatividad de la Biblioteca Tomás Rueda Vargas. La implementación de las recomendaciones permitirá reducir riesgos, mejorar la eficiencia de los sistemas y asegurar la sostenibilidad del proyecto.

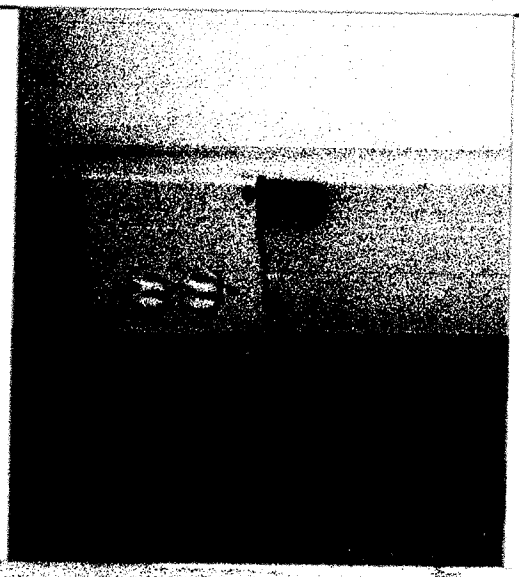
Anexos

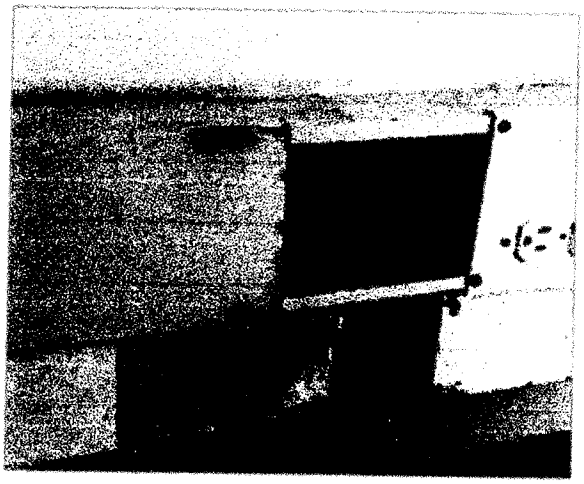
- Planos de levantamiento.
- Registro fotográfico.

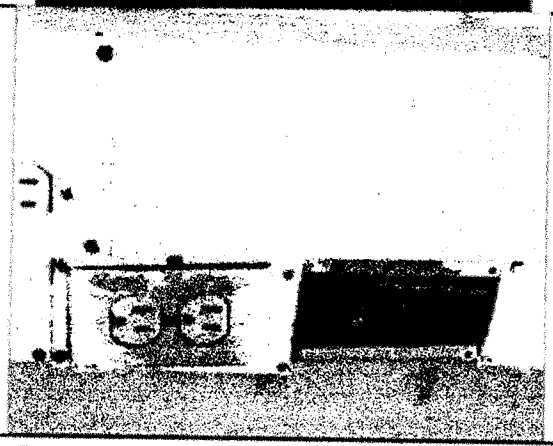


Cables de datos deteriorados, instalados en el techo sin canalización y puntos sin identificación.



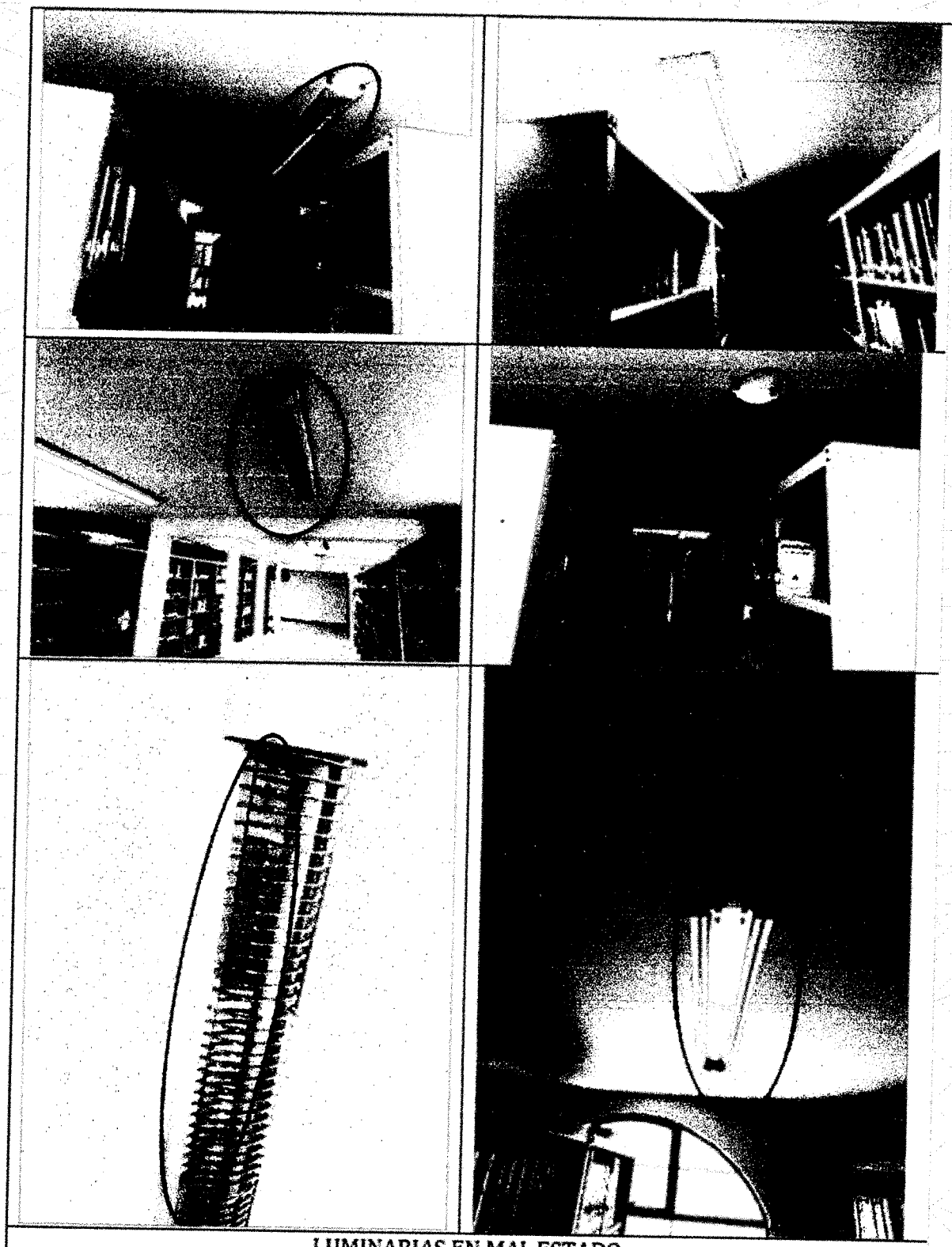




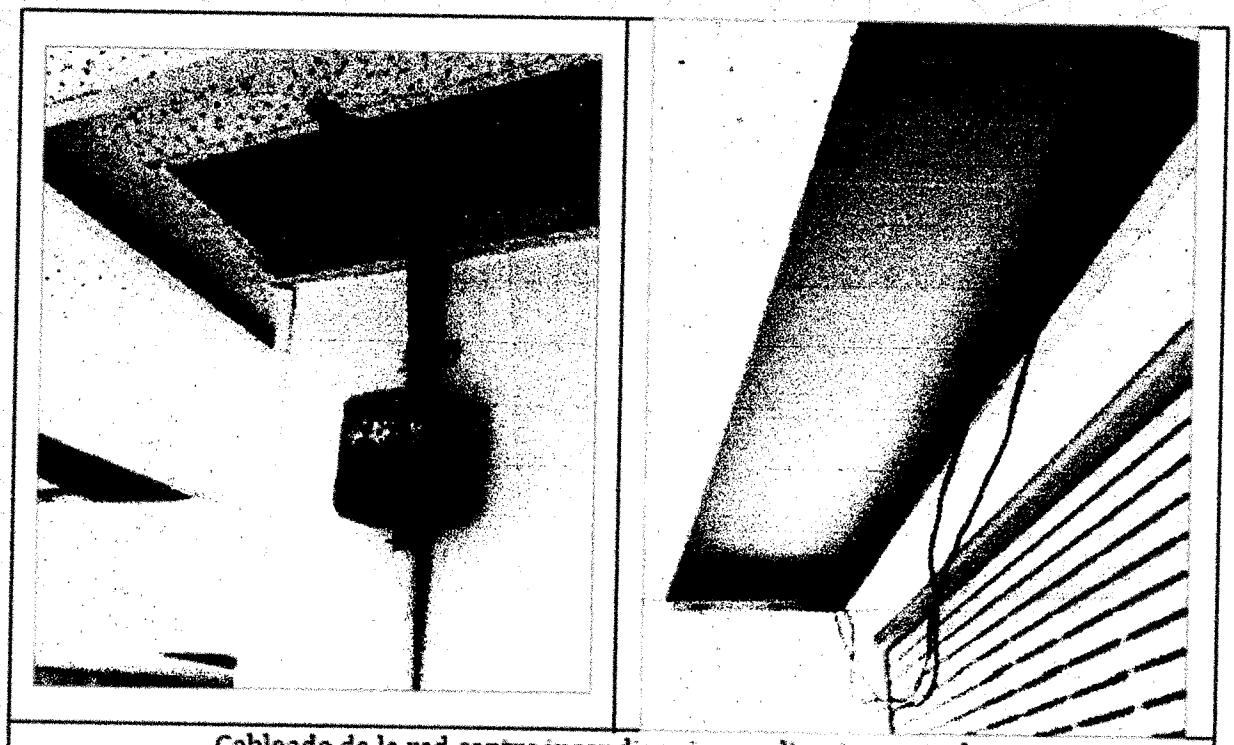


- Las canaletas de datos y eléctricas presentan **oxidación avanzada**, sin las tapas protectoras correspondientes y con empalmes eléctricos expuestos.

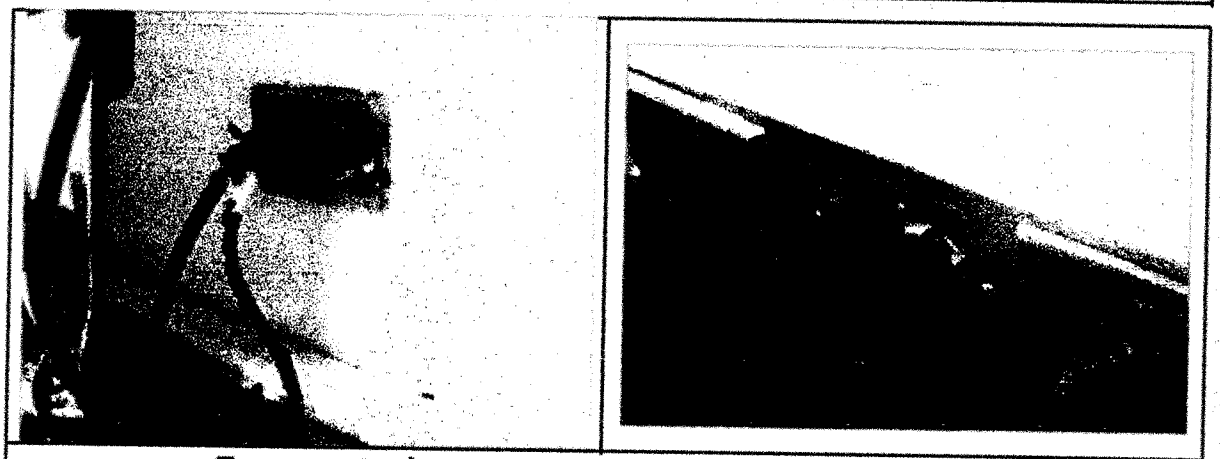
- En varias secciones, las canaletas están deterioradas y carecen de cobertura, lo cual deja los empalmes a la vista y compromete la seguridad eléctrica.



LUMINARIAS EN MAL ESTADO

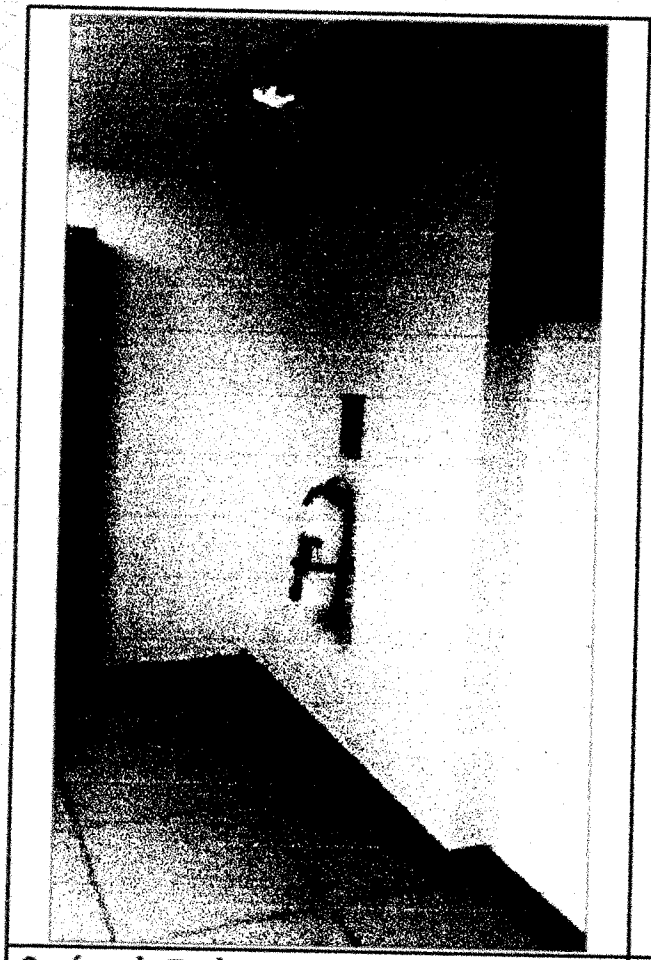


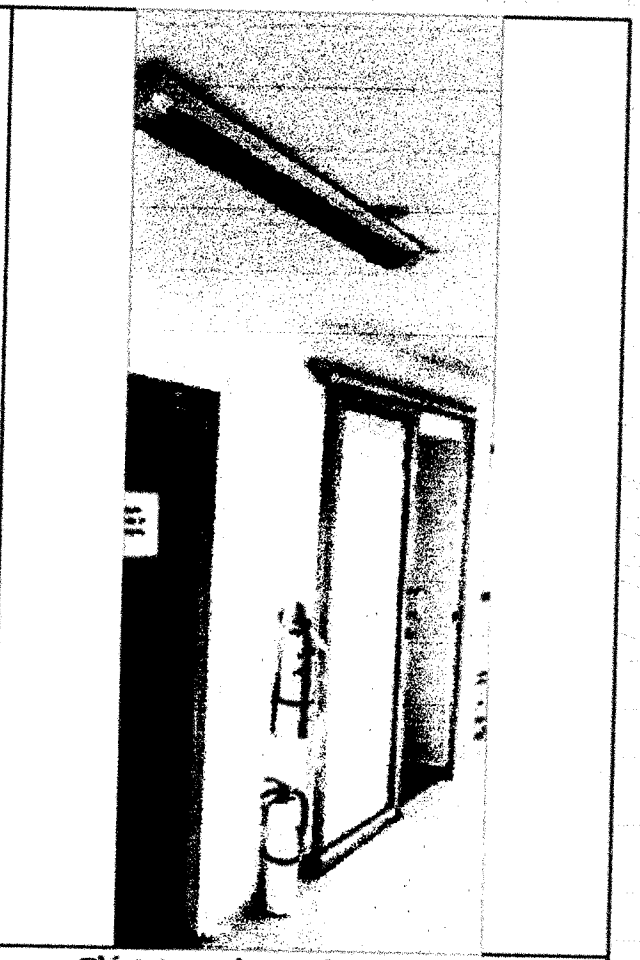
Cableado de la red contra incendios sin canalizacion en techos



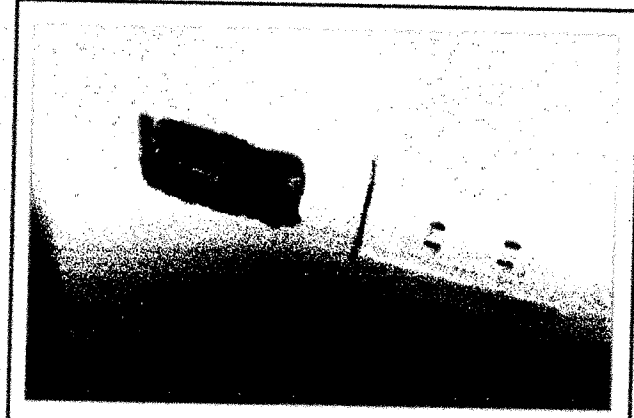
Tomas y cajas de paso sin tapas y con las conexiones visibles

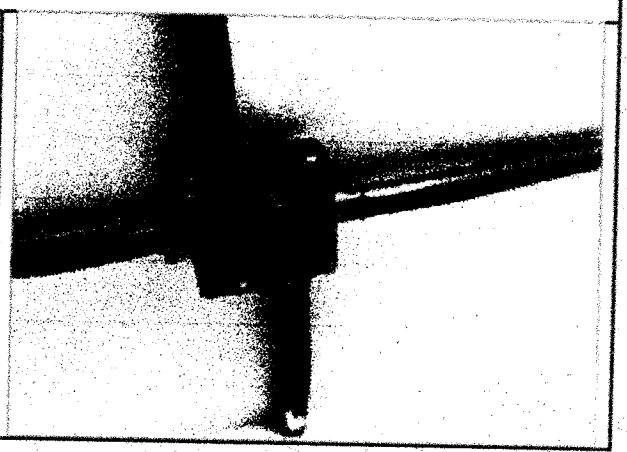


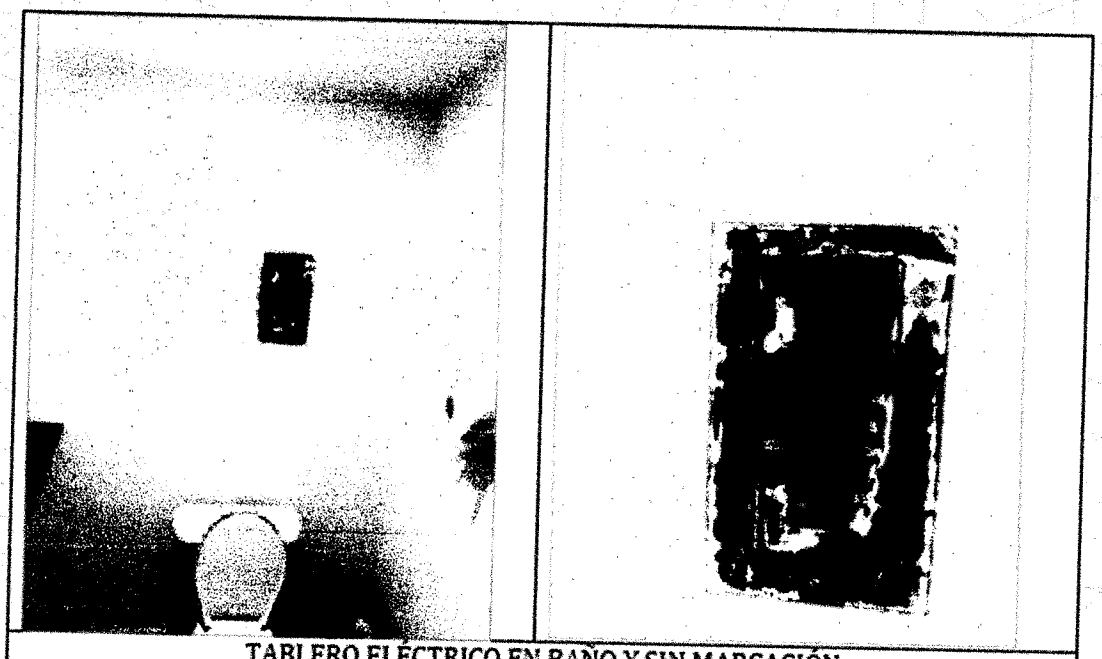




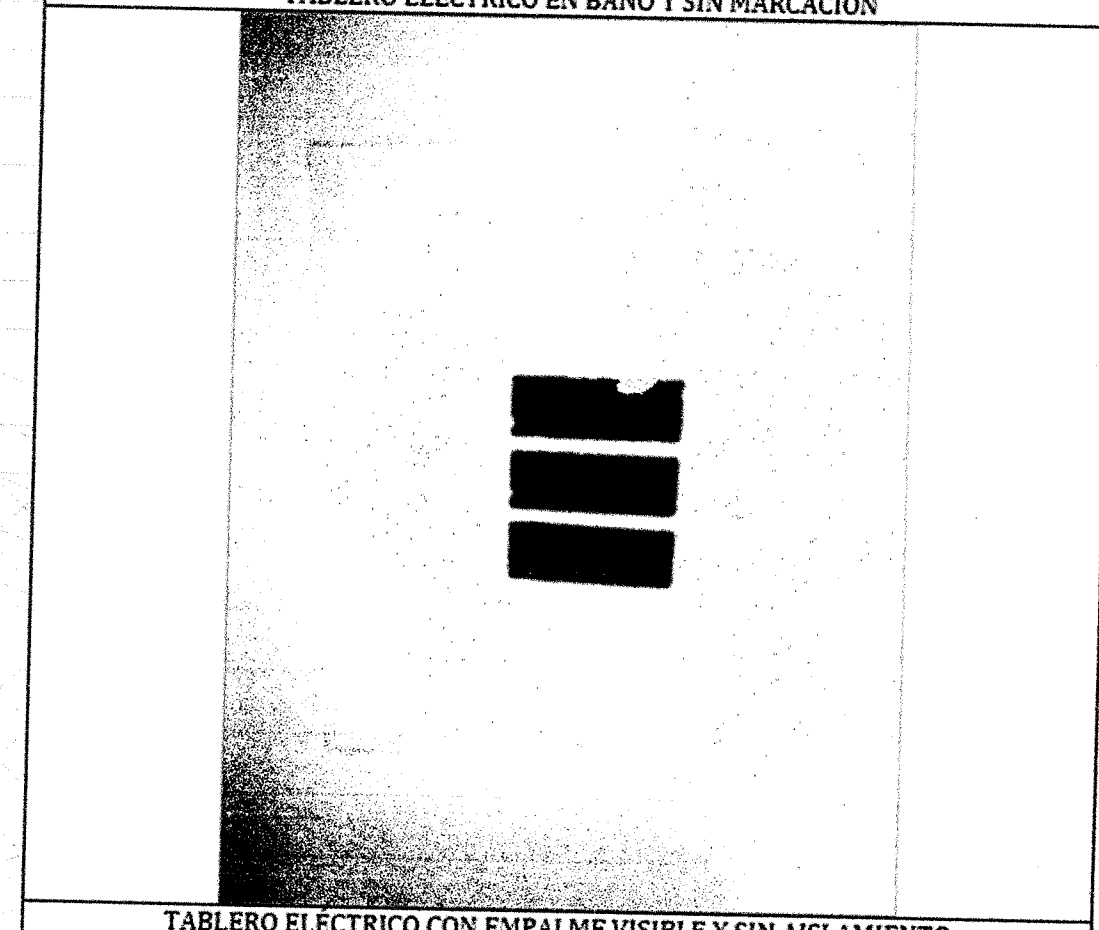
Según el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) en Colombia, es obligatorio instalar iluminación de emergencia en los lugares donde se encuentren equipos de emergencia, como extintores y camillas. Esto garantiza que, en caso de una falla en el suministro eléctrico, dichos equipos sean fácilmente localizables y accesibles para su uso inmediato .



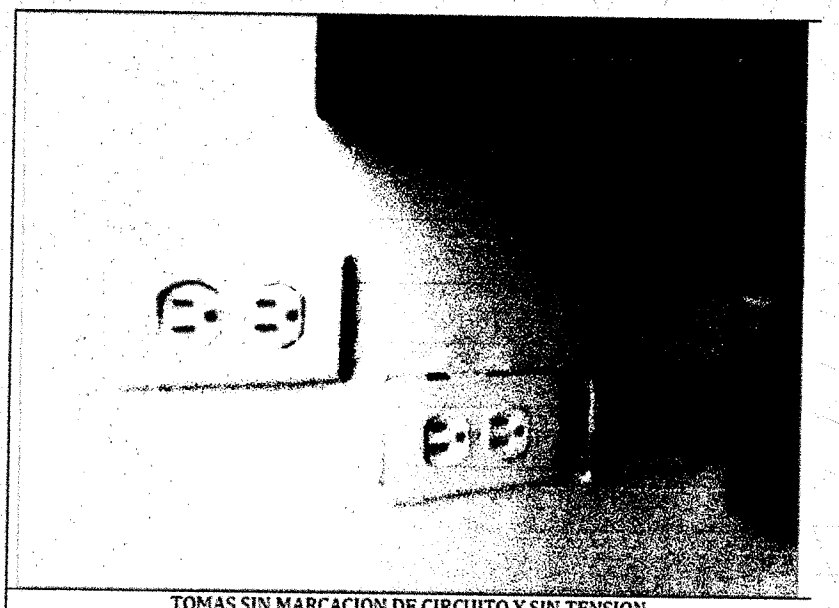




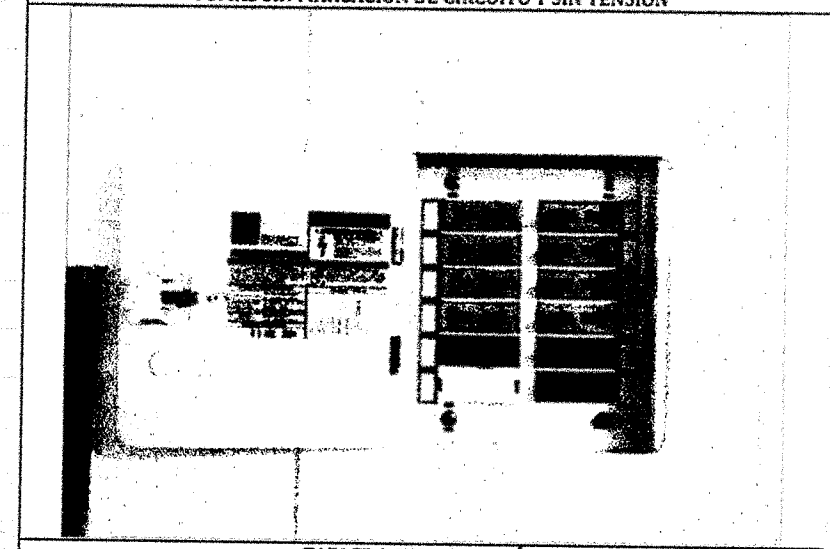
TABLERO ELÉCTRICO EN BAÑO Y SIN MARCACIÓN



TABLERO ELÉCTRICO CON EMPALME VISIBLE Y SIN AISLAMIENTO



TOMAS SIN MARCACION DE CIRCUITO Y SIN TENSION



TABLERO SIN MARCACIÓN

Atentamente,

GERMAN ADOLFO NIVIA QUINTERO
C.C. No. 7316778 de Chiquinquirá
Mat. CN205-40831

Bogotá D.C. octubre de 2025

Señores.
Departamento Administrativo de la Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto"

Señores.
Ministerio de Cultura

Ciudad.

Por medio de la presente hago entrega del informe, memoria y planos de construcción correspondiente al estudio de Vulnerabilidad Sísmica y Reforzamiento Estructural del proyecto "CONSULTORÍA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS PARA LA INTERVENCIÓN INTEGRAL A LA BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FUERZAS MILITARES "TOMAS RUEDA VARGAS", ubicada al interior de la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova, en la ciudad de Bogotá D.C.

Certifico además que este estudio fue ejecutado de acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, donde por ser la edificación declarada Patrimonio Histórico se siguió la recomendación que establece el NSR-10 en el ítem A.10.9.2.5; donde por existir restricciones severas para intervenir la edificación en su parte exterior se permite un nivel de seguridad limitada como se describe en A.10.4.2.2.

Atentamente,

ALEXANDER OCTAVIO GOMEZ CASSAB
Ingeniero Civil
Msc Ingeniería Civil – Estructuras
Universidad Nacional de Colombia
Mat. 13202101225 BLV