

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y RIESGOS DE FUNCIONAMIENTO DEL EDIFICIO DEL RECTORADO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS. 2012.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por el Br.:

Bonillo Salazar, Carla S.

Para optar al Título de

Ingeniero Civil

Caracas, Octubre 2012

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y RIESGOS DE FUNCIONAMIENTO DEL EDIFICIO DEL RECTORADO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS. 2012.

TUTOR ACADÉMICO: Prof. María E. Korody

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br.:
Bonillo Salazar, Carla S.
Para optar al Título de
Ingeniero Civil

Caracas, Octubre 2012

ACTA

El día 30 de octubre de 2012 se reunió el jurado formado por los profesores:

María Eugenia Korody

Norberto Fernández

Eliud Hernández

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: “ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y RIESGOS DE FUNCIONAMIENTO DEL EDIFICIO DEL RECTORADO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS.”.

Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al Título de **INGENIERO CIVIL**.

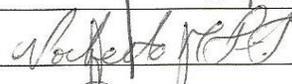
Una vez oída la defensa oral que el bachiller hizo de su Trabajo Especial de Grado, este jurado decidió la siguiente calificación:

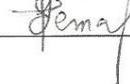
NOMBRE	CALIFICACIÓN	
	Números	Letras
Br. Carla S. Bonillo Salazar	20	Veinte

Recomendaciones: _____

FIRMAS DEL JURADO







Caracas, 30 de Octubre de 2012

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a DIOS, por acompañarme y permitirme llegar a esta etapa de mi vida, además de darme la sabiduría y fortaleza para poder superar los obstáculos que se me han presentado.

A mi mamá, Jacqueline Salazar, a quien le debo todo lo que soy, gracias por su dedicación, comprensión y entrega. A mi padre, Cándido Bonillo, por contar con su ayuda siempre. A mi hermana Andrea, por tener palabras de ánimo y ser mi amiga aunque tengamos diferencias.

A mi familia, por su incondicional apoyo y disposición de ayudarme cuando he tenido alguna dificultad o limitación. Por darme ideas para complementar las mías y contribuir con su esfuerzo a mi formación académica y personal.

A la Profesora María E. Korody, por su orientación, dedicación, tiempo invertido y palabras de aliento para desarrollar este trabajo. Al Prof. Norberto Fernández, por compartir sus conocimientos y brindarme su ayuda cuando lo amerité.

A Luisa Osorio, amiga gracias por escucharme en mis momentos difíciles y compartir conmigo las alegrías y las tristezas. Te considero mi segunda hermana, te quiero muchísimo.

A Denisse Rodríguez, mi futura amiga doctora, gracias por acompañarme en mi carrera desde tu facultad de medicina. Te adoro.

A los troles: Tulio, María, Majo, Félix, Emilio y Roger por ser amigos excepcionales que hicieron más amenas las horas de estudio y los proyectos a lo largo de la carrera, agradezco a Dios por haberlos conocido.

A mi segunda familia: Verónica, Nathy (mi segunda madre), Calvo, Willy y Pati por recibirme en mi primer semestre, compartir tantos momentos y cuidarme como los

hermanos mayores que no tuve. De igual forma, gracias a Carlitos, Sandra, Titi, Hasler, Mickey y Luken por brindarme su amistad, les deseo muchos éxitos.

Un especial agradecimiento a la UCV, por darme la oportunidad de formarme en sus aulas y poder decir que egresé de la mejor Universidad del País. Igualmente, a los profesores que contribuyeron en mi formación como profesional.

Infinitas GRACIAS...!

Carla S. Bonillo Salazar.

Bonillo S., Carla S.

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y RIESGOS
DE FUNCIONAMIENTO DEL EDIFICIO DEL RECTORADO DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS.**

Tutor Académico: Profa. María E. Korody

**Trabajo Especial de Grado. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de
Ingeniería Civil. 2012, n° pág. (187).**

Palabras Claves: Comportamiento Estructural; Riesgo de Funcionamiento; Ciudad
Universitaria de Caracas; Edificio del Rectorado.

La Ciudad Universitaria de Caracas (CUC) ostenta desde el año 2000, la condición de Patrimonio Mundial de la Humanidad otorgada por la UNESCO; a partir de dicha declaración han aumentado los esfuerzos para fomentar la realización de investigaciones a las edificaciones que conforman el campus universitario, para evaluar las condiciones actuales de conservación y vulnerabilidad de las mismas.

Es por ello que el objetivo de este estudio es el análisis del comportamiento estructural y riesgos de funcionamiento del Edificio del Rectorado de la Ciudad Universitaria de Caracas.

Para lograr ese propósito, la metodología diseñada para llevar a cabo esta investigación contempló en una primera etapa de recopilación de información concerniente al Edificio del Rectorado, además del levantamiento en sitio de los datos faltantes a fin de completar la documentación necesaria para identificar el estado de deterioro del edificio y realizar el recálculo de la estructura, a través del modelado con el programa “Extended Three Dimensional Analysis of Building System” v9.7 (ETABS) con base en las normas venezolanas vigentes; como resultado se obtuvo los requerimientos de áreas de acero y dimensiones de los elementos estructurales bajo las exigencias de las normativas actuales.

Del recálculo de la estructura se logró como resultado, que las exigencias en áreas de acero en las vigas de la edificación superan las áreas utilizadas efectivamente para la construcción de dichos elementos. Se determinó que un ochenta y tres por ciento (83%) de las vigas, no cuentan con suficiente acero longitudinal.

En cuanto a las columnas de la estructura no cumplen con las áreas de acero necesarias para resistir las diversas solicitaciones a las que se encuentran sometidas, se debe resaltar que en la mayoría de las columnas el acero longitudinal arrojado por el programa excede la cuantía máxima exigida por las normas vigentes; es por ello, que se precisó que el cien por ciento (100%) de las columnas requieren más acero del que efectivamente emplearon para su construcción.

El chequeo del Factor de Resistencia (F_r) reflejó que el cien por ciento (100%) de las columnas no cuenta con la resistencia necesaria para soportar las solicitaciones de diseño.

Finalmente, este Trabajo Especial de Grado tiene como aporte la contrastación de la arquitectura del edificio, en lo referente a medios de escape, sistemas de extinción contra incendios y demás elementos existentes con las normas de seguridad industrial, lo que completa la tercera etapa de este trabajo que permitió verificar el adecuado funcionamiento de la estructura.

La escalera principal en forma de caracol con la que cuenta el edificio, por su forma no es permitida por la Norma COVENIN 810-1998; sin embargo, cumple con los requisitos de ancho, cerramiento y comunicación establecidos. Las puertas de salida abren en sentido contrario a la evacuación y sus medidas no corresponden con el dimensionamiento de acuerdo a la densidad de ocupación del edificio. De igual forma, los pasillos externos presentan una reducción de su ancho producto de la presencia de mobiliarios.

En lo referente a los sistemas de alarma, detección y extinción de incendios, el edificio en su concepción y diseño original incorporó estas instalaciones; sin embargo, actualmente por falta de mantenimiento muchos de estos equipos se encuentran fuera de funcionamiento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
I.2 OBJETIVOS	5
I.2.1 General.....	5
I.2.2 Específicos	5
I.3 APORTES.....	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	8
II.1 Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).	8
II.2 Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED).	9
II.3 Reseña Histórica de la Ciudad Universitaria de Caracas.....	9
II.4 Reseña Histórica del Edificio del Rectorado.	10
II.4.1 Datos de la Edificación.....	10
II.4.2 Descripción de la Edificación.....	11
II.4.3 Daños al edificio como consecuencia de atentados.	11
II.5 Deterioro de las Edificaciones.	14
II.5.1 Escala de Daños.....	15
II.6 Riesgos de Funcionamiento de las Edificaciones.	15
II.7 Procedimientos que permiten la identificación de patologías y riesgos.	17
II.7.1 Ensayos no destructivos.....	17
II.7.2 Modelaje de la Estructura.	18
II.8 Recálculo de la Estructura.	18
II.8.1 Edificaciones Sismorresistentes.....	19
II.9 Situación de emergencia.	20
II.10 Lineamientos de las Normas de Seguridad Industrial Vigentes.	21
II.10.1 Diseño de los medios de escape.....	21
II.10.2 El fuego como amenaza.....	22
II.10.3 Diseño de sistemas de extinción contra incendios.....	22
II.10.4 Consideraciones de las tomas fijas de agua.....	23
II.10.5 Extintores de incendios.....	24
CAPÍTULO III. MÉTODO	25

III.1 Recopilación y registro de información.	25
III.2 Observación visual de la estructura.....	26
III.3 Levantamiento de la estructura original.	26
III.4 Cálculo de la estructura original.....	27
III.5 Contrastación con las normas de seguridad industrial.	29
<i>CAPÍTULO IV. INFORMACIÓN PLANIMÉTRICA.....</i>	30
IV.1 Características de los elementos estructurales del edificio.	30
IV.1.1 Columnas	35
IV.1.2 Vigas	38
IV.1.3 Losas	51
IV.2 Ensayos no destructivos a las Vigas y Columnas del Edificio.....	58
IV.3 Estado actual de la estructura.	66
<i>CAPÍTULO V. ANÁLISIS SÍSMICO.....</i>	71
V.1 Normas Utilizadas.	71
V.2 Calidad de los Materiales.	72
V.3 Métodos de Análisis Estructural.....	72
V.4 Determinación del Tipo de Diafragma.	73
V.5 Cargas Consideradas	73
V.5.1 Acciones Permanentes (CP).	73
V.5.2 Acciones Variables (CV).....	74
V.6 Acciones Accidentales (S).....	80
V.6.1 Espectro de Diseño.	80
V.6.2 Características de la Estructura y Factores de la Zona.	80
V.6.2.1 Coeficiente de Aceleración Horizontal.	80
V.6.2.2 Forma Espectral y Factor de Corrección.	81
V.6.2.3 Uso de la Edificación y Factor de Importancia.	82
V.6.2.4 Nivel de Diseño de la Estructura.	83
V.6.2.5 Sistema Estructural.....	83
V.6.2.6 Factor de Reducción de Respuesta.	83
V.6.2.7 Datos del Espectro de Diseño.....	84
V.6.3 Gráfico del Espectro de Diseño.....	85
V.7 Combinaciones de Carga.....	85
V.8 Modelos Analizados.....	86
V.8.1 Modelo 1 (M1).	88
V.8.2 Modelo 2 (M2).	89

V.8.3 Modelo 3 (M3)	89
V.9 Verificación del Coeficiente Sísmico (V_0/W) y Cortante Basal (V_0).....	93
V.10 Valores Límites.	95
V.11 Protocolo de Recálculo.....	96
V.11.1 Factor de Resistencia de las Columnas.	97
V.11.2 Acero Longitudinal de las Columnas.	99
V.11.3 Acero Longitudinal en las Vigas.	101
<i>CAPÍTULO VI. NORMAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.....</i>	<i>115</i>
VI.1 Características de los Medios de Escape según el Tipo de Ocupación.	116
VI.2 Guía Instructiva sobre Sistemas de Detección, Alarma y Extinción de Incendios.	121
VI.3 Colores, Símbolos y Dimensiones para Señales de Seguridad.	124
VI.4 Características de las Puertas Resistentes al Fuego. Batientes.....	126
VI.5 Estación Manual de Incendios.	129
VI.6 Extintores Portátiles. Generalidades.	133
VI.7 Extintores. Determinación del Potencial de Efectividad.....	135
VI.8 Extintores Portátiles de Polvo Químico Seco.	136
VI.9 Cilindros Metálicos para Extintores de Polvo Químico Seco.	138
VI.10 Extintores Portátiles. Inspección y Mantenimiento.....	140
VI.11 Detectores. Generalidades.....	141
VI.12 Extinción de Incendios en Edificaciones. Sistema Fijo de Extinción con Agua con Medio de Impulsión Propio.	143
VI.13 Código Eléctrico Nacional.	146
VI.14 Tablero Central de Detección y Alarma de Incendio.....	149
VI.15 Guía para la Inspección del Sistema de Prevención y Protección Contra Incendios para Industrias y Comercios.....	151
VI.16 Guía para la Elaboración de Planes para el Control de Emergencias.	151
VI.17 Entorno Urbano y Edificaciones. Accesibilidad para las Personas.....	152
VI.18 Resumen del Cumplimiento de las Normas COVENIN.	156
<i>CONCLUSIONES</i>	<i>158</i>
<i>RECOMENDACIONES.....</i>	<i>162</i>
<i>REFERENCIAS</i>	<i>163</i>

Anexos..... 166

Anexo 1. Radiografías obtenidas con el equipo Ferroskan PS200 de los elementos estructurales del Edificio del Rectorado.....	167
Anexo 1.1. Radiografía del Ferroskan PS200 del Acero Longitudinal de la Columna 1C1E.	167
Anexo 1.2. Radiografía del Ferroskan PS200 del Acero Longitudinal de la Columna 1C9B.	168
Anexo 1.3. Radiografía del Ferroskan PS200 del Acero Longitudinal de la Columna 1C14B.	168
Anexo 1.4. Radiografía del Ferroskan PS200 del Acero Transversal de la Viga 1V1(B-E)...	169
Anexo 1.5. Radiografía del Ferroskan PS200 del Acero Transversal de la Viga 1V2(E-G)...	169
Anexo 1.6. Radiografía del Ferroskan PS200 del acero Transversal de la Viga 1V9(B-E)...	170
Anexo 1.7. Radiografía del Ferroskan PS200 del Acero Transversal de la Viga 1V14(B-E).	170
Anexo 2. Panillas de Recolección de Datos de Patologías Estructurales.....	171
Anexo 3. Verificación de las Normas de Seguridad Industrial	173
Anexo 3.1. Escalera principal de concreto armado, en forma de caracol.....	173
Anexo 3.2. Acceso a la escalera N° 2. Ubicada en el piso 3, Ala Oeste.....	173
Anexo 3.3. Escalera N° 3. Ubicada entre los pisos 2 y 3, Ala Este.....	173
Anexo 3.4. Corte transversal de la escalera principal. Plano N° 16a – E – 23.....	174
Anexo 3.5. Presencia de mobiliario en el pasillo principal. Ubicado en el piso 3, Ala Este...	174
Anexo 3.6. Salida principal de la edificación.....	175
Anexo 3.7. Lámpara de emergencia fuera de funcionamiento. Ubicada en el piso 3, escalera principal.....	175
Anexo 3.8. Ejemplo De Planos de Ubicación de Sistemas de Prevención y Protección contra Incendios.	176
Anexo 3.8.1. Plano de ubicación de los sistemas contra incendios. Planta Baja.	176
Anexo 3.8.2. Plano de ubicación de los sistemas contra incendios. Piso 1.....	177
Anexo 3.8.3. Plano de ubicación de los sistemas contra incendios. Piso 2.....	178
Anexo 3.8.4. Plano de ubicación de los sistemas contra incendios. Piso 3.....	179
Anexo 3.9. Señal de condición de seguridad. Ubicada en el piso 3, pasillo principal.	180
Anexo 3.10. Señal de protección contra incendios. Ubicada en el piso 3, oficina de RRHH (Ala Este).....	180
Anexo 3.11. Puertas de madera. Ubicadas en el piso 1, dan acceso a las oficinas de Secretaría UCV y al Salón de Sesiones del Consejo Universitario.....	180
Anexo 3.12. Puerta de vidrio. Ubicada en el piso 1, da acceso a las oficinas del Rectorado UCV.	181
Anexo 3.13. Puerta con apertura en sentido contrario de la evacuación. Ubicada en el piso 3, oficinas de Consultoría Jurídica UCV.....	181
Anexo 3.14. Estación manual fuera de funcionamiento. Ubicada en el piso 1.	181
Anexo 3.15. Estación manual operativa. Ubicada en el piso 2, oficina del Vicerrectorado Académico UCV.	182
Anexo 3.16. Extintor. Ubicado en el piso 2, oficina del Vicerrectorado Académico UCV...	182
Anexo 3.17. Inscripción del extintor. Ubicado en el piso 3, oficina de RRHH (Ala Este).	182

Anexo 3.18. Detector de humo. Ubicado en piso 1, oficinas de la Secretaría UCV.	183
Anexo 3.19. Conexión siamesa. Ubicada en planta baja, fachada norte.	183
Anexo 3.20. Cajetín con manguera bomberil. Ubicado en el piso 3, pasillo Ala Oeste.....	183
Anexo 3.21. Cajetín sin manguera bomberil. Ubicado en el piso 1, pasillo Ala Este.....	184
Anexo 3.22. Tomacorriente en mal estado. Ubicado en el piso 2, escalera principal.	184
Anexo 3.23. Tablero de distribución o control. Ubicado en el piso 1, oficinas de la Secretaría UCV.	184
Anexo 3.24. Luminaria con protección. Ubicada en el piso 2, pasillo principal.....	185
Anexo 3.25. Luminarias sin protección. Ubicadas en el piso 1, hall de ascensores.....	185
Anexo 3.26. Cableado en mal estado y sin protección. Ubicado en el piso 3, pasillo Ala Este.	185
Anexo 3.27. Tablero central de detección y alarma de incendios operativo. Ubicado en el piso 3, oficina de la Consultoría Jurídica UCV.	186
Anexo 3.28. Rampa de acceso a la edificación. Ubicada en la planta baja, fachada norte.	186
Anexo 3.29. Escalera principal con huellas antirresbalantes.	187
Anexo 3.30. Sistema manual de apertura y cierre de la puerta. Ubicada en el piso 3.....	187

Índice de Tablas

Tabla 2.1. Clasificación de Daños.....	15
Tabla 4.1. Tablas de Columnas.....	38
Tabla 4.2. Dimensiones y Armado de Vigas Longitudinales del Primer Nivel.....	39
Tabla 4.3. Dimensiones y Armado de Vigas Longitudinales del Segundo Nivel.....	41
Tabla 4.4. Dimensiones y Armado de Vigas Longitudinales del Tercer Nivel.....	43
Tabla 4.5. Dimensiones y Armado de Vigas Longitudinales del Nivel Techo.....	44
Tabla 4.6. Dimensiones y Armado de Vigas Transversales del Primer Nivel.....	46
Tabla 4.7. Dimensiones y Armado de Vigas Transversales del Segundo Nivel.....	47
Tabla 4.8. Dimensiones y Armado de Vigas Transversales del Tercer Nivel.....	48
Tabla 4.9. Dimensiones y Armado de Vigas Transversales del Nivel Techo.....	50
Tabla 4.10. Elementos Estructurales del Edificio Visibles en Dos de sus Caras.....	60
Tabla 4.11. Elementos Estructurales de Planta Baja Ensayados.....	61
Tabla 4.12. Resultados de los Elementos Estructurales Escaneados.....	63
Tabla 4.13. Resultados de la Separación de Acero Transversal de los Elementos Escaneados.....	64
Tabla 4.14. Planilla de Recolección de Datos.....	69
Tabla 5.1. Cargas Permanentes del Edificio.....	74
Tabla 5.2. Cargas Variables del Edificio.....	74
Tabla 5.3. Zonas de la Edificación de acuerdo a su Uso.....	75
Tabla 5.4. Resumen de Cargas Aplicadas al Edificio.....	75
Tabla 5.5. Parámetros Requeridos para el Cálculo del Espectro.....	84
Tabla 5.6. Peso y Masa de los Dos (2) Módulos de la Edificación.....	90
Tabla 5.7. Centro de Masa y Centro de Rigidez de los Módulos.....	91
Tabla 5.8. Períodos de los Modelos Matemáticos.....	91
Tabla 5.9. Masa Participativa y Acumulada del Modelo 1 del Módulo A.....	92
Tabla 5.10. Masa Participativa y Acumulada de los 3 Modelos del Módulo B.....	92
Tabla 5.11. Verificación del Coeficiente Sísmico.....	94
Tabla 5.12. Corrección del Cortante Basal.....	95
Tabla 5.13. Valores Límites de los Modelos Analizados. Derivas.....	96
Tabla 5.14. Factor de Resistencia de las Columnas (Fr).....	98
Tabla 5.15. Acero Longitudinal Requerido en Columnas.....	101
Tabla 5.16. Acero Requeridos por las Vigas Longitudinales del Primer Nivel.....	103
Tabla 5.17. Acero Requerido por las Vigas Longitudinales del Segundo Nivel.....	105
Tabla 5.18. Acero Requerido por las Vigas Longitudinales del Tercer Nivel.....	106

Tabla 5.19. Acero Requerido por las Vigas Longitudinales del Nivel Techo.....	108
Tabla 5.20. Acero Requerido por las Vigas Trasversales del Primer Nivel.	109
Tabla 5.21. Acero Requerido por las Vigas Trasversales del Segundo Nivel.....	111
Tabla 5.22. Acero Requerido por las Vigas Trasversales del Tercer Nivel.	112
Tabla 5.23. Acero Requerido por las Vigas Trasversales del Nivel Techo.....	113
Tabla 5.24. Resumen del Cumplimiento del Acero Longitudinal en Vigas.....	114
Tabla 6.1. Requerimientos de la Norma COVENIN 810-1998.....	120
Tabla 6.2. Requerimientos de la Norma COVENIN 823-1988.....	123
Tabla 6.3. Requerimientos de la Norma COVENIN 187-2003.....	126
Tabla 6.4. Requerimientos de la Norma COVENIN 644-1978.....	128
Tabla 6.5. Requerimientos de la Norma COVENIN 758-1989.....	132
Tabla 6.6. Requerimientos de la Norma COVENIN 1040-1989.....	134
Tabla 6.7. Requerimientos de la Norma COVENIN 1114-2000.....	135
Tabla 6.8. Requerimientos de la Norma COVENIN 2605-1989.....	137
Tabla 6.9. Requerimientos de la Norma COVENIN 2368-1986.....	140
Tabla 6.10. Requerimientos de la Norma COVENIN 1213-1998.....	140
Tabla 6.11. Requerimientos de la Norma COVENIN 1176-1980.....	142
Tabla 6.12. Requerimientos de la Norma COVENIN 1331-2001.....	146
Tabla 6.13. Requerimientos de la Norma COVENIN 200-1999.....	149
Tabla 6.14. Requerimientos de la Norma COVENIN 1041-1999.....	150
Tabla 6.15. Requerimientos de la Norma COVENIN 2733-2004.....	156
Tabla 6.16. Cuadro Resumen para verificar el Cumplimiento de las Normas	157

Índice de Ilustraciones

Figura 2.1. Plano de Ubicación del Edificio del Rectorado	10
Figura 2.2. Desprendimiento de mosaicos.....	12
Figura 2.3. Hollín en columnas y vigas de planta baja.....	12
Figura 2.4. Colapso de la puerta de acceso principal	12
Figura 2.5. Daños Oficinas del Rectorado.....	13
Figura 2.6. Daños Oficinas de la Secretaría	13
Figura 2.7. Daños al Acceso del Edificio del Rectorado.....	13
Figura 4.1. Fachada Norte del Edificio del Rectorado	30
Figura 4.2. Plano de Planta. Piso 1	31
Figura 4.3. Plano de Planta. Piso 2.....	32
Figura 4.4. Plano de Planta. Piso 3.....	33
Figura 4.5. Plano de Planta. Nivel Techo.....	34
Figura 4.6. Tabla de Columnas.....	35
Figura 4.7. Sección Transversal Columna del Primer Piso.....	35
Figura 4.8. Variación de Sección en Viga Transversal	50
Figura 4.9. Variación de Sección en Viga Transversal. Piso 3.....	51
Figura 4.10. Distribución de Losas. Piso 1.....	52
Figura 4.11. Distribución de Losas. Piso 2.....	53
Figura 4.12. Distribución de Losas. Piso 3.....	54
Figura 4.13. Distribución de Losas. Nivel Techo.....	55
Figura 4.14. Sección Transversal del Losas del Primer Piso.....	56
Figura 4.15. Sección Transversal del Losas del Segundo Piso.....	56
Figura 4.16. Sección Transversal del Losas del Tercer Piso.....	56
Figura 4.17. Sección Transversal del Losas del Nivel Techo.....	57
Figura 4.18. Losa Maciza de la Fachada Norte.....	57
Figura 4.19. Losa Maciza de la Fachada Oeste.....	57
Figura 4.20. Ferroskan. Sondeo con Radiografía Columna 1C1E.....	60
Figura 4.21. Ferroskan. Sondeo con Radiografía Viga 1V9(B-E). Zona de Confinamiento.	61
Figura 4.22. Elementos Estructurales de Planta Baja Ensayados.....	62
Figura 4.23. Radiografía Columna 1C1E.....	64
Figura 4.24. Poros en Columna 1C14B.....	66
Figura 4.25. Deterioro y Corrosión de la Junta de Dilatación en las Vigas 1V6a(E-G) y 1V6b(E-G).....	67
Figura 4.26. Humedad y Crecimiento Vegetal en Viga 1VA(11-12).....	67

Figura 4.27. Deterioro del Acabado Superior de la Losa de Planta Baja.	68
Figura 4.28. Deterioro de la Junta de Dilatación en el Piso 1.	68
Figura 4.29. Deterioro y desprendimiento de Mosaicos en la Pared de la Fachada Sur.	69
Figura 5.1. Especificaciones de los Materiales de Construcción.	72
Figura 5.2. Tabla 9.1 de la Norma COVENIN 1756-2001.....	72
Figura 5.3. Distribución de Cargas. Piso 1.	76
Figura 5.4. Distribución de Cargas. Piso 2.	77
Figura 5.5. Distribución de Cargas. Piso 3.	78
Figura 5.6. Distribución de Cargas. Techo.	79
Figura 5.7. Parte de la Tabla 4.1 de la Norma COVENIN 1756-2001.....	81
Figura 5.8. Tabla indicativa de las perforaciones que llegan a la profundidad de la base rocosa.....	81
Figura 5.9. Forma espectral y Factor de Corrección de la CUC.	82
Figura 5.10. Tabla 6.1 de la Norma COVENIN 1756-2001.....	82
Figura 5.11. Tabla C-12.1 de la Norma COVENIN 1756-2001.	83
Figura 5.12. Espectro de Diseño (R=1).	85
Figura 5.13. Ubicación en Planta de la Junta de Construcción.	87
Figura 5.14. Identificación de la Junta de Construcción en la Fachada Oeste.	87
Figura 5.15. Vista en 3D del Módulo “A” de la Edificación en el Modelo 1 (M1).	88
Figura 5.16. Vista en 3D del Módulo “B” de la Edificación en el Modelo 1 (M1).	89
Figura 5.17. Vista en 3D del Módulo “B” de la Edificación en el Modelo 3 (M3).	90
Figura 6.1. Tabla 12. Densidad de ocupación según su uso.	116

INTRODUCCIÓN

La Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), obra del arquitecto Carlos Raúl Villanueva, fue desarrollada con el objetivo de ser la sede de la Universidad Central de Venezuela (UCV). El campus fue concebido bajo una serie de criterios arquitectónicos y artísticos que lo hace una muestra con gran valor excepcional y universal, por ello en el año 2000 es declarada por la UNESCO, Patrimonio Mundial de la Humanidad.

Es a partir del año 2001, cuando el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED), fomenta la realización de evaluaciones que permitan conocer el estado de conservación de las diversas edificaciones y obras de artes que alberga el campus. Igualmente, como recurso para colaborar con la preservación de la Ciudad Universitaria de Caracas, el Departamento de Ingeniería Estructural desarrolla la línea de investigación “Patología, Restauración, Reparación, Adecuación y Rehabilitación de Obras de Carácter Patrimonial”, siendo una de sus finalidades la identificación de patologías y el análisis del comportamiento estructural de los edificios, por medio de la realización de Trabajos Especiales de Grado.

En particular, este Trabajo Especial de Grado se enfoca en la evaluación estructural y funcional del Edificio del Rectorado, el cual actualmente sirve de sede a las dependencias directivas de la universidad, Rectorado UCV, Secretaría UCV, Vicerrectorado Académico y Administrativo UCV, entre otras instancias. El Edificio del Rectorado fue construido y puesto en funcionamiento durante la década de los 50, es una edificación aporricada de concreto armado separada en dos módulos, que cuenta con tres (03) niveles más techo.

Este estudio se presenta estructurado en siete capítulos, en los cuales se detalla el análisis del comportamiento del edificio ante acciones sísmicas y situaciones de emergencia.

En el primer capítulo, denominado “Fundamentos de la Investigación”, se describe el problema que produjo el interés de analizar el comportamiento estructural y riesgos de

funcionamiento del Edificio del Rectorado, al igual que se presentan los objetivos y los aportes que se derivan de esta investigación.

Seguidamente, el segundo capítulo enmarca los conocimientos teóricos necesarios para la identificación de patologías estructurales y riesgos de funcionamiento, los procedimientos y equipos para la evaluación no destructiva de la edificación; además, una breve descripción de los lineamientos de las normativas estructurales y de seguridad vigentes, bajo las cuales se rigió este estudio.

El tercer capítulo delimita la metodología a seguir para alcanzar los objetivos propuestos en este trabajo; describiendo los pasos para recopilar la información necesaria, el levantamiento planimétrico de la edificación, las inspecciones visuales realizadas, la aplicación del protocolo de recálculo estructural y el cotejo de las normas de seguridad industrial.

El cuarto capítulo, “Información Planimétrica”, desarrolla toda la información correspondiente a la geometría, elementos estructurales y no estructurales de la edificación, además se detallan los resultados obtenidos de la aplicación del equipo Ferrosan PS200 en las vigas y columnas seleccionadas, lo que permitió verificar el armado de dichos elementos. Por último, se identificó el estado de deterioro en que se encuentra la edificación.

“Análisis Sísmico” es el quinto capítulo de esta investigación, y enmarca la verificación estructural de la edificación a través del uso del programa “Extended Three Dimensional Analysis of Building System” v9.7 (ETABS), y obtener los requerimientos de acero en los elementos estructurales para poder resistir las solicitaciones de diseño.

El sexto y último capítulo, “Normas de Seguridad Industrial”, contempla los resultados obtenidos del contraste de la arquitectura de la edificación con las normas de seguridad vigentes.

CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Ciudad Universitaria de Caracas fue concebida entre los años 1943 y finales de los 50; y en el año 2000 fue declarada Patrimonio Mundial de la Humanidad por la UNESCO, por ser una obra en donde se materializa los ideales del urbanismo moderno, la arquitectura y las artes vanguardistas conjugándose íntimamente con la cultura y las condiciones locales. Como resultado de esta declaración se creó el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED), cuya misión es la conservación e impulso del patrimonio edificado, artístico y natural de la universidad.

Las edificaciones de la Ciudad Universitaria de Caracas son de gran belleza y valor histórico; sin embargo, en sus 60 años de construcción se evidencia un deterioro de las instalaciones, producto del tiempo de uso y del ambiente que han producido un desgaste de los materiales de construcción que, conjuntamente con la carencia de un plan efectivo de mantenimiento a causa del déficit presupuestario, conlleva un aumento de la vulnerabilidad de la edificación y la posibilidad de ser afectada por eventos adversos de tipo natural, tecnológico y social.

El Edificio del Rectorado de la Universidad Central de Venezuela no escapa de esta realidad, más aún cuando en los últimos años ha sido objeto de hechos violentos, que incluso comprometen la vida de las personas que laboran en la edificación y que han ocasionado daño a su estructura, arquitectura y obras artísticas.

Ante la problemática descrita, surge la necesidad de analizar cuán vulnerable es el Edificio del Rectorado ante eventualidades sísmicas según las especificaciones actuales, considerando que dicha edificación fue diseñada con una norma que no incluye la revisión de factores sísmicos, y si las acciones de preservación son acordes a las que requiere la condición de patrimonio. Por lo tanto, se plantea analizar el comportamiento estructural del edificio bajo las exigencias de la Norma FONDONORMA 1753-2006 para obtener como

resultado la resistencia sísmica y otros parámetros que permitan conocer la condición de riesgo que presenta la edificación.

Igualmente, se analizará en este Trabajo Especial de Grado si la arquitectura del Edificio del Rectorado cumple con las normas venezolanas de seguridad industrial, bajo las especificaciones de las normas, COVENIN 187-2003 “Colores, símbolos y dimensiones para señales de seguridad”, COVENIN 810-1998 “Características de los medios de escape en edificaciones según el tipo de ocupación”, COVENIN 823-1988 “Guía instructiva sobre sistemas de detección, alarma y extinción de incendios”, COVENIN 1764-1998 “Guía para la inspección de prevención y protección contra incendios para industria y comercio”, COVENIN 2226-1990 “Guía para la elaboración de planes para el control de emergencias” y COVENIN 2733-2004 “Entorno urbano y edificaciones. Accesibilidad para las personas”; para comprobar si los medios de escape que dispone la edificación son aptos para el desalojo de las personas en el momento en que ocurra alguna emergencia.

I.2 OBJETIVOS

I.2.1 General

Analizar el comportamiento estructural y riesgos de funcionamiento del Edificio del Rectorado de la Ciudad Universitaria de Caracas.

I.2.2 Específicos

1. Identificar el estado de deterioro del Edificio del Rectorado.
2. Modelar el Edificio del Rectorado con el programa “Extended Three Dimensional Analysis of Building System” v9.7 (ETABS).
3. Realizar el recálculo de la edificación bajo las especificaciones de las Normas vigentes.
4. Contrastar las áreas de acero y dimensiones de los elementos estructurales en su estado actual con las obtenidas por el modelaje de la estructura.
5. Cotejar la arquitectura de la edificación con la especificada en la normativa de seguridad COVENIN 187-2003, COVENIN 810-1998, COVENIN 823-1988, COVENIN 1764-1998, COVENIN 2226-1990 y COVENIN 2733-2004.

I.3 APORTES

Este Trabajo Especial de Grado está enfocado a identificar las patologías que han ocasionado daños a la estructura del Edificio del Rectorado de la Universidad Central de Venezuela y que comprometen su funcionamiento actual; además de comprobar el adecuado diseño de los elementos estructurales que la componen, el estricto cumplimiento de las normas vigentes y principalmente, conocer el comportamiento estructural del edificio ante un evento sísmico, lo que permitirá analizar qué tan vulnerable será la edificación de producirse un evento de este tipo.

Por lo tanto, este estudio contribuye a la línea de investigación “Patología, Restauración, Reparación, Adecuación y Rehabilitación de Obras de Carácter Patrimonial” promovida por el Departamento de Ingeniería Estructural de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, conjuntamente con el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED), para colaborar con la evaluación estructural de las edificaciones que conforman la Ciudad Universitaria de Caracas y verificar su estado de conservación; resguardando de esta manera la declaración de patrimonio. A partir de la creación de esta línea de investigación, se ha efectuado el análisis estructural del Edificio de la Biblioteca Central de Venezuela, la Facultad de Arquitectura, el Edificio de Aulas “Luis Damiani” de la Facultad de Ingeniería, la sede principal de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, las Escuelas de Artes y de Estadística y Ciencias Actuariales y la Facultad de Farmacia, entre otras instalaciones.

Del mismo modo, la investigación beneficiará a la Universidad Central de Venezuela, debido a que aportará información básica sobre el Edificio del Rectorado a partir del estado actual de la edificación, incluyendo el deterioro que presenta la misma, al igual que variables primordiales como son la vulnerabilidad sísmica y el cumplimiento de la normativa venezolana, lo cual permitirá tomar medidas acertadas en lo referente a uso y mantenimiento del patrimonio universitario.

Cabe destacar que la Universidad y en particular el Edificio del Rectorado ha sido objeto de agresiones recientes a su estructura e instalaciones. En este trabajo se plantea

verificar si el diseño arquitectónico de la edificación cumple con las normas COVENIN de seguridad, lo que permitirá comprobar si los medios de escape con los que se cuenta son aptos para efectuar el desalojo de la comunidad UCEVISTA que hace vida en la edificación, en caso de producirse alguna contingencia o de repetirse acciones como las mencionadas antes. Con base en la información resultante, se podrá proponer soluciones viables que conlleven a la formulación de planes de emergencia y prevención ante cualquier acontecimiento.

Igualmente, la Ingeniería Civil y el profesional de esta disciplina contarán con una serie de cálculos estructurales bajo las especificaciones de las normativas vigentes que aportarán más referencias. Para la tesista, aportará conocimientos en relación al patrimonio, la vulnerabilidad de la edificación y algunas medidas de conservación aplicable a la misma, entre otros tópicos.

Por último, este Trabajo Especial de Grado constituye un aporte a nivel mundial, porque se efectúa la evaluación estructural de una edificación que ostenta la condición de Patrimonio de la Humanidad, permitiendo obtener información de interés que sirva de sustento para elaborar planes efectivos para su correcto cuidado y preservación.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

La Ciudad Universitaria de Caracas alberga edificaciones y obras de arte de gran belleza, conjugando en su diseño aspectos funcionales y espaciales; destacándose del conjunto el Edificio del Rectorado, catalogado por el arquitecto Carlos Raúl Villanueva (1900-1975) desde su concepción como el edificio que tendría dominio sobre el campus gracias a su ubicación e importancia.

Debido a su relevancia, dicho edificio constituye el objeto de estudio del presente Trabajo Especial de Grado; en atención a los objetivos propuestos se incluyen los siguientes aspectos: conocimiento del deterioro de las edificaciones y la correspondiente escala de daños, al igual que los riesgos funcionales a los que se encuentran expuestas las estructuras. Además, respetando el carácter patrimonial, los procedimientos a seguir para el análisis deben ser no invasivos, por lo que es importante la descripción de los ensayos no destructivos, modelaje de estructuras y los respectivos equipos y programas a emplear. Asimismo, con base en el recálculo de la estructura se presenta el procedimiento de realización del mismo y los criterios de las normas estructurales a seguir; por último, se presentan los lineamientos de seguridad industrial para el diseño de los edificios contenidos en las normas técnicas vigentes.

II.1 Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

La UNESCO es una instancia especializada de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), fundada el 16 de noviembre de 1945; su sede principal está en París. Actualmente está conformada por 195 países miembros y 8 países asociados, dos Órganos de Gobierno, la Conferencia General y el Consejo Ejecutivo; los cuales concurren a reuniones periódicas para garantizar el buen funcionamiento interno, fijar nuevas metas y revisar el buen desempeño de las actividades realizadas.

El objetivo primordial de la Organización es contribuir a la consolidación de la paz, la erradicación de la pobreza, el desarrollo sostenible y el diálogo intercultural mediante la educación, las ciencias, la cultura y la información; es por ello que la UNESCO no cesa en su fin de crear condiciones propicias para la comunicación entre las civilizaciones, las culturas y los pueblos fomentado en el respeto de los valores comunes. (UNESCO: <http://www.unesco.org>. Consultado: 21/01/2012)

II.2 Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED).

El Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED) fue creado en el año 2.000 por el Consejo Universitario de la Universidad Central de Venezuela (UCV), producto de la necesidad de reorganizar funciones, actividades y atribuciones que en materia de planta física se encontraban fragmentadas y dispersas; además de demostrar la voluntad y capacidad para preservar la Ciudad Universitaria.

Es por ello, que COPRED se centra en preservar y desarrollar todo el patrimonio edificado, artístico y natural de la UCV, así como difundir sus valores culturales garantizándole a las generaciones, presentes y futuras, el aprovechamiento y disfrute del patrimonio cultural de la Universidad Central de Venezuela. (COPRED: <http://www.ucv.ve>. Consultado: 18/01/2012)

II.3 Reseña Histórica de la Ciudad Universitaria de Caracas.

La Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), es obra del arquitecto venezolano Carlos Raúl Villanueva (1900-1975) y un equipo de colaboradores, empezándose su construcción a principios de la década de los años 40 en los terrenos de la histórica Hacienda Ibarra. Hoy en día es considerada una pieza maestra de la arquitectura contemporánea y de la planificación urbana.

El principal campus de estudio de la Universidad Central de Venezuela (UCV) ofrece actualmente ochenta y nueve edificaciones, en los más variados y atrevidos diseños arquitectónicos, destinados a albergar nueve facultades y diversas dependencias

administrativas y de investigación, servicios culturales, deportivos y hospitalarios para uso de la comunidad universitaria y visitantes.

En el año 2.000, la Ciudad Universitaria de Caracas es declarada por la UNESCO, Patrimonio Cultural de la Humanidad, siendo los criterios que motivaron dicha declaración el Criterio I: *“Representar una obra de arte del genio creador humano”* y el Criterio IV: *“Ser un ejemplo eminentemente de un tipo de construcción o de un conjunto arquitectónico o tecnológico o de paisaje que ilustre uno o más períodos significativos de la historia humana”*. Adicionalmente, la postulación de la CUC también cumple con los criterios de autenticidad y de beneficio de protección jurídica nacional que aseguran su conservación. (COPRED: <http://www.ucv.ve>. Consultado: 18/01/2012)

II.4 Reseña Histórica del Edificio del Rectorado.

II.4.1 Datos de la Edificación.

El Edificio del Rectorado fue inaugurado el 2 de diciembre de 1953. Concebido para uso institucional el cual se mantiene actualmente, siendo la sede de las oficinas del Rectorado, Secretaría, Vicerrectorado Académico y Administrativo y se desarrollan las sesiones del Consejo Universitario de la UCV. La edificación se encuentra ubicada en el centro de la CUC; de acuerdo a los planos originales, en lo que el arquitecto enmarcó como la Zona 1, correspondiente al Centro Directivo: Plaza del Rectorado-lado sur, junto al Edificio de Comunicaciones y el Edificio de los Museos. (Ver Figura 1.1. Plano de ubicación del Edificio del Rectorado).



Figura 2.1. Plano de Ubicación del Edificio del Rectorado

FUENTE: <http://maps.google.co.ve>

II.4.2 Descripción de la Edificación.

La edificación es una estructura aperturada de concreto armado construida sobre fundaciones directas. Posee 4 niveles: piso 1, piso 2, piso 3 y planta techo. Tanto las losas de entrepiso como la losa de techo, son losas nervadas armadas en una dirección, las losas de entrepiso tienen un espesor de 25 cm y la de techo de 20 cm; el edificio cuenta con un módulo de escaleras externo en el lado sur y por dos marquesinas de acceso, concebidas como estructuras en vuelo.

II.4.3 Daños al edificio como consecuencia de atentados.

Las agresiones a la Universidad Central de Venezuela se han incrementado desde el año 2007, contabilizándose más de 30 atentados violentos donde no sólo el patrimonio de la Ciudad Universitaria se ve afectado, asimismo se compromete la vida de las personas que conviven en las edificaciones. Los ataques violentos se intensificaron a partir del 2009, año desde el cual el edificio del Rectorado ha sido objeto de múltiples agresiones, que han ocasionado grandes daños a las instalaciones traduciéndose en pérdidas económicas cuantiosas.

La Dirección de Información y Comunicaciones de la Universidad Central de Venezuela, en su artículo Cronología sobre los Hechos de Violencia en la Universidad Central de Venezuela lista una serie de situaciones violentas acontecidas en la Ciudad Universitaria, y de las cuales se presenta a continuación los ataques efectuados al edificio del Rectorado.

<i>Fecha</i>	<i>Situación</i>
19/05/2009	Se efectuaron disparos desde la Plaza del Rectorado; incendiaron un automóvil asignado al Vicerrectorado Administrativo y lo estrellaron contra la puerta de acceso principal del edificio, además del estallido de varios niples. (Ver Figura 2.2. Desprendimiento de mosaicos y Figura 2.3. Hollín en columnas y vigas de planta baja)

	 <p>Figura 2.2. Desprendimiento de mosaicos. <i>FUENTE: COPRED UCV</i></p>	 <p>Figura 2.3. Hollín en columnas y vigas de planta baja. <i>FUENTE: COPRED UCV</i></p>
12/11/2009	<p>Como resultado del impedimento de la instalación de las puertas en el acceso de las Tres Gracias, un grupo de individuos cargaron con materiales y equipos, entre ellos el traslado de una grúa hacia la planta baja de la edificación; la cual lanzaron contra la puerta de acceso ocasionando el colapso total de ésta. (Ver Figura 2.4)</p>  <p>Figura 2.4. Colapso de la puerta de acceso principal <i>FUENTE: COPRED UCV</i></p>	
16/12/2009	Disparos y bombas molotov hacia la Sala de Sesiones del Consejo Universitario.	
17/02/2010	Encapuchados realizaron disparos hacia las ventanas de la oficina de la Rectora y arrojaron bombas molotov.	
16/03/2010	Encapuchados armados sometieron a los vigilantes del edificio, irrumpieron en las áreas del Piso 1 donde se ubican las oficinas del Rectorado y Secretaría de la UCV e incendiaron las instalaciones. (Ver Figura 2.5. Daños oficinas del Rectorado y Figura 2.6. Daños oficinas Secretaría)	

	 <p>Figura 2.5. Daños Oficinas del Rectorado <i>FUENTE: COPRED UCV</i></p>	 <p>Figura 2.6. Daños Oficinas de la Secretaría <i>FUENTE: COPRED UCV</i></p>
09/11/2011	Toma del edificio. Se lanzaron artefactos explosivos contra el salón donde sesionaba el Consejo Universitario y se impidió la entrada y salida de los miembros de este organismo y del personal que trabaja en la edificación.	
15/11/2011	Grupos encapuchados lanzaron explosivos contra el Edificio e incendiaron en el estacionamiento (fachada oeste) dos automóviles pertenecientes al Rectorado y Vicerrectorado Académico.	
09/12/2011	<p>Encapuchados reventaron la puerta de vidrio que protege la entrada del Rectorado, la quemaron y se evidencia el daño que sufrió la pared cubierta con el mosaiquillo. (Ver Figura 2.7. Daños al acceso del Edificio del Rectorado.)</p>  <p>Figura 2.7. Daños al Acceso del Edificio del Rectorado <i>FUENTE: http://www.el-nacional.com</i></p>	

II.5 Deterioro de las Edificaciones.

Las edificaciones de concreto armado pueden presentar en sus elementos estructurales diversos daños, los cuales en su mayoría se aprecian por simple inspección visual. No obstante, en muchos casos solo a través de realización de ensayos a los elementos se puede estimar la seriedad de los mismos. Los daños que se pueden reconocer con una inspección visual son: (Nunes, 2008)

Humedad: Este daño se presenta por la filtración de agua en los elementos o porque la estructura se encuentra en un ambiente muy húmedo, su presencia se puede apreciar porque en la zona afectada provoca un cambio de color o grietas en la superficie del concreto.

Poros: La presencia de este daño provoca pequeños huecos en la superficie del concreto y es causado por el mal vibrado del concreto o por una mala mezcla del mismo.

Falta de recubrimiento: Es causado por el mal encofrado o por el desprendimiento del concreto que se encuentra en la superficie de los elementos, cuando existe falta de recubrimiento las barras de acero quedan visibles en la superficie de los elementos.

Crecimiento vegetal: Presencia de plantas en los elementos, generalmente encontradas en los bordes o superficies superiores, debido al depósito de humedad y semillas colocadas por aves.

Corrosión: Es causado por el contacto directo de las barras de acero con la humedad, y se puede apreciar en las barras que no tienen recubrimiento que presentan óxido en la superficie, y en las barras que tienen recubrimiento se aprecia que el concreto que esta alrededor está agrietado.

Grietas: La presencia de este daño se visualiza al existir hendiduras en la superficie de los elementos, es causado por diversos factores como lo son, acero corroído en el interior del elemento, filtraciones, falta de acero transversal.

II.5.1 Escala de Daños.

A continuación se presenta una escala propuesta para representar el daño según su clasificación, como se muestra en la Tabla 2.1:

NIVEL		0	1	2	3	4
TIPO DE DAÑO	Poros	No se observa daño	Casi imperceptible. Muy escasos, con $d < 1\text{mm}$.	Se observan agrupados o esparcidos, $d < 4\text{mm}$.	Abundantes en todas las caras, con $d < 6\text{mm}$. Se presentan en menos del 75% del miembro.	Presentes en todas las caras. En grupos o esparcidos a lo largo de todo el miembro, con $d < 8\text{mm}$.
	Crecimiento Vegetal		Se observan menos de 2 plantas de tamaño menor a 5cm.	Se observan entre 2 y 5 plantas, de tamaño entre 3 y 10cm.	Se observan más de 5 plantas, de tamaño entre 3 y 10cm.	Se observan plantas de tamaño mayor a 10 cm.
	Humedad		Se observa presencia de humedad en menos del 25% de la superficie.	Se observa presencia de humedad en menos del 50% de la superficie.	Se observa presencia de humedad en más del 50% de la superficie.	Se observa desgastes o daños causados por la humedad en zonas localizadas.
	Desprendimiento de mosaicos		Se observa caída de pocos mosaicos, individuales.	Se observan áreas con mosaicos desprendidos en distintas zonas de la pared, que alcanzan hasta un 25% de la superficie.	Se observan áreas con mosaicos desprendidos que alcanzan hasta un 50% de la superficie.	Se observan áreas con mosaicos desprendidos que sobrepasan el 50% de la superficie.
	Recubrimiento		Entre 1cm a 30cm de acero sin recubrimiento en todo el elemento.	Entre 30cm a 50cm de acero sin recubrimiento en todo el elemento.	Entre 50cm a 80cm de acero sin recubrimiento en todo el elemento.	Más de 80cm de acero sin recubrimiento en todo el elemento.
	Corrosión		Acero sin recubrimiento con corrosión apreciable.	Acero sin recubrimiento totalmente corroído en la zona expuesta.	Acero corroído en el interior del elemento, pequeñas grietas en el concreto que se encuentra alrededor de la barra.	Acero corroído en el interior del elemento, grandes grietas en el concreto que se encuentra alrededor de la barra.
	Grietas		Presencia de grietas entre el 1% al 25% del elemento.	Presencia de grietas entre el 25% al 50% del elemento.	Presencia de grietas entre el 50% al 75% del elemento.	Presencia de grietas entre el 75% al 100% del elemento.

Tabla 2.1. Clasificación de Daños.

FUENTE: Cabral y Figueroa, 2011.

II.6 Riesgos de Funcionamiento de las Edificaciones.

El componente no estructural de una edificación está conformado por un conjunto de sistemas que realizan funciones específicas que permiten que el edificio sea habitable y que además pueda funcionar; caracterizado por elementos arquitectónicos (tabiquerías, puertas, ventanas), sistemas de iluminación, mobiliario, entre otros. Mientras que los componentes

funcionales son determinantes para afrontar una situación de emergencia; siendo parte de estos los accesos a la edificación, los flujos de circulación y señalización. La falla o mal funcionamiento de estos elementos pueden acarrear la pérdida de vida de los ocupantes de la edificación.

Los componentes no estructurales son susceptibles de sufrir daños debido a un sismo, lo que se ha llamado daño sísmico no estructural, lo que comprende el deterioro físico de los mismos.

Igualmente en situaciones de emergencia o crisis sísmicas, las edificaciones se caracterizan por presentar un incremento abrupto en la demanda de sus servicios, mientras que la capacidad de prestar dichos servicios puede haber decrecido como consecuencia del impacto del sismo, pudiendo ocasionar el colapso funcional de la edificación, lo cual se relaciona con la vulnerabilidad funcional, que describe la predisposición de la instalación de ver perturbado su funcionamiento como consecuencia del incremento de la demanda de sus servicios. Son diversos los factores que pueden contribuir a incrementar la vulnerabilidad funcional de las instalaciones, entre los que destacan: una inadecuada distribución y relación entre espacios arquitectónicos, así como ineficientes sistemas de evacuación y vías de escape; la ausencia de un probado plan de emergencia, que permita hacer frente a la crítica situación, sobre todo en lo referente al manejo de información y por último, inapropiados sistemas de comunicación, señalización y vialidad de acceso.

El proyecto de una edificación debe estar basado en el eficiente diseño tanto de los elementos estructurales, como los no estructurales y los funcionales; lo cual se logra con un estudio multidisciplinario que permita garantizar la seguridad de las personas que ocupen la estructura; por medio de la evacuación segura en caso de emergencia, se cuente con sistemas contra incendios, los cuerpos de rescate puedan actuar eficazmente, cuidando que las dimensiones y disposición de los espacios sean adecuadas para la realización de las funciones para la que fue proyectada la edificación, entre otros aspectos. (Reque, 2006)

II.7 Procedimientos que permiten la identificación de patologías y riesgos.

Ante las obras y edificios de carácter patrimonial se deben de seguir una serie de consideraciones, que garanticen que el bien no sea afectado ni modificado por intervenciones agresivas que alteren su configuración original.

Es por ello que cualquier intervención física que afecte el estado actual de las edificaciones u obras de la CUC deberá someterse a juicio de COPRED, aun cuando dichas acciones tengan propósitos de restauración, limpieza, etc.

En consecuencia, los procedimientos que se empleen para el estudio de las edificaciones, y en particular del Edificio del Rectorado son no destructivos; destacando que los resultados a obtenerse son confiables y válidos para evaluar acertadamente el comportamiento estructural de la edificación.

II.7.1 Ensayos no destructivos.

El Departamento de Ingeniería de Materiales y Fabricación de la Universidad Politécnica de Cartagena (España), define a los ensayos no destructivos como la “utilización de técnicas no invasivas para la determinación de la integridad de un material, componente o estructura”. La utilidad de estos ensayos es diversa, abarcando el estudio de materiales, la detección de defectos y deformaciones, estimación de las propiedades mecánicas y físicas, etc., todo a través de ensayos como la inspección visual, el ultrasonido, determinación del acero de refuerzo en elementos de concreto armado, entre muchos otros. (Departamento de Ingeniería de Materiales y Fabricación: <http://www.dimf.upct.es>. Consultado: 19/01/2012)

El equipo Ferroskan PS200 es un instrumento que permite detectar la presencia de acero de refuerzo en elementos de concreto armado mediante el uso de un campo magnético. Este instrumento está conformado por dos partes principales: un scanner, el cual produce una sonda, el cual está conectado a un monitor que realiza la evaluación y procesamiento de la data.

El sistema se puede emplear en dos modalidades; para realizar una detección rápida, o para explorar una imagen. El primer modo permite detectar la presencia de acero en la dirección perpendicular a la cual se realiza la exploración, indicando la profundidad a la cual se encuentra el mismo. (Luis y Reigadas, 2006)

II.7.2 Modelaje de la Estructura.

El modelo matemático que se utilice para idealizar la estructura real debe simular adecuadamente propiedades tales como la geometría, masas, dimensiones de miembros, materiales, etc. Incluyéndose además todos aquellos componentes que, aún cuando sean considerados no estructurales, pueden influenciar las masas, rigideces y capacidad de disipación de energía de la estructura original.

Para efectuar el modelaje de las estructuras se aplican programas de computación especializados; el programa “Extended Three Dimensional Analysis of Building System” v9 (ETABS), permite realizar el diseño y revisión de estructuras, está desarrollado específicamente para sistemas de edificaciones.

ETABS ofrece la mayor cantidad de herramientas de análisis y diseño disponibles para el ingeniero estructural, además de permitir tanto la importación como exportación de datos y resultados a diversos programas como AutoCAD, Microsoft Excel, SAFE, entre otros. (Nunes, 2008)

II.8 Recálculo de la Estructura.

El recálculo de una estructura consiste en la realización del replanteo, análisis y cálculo estructural a través de un programa de diseño estructural asistido por computadora, utilizando las formulaciones de concreto armado, aplicadas de acuerdo a las normativas vigentes. (Cabral y Figueroa, 2011)

El cálculo de la estructura original se realiza con un programa sofisticado de análisis y diseño de edificaciones. El modelo matemático debe simular el sistema estructural de la

edificación seleccionada. Y adicionalmente, por medio de la arquitectura se estiman las cargas permanentes y variables correspondientes.

Para el análisis del comportamiento de la edificación ante amenazas sísmicas, se emplean los correspondientes parámetros normalizados establecidos en las normas venezolanas vigentes. Realizándose finalmente un contraste de los requerimientos de área de acero para las condiciones mínimas exigidas.

II.8.1 Edificaciones Sismorresistentes.

Venezuela está considerada como un país con una amenaza sísmica alta y Caracas se ubica en una de las zonas de mayor riesgo a nivel nacional, por lo que se deben tomar las correspondientes medidas para la construcción de edificios sismorresistentes. Las normas venezolanas que tratan el análisis sísmico de edificios son las normas COVENIN 1756-2001 y FONDONORMA 1753-2006; cuyos fundamentos se resumen a continuación:

- En el Capítulo 18 de la norma 1753, las solicitudes de diseño suponen que el sistema resistente a fuerzas horizontales es capaz de “absorber” y “disipar” energía bajo acciones o solicitudes alternas, en el rango inelástico sin pérdida apreciable de resistencia. Los mecanismos de absorción y disipación de energía no deben comprometer la estabilidad de la estructura, en donde las solicitudes máximas ocurren en los apoyos, y en donde el modelo ideal supone que las rótulas plásticas deben formarse antes en las vigas que en las columnas.
- En el Capítulo 8 de la norma 1756, la acción sísmica se considera accidental y no se combina con otras acciones accidentales con similar probabilidad de ocurrencia.
- La norma COVENIN 1756-2001 supone que los miembros estructurales están unidos entre sí de manera de transmitir efectivamente las fuerzas sísmicas.
- Ante lo expuesto con anterioridad, los modelos matemáticos describen adecuadamente el comportamiento de la estructura.

- En el Capítulo 4 de la norma 1756 se aprecia el mapa de zonificación establecido por la mencionada norma, el mismo fue desarrollado considerando la ocurrencia de sismos con probabilidades de excedencia del 10% para una vida útil de 50 años, lo cual se traduce en sismos con períodos de retorno de 475 años.
- Se denomina “Factor Espectral” al comportamiento dinámico del suelo. Siendo por nomenclatura los suelos S1 los más rígidos (roca sana), y los suelos S4 los más blandos (suelos aluviales, etc.); estos últimos más desfavorables en la dinámica sismorresistente de las edificaciones.

A través de un factor de corrección se ajustan los coeficientes de aceleración horizontal del terreno, en aquellos perfiles geotécnicos menos propensos a amplificar la aceleración máxima en la superficie del terreno. (Castaldo, 2010)

Al efectuarse el recálculo de la estructura se deben tomar en cuenta no sólo las consideraciones descritas anteriormente, sino también las disposiciones establecidas en el Capítulo 12 de la Norma COVENIN 1756-2001; dicho capítulo estipula los lineamientos para la evaluación, adecuación o reparación de una edificación existente. Los requerimientos normativos dependen del nivel de diseño utilizado en el cálculo original de la estructura y del uso de la misma, estos parámetros regirán el comportamiento sismorresistente de la obra existente.

II.9 Situación de emergencia.

“Protección Civil” de Venezuela, en el artículo 4, define a la emergencia como: “Cualquier suceso capaz de afectar el funcionamiento cotidiano de una comunidad, pudiendo generar víctimas o daños materiales, afectando la estructura social y económica de la comunidad involucrada y que puede ser atendido eficazmente con los recursos propios de los organismos de atención primaria o de emergencias de la localidad”. (Protección Civil: <http://www.pcivil.gob.ve>. Consultado: 29/01/12)

Evitar las emergencias es imposible, lo que debemos hacer ante ellas es tratar de paliar sus efectos y limitar sus riesgos, previniendo en la medida de lo posible, sus consecuencias. Para ello es necesario que exista un buen mantenimiento de las instalaciones potencialmente peligrosas y una mínima formación y educación de las personas en materia de prevención.

II.10 Lineamientos de las Normas de Seguridad Industrial Vigentes.

II.10.1 Diseño de los medios de escape.

La Norma COVENIN 810-1998 “Características de los medios de escape en edificaciones según el tipo de ocupación” define a los medios de escape como la vía libre y continua que desde cualquier punto de una edificación conduce a un lugar seguro para escapar de contingencias espontáneas que pueden ocasionar daños a personas, bienes o al ambiente. Una vía de evacuación consta de tres partes separadas y distintas: la zona de acceso a la salida, la salida, y los medios de descarga de la salida.

La edificación debe contar como mínimo con dos salidas de emergencia ubicadas en direcciones opuestas tan lejanas una de la otra como sea posible, de modo que los ocupantes se puedan desplazar en una u otra dirección.

El diseño de los elementos para la seguridad de la vida humana puede implicar una o más de las siguientes alternativas: la evacuación, la defensa de los ocupantes en el lugar en que están y proporcionarles una zona eficaz de refugio. Estas alternativas se deben evaluar tomando en cuenta la posibilidad de que el interior del edificio pueda ser ocupado durante el tiempo necesario para conseguir el nivel de seguridad esperado.

Es complejo proyectar un edificio teniendo en cuenta la seguridad de la vida humana, pues supone pensar en más de una vía de evacuación para casos de emergencia. Exige tomar en cuenta quien va a utilizar el edificio y a qué va a estar haciendo la mayoría del tiempo. El diseño arquitectónico y las vías de circulación normales son elementos importantes para la evacuación en caso de alguna contingencia; por lo que el proyectista es

responsable de reconocer las condiciones de seguridad al momento de diseñar la edificación. (Cabral y Figueroa, 2011)

II.10.2 El fuego como amenaza.

La seguridad contra incendios en el diseño de los edificios es un proceso consciente e integrado, que comprende la proyección de la arquitectura con las condiciones de seguridad, para que desde este punto de vista la edificación sea eficaz y económica. Como primer paso, se deben identificar las necesidades específicas del cliente respecto a las funciones del edificio; y en base a éstas el proyectista podrá tomar decisiones concretas y acertadas acerca de la seguridad contra incendios.

Conocidos los riesgos que se puedan presentar en el edificio, debido al uso que va a tener, los materiales a emplear y las actividades de los ocupantes, se deben seleccionar los sistemas contra incendios adecuados, entre los cuales se encuentran: rociadores, sistemas fijos de agua, extintores, entre otros. Además, la protección que pueda ofrecer el cuerpo de bomberos de la comunidad tiene una influencia importante, debido a que el proyectista diseña para que, si surge un incendio, pueda ser atacado antes de que se propague o retrasarlo para que los bomberos puedan dominarlo fácilmente. (Cabral y Figueroa, 2011)

II.10.3 Diseño de sistemas de extinción contra incendios.

Los aspectos principales de la construcción del edificio para la extinción manual han de contemplar:

Aviso al servicio de bomberos: Toda la cadena de acontecimientos; es decir, detección del fuego, la decisión de avisar a los bomberos, el envío del mensaje y la recepción de la información por los bomberos; deben formar parte del concepto de seguridad contra incendios del edificio. Esto se debe hacer de modo consciente, el tiempo que se tarde en efectuarse cualquiera de las anteriores fases hasta la aplicación del agente extintor dependerá de la velocidad de propagación del fuego.

Aplicación del agente extintor: El siguiente paso crítico es que los bomberos apliquen al fuego el agente extintor y esta acción depende de las posibilidades de acceso al edificio.

Extinción manual: Después de transcurrido el tiempo requerido para que los bomberos combatan el incendio, la extinción tendrá éxito de acuerdo a los dispositivos a usar según el tamaño del incendio.

Ventilación: Es una operación importante en la lucha contra incendios, la cual comprende el alejamiento de los humos, gases y calor del edificio. La ventilación de los espacios da como resultado la protección de las vidas humanas, la mejora del ambiente de las zonas vecinas al incendio, el control de la propagación del fuego y se pueden tomar las previsiones para desviar los gases combustibles que no han ardido.

Suministro de agua y utilización: El agua constituye el principal elemento para la extinción del equipo de bomberos, por lo que en el diseño se debe tomar en cuenta las necesidades de los sistemas de extinción automáticos, con el fin de proporcionar un suministro de agua y una presión residual adecuados.

Desalojo del agua: Es de gran importancia el número y la colocación de los drenajes; garantizando que los mismos sean accesibles, para facilitar la extracción efectiva del agua de las instalaciones. (Cabral y Figueroa, 2011)

II.10.4 Consideraciones de las tomas fijas de agua.

Todos los sistemas basados en tomas fijas de agua tienen el objetivo común de suministrar agua para la lucha manual contra el fuego; no obstante, sus características pueden ser muy distintas. En el proyecto del diseño del edificio se tiene que elegir la clase del sistema de acuerdo al tipo de fuego. Los requisitos de abastecimiento de agua para contrarrestar un incendio son el caudal, la presión residual y la cantidad total necesaria.

II.10.5 Extintores de incendios.

Para conocer el tipo de extintor a usar se estima el tipo de fuego a producirse, los cuales son clasificados por la NFPA en Clases A, B, C y D, según el tipo de combustible; para la selección de la clase es importante conocer: la naturaleza de los combustibles; las condiciones ambientales del lugar en donde se ubicaran; quién utilizará el extintor, etc. Además de considerar el tipo de riesgo al que se está expuesto en la edificación. (Manual de Protección Contra Incendios)

Independientemente de lo cuidadosa que sea la elección de los extintores para adecuarlos a los riesgos potenciales de una zona y de las personas que vayan a utilizarlos, éstos no serán efectivos a menos que pueda disponerse de ellos inmediatamente.

Cuando se instalen extintores deben seleccionarse puntos que: (1) proporcionen una distribución uniforme, (2) sean de fácil accesibilidad y están relativamente libres de obstrucción temporales, (3) estén cerca de los trayectos normales de paso, (4) estén cercas de entradas y salidas, (5) no estén propensos a recibir daños físicos, y (6) se puedan alcanzar inmediatamente. (Cabral y Figueroa, 2011)

CAPÍTULO III. MÉTODO

La investigación del presente Trabajo Especial de Grado es no experimental; incluye aspectos descriptivos e históricos, contemplándose el análisis estructural y riesgos de funcionamiento del Edificio del Rectorado, basado en la evaluación de su comportamiento ante eventualidades sísmicas y situaciones de emergencias. Considerando el estado de conservación de la edificación, la verificación de los requerimientos de acero, dimensiones de elementos estructurales, desplazamientos laterales, cortante basal de acuerdo a las normativas venezolanas vigentes, además de realizar el contraste de la arquitectura del edificio con el cumplimiento de las normas de seguridad industrial.

La línea de investigación en la cual se enmarca este trabajo ha efectuado el estudio de otras edificaciones del campus universitario de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), entre estos edificios se destaca el de la Biblioteca Central de Venezuela, las Facultades de Arquitectura, Farmacia y Odontología, entre otros. Sin embargo, no se dispone de información ni estudios sobre el Edificio del Rectorado.

Las etapas a considerar para el análisis estructural y de funcionamiento serán las siguientes:

III.1 Recopilación y registro de información.

Se compiló toda la información correspondiente a la edificación objeto de estudio, lo concerniente a fechas de proyecto y construcción, especialistas involucrados en el proyecto, reseña histórica y datos técnicos de interés.

Igualmente, se recopiló la información planimétrica del Edificio del Rectorado en los entes pertinentes, tales como el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED) y la Biblioteca Central de Venezuela, en los cuales están disponibles sólo parte de los planos del proyecto original.

III.2 Observación visual de la estructura.

Esta etapa consistió en ir a la edificación y detallar sus componentes estructurales y no estructurales y compararlos con aquellos que aparecen en los planos estructurales originales con la finalidad de registrar detalles y/o diferencias del edificio físicamente construido respecto a la estructura presentada en los planos. Las discrepancias que se visualizaron son importantes, debido a que pueden generar cambios en cuanto a la capacidad de resistencia estimada de la estructura a ciertas solicitaciones, en especial a las solicitaciones sísmicas.

Adicionalmente, se reconocieron y clasificaron los daños presentes en los elementos estructurales del Edificio del Rectorado, los cuales son medidos a través de la Clasificación de Daños mostrada en la Tabla 2.1 del marco teórico, dichos datos fueron registrados en planillas ya disponibles que resumen el nivel de deterioro de los elementos.

En consecuencia, como resultado de esta etapa se dispuso de una lista de los eventuales elementos construidos que difieran de lo indicado en los planos originales y se identificaron los daños estructurales de la edificación lo que permitió estimar el nivel de deterioro físico actual de la estructura, estos resultados son presentados en una tabla con fotos que evidencien el nivel de daño.

III.3 Levantamiento de la estructura original.

Utilizando los datos métricos de los planos disponibles en el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED), se elaboraron los planos necesarios para efectuar el recálculo de la estructura, en formato digital, con la finalidad de facilitar la lectura de la información métrica requerida. Posteriormente, a través del uso de un equipo Ferrosan PS200 sobre los elementos estructurales (columnas y vigas), se obtuvieron datos de las áreas de acero presentes en la edificación y de esta manera se procedió a verificar si las áreas de acero diseñadas en los planos estructurales del proyecto corresponden efectivamente a las utilizadas en la construcción.

Como producto de esta fase, se obtuvo imágenes digitalizadas de las secciones a las cuales se le aplicó el Ferroskan y se presentó una tabla comparativa de los resultados arrojados por el equipo y la información aportada por los planos estructurales. El muestreo de las secciones de los elementos estructurales de la edificación se realizó de la siguiente forma:

- a. Se realizó una nomenclatura de acuerdo a los ejes existentes en los planos estructurales.
- b. Se identificaron las dimensiones de los elementos en los planos.
- c. Se identificó el armado de cada elemento según los planos.
- d. Se realizó una inspección visual con el fin de encontrar columnas y vigas visibles en dos de sus caras.
- e. Una vez encontradas las columnas y vigas visibles en dos caras, se realizó el ensayo de los elementos que posean iguales dimensiones y armado.

La utilización del equipo Ferroskan se justifica por el hecho que es un instrumento no destructivo, ideales en edificaciones como el Edificio del Rectorado, que conforman el conjunto de la Ciudad Universitaria de Caracas declarada Patrimonio de la Humanidad y como consecuencia de esta condición no se puede afectar su diseño estructural.

III.4 Cálculo de la estructura original.

El recálculo de la estructura se realizó mediante el programa ETABS, simulando los sistemas estructurales del Edificio del Rectorado con materiales similares a los empleados en la estructura original; con el objetivo de comparar los requerimientos de áreas de acero utilizadas en la estructura analizada con las exigencias mínimas condicionadas por las normas venezolanas sismorresistentes vigentes. Con base en la información planimétrica estructural, se usó las dimensiones actuales de los elementos estructurales (columnas y vigas), de manera de obtener las áreas de acero de los elementos estructurales

correspondientes a dichas dimensiones. Adicionalmente, a través de la información planimétrica arquitectónica se obtuvo los datos necesarios de carga permanente sobre la estructura. En relación a las cargas variables se usaron las cargas correspondientes al uso actual de la estructura.

Las cargas permanentes correspondientes a la tabiquería en general, son aquellas que efectivamente se encuentran en la edificación, distribuidas uniformemente en las losas. Con el fin de conseguir un resultado de resistencia de materiales adaptado a la situación real para las cargas accidentales o sísmicas, se emplearon los parámetros normalizados correspondientes a la estructura analizada.

Es de resaltar que el recálculo estuvo basado en las consideraciones que establece el programa ETABS para lograr el modelado matemático de la estructura original, es por ello que a continuación se describen los aspectos considerados para la representación de la estructura en el programa de computación.

- a. Las secciones para las columnas se definieron elementos ‘frame’, con la geometría, armado y respectivo recubrimiento especificado en los planos originales de la estructura. Es importante señalar que se configuró que el refuerzo en la columna debe ser chequeado.
- b. Las secciones de vigas se definieron como elementos ‘frame’, a las cuales se le asignó su respectivo recubrimiento. Las vigas acarteladas que conforman la edificación fueron modeladas a través de la opción de crear una ‘Sección No Prismática’, configurándoles la geometría de la sección tanto al inicio como al final y su longitud correspondiente.
- c. Para la representación de las losas nervadas de entepiso y de la planta techo de la edificación, se definió un tipo de losa cuyo material tuvo peso nulo, que trabajó en una sola dirección de acuerdo a las especificaciones de los planos originales y fue tipo ‘membrane’; para garantizar la distribución tributaria de la carga a las vigas.

d. Las losas macizas de las escaleras fueron definidas tipo ‘shell’, por lo que se requirió la realización de un ‘mesh’ a éstas; es decir, dividir las áreas de losa para permitir durante el análisis, una aproximación por elementos finitos.

Como resultado de este procedimiento, se obtuvo un modelo matemático en el cual se observó el comportamiento estructural del Edificio del Rectorado ante un evento sísmico. La información obtenida de este modelo fue organizada en tablas comparativas que permitan visualizar la vulnerabilidad estructural de la edificación.

III.5 Contratación con las normas de seguridad industrial.

A partir de las inspecciones realizadas en sitio y la observación visual del diseño estructural y arquitectónico de la edificación, se realizó el contraste del cumplimiento de las Normas Venezolanas en lo que respecta a los medios de escape y seguridad industrial, con respecto a la estructura en sitio. La información derivada de esta comparación fue vaciada en tablas que permiten medir el cumplimiento de las normas estudiadas, a partir de una serie de indicadores que evaluaron que la edificación cumple con los requerimientos mínimos exigidos normativamente.

Resultando de esta fase, la información base necesaria para proponer las posibles soluciones y planes de contingencia o prevención en caso de siniestros.

CAPÍTULO IV. INFORMACIÓN PLANIMÉTRICA

El Edificio del Rectorado cuenta con una serie de planos estructurales y arquitectónicos elaborados por el arquitecto Carlos Raúl Villanueva (1900-1975), los cuales fueron recopilados para visualizar el envigado de cada planta, detallado de las losas de entepiso y de techo, despiece del armado de acero de las vigas, dimensiones y armado de las columnas, detallado de las escaleras, entre otros.

A través de un levantamiento planimétrico se verificó la información contenida en los planos de la edificación, corroborando las dimensiones de algunas columnas y vigas seleccionadas al azar. El envigado de los entepisos y techo fueron digitalizados, con la finalidad de facilitar la identificación de los elementos estructurales y no estructurales. En la Figura 4.1 se aprecia la fachada norte del edificio concebida en los planos arquitectónicos de la estructura.

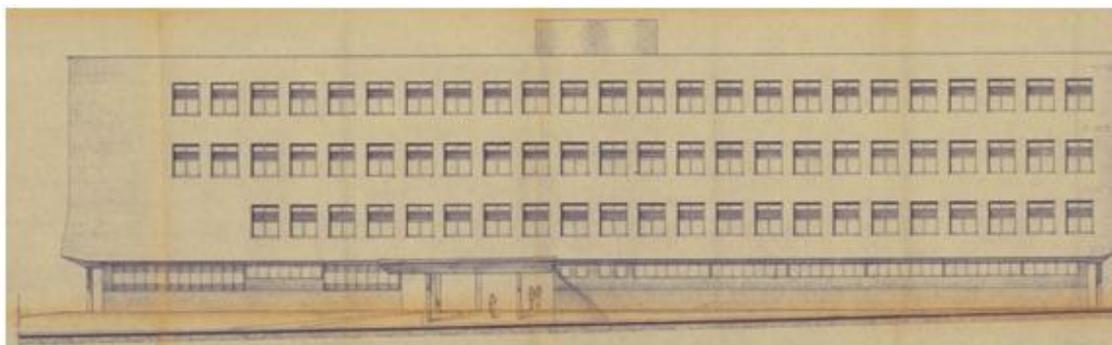


Figura 4.1. Fachada Norte del Edificio del Rectorado

FUENTE: Plano N° A - 7

IV.1 Características de los elementos estructurales del edificio.

A cada planta de la edificación se le elaboró un croquis en donde se identifican los ejes estructurales. En la Figura 4.2 se observa la planta del piso 1, en la Figura 4.3 puede apreciarse el plano del piso 2, en la Figura 4.4 se muestra la representación del piso 3 y por último, en la Figura 4.5 se encuentra el croquis de la planta techo del Edificio del Rectorado.

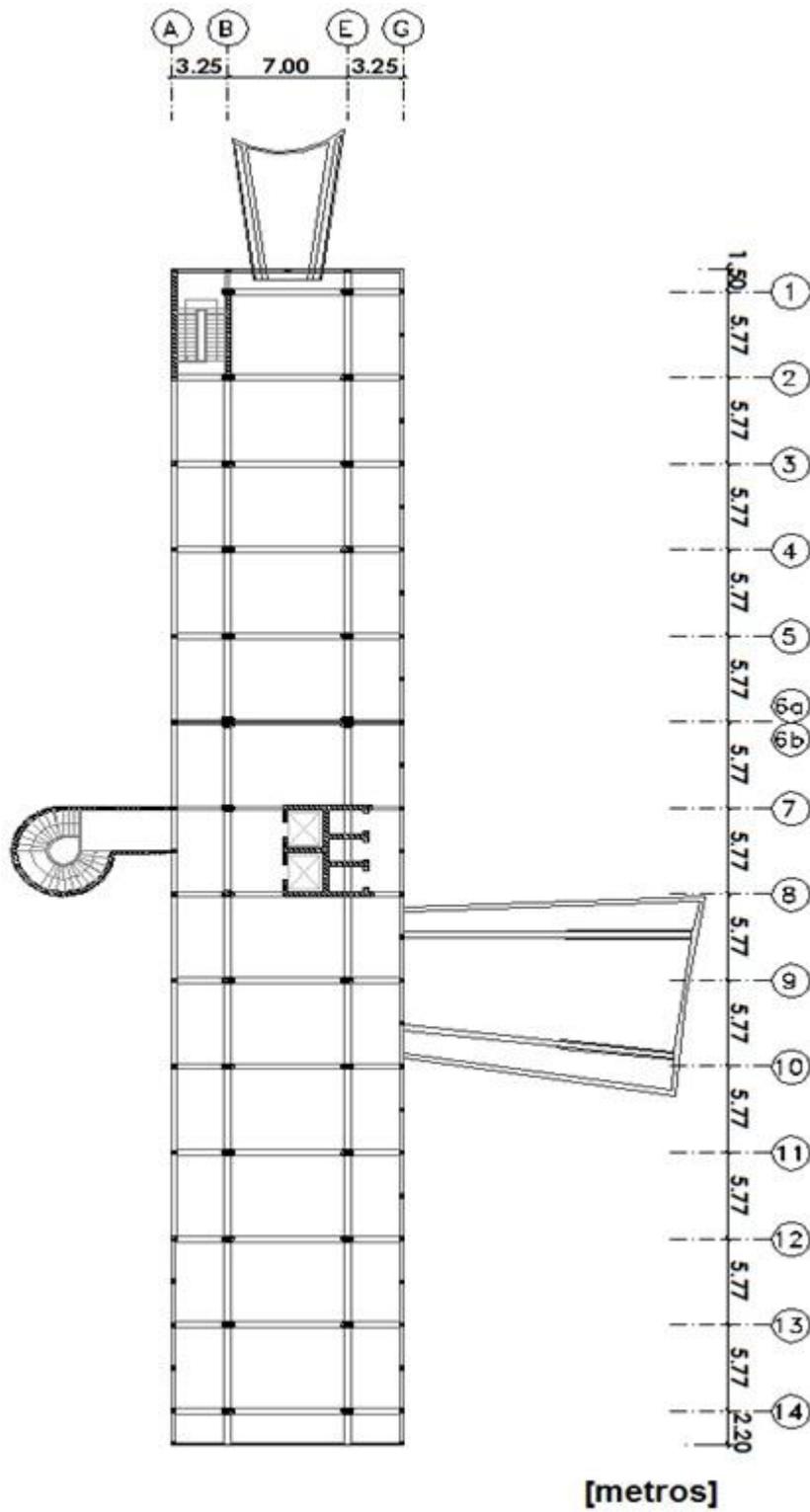


Figura 4.2. Plano de Planta. Piso 1
FUENTE Propia

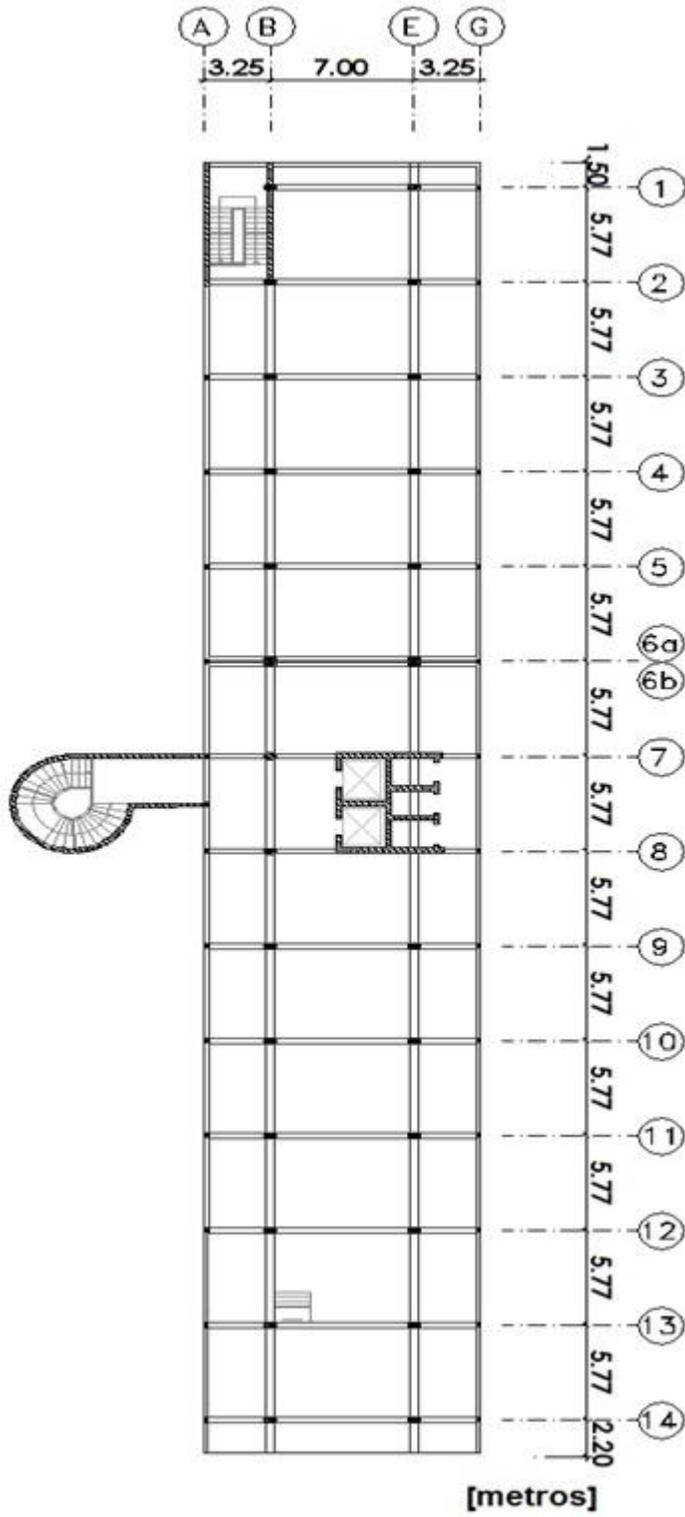


Figura 4.3. Plano de Planta. Piso 2.
FUENTE Propia

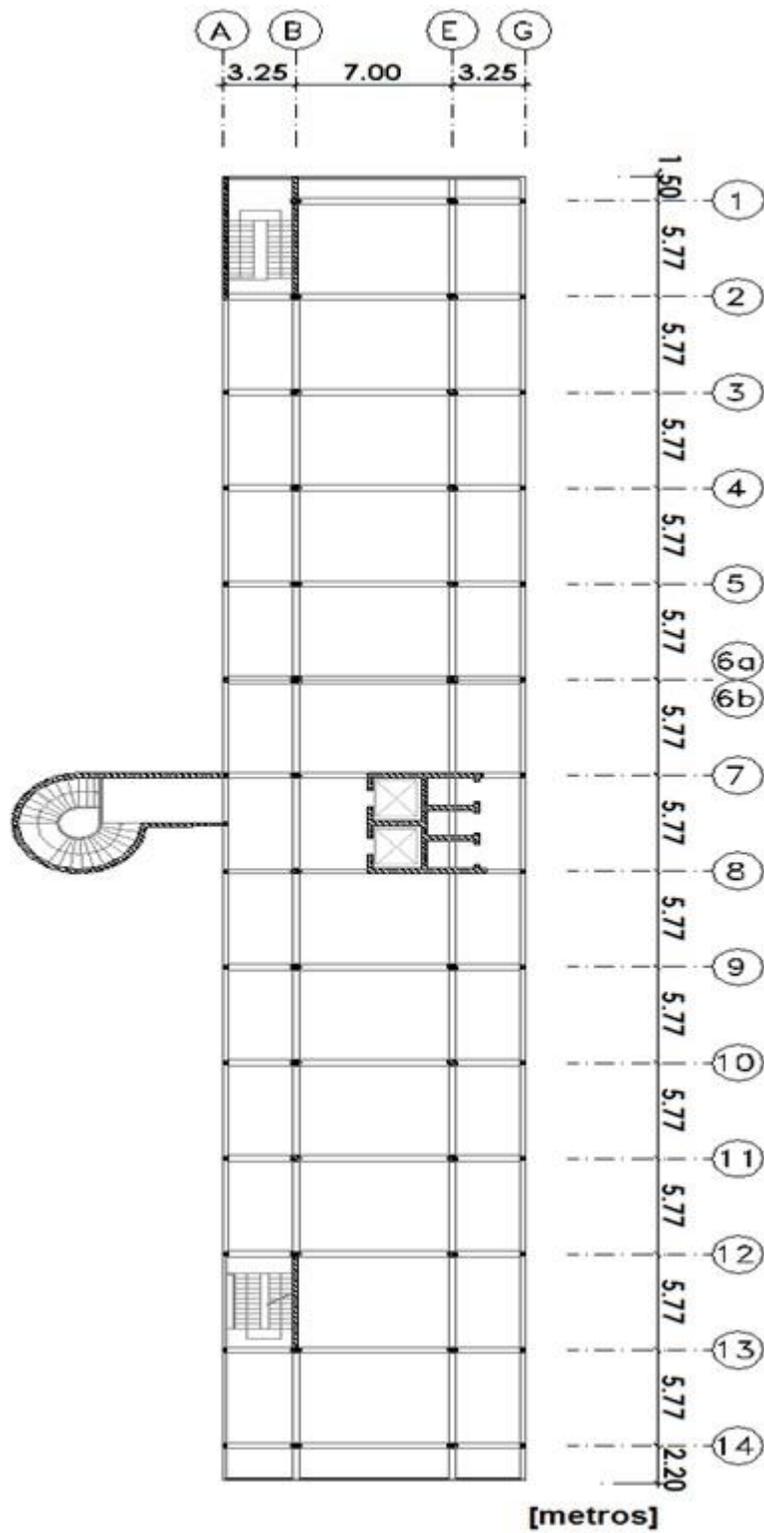


Figura 4.4. Plano de Planta. Piso 3.
FUENTE Propia

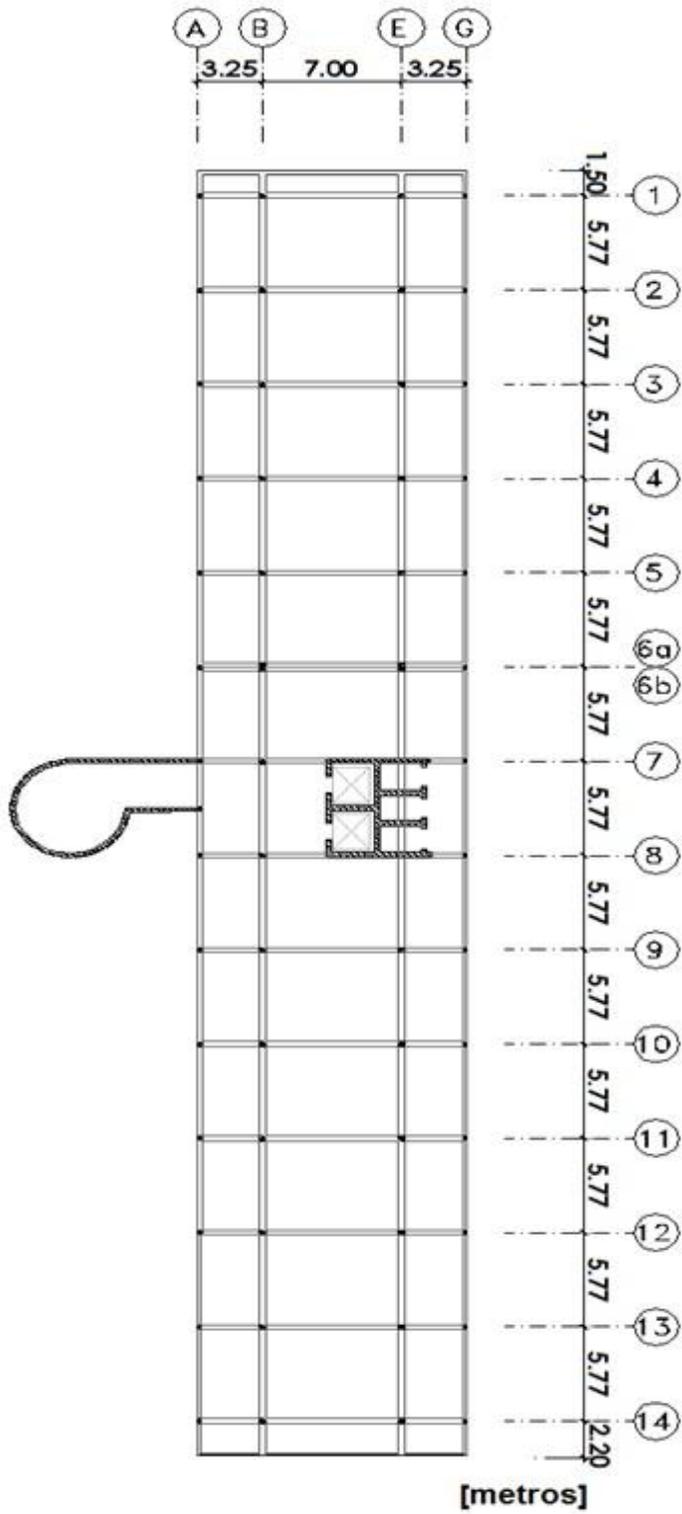


Figura 4.5. Plano de Planta. Nivel Techo.
FUENTE Propia

IV.1.1 Columnas

Las columnas de la edificación son de forma ovoide, a excepción de las columnas ubicadas en la intersección de los ejes 7A y 8A que son cuadradas. El edificio cuenta con un total de treinta y nueve (39) columnas diferentes, cuyas dimensiones y armado se presentan en la Tabla 4.1.

En la Figura 4.6 se muestra una sección de la Tabla de Columnas, donde al comparar la longitud de la sección con la armadura, se pudo calcular el recubrimiento del elemento resultando de 2,5 centímetros, siendo este valor igual en todos los casos.

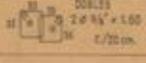
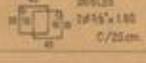
COLUMNA Nº	1º PISO			
	SECCION	ARMADURA LONGITUD.	LIGADURAS	CROQUIS
1C 1B	70 × 40	8 \varnothing 3/4"	 DOBLES 2 \varnothing 3/4" × 1,50 c/20cm.	
1C 1E	70 × 40	6 \varnothing 1"	COMO 1C 1B	
1C 2B	70 × 40	10 \varnothing 1"	 DOBLES 2 \varnothing 1" × 1,50 c/20cm.	
1C 2E	70 × 40	8 \varnothing 1 1/4"	COMO 1C 2B	 4 \varnothing 1"

Figura 4.6. Tabla de Columnas.
 FUENTE Plano N° 16a – E – 4

En la Figura 4.7 se aprecia la sección transversal de las columnas del primer piso del edificio.

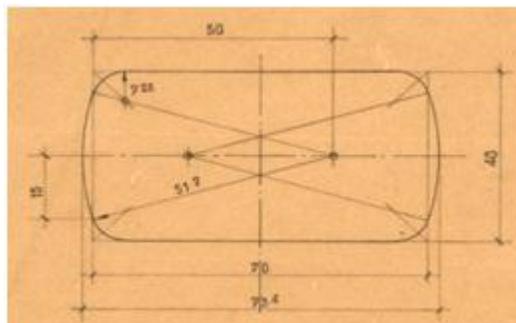


Figura 4.7. Sección Transversal Columna del Primer Piso.
 FUENTE Plano N° 16a – E – 4

Columna N°	Sección	Armadura	Columna N°	Sección	Armadura
1C 1B	70x40	8 Ø ¾"	3C 1B	45x35	8 Ø ¾"
1C 1E	70x40	6 Ø 1"	3C 1E	45x35	6 Ø 1"
1C 2B	70x40	10 Ø 1"	3C 2B	45x35	4 Ø 1" 4 Ø ¾"
1C 2E	70x40	8 Ø 1¼" 4 Ø 1"	3C 2E	45x35	6 Ø 1¼"
1C 3B	70x40	10 Ø 1¼"	3C 3B	45x35	10 Ø 1"
1C 3E	70x40	12 Ø 1"	3C 3E	45x35	10 Ø 1"
1C 4B	70x40	12 Ø 1"	3C 4B	45x35	10 Ø 7/8"
1C 4E	70x40	12 Ø 1"	3C 4E	45x35	4 Ø 1" 4 Ø ¾"
1C 5B	70x40	12 Ø 1¼" 4 Ø 1"	3C 5B	45x35	6 Ø 1¼"
1C 5E	70x40	12 Ø 1¼" 4 Ø 1"	3C 5E	45x35	6 Ø 1¼"
1C 6a B	70x30	8 Ø 1¼" 2 Ø 7/8"	3C 6a B	45x25	12 Ø 1"
1C 6a E	70x30	8 Ø 1¼" 2 Ø 7/8"	3C 6a E	45x25	12 Ø 1"
1C 6b B	70x30	12 Ø 1¼"	3C 6b B	45x25	12 Ø 1"
1C 6b E	70x30	12 Ø 1¼"	3C 6b E	45x25	12 Ø 1"
1C 7A	25x25	4 Ø 5/8"	3C 7A	25x25	4 Ø 5/8"
1C 7B	70x40	4 Ø 1¼" 2 Ø 1"	3C 7B	45x35	4 Ø 1"
1C 8A	25x25	4 Ø 5/8"	3C 8A	25x25	4 Ø 5/8"
1C 8B	70x40	4 Ø 1¼" 2 Ø 7/8"	3C 8B	45x35	4 Ø 1"
1C 9B	70x40	8 Ø 1¼"	3C 9B	45x35	8 Ø 1"
1C 9E	70x40	8 Ø 1¼"	3C 9E	45x35	8 Ø 1"
1C 10B	70x40	12 Ø 1"	3C 10B	45x35	6 Ø 1"
1C 10E	70x40	12 Ø 1"	3C 10E	45x35	6 Ø 1"
1C 11B	70x40	8 Ø 1¼"	3C 11B	45x35	6 Ø 1"
1C 11E	70x40	8 Ø 1¼"	3C 11E	45x35	6 Ø 1"
1C 12B	70x40	8 Ø 1¼"	3C 12B	45x35	6 Ø 1"
1C 12E	70x40	8 Ø 1¼"	3C 12E	45x35	6 Ø 1"
1C 13B	70x40	8 Ø 1¼" 2 Ø 1"	3C 13B	45x35	4 Ø 1" 4 Ø ¾"

Columna Nº	Sección	Armadura	Columna Nº	Sección	Armadura
1C 13E	70x40	8 Ø 1¼"	3C 13E	45x35	4 Ø 1¼"
1C 14B	70x40	8 Ø ⅞"	3C 14B	45x35	4 Ø 1"
1C 14E	70x40	8 Ø ⅞"	3C 14E	45x35	4 Ø 1"
2C 1B	60x35	2 Ø 1" 6 Ø ¾"	4C 1B	30x30	6 Ø ¾"
2C 1E	60x35	4 Ø 1¼" 2 Ø 1"	4C 1E	30x30	6 Ø ¾"
2C 2B	60x35	2 Ø 1¼" 8 Ø 1"	4C 2B	30x30	4 Ø 1"
2C 2E	60x35	8 Ø 1¼" 4 Ø 1"	4C 2E	30x30	4 Ø 1"
2C 3B	60x35	10 Ø 1¼"	4C 3B	30x30	4 Ø 1"
2C 3E	60x35	10 Ø 1¼"	4C 3E	30x30	4 Ø 1"
2C 4B	60x35	10 Ø 1¼"	4C 4B	30x30	4 Ø ⅞"
2C 4E	60x35	10 Ø 1¼"	4C 4E	30x30	4 Ø ⅞"
2C 5B	60x35	8 Ø 1¼" 6 Ø 1"	4C 5B	30x30	4 Ø 1"
2C 5E	60x35	8 Ø 1¼" 6 Ø 1"	4C 5E	30x30	4 Ø 1"
2C 6a B	60x28	8 Ø 1¼" 2 Ø ⅞"	4C 6a B	30x25	4 Ø ⅞"
2C 6a E	60x28	8 Ø 1¼" 2 Ø ⅞"	4C 6a E	30x25	4 Ø ⅞"
2C 6b B	60x28	8 Ø 1¼" 2 Ø ⅞"	4C 6b B	30x25	4 Ø 1"
2C 6b E	60x28	10 Ø 1¼"	4C 6b E	30x25	4 Ø 1"
2C 7A	25x25	4 Ø ⅝"	4C 7A	25x25	4 Ø ⅝"
2C 7B	60x35	4 Ø 1¼" 2 Ø 1"	4C 7B	30x30	4 Ø ⅞"
2C 8A	25x25	4 Ø ⅝"	4C 8A	25x25	4 Ø ⅝"
2C 8B	60x35	4 Ø 1¼" 2 Ø ⅞"	4C 8B	30x30	4 Ø 1"
2C 9B	60x35	8 Ø 1¼"	4C 9B	30x30	4 Ø 1"
2C 9E	60x35	8 Ø 1¼"	4C 9E	30x30	4 Ø 1"
2C 10B	60x35	12 Ø 1"	4C 10B	30x30	4 Ø ⅞"
2C 10E	60x35	12 Ø 1"	4C 10E	30x30	4 Ø ⅞"
2C 11B	60x35	8 Ø 1¼"	4C 11B	30x30	4 Ø ⅞"
2C 11E	60x35	8 Ø 1¼"	4C 11E	30x30	4 Ø ⅞"

Columna N°	Sección	Armadura	Columna N°	Sección	Armadura
2C 12B	60x35	8 Ø 1"	4C 12B	30x30	4 Ø 7/8"
2C 12E	60x35	8 Ø 1"	4C 12E	30x30	4 Ø 7/8"
2C 13B	60x35	8 Ø 1¼"	4C 13B	30x30	4 Ø 1"
2C 13E	60x35	8 Ø 1¼"	4C 13E	30x30	4 Ø 1"
2C 14B	60x35	8 Ø 1"	4C 14B	30x30	4 Ø 7/8"
2C 14E	60x35	8 Ø 1"	4C 14E	30x30	4 Ø 7/8"

Tabla 4.1. Tablas de Columnas.

FUENTE Propia

IV.1.2 Vigas

La edificación cuenta aproximadamente con 48 tipos de vigas, que se diferencian en sus dimensiones y armado, cuyo recubrimiento es de 2,5 centímetros. Las vigas de la edificación presentan un alto nivel de detalle en su armado que se evidencia en los planos, información que se precisó para la elaboración de las tablas que se muestran posteriormente.

En las tablas siguientes se presentan las dimensiones y armado de las vigas longitudinales y transversales del Edificio del Rectorado, en las Tablas 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5 se pueden observar las dimensiones y el armado superior e inferior de las vigas longitudinales del primer nivel, segundo nivel, tercer nivel y nivel techo respectivamente.

Viga N°	Ejes	Altura (cm)	Base (cm)	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)		
				Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho
1VA	2 - 3	40	20	5.9379	3.9586	10.7674	5.9379	7.9172	7.9172
1VA	3 - 4	40	20	10.7674	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
1VA	4 - 5	40	20	7.9172	3.9586	10.7674	5.9379	5.9379	5.9379
1VA	5 - 6a	40	20	10.7674	3.9586	5.9379	7.9172	7.9172	5.9379
1VA	6b - 7	40	20	5.9379	3.9586	10.7674	5.9379	7.9172	7.9172
1VA	7 - 8	40	20	10.7674	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
1VA	8 - 9	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
1VA	9 - 10	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
1VA	10 - 11	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
1VA	11 - 12	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
1VA	12 - 13	40	20	7.9172	3.9586	10.7674	5.9379	5.9379	5.9379
1VA	13 - 14	40	20	10.7674	3.9586	5.9379	7.9172	7.9172	7.9172
1VA	14 - VOLADO	40-25	20	5.9379	3.9586	3.9586	2.5336	2.5336	2.5336

Viga Nº	Ejes	Altura (cm)	Base (cm)	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)		
				Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho
1VB	2 - 3	50	40	31.6692	5.7004	33.6485	31.6692	8.5506	14.2510
1VB	3 - 4	50	40	33.6485	5.7004	33.6485	14.2510	5.7004	15.3594
1VB	4 - 5	50	40	33.6485	5.7004	33.6485	15.3594	5.7004	14.2510
1VB	5 - 6a	50	40	33.6485	5.7004	31.6692	14.2510	8.5506	31.6692
1VB	6b - 7	50	40	26.6021	5.7004	33.6485	26.6021	8.5506	14.2510
1VB	7 - 8	50	40	33.6485	5.7004	31.6692	14.2510	5.7004	13.3801
1VB	8 - 9	50	40	31.6692	5.7004	31.6692	13.3801	5.7004	13.3801
1VB	9 - 10	50	40	31.6692	5.7004	31.6692	13.3801	5.7004	13.3801
1VB	10 - 11	50	40	31.6692	5.7004	31.6692	13.3801	5.7004	13.3801
1VB	11 - 12	50	40	31.6692	5.7004	31.6692	13.3801	5.7004	13.3801
1VB	12 - 13	50	40	31.6692	5.7004	31.6692	13.3801	5.7004	19.1598
1VB	13 - 14	50	40	31.6692	5.7004	33.6485	19.1598	5.7004	26.6021
1VB	14 - VOLADO	50-25	40	33.6485	5.7004	5.7004	26.6021	5.7004	5.7004
1VE	VOLADO - 1	50	40	5.7004	5.7004	33.6485	8.5506	8.5506	26.6021
1VE	1 - 2	50	40	33.6485	5.7004	33.6485	26.6021	8.5506	14.2510
1VE	2 - 3	50	40	33.6485	5.7004	33.6485	14.2510	5.7004	15.3594
1VE	3 - 4	50	40	33.6485	5.7004	33.6485	15.3594	5.7004	15.3594
1VE	4 - 5	50	40	33.6485	5.7004	33.6485	15.3594	5.7004	14.2510
1VE	5 - 6a	50	40	33.6485	5.7004	31.6692	14.2510	8.5506	31.6692
1VE	6b - 7	50	40	26.6021	5.7004	33.6485	26.6021	8.5506	14.2510
1VE	7 - 8	50	40	33.6485	5.7004	31.6692	14.2510	5.7004	13.3801
1VE	8 - 9	50	40	31.6692	5.7004	31.6692	13.3801	5.7004	13.3801
1VE	9 - 10	50	40	31.6692	5.7004	31.6692	13.3801	5.7004	13.3801
1VE	10 - 11	50	40	31.6692	5.7004	31.6692	13.3801	5.7004	13.3801
1VE	11 - 12	50	40	31.6692	5.7004	31.6692	13.3801	5.7004	13.3801
1VE	12 - 13	50	40	31.6692	5.7004	31.6692	13.3801	5.7004	19.1598
1VE	13 - 14	50	40	31.6692	5.7004	33.6485	19.1598	5.7004	26.6021
1VE	14 - VOLADO	50-25	40	33.6485	5.7004	5.7004	26.6021	5.7004	5.7004
1VG	VOLADO - 1	25-40	20	3.9586	3.9586	5.9379	2.5336	2.5336	2.5336
1VG	1 - 2	40	20	5.9379	3.9586	10.7674	7.9172	7.9172	7.9172
1VG	2 - 3	40	20	10.7674	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
1VG	3 - 4	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
1VG	4 - 5	40	20	7.9172	3.9586	10.7674	5.9379	5.9379	5.9379
1VG	5 - 6a	40	20	10.7674	3.9586	5.9379	7.9172	7.9172	5.9379
1VG	6b - 7	40	20	5.9379	3.9586	10.7674	5.9379	7.9172	7.9172
1VG	7 - 8	40	20	10.7674	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
1VG	8 - 9	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
1VG	9 - 10	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
1VG	10 - 11	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
1VG	11 - 12	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
1VG	12 - 13	40	20	7.9172	3.9586	10.7674	5.9379	5.9379	5.9379
1VG	13 - 14	40	20	10.7674	3.9586	5.9379	7.9172	7.9172	7.9172
1VG	14 - VOLADO	40-25	20	5.9379	3.9586	3.9586	2.5336	2.5336	2.5336

Tabla 4.2. Dimensiones y Armado de Vigas Longitudinales del Primer Nivel.

FUENTE Propia

Viga N°	Ejes			Altura (cm)	Base (cm)	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)		
						Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho
2VA	2	-	3	40	20	5.9379	3.9586	10.7674	5.9379	7.9172	7.9172
2VA	3	-	4	40	20	10.7674	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
2VA	4	-	5	40	20	7.9172	3.9586	10.7674	5.9379	5.9379	5.9379
2VA	5	-	6a	40	20	10.7674	3.9586	5.9379	7.9172	7.9172	5.9379
2VA	6b	-	7	40	20	5.9379	3.9586	10.7674	5.9379	7.9172	7.9172
2VA	7	-	8	40	20	10.7674	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
2VA	8	-	9	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
2VA	9	-	10	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
2VA	10	-	11	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
2VA	11	-	12	40	20	7.9172	3.9586	10.7674	5.9379	5.9379	5.9379
2VA	12	-	13	40	20	10.7674	3.9586	5.9379	7.9172	7.9172	7.9172
2VA	13	-	14	40	20	6.8088	3.9586	6.8088	10.6092	10.6092	7.7590
2VA	14	-	VOLADO	40	20	6.8088	3.9586	3.9586	7.7590	7.7590	7.7590
2VB	2	-	3	50	35	20.9017	5.7004	26.6021	21.5350	8.5506	8.5506
2VB	3	-	4	50	35	26.6021	5.7004	21.5350	5.7004	5.7004	5.7004
2VB	4	-	5	50	35	21.5350	5.7004	26.6021	5.7004	5.7004	5.7004
2VB	5	-	6a	50	35	26.6021	5.7004	20.9017	8.5506	8.5506	21.5350
2VB	6b	-	7	50	35	19.8725	10.1342	25.3355	19.8725	9.7383	7.9172
2VB	7	-	8	50	35	25.3355	10.1342	24.1479	7.9172	5.9379	11.8758
2VB	8	-	9	50	35	24.1479	10.1342	24.1479	11.8758	5.9379	11.8758
2VB	9	-	10	50	35	24.1479	10.1342	24.1479	11.8758	5.9379	11.8758
2VB	10	-	11	50	35	24.1479	10.1342	24.1479	11.8758	5.9379	11.8758
2VB	11	-	12	50	35	24.1479	10.1342	25.3355	11.8758	5.9379	7.9172
2VB	12	-	13	50	35	25.3355	10.1342	17.8932	7.9172	9.7383	19.8725
2VB	13	-	14	50	35	17.8932	10.1342	23.1186	17.8932	7.7590	17.8932
2VB	14	-	VOLADO	50	35	23.1186	10.1342	10.1342	17.8932	7.7590	7.7590
2VE	VOLADO	-	1	50	35	5.7004	5.7004	25.9688	8.5506	8.5506	19.1598
2VE	1	-	2	50	35	25.9688	5.7004	26.6021	19.1598	8.5506	8.5506
2VE	2	-	3	50	35	26.6021	5.7004	21.5350	5.7004	5.7004	5.7004
2VE	3	-	4	50	35	21.5350	5.7004	21.5350	5.7004	5.7004	5.7004
2VE	4	-	5	50	35	21.5350	5.7004	26.6021	5.7004	5.7004	5.7004
2VE	5	-	6a	50	35	26.6021	5.7004	20.9017	8.5506	8.5506	21.5350
2VE	6b	-	7	50	35	19.8725	10.1342	25.3355	19.8725	9.7383	7.9172
2VE	7	-	8	50	35	25.3355	10.1342	24.1479	7.9172	5.9379	11.8758
2VE	8	-	9	50	35	24.1479	10.1342	24.1479	11.8758	5.9379	11.8758
2VE	9	-	10	50	35	24.1479	10.1342	24.1479	11.8758	5.9379	11.8758
2VE	10	-	11	50	35	24.1479	10.1342	24.1479	11.8758	5.9379	11.8758
2VE	11	-	12	50	35	24.1479	10.1342	25.3355	11.8758	5.9379	7.9172

Viga N°	Ejes	Altura (cm)	Base (cm)	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)		
				Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho
2VE	12 - 13	50	35	25.3355	10.1342	17.8932	7.9172	9.7383	19.8725
2VE	13 - 14	50	35	17.8932	10.1342	23.1186	17.8932	7.7590	17.8932
2VE	14 - VOLADO	50	35	23.1186	10.1342	10.1342	17.8932	7.7590	7.7590
2VG	VOLADO - 1	40	20	3.9586	3.9586	5.9379	5.9379	5.9379	5.9379
2VG	1 - 2	40	20	5.9379	3.9586	10.7674	5.9379	7.9172	7.9172
2VG	2 - 3	40	20	10.7674	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
2VG	3 - 4	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
2VG	4 - 5	40	20	7.9172	3.9586	10.7674	5.9379	5.9379	5.9379
2VG	5 - 6a	40	20	10.7674	3.9586	5.9379	7.9172	7.9172	5.9379
2VG	6b - 7	40	20	5.9379	3.9586	10.7674	5.9379	7.9172	7.9172
2VG	7 - 8	40	20	10.7674	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
2VG	8 - 9	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
2VG	9 - 10	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
2VG	10 - 11	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
2VG	11 - 12	40	20	7.9172	3.9586	10.7674	5.9379	5.9379	5.9379
2VG	12 - 13	40	20	10.7674	3.9586	5.9379	7.9172	7.9172	7.9172
2VG	13 - 14	40	20	6.8088	3.9586	6.8088	10.6092	10.6092	7.7590
2VG	14 - VOLADO	40	20	6.8088	3.9586	3.9586	7.7590	7.7590	7.7590

Tabla 4.3. Dimensiones y Armado de Vigas Longitudinales del Segundo Nivel.

FUENTE Propia

Viga N°	Ejes	Altura (cm)	Base (cm)	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)		
				Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho
3VA	2 - 3	40	20	5.9379	3.9586	10.7674	5.9379	7.9172	7.9172
3VA	3 - 4	40	20	10.7674	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
3VA	4 - 5	40	20	7.9172	3.9586	10.7674	5.9379	5.9379	5.9379
3VA	5 - 6a	40	20	10.7674	3.9586	5.9379	7.9172	7.9172	5.9379
3VA	6b - 7	40	20	5.9379	3.9586	10.7674	5.9379	7.9172	7.9172
3VA	7 - 8	40	20	10.7674	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
3VA	8 - 9	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
3VA	9 - 10	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
3VA	10 - 11	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
3VA	11 - 12	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
3VA	12 - 13	40	20	7.9172	3.9586	10.7674	5.9379	5.9379	5.9379
3VA	13 - 14	40	20	10.7674	3.9586	5.9379	7.9172	7.9172	5.9379
3VA	14 - VOLADO	40	20	5.9379	3.9586	3.9586	5.9379	5.9379	5.9379
3VB	2 - 3	45	30	13.4594	5.7004	21.5350	13.4594	9.5799	9.5799

Viga N°	Ejes			Altura (cm)	Base (cm)	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)		
						Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho
3VB	3	-	4	45	30	21.5350	5.7004	19.1598	5.7004	5.7004	5.7004
3VB	4	-	5	45	30	19.1598	5.7004	21.5350	5.7004	5.7004	5.7004
3VB	5	-	6a	45	30	21.5350	5.7004	13.4594	9.5799	9.5799	13.4594
3VB	6b	-	7	45	30	13.4594	5.7004	21.5350	13.4594	9.5799	9.5799
3VB	7	-	8	45	30	21.5350	5.7004	19.1598	5.7004	5.7004	5.7004
3VB	8	-	9	45	30	19.1598	5.7004	19.1598	5.7004	5.7004	5.7004
3VB	9	-	10	45	30	19.1598	5.7004	19.1598	5.7004	5.7004	5.7004
3VB	10	-	11	45	30	19.1598	5.7004	19.1598	5.7004	5.7004	5.7004
3VB	11	-	12	45	30	19.1598	5.7004	19.1598	5.7004	5.7004	5.7004
3VB	12	-	13	45	30	19.1598	5.7004	19.1598	5.7004	5.7004	5.7004
3VB	13	-	14	45	30	19.1598	5.7004	18.6848	8.5506	8.5506	8.5506
3VB	14	-	VOLADO	45	30	18.6848	5.7004	5.7004	8.5506	8.5506	8.5506
3VE	VOLADO	-	1	45	30	5.7004	5.7004	18.6848	8.5506	8.5506	8.5506
3VE	1	-	2	45	30	18.6848	5.7004	19.1598	8.5506	8.5506	8.5506
3VE	2	-	3	45	30	19.1598	5.7004	19.1598	5.7004	5.7004	5.7004
3VE	3	-	4	45	30	19.1598	5.7004	19.1598	5.7004	5.7004	5.7004
3VE	4	-	5	45	30	19.1598	5.7004	21.5350	5.7004	5.7004	5.7004
3VE	5	-	6a	45	30	21.5350	5.7004	13.4594	9.5799	9.5799	13.4594
3VE	6b	-	7	45	30	13.4594	5.7004	21.5350	13.4594	9.5799	9.5799
3VE	7	-	8	45	30	21.5350	5.7004	19.1598	5.7004	5.7004	5.7004
3VE	8	-	9	45	30	19.1598	5.7004	19.1598	5.7004	5.7004	5.7004
3VE	9	-	10	45	30	19.1598	5.7004	19.1598	5.7004	5.7004	5.7004
3VE	10	-	11	45	30	19.1598	5.7004	19.1598	5.7004	5.7004	5.7004
3VE	11	-	12	45	30	19.1598	5.7004	19.1598	5.7004	5.7004	5.7004
3VE	12	-	13	45	30	19.1598	5.7004	19.1598	5.7004	5.7004	5.7004
3VE	13	-	14	45	30	19.1598	5.7004	18.6848	8.5506	8.5506	8.5506
3VE	14	-	VOLADO	45	30	18.6848	5.7004	5.7004	8.5506	8.5506	8.5506
3VG	VOLADO	-	1	40	20	3.9586	3.9586	5.9379	5.9379	5.9379	5.9379
3VG	1	-	2	40	20	5.9379	3.9586	10.7674	7.9172	7.9172	7.9172
3VG	2	-	3	40	20	10.7674	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
3VG	3	-	4	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
3VG	4	-	5	40	20	7.9172	3.9586	10.7674	5.9379	5.9379	5.9379
3VG	5	-	6a	40	20	10.7674	3.9586	5.9379	7.9172	7.9172	5.9379
3VG	6b	-	7	40	20	5.9379	3.9586	10.7674	5.9379	7.9172	7.9172
3VG	7	-	8	40	20	10.7674	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
3VG	8	-	9	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
3VG	9	-	10	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379

Viga N°	Ejes			Altura (cm)	Base (cm)	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)		
						Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho
3VG	10	-	11	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
3VG	11	-	12	40	20	7.9172	3.9586	7.9172	5.9379	5.9379	5.9379
3VG	12	-	13	40	20	7.9172	3.9586	10.7674	5.9379	5.9379	5.9379
3VG	13	-	14	40	20	10.7674	3.9586	5.9379	7.9172	7.9172	5.9379
3VG	14	-	VOLADO	40	20	5.9379	3.9586	3.9586	5.9379	5.9379	5.9379

Tabla 4.4. Dimensiones y Armado de Vigas Longitudinales del Tercer Nivel.

FUENTE Propia

Viga N°	Ejes			Altura (cm)	Base (cm)	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)		
						Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho
4VA	VOLADO	-	1	40	20	2.5336	2.5336	2.5336	3.9586	3.9586	3.9586
4VA	1	-	2	40	20	2.5336	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VA	2	-	3	40	20	5.0672	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VA	3	-	4	40	20	5.0672	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VA	4	-	5	40	20	5.0672	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VA	5	-	6a	40	20	5.0672	2.5336	2.5336	5.2254	5.2254	5.2254
4VA	6b	-	7	40	20	2.5336	2.5336	5.0672	5.2254	5.2254	5.2254
4VA	7	-	8	40	20	5.0672	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VA	8	-	9	40	20	5.0672	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VA	9	-	10	40	20	5.0672	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VA	10	-	11	40	20	5.0672	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VA	11	-	12	40	20	5.0672	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VA	12	-	13	40	20	5.0672	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VA	13	-	14	40	20	5.0672	2.5336	2.5336	3.9586	3.9586	3.9586
4VA	14	-	VOLADO	40	20	2.5336	2.5336	2.5336	3.9586	3.9586	3.9586
4VB	VOLADO	-	1	35	30	2.5336	2.5336	8.4715	3.9586	3.9586	3.9586
4VB	1	-	2	35	30	8.4715	2.5336	9.0258	5.9379	5.9379	5.9379
4VB	2	-	3	35	30	9.0258	2.5336	9.0258	3.9586	3.9586	3.9586
4VB	3	-	4	35	30	9.0258	2.5336	9.0258	3.9586	3.9586	3.9586
4VB	4	-	5	35	30	9.0258	2.5336	9.8967	3.9586	3.9586	3.9586
4VB	5	-	6a	35	30	9.8967	2.5336	8.4715	5.9379	5.9379	5.9379
4VB	6b	-	7	35	30	8.4715	2.5336	9.8967	5.9379	5.9379	5.9379
4VB	7	-	8	35	30	9.8967	2.5336	9.0258	3.9586	3.9586	3.9586
4VB	8	-	9	35	30	9.0258	2.5336	9.0258	3.9586	3.9586	3.9586
4VB	9	-	10	35	30	9.0258	2.5336	9.0258	3.9586	3.9586	3.9586
4VB	10	-	11	35	30	9.0258	2.5336	9.0258	3.9586	3.9586	3.9586

Viga N°	Ejes			Altura (cm)	Base (cm)	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)		
						Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho
4VB	11	-	12	35	30	9.0258	2.5336	9.0258	3.9586	3.9586	3.9586
4VB	12	-	13	35	30	9.0258	2.5336	9.8967	3.9586	3.9586	3.9586
4VB	13	-	14	35	30	9.8967	2.5336	8.4715	5.9379	5.9379	5.9379
4VB	14	-	VOLADO	35	30	8.4715	2.5336	2.5336	3.9586	3.9586	3.9586
4VE	VOLADO	-	1	35	30	2.5336	2.5336	8.4715	3.9586	3.9586	3.9586
4VE	1	-	2	35	30	8.4715	2.5336	9.0258	5.9379	5.9379	5.9379
4VE	2	-	3	35	30	9.0258	2.5336	9.0258	3.9586	3.9586	3.9586
4VE	3	-	4	35	30	9.0258	2.5336	9.0258	3.9586	3.9586	3.9586
4VE	4	-	5	35	30	9.0258	2.5336	9.8967	3.9586	3.9586	3.9586
4VE	5	-	6a	35	30	9.8967	2.5336	8.4715	5.9379	5.9379	5.9379
4VE	6b	-	7	35	30	8.4715	2.5336	9.8967	5.9379	5.9379	5.9379
4VE	7	-	8	35	30	9.8967	2.5336	9.0258	3.9586	3.9586	3.9586
4VE	8	-	9	35	30	9.0258	2.5336	9.0258	3.9586	3.9586	3.9586
4VE	9	-	10	35	30	9.0258	2.5336	9.0258	3.9586	3.9586	3.9586
4VE	10	-	11	35	30	9.0258	2.5336	9.0258	3.9586	3.9586	3.9586
4VE	11	-	12	35	30	9.0258	2.5336	9.0258	3.9586	3.9586	3.9586
4VE	12	-	13	35	30	9.0258	2.5336	9.8967	3.9586	3.9586	3.9586
4VE	13	-	14	35	30	9.8967	2.5336	8.4715	5.9379	5.9379	5.9379
4VE	14	-	VOLADO	35	30	8.4715	2.5336	2.5336	3.9586	3.9586	3.9586
4VG	VOLADO	-	1	40	20	2.5336	2.5336	2.5336	3.9586	3.9586	3.9586
4VG	1	-	2	40	20	2.5336	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VG	2	-	3	40	20	5.0672	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VG	3	-	4	40	20	5.0672	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VG	4	-	5	40	20	5.0672	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VG	5	-	6a	40	20	5.0672	2.5336	2.5336	5.2254	5.2254	5.2254
4VG	6b	-	7	40	20	2.5336	2.5336	5.0672	5.2254	5.2254	5.2254
4VG	7	-	8	40	20	5.0672	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VG	8	-	9	40	20	5.0672	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VG	9	-	10	40	20	5.0672	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VG	10	-	11	40	20	5.0672	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VG	11	-	12	40	20	5.0672	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VG	12	-	13	40	20	5.0672	2.5336	5.0672	3.9586	3.9586	3.9586
4VG	13	-	14	40	20	5.0672	2.5336	2.5336	3.9586	3.9586	3.9586
4VG	14	-	VOLADO	40	20	2.5336	2.5336	2.5336	3.9586	3.9586	3.9586

Tabla 4.5. Dimensiones y Armado de Vigas Longitudinales del Nivel Techo.

FUENTE Propia

En las Tablas 4.6, 4.7, 4.8 y 4.9 se presentan las dimensiones y el armado superior e inferior de las vigas transversales del primer nivel, segundo nivel, tercer nivel y nivel techo respectivamente.

Viga N°	Ejes	Altura (cm)	Base (cm)	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)		
				Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho
1V1	B - E	95	40	20.2684	15.2013	55.7381	20.2684	20.2684	20.2684
1V1	E - G	95-40	40	55.7381	15.2013	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336
1V2	A - B	40	40	10.7675	5.7004	25.9688	13.6177	13.6177	13.6177
1V2	B - E	95	40	25.9688	10.1342	60.8052	15.2013	20.2684	20.2684
1V2	E - G	95-40	40	60.8052	10.1342	20.2684	2.5336	2.5336	2.5336
1V3	A - B	40-95	40	20.2684	30.4026	65.8723	2.5336	2.5336	2.5336
1V3	B - E	95	40	65.8723	30.4026	70.9394	30.4026	30.4026	30.4026
1V3	E - G	95-40	40	70.9394	30.4026	20.2684	2.5336	2.5336	2.5336
1V4	A - B	40-95	40	15.2013	15.2013	60.8052	2.5336	2.5336	2.5336
1V4	B - E	95	40	60.8052	15.2013	60.8052	20.2684	20.2684	20.2684
1V4	E - G	95-40	40	60.8052	15.2013	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336
1V5	A - B	40-95	40	20.2684	30.4026	65.8723	2.5336	2.5336	2.5336
1V5	B - E	95	40	65.8723	30.4026	70.9394	30.4026	30.4026	30.4026
1V5	E - G	95-40	40	70.9394	30.4026	20.2684	2.5336	2.5336	2.5336
1V6a	A - B	40-95	25	10.1342	10.1342	25.3355	2.5336	2.5336	2.5336
1V6a	B - E	95	25	25.3355	10.1342	25.3355	15.2013	15.2013	15.2013
1V6a	E - G	95-40	25	25.3355	10.1342	10.1342	2.5336	2.5336	2.5336
1V6b	A - B	40-95	25	10.1342	10.1342	25.3355	2.5336	2.5336	2.5336
1V6b	B - E	95	25	25.3355	10.1342	25.3355	15.2013	15.2013	15.2013
1V6b	E - G	95-40	25	25.3355	10.1342	10.1342	2.5336	2.5336	2.5336
1V7	A - B	40	25	8.5506	5.7004	21.5350	8.5506	8.5506	5.7004
1V7	B - MURO	40	25	21.5350	5.7004	21.5350	5.7004	8.5506	5.7004
1V7	MURO - G	76-40	25	35.4697	20.2684	20.2684	10.1342	10.1342	10.1342
1V8	A - B	40	25	8.5506	5.7004	21.5350	8.5506	8.5506	5.7004
1V8	B - MURO	40	25	21.5350	5.7004	21.5350	5.7004	8.5506	5.7004
1V8	MURO - G	76-40	25	35.4697	20.2684	20.2684	10.1342	10.1342	10.1342
1V9	A - B	40-95	40	15.2013	15.2013	60.8052	2.5336	2.5336	2.5336
1V9	B - E	95	40	60.8052	15.2013	60.8052	20.2684	20.2684	20.2684
1V9	E - G	95-40	40	60.8052	15.2013	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336
1V10	A - B	40-95	40	15.2013	15.2013	60.8052	2.5336	2.5336	2.5336
1V10	B - E	95	40	60.8052	15.2013	60.8052	20.2684	20.2684	20.2684
1V10	E - G	95-40	40	60.8052	15.2013	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336
1V11	A - B	40-95	40	15.2013	15.2013	60.8052	2.5336	2.5336	2.5336

Viga N°	Ejes	Altura (cm)	Base (cm)	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)		
				Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho
1V11	B - E	95	40	60.8052	15.2013	60.8052	20.2684	20.2684	20.2684
1V11	E - G	95-40	40	60.8052	15.2013	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336
1V12	A - B	40-95	40	15.2013	15.2013	60.8052	2.5336	2.5336	2.5336
1V12	B - E	95	40	60.8052	15.2013	60.8052	20.2684	20.2684	20.2684
1V12	E - G	95-40	40	60.8052	15.2013	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336
1V13	A - B	40-95	40	20.2684	30.4026	65.8723	2.5336	2.5336	2.5336
1V13	B - E	95	40	65.8723	30.4026	70.9394	30.4026	30.4026	30.4026
1V13	E - G	95-40	40	70.9394	30.4026	20.2684	2.5336	2.5336	2.5336
1V14	A - B	40-95	40	15.2013	10.1342	55.7381	2.5336	2.5336	2.5336
1V14	B - E	95	40	55.7381	10.1342	55.7381	15.2013	15.2013	15.2013
1V14	E - G	95-40	40	55.7381	10.1342	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336

Tabla 4.6. Dimensiones y Armado de Vigas Transversales del Primer Nivel.

FUENTE Propia

Viga N°	Ejes	Altura (cm)	Base (cm)	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)		
				Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho
2V1	B - E	95	35	15.2013	10.1342	50.6710	15.2013	20.2684	20.2684
2V1	E - G	95-40	35	50.6710	10.1342	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336
2V2	A - B	40	35	9.7383	7.7590	18.6849	5.9379	5.9379	5.9379
2V2	B - E	95	35	18.6849	7.7590	57.2424	11.6385	15.5180	15.5180
2V2	E - G	95-40	35	57.2424	7.7590	28.0274	2.5336	2.5336	2.5336
2V3	A - B	40-95	35	15.2013	15.2013	60.8052	2.5336	2.5336	20.2684
2V3	B - E	95	35	60.8052	15.2013	60.8052	20.2684	20.2684	20.2684
2V3	E - G	95-40	35	60.8052	15.2013	15.2013	20.2684	2.5336	2.5336
2V4	A - B	40-95	35	15.2013	15.2013	55.7381	2.5336	2.5336	20.2684
2V4	B - E	95	35	55.7381	15.2013	55.7381	20.2684	20.2684	20.2684
2V4	E - G	95-40	35	55.7381	15.2013	15.2013	20.2684	2.5336	2.5336
2V5	A - B	40-95	35	15.2013	15.2013	60.8052	2.5336	2.5336	20.2684
2V5	B - E	95	35	60.8052	15.2013	60.8052	20.2684	20.2684	20.2684
2V5	E - G	95-40	35	60.8052	15.2013	15.2013	20.2684	2.5336	2.5336
2V6a	A - B	40-95	25	10.1342	10.1342	30.4026	2.5336	2.5336	2.5336
2V6a	B - E	95	25	30.4026	10.1342	30.4026	15.2013	15.2013	15.2013
2V6a	E - G	95-40	25	30.4026	10.1342	10.1342	2.5336	2.5336	2.5336
2V6b	A - B	40-95	25	10.1342	10.1342	30.4026	2.5336	2.5336	2.5336
2V6b	B - E	95	25	30.4026	10.1342	30.4026	15.2013	15.2013	15.2013
2V6b	E - G	95-40	25	30.4026	10.1342	10.1342	2.5336	2.5336	2.5336
2V7	A - B	40	25	8.5506	5.7004	21.5350	8.5506	8.5506	5.7004
2V7	B - MURO	40	25	21.5350	5.7004	21.5350	5.7004	8.5506	5.7004
2V7	MURO - G	76-40	25	35.4697	20.2684	20.2684	10.1342	10.1342	10.1342
2V8	A - B	40	25	8.5506	5.7004	21.5350	8.5506	8.5506	5.7004
2V8	B - MURO	40	25	21.5350	5.7004	21.5350	5.7004	8.5506	5.7004

Viga N°	Ejes	Altura (cm)	Base (cm)	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)		
				Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho
2V8	MURO - G	76-40	25	35.4697	20.2684	20.2684	10.1342	10.1342	10.1342
2V9	A - B	40-95	35	15.2013	15.2013	55.7381	2.5336	2.5336	20.2684
2V9	B - E	95	35	55.7381	15.2013	55.7381	20.2684	20.2684	20.2684
2V9	E - G	95-40	35	55.7381	15.2013	15.2013	20.2684	2.5336	2.5336
2V10	A - B	40-95	35	15.2013	15.2013	55.7381	2.5336	2.5336	20.2684
2V10	B - E	95	35	55.7381	15.2013	55.7381	20.2684	20.2684	20.2684
2V10	E - G	95-40	35	55.7381	15.2013	15.2013	20.2684	2.5336	2.5336
2V11	A - B	40-95	35	15.2013	15.2013	55.7381	2.5336	2.5336	20.2684
2V11	B - E	95	35	55.7381	15.2013	55.7381	20.2684	20.2684	20.2684
2V11	E - G	95-40	35	55.7381	15.2013	15.2013	20.2684	2.5336	2.5336
2V12	A - B	40-95	35	15.2013	15.2013	60.8052	2.5336	2.5336	20.2684
2V12	B - E	95	35	60.8052	15.2013	60.8052	20.2684	20.2684	20.2684
2V12	E - G	95-40	35	60.8052	15.2013	15.2013	20.2684	2.5336	2.5336
2V13	A - B	114-166	35	10.1342	10.1342	35.4697	2.5336	2.5336	15.2013
2V13	B - E	166	35	35.4697	10.1342	35.4697	15.2013	15.2013	15.2013
2V13	E - G	166-114	35	35.4697	10.1342	10.1342	15.2013	2.5336	2.5336
2V14	A - B	40-95	35	10.1342	10.1342	55.7381	2.5336	2.5336	2.5336
2V14	B - E	95	35	55.7381	10.1342	55.7381	15.2013	15.2013	15.2013
2V14	E - G	95-40	35	55.7381	10.1342	10.1342	2.5336	2.5336	2.5336

Tabla 4.7. Dimensiones y Armado de Vigas Transversales del Segundo Nivel.

FUENTE Propia

Viga N°	Ejes	Altura (cm)	Base (cm)	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)		
				Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho
3V1	B - E	95	35	20.2684	10.1342	45.6039	10.1342	20.2684	20.2684
3V1	E - G	95-40	35	45.6039	10.1342	10.1342	2.5336	2.5336	2.5336
3V2	A - B	40	35	9.6783	7.7590	13.6178	5.9379	5.9379	5.9379
3V2	B - E	95	35	13.6178	10.1342	53.3629	11.6385	15.5180	7.7590
3V2	E - G	95-40	35	53.3629	10.1342	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336
3V3	A - B	40-95	35	15.2013	15.2013	60.8052	2.5336	2.5336	2.5336
3V3	B - E	95	35	60.8052	15.2013	60.8052	20.2684	20.2684	20.2684
3V3	E - G	95-40	35	60.8052	15.2013	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336
3V4	A - B	40-95	35	15.2013	15.2013	55.7381	2.5336	2.5336	2.5336
3V4	B - E	95	35	55.7381	15.2013	55.7381	20.2684	20.2684	20.2684
3V4	E - G	95-40	35	55.7381	15.2013	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336
3V5	A - B	40-95	35	15.2013	15.2013	60.8052	2.5336	2.5336	2.5336
3V5	B - E	95	35	60.8052	15.2013	60.8052	20.2684	20.2684	20.2684
3V5	E - G	95-40	35	60.8052	15.2013	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336
3V6a	A - B	40-95	25	10.1342	10.1342	25.3355	2.5336	2.5336	2.5336
3V6a	B - E	95	25	25.3355	10.1342	25.3355	15.2013	15.2013	15.2013

Viga N°	Ejes	Altura (cm)	Base (cm)	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)		
				Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho
3V6a	E - G	95-40	25	25.3355	10.1342	10.1342	2.5336	2.5336	2.5336
3V6b	A - B	40-95	25	10.1342	10.1342	25.3355	2.5336	2.5336	2.5336
3V6b	B - E	95	25	25.3355	10.1342	25.3355	15.2013	15.2013	15.2013
3V6b	E - G	95-40	25	25.3355	10.1342	10.1342	2.5336	2.5336	2.5336
3V7	A - B	40	25	8.5506	5.7004	21.5350	14.2510	14.2510	5.7004
3V7	B - MURO	40	25	21.5350	5.7004	21.5350	5.7004	8.5506	5.7004
3V7	MURO - G	76-40	25	35.4697	20.2684	20.2684	10.1342	10.1342	10.1342
3V8	A - B	40	25	8.5506	5.7004	21.5350	14.2510	14.2510	5.7004
3V8	B - MURO	40	25	21.5350	5.7004	21.5350	5.7004	8.5506	5.7004
3V8	MURO - G	76-40	25	35.4697	20.2684	20.2684	10.1342	10.1342	10.1342
3V9	A - B	40-95	35	15.2013	15.2013	55.7381	2.5336	2.5336	2.5336
3V9	B - E	95	35	55.7381	15.2013	55.7381	20.2684	20.2684	20.2684
3V9	E - G	95-40	35	55.7381	15.2013	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336
3V10	A - B	40-95	35	15.2013	15.2013	55.7381	2.5336	2.5336	2.5336
3V10	B - E	95	35	55.7381	15.2013	55.7381	20.2684	20.2684	20.2684
3V10	E - G	95-40	35	55.7381	15.2013	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336
3V11	A - B	40-95	35	15.2013	15.2013	60.8052	2.5336	2.5336	2.5336
3V11	B - E	95	35	60.8052	15.2013	60.8052	20.2684	20.2684	20.2684
3V11	E - G	95-40	35	60.8052	15.2013	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336
3V12	A - B	40-95	35	15.2013	15.2013	55.7381	2.5336	2.5336	2.5336
3V12	B - E	95	35	55.7381	15.2013	55.7381	20.2684	20.2684	20.2684
3V12	E - G	95-40	35	55.7381	15.2013	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336
3V13	A - B	40-95	35	15.2013	15.2013	55.7381	2.5336	2.5336	2.5336
3V13	B - E	95	35	55.7381	15.2013	55.7381	20.2684	20.2684	20.2684
3V13	E - G	95-40	35	55.7381	15.2013	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336
3V14	A - B	40-95	35	15.2013	15.2013	55.7381	2.5336	2.5336	2.5336
3V14	B - E	95	35	55.7381	15.2013	55.7381	20.2684	20.2684	20.2684
3V14	E - G	95-40	35	55.7381	15.2013	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336

Tabla 4.8. Dimensiones y Armado de Vigas Transversales del Tercer Nivel.

FUENTE Propia

Viga N°	Ejes	Altura (cm)	Base (cm)	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)		
				Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho
4V1	A - B	40-80	30	15.2013	10.1342	29.2150	2.5336	2.5336	2.5336
4V1	B - E	80	30	29.2150	10.1342	29.2150	11.6385	11.6385	11.6385
4V1	E - G	80-40	30	29.2150	10.1342	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336
4V2	A - B	40-80	30	20.2684	10.1342	35.4697	2.5336	2.5336	2.5336

Viga N°	Ejes	Altura (cm)	Base (cm)	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)		
				Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho
4V2	B - E	80	30	35.4697	10.1342	35.4697	15.2013	15.2013	15.2013
4V2	E - G	80-40	30	35.4697	10.1342	20.2684	2.5336	2.5336	2.5336
4V3	A - B	40-80	30	20.2684	10.1342	35.4697	2.5336	2.5336	2.5336
4V3	B - E	80	30	35.4697	10.1342	35.4697	15.2013	15.2013	15.2013
4V3	E - G	80-40	30	35.4697	10.1342	20.2684	2.5336	2.5336	2.5336
4V4	A - B	40-80	30	20.2684	10.1342	35.4697	2.5336	2.5336	2.5336
4V4	B - E	80	30	35.4697	10.1342	35.4697	15.2013	15.2013	15.2013
4V4	E - G	80-40	30	35.4697	10.1342	20.2684	2.5336	2.5336	2.5336
4V5	A - B	40-80	30	25.3355	10.1342	45.6039	2.5336	2.5336	2.5336
4V5	B - E	80	30	45.6039	10.1342	45.6039	15.2013	15.2013	15.2013
4V5	E - G	80-40	30	45.6039	10.1342	25.3355	2.5336	2.5336	2.5336
4V6a	A - B	40-80	25	14.0928	3.9586	16.0721	2.5336	2.5336	2.5336
4V6a	B - E	80	25	16.0721	3.9586	16.0721	5.9379	5.9379	5.9379
4V6a	E - G	80-40	25	16.0721	3.9586	14.0928	2.5336	2.5336	2.5336
4V6b	A - B	40-80	25	14.0928	3.9586	16.0721	2.5336	2.5336	2.5336
4V6b	B - E	80	25	16.0721	3.9586	16.0721	5.9379	5.9379	5.9379
4V6b	E - G	80-40	25	16.0721	3.9586	14.0928	2.5336	2.5336	2.5336
4V7	A - B	40	25	3.9586	3.9586	13.6176	7.9172	7.9172	5.9379
4V7	B - MURO	40	25	13.6176	3.9586	13.6176	5.9379	5.9379	3.9586
4V7	MURO - G	66-40	25	20.2684	20.2684	20.2684	5.7004	5.7004	5.7004
4V8	A - B	40	25	3.9586	3.9586	13.6176	7.9172	7.9172	5.9379
4V8	B - MURO	40	25	13.6176	3.9586	13.6176	5.9379	5.9379	3.9586
4V8	MURO - G	66-40	25	20.2684	20.2684	20.2684	5.7004	5.7004	5.7004
4V9	A - B	40-80	30	20.2684	10.1342	35.4697	2.5336	2.5336	2.5336
4V9	B - E	80	30	35.4697	10.1342	35.4697	15.2013	15.2013	15.2013
4V9	E - G	80-40	30	35.4697	10.1342	20.2684	2.5336	2.5336	2.5336
4V10	A - B	40-80	30	20.2684	10.1342	35.4697	2.5336	2.5336	2.5336
4V10	B - E	80	30	35.4697	10.1342	35.4697	15.2013	15.2013	15.2013
4V10	E - G	80-40	30	35.4697	10.1342	20.2684	2.5336	2.5336	2.5336
4V11	A - B	40-80	30	20.2684	10.1342	35.4697	2.5336	2.5336	2.5336
4V11	B - E	80	30	35.4697	10.1342	35.4697	15.2013	15.2013	15.2013
4V11	E - G	80-40	30	35.4697	10.1342	20.2684	2.5336	2.5336	2.5336
4V12	A - B	40-80	30	20.2684	10.1342	35.4697	2.5336	2.5336	2.5336
4V12	B - E	80	30	35.4697	10.1342	35.4697	15.2013	15.2013	15.2013
4V12	E - G	80-40	30	35.4697	10.1342	20.2684	2.5336	2.5336	2.5336
4V13	A - B	40-80	30	20.2684	10.1342	35.4697	2.5336	2.5336	2.5336
4V13	B - E	80	30	35.4697	10.1342	35.4697	15.2013	15.2013	15.2013

Viga N°	Ejes	Altura (cm)	Base (cm)	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)		
				Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho
4V13	E - G	80-40	30	35.4697	10.1342	20.2684	2.5336	2.5336	2.5336
4V14	A - B	40-80	30	15.2013	10.1342	29.2150	2.5336	2.5336	2.5336
4V14	B - E	80	30	29.2150	10.1342	29.2150	11.6385	11.6385	11.6385
4V14	E - G	80-40	30	29.2150	10.1342	15.2013	2.5336	2.5336	2.5336

Tabla 4.9. Dimensiones y Armado de Vigas Transversales del Nivel Techo.

FUENTE Propia

En la Figura 4.8, se muestra la representación en los planos del edificio, de las vigas acarteladas, en esta oportunidad ubicadas en los ejes E y G

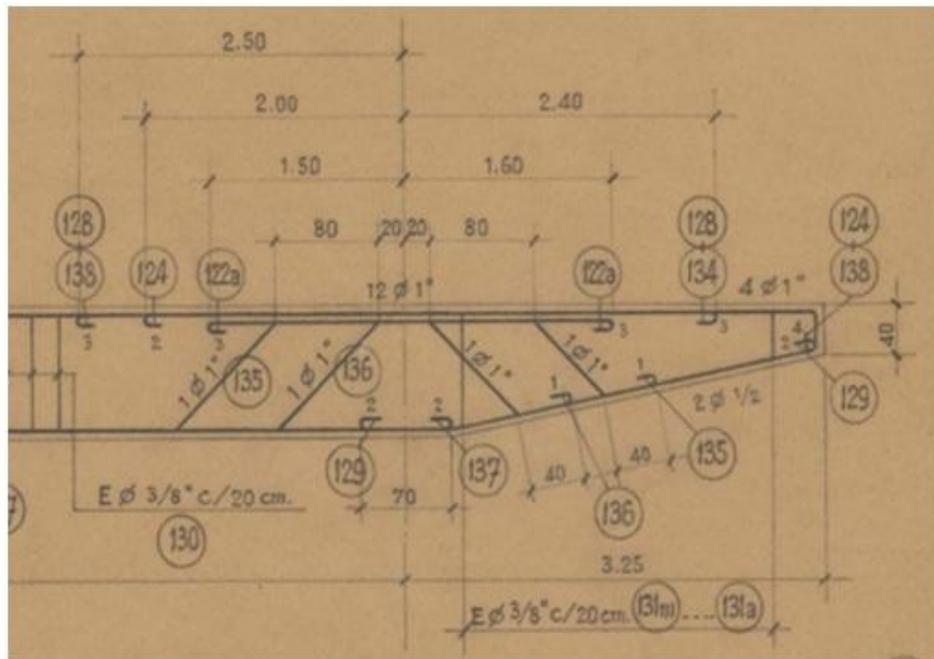


Figura 4.8. Variación de Sección en Viga Transversal

FUENTE Plano N° 16a – E – 9

En la Figura 4.9, se presenta las vigas transversales del tercer piso en donde se puede notar la variación de sección de estas vigas.



Figura 4.9. Variación de Sección en Viga Transversal. Piso 3.
FUENTE Propia

IV.1.3 Losas

Las losas de entepiso del primer, segundo y tercer nivel con losas nervadas armadas en una dirección de veinticinco (25) centímetros de espesor y la losa del nivel techo tiene veinte (20) centímetros, las losas de las dos marquesinas de acceso, concebidas como estructuras en vuelo, son losas macizas de quince (15) centímetros.

En las Figuras 4.10, 4.11, 4.12 y 4.13 se pueden visualizar la distribución de las losas y dirección de armado de las losas del primer piso, segundo piso, tercer piso y techo respectivamente.

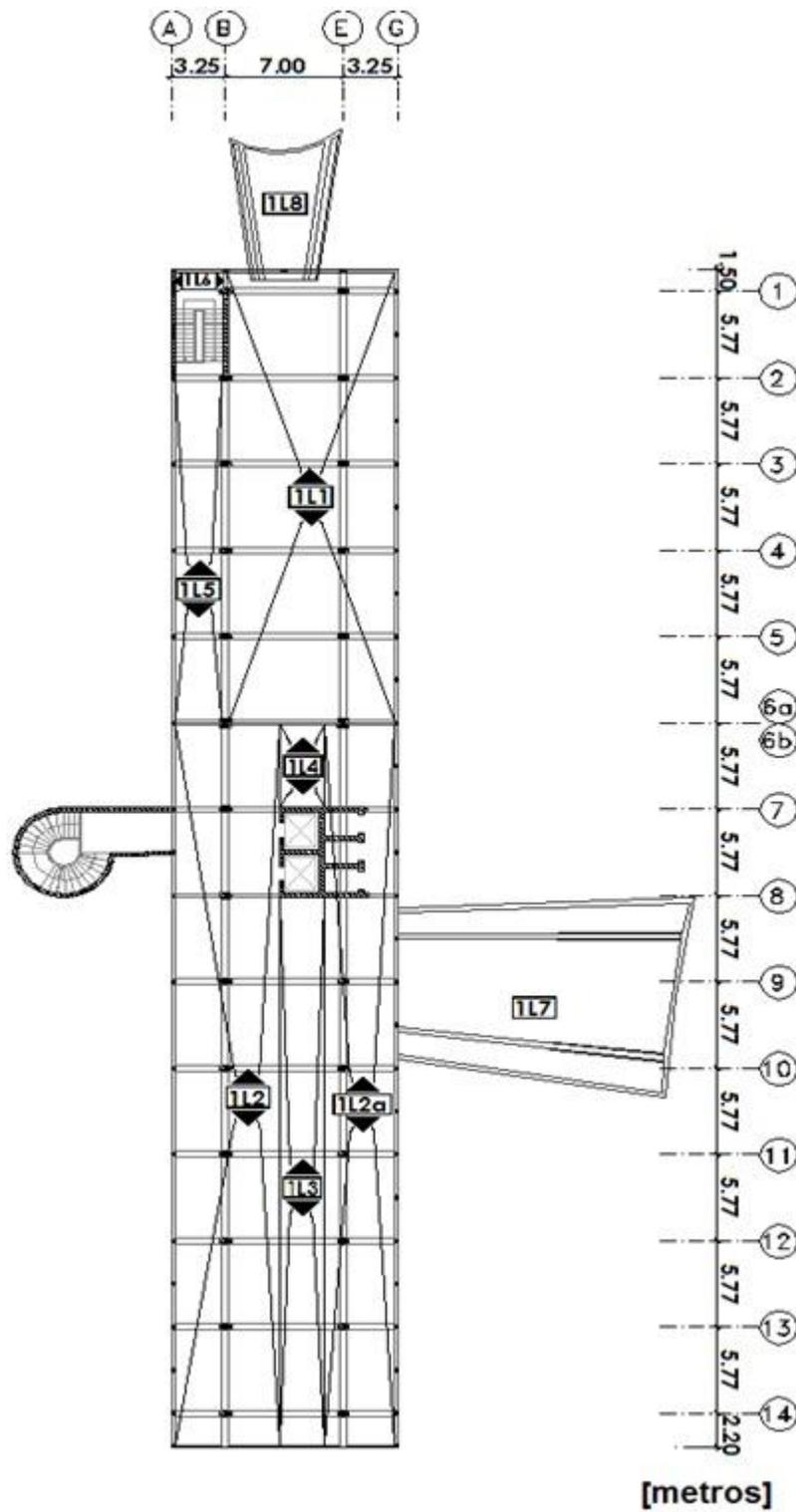


Figura 4.10. Distribución de Losas. Piso 1.
FUENTE Propia

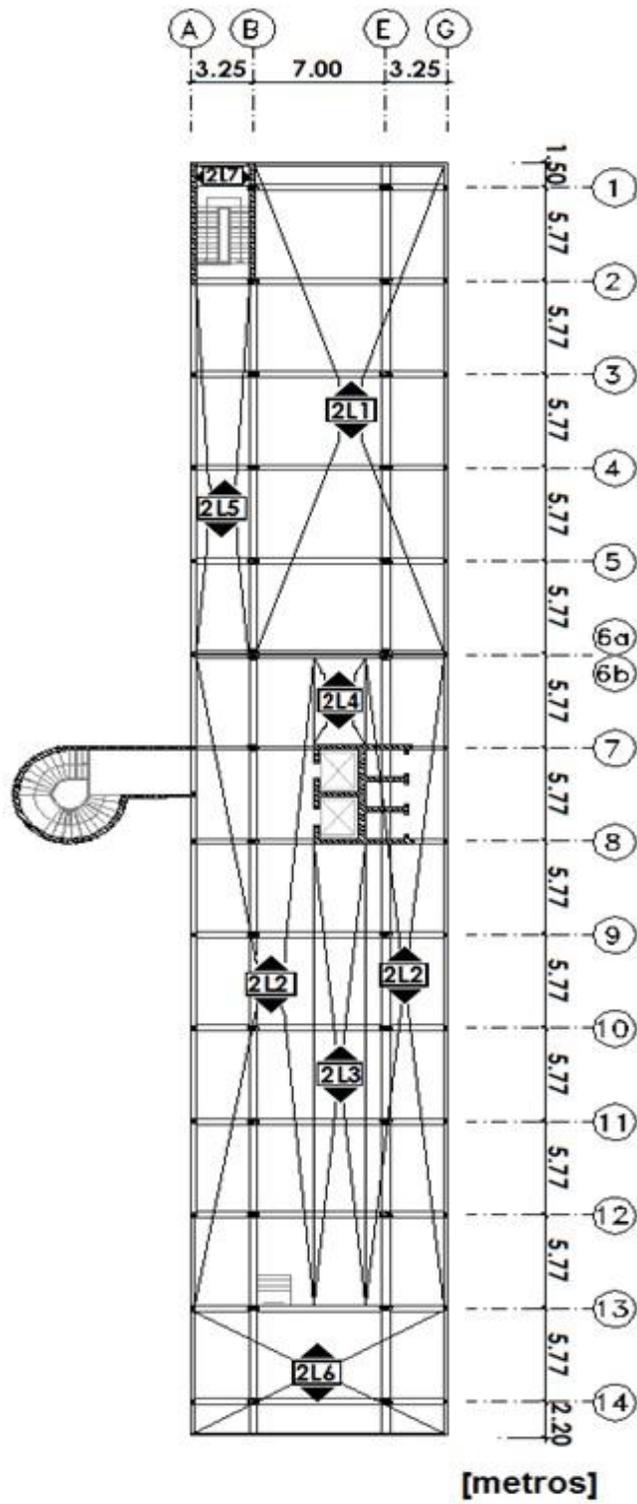


Figura 4.11. Distribución de Losas. Piso 2.
FUENTE Propia

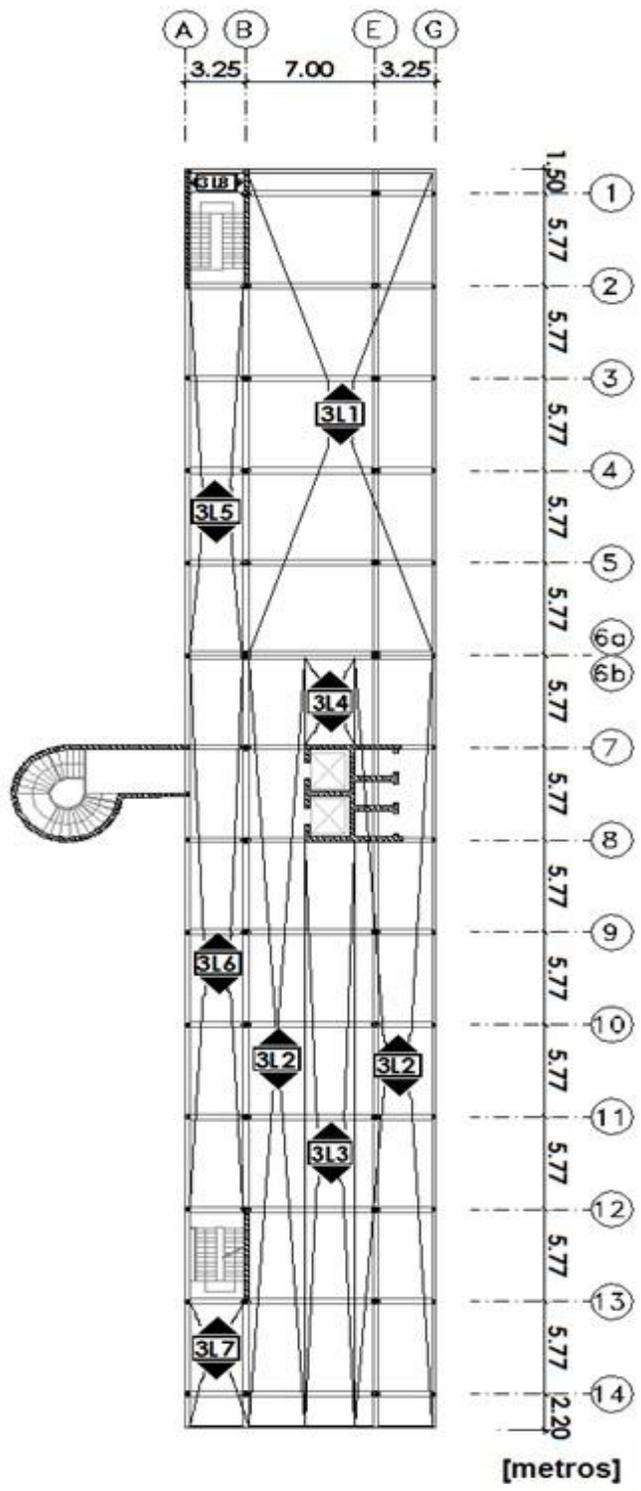


Figura 4.12. Distribución de Losas. Piso 3.
 FUENTE Propia

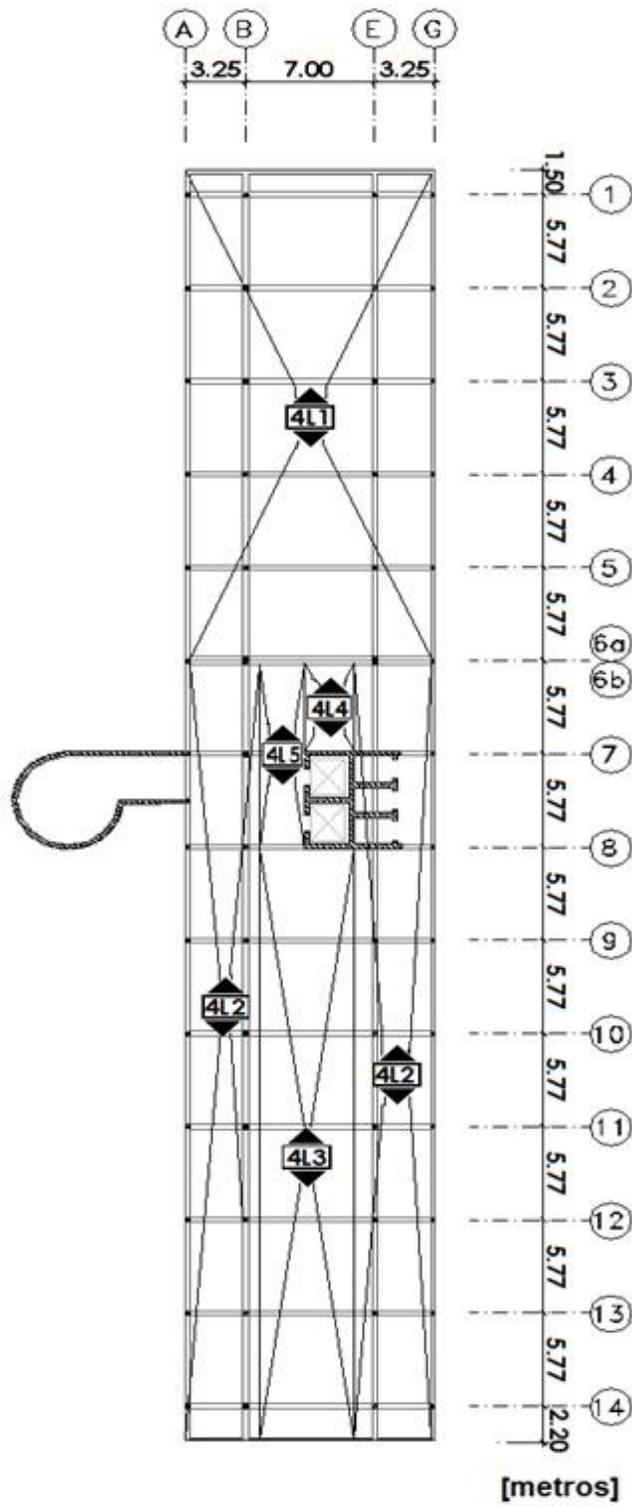


Figura 4.13. Distribución de Losas. Nivel Techo.
FUENTE Propia

En las Figuras 4.14, 4.15, 4.16 y 4.17 se muestran las secciones transversales de las losas nervadas del primer, segundo, tercer y cuarto nivel de la edificación.

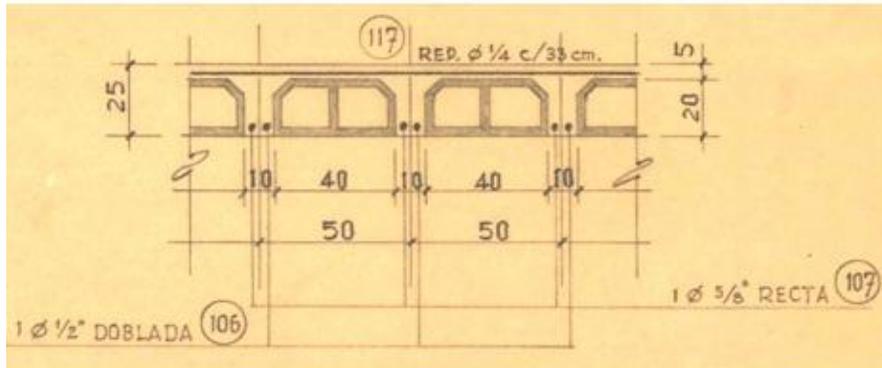


Figura 4.14. Sección Transversal del Losas del Primer Piso
FUENTE Plano N° 16a – E - 8

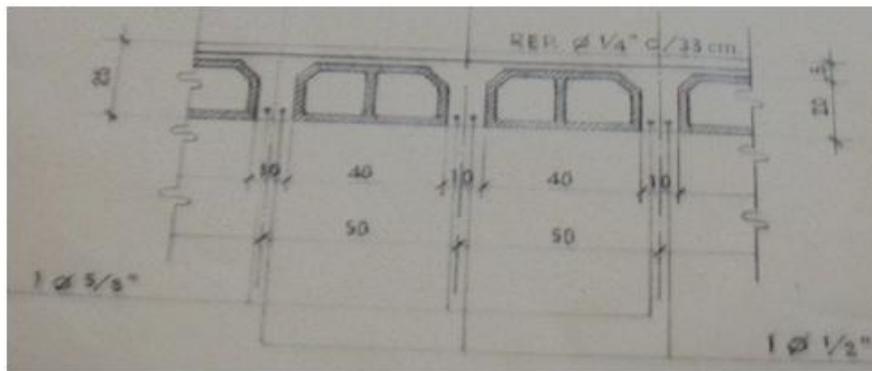


Figura 4.15. Sección Transversal del Losas del Segundo Piso.
FUENTE Plano N° 16a – E - 11

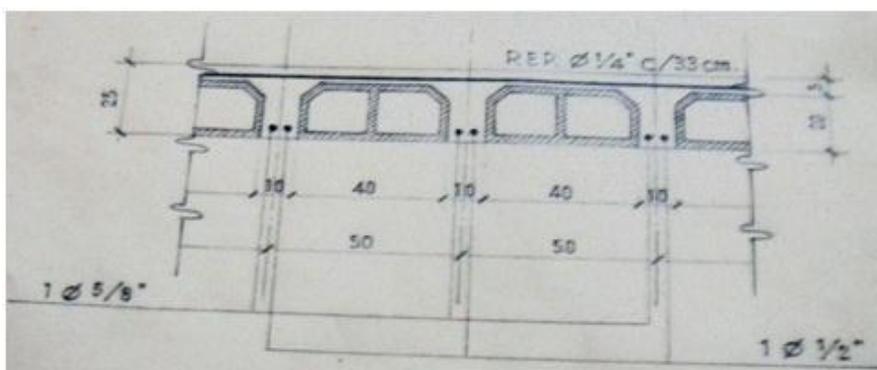


Figura 4.16. Sección Transversal del Losas del Tercer Piso.
FUENTE Plano N° 16a – E - 14

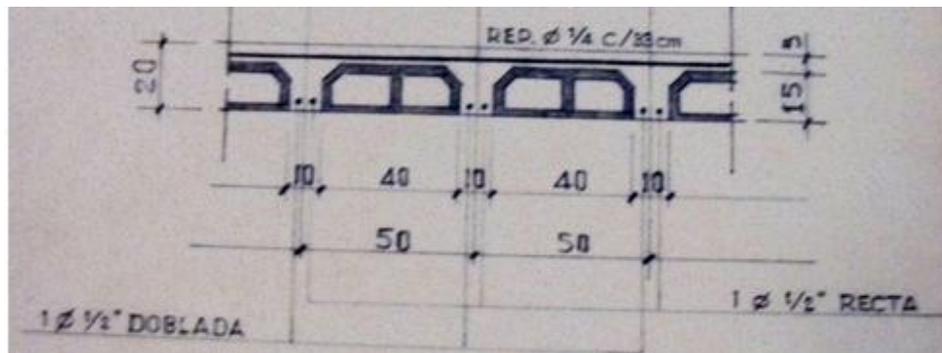


Figura 4.17. Sección Transversal del Losas del Nivel Techo.
FUENTE Plano N° 16a – E -17

En la Figura 4.18 se visualiza la losa maciza de la fachada norte del edificio y en la Figura 4.19 se observa la losa maciza de la fachada oeste.



Figura 4.18. Losa Maciza de la Fachada Norte.
FUENTE Propia



Figura 4.19. Losa Maciza de la Fachada Oeste.
FUENTE Propia

IV.2 Ensayos no destructivos a las Vigas y Columnas del Edificio.

Para la realización de los ensayos con el equipo Ferrosan PS200 previstos en la metodología de esta investigación; en principio, a través de la inspección visual del edificio, se procedió a listar todos los elementos estructurales visibles por lo menos en dos de sus caras opuestas. En la Tabla 4.10, se presentan a continuación los elementos que se pueden visualizar en los diferentes niveles.

Piso	Tipo de Elemento	N° de Elemento	Dimensiones	Armado
PB	Columna	1C1E	70x40	6 Ø 1"
PB	Columna	1C8E	70x40	4 Ø 1¼" 2 Ø ⅞"
PB	Columna	1C9B	70x40	8 Ø 1¼"
PB	Columna	1C9E	70x40	8 Ø 1¼"
PB	Columna	1C14B	70x40	8 Ø ⅞"
PB	Columna	1C14E	70x40	8 Ø ⅞"
PB	Viga	1V 1(B-E)	40x95	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 1(E-G)	40x(95-40)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 2(E-G)	40x(95-40)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 3(E-G)	40x(95-40)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 4(E-G)	40x(95-40)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 5(E-G)	40x(95-40)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 6(E-G)	40x(95-40)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 7(E-G)	25x(76-40)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 8(E-G)	25x(76-40)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 9(A-B)	40x(40-95)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 9(B-E)	40x95	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 9(E-G)	40x(95-40)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 10(A-B)	40x(40-95)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 10(E-G)	40x(95-40)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 11(A-B)	40x(40-95)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 11(E-G)	40x(95-40)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 12(A-B)	40x(40-95)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 12(E-G)	40x(95-40)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 13(A-B)	40x(40-95)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 13(E-G)	40x(95-40)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 14(A-B)	40x(40-95)	Ver Tabla 4.6

Piso	Tipo de Elemento	Nº de Elemento	Dimensiones	Armado
PB	Viga	1V 14(B-E)	40x95	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V 14(E-G)	40x(95-40)	Ver Tabla 4.6
1	Columna	2C8B	60x35	4 Ø 1¼" 2 Ø ⅞"
1	Columna	2C13B	60x35	8 Ø 1¼"
1	Columna	2C13E	60x35	8 Ø 1¼"
1	Columna	2C14B	60x35	8 Ø 1"
1	Columna	2C14E	60x35	8 Ø 1"
1	Viga	2V B(7-8)	40x50	Ver Tabla 4.3
1	Viga	2V 8(A-B)	25x40	Ver Tabla 4.7
1	Viga	2V 9(A-B)	35x(40-95)	Ver Tabla 4.7
1	Viga	2V 11(A-B)	35x(40-95)	Ver Tabla 4.7
1	Viga	2V 12(A-B)	35x(40-95)	Ver Tabla 4.7
2	Columna	3C12B	45x35	6 Ø 1"
2	Viga	3V 3(A-B)	35x(40-95)	Ver Tabla 4.8
2	Viga	3V 4(A-B)	35x(40-95)	Ver Tabla 4.8
2	Viga	3V 5(A-B)	35x(40-95)	Ver Tabla 4.8
2	Viga	3V 6(A-B)	35x(40-95)	Ver Tabla 4.8
2	Viga	3V 7(A-B)	25x40	Ver Tabla 4.8
2	Viga	3V 8(A-B)	25x40	Ver Tabla 4.8
2	Viga	3V 9(A-B)	35x(40-95)	Ver Tabla 4.8
2	Viga	3V 10(A-B)	35x(40-95)	Ver Tabla 4.8
2	Viga	3V 11(A-B)	35x(40-95)	Ver Tabla 4.8
2	Viga	3V 12(A-B)	35x(40-95)	Ver Tabla 4.8
3	Columna	4C2E	30x30	4 Ø 1"
3	Columna	4C3E	30x30	4 Ø 1"
3	Columna	4C9E	30x30	4 Ø 1"
3	Columna	4C10E	30x30	4 Ø ⅞"
3	Columna	4C12B	30x30	4 Ø ⅞"
3	Viga	4V 3(A-B)	30x(40-80)	Ver Tabla 4.9
3	Viga	4V 4(A-B)	30x(40-80)	Ver Tabla 4.9
3	Viga	4V 5(A-B)	30x(40-80)	Ver Tabla 4.9
3	Viga	4V 5(E-G)	30x(95-80)	Ver Tabla 4.9
3	Viga	4V 6(A-B)	30x(40-80)	Ver Tabla 4.9
3	Viga	4V 6(E-G)	30x(95-80)	Ver Tabla 4.9
3	Viga	4V 7(A-B)	25x40	Ver Tabla 4.9
3	Viga	4V 8(A-B)	25x40	Ver Tabla 4.9

Piso	Tipo de Elemento	Nº de Elemento	Dimensiones	Armado
3	Viga	4V 9(A-B)	30x(40-80)	Ver Tabla 4.9
3	Viga	4V 10(A-B)	30x(40-80)	Ver Tabla 4.9
3	Viga	4V 11(A-B)	30x(40-80)	Ver Tabla 4.9
3	Viga	4V 12(A-B)	30x(40-80)	Ver Tabla 4.9

Tabla 4.10. Elementos Estructurales del Edificio Visibles en Dos de sus Caras.

FUENTE Propia

La aplicación del Ferroskan PS200 a los elementos estructurales, específicamente columnas y vigas, permite corroborar la cantidad y disposición del acero de refuerzo en dichos elementos; comparando el diámetro, recubrimiento y separación especificada en los planos con el armado existente en la estructura física.

Los ensayos se realizaron con la asistencia del personal técnico y equipos proporcionados por el Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME). El sondeo con el Ferroskan consistió en escanear al elemento obteniendo una radiografía de éste, la cual fue analizada por medio del software del equipo para obtener el calibre de la barra de acero, recubrimiento y separación del acero transversal. (Ver Figuras 4.20 y 4.21).



Figura 4.20. Ferroskan. Sondeo con Radiografía Columna 1C1E.

FUENTE Propia



Figura 4.21. Ferroskan. Sondeo con Radiografía Viga 1V9(B-E). Zona de Confinamiento.

FUENTE Propia

Como consecuencia de la gran variedad de elementos estructurales visibles en el edificio y las diferencias en su armado, aunado al poco tiempo disponible del personal y equipo especializado, se seleccionó un elemento de cada tipo con similares dimensiones y armado, localizados en la planta baja de la edificación. En la Tabla 4.11, se puede apreciar los elementos ensayados y sus características y en la Figura 4.22 un croquis de la ubicación de éstos.

Piso	Tipo de Elemento	Nº de Elemento	Dimensiones	Armado
PB	Columna	1C1E	70x40	6 \emptyset 1"
PB	Columna	1C9B	70x40	8 \emptyset 1¼"
PB	Columna	1C14B	70x40	8 \emptyset 7/8"
PB	Viga	1V1(B-E)	40x95	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V2(E-G)	40x(95-40)	Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V9(B-E)	40x95	Igual al armado de las vigas 4, 10, 11 y 12. Ver Tabla 4.6
PB	Viga	1V14(B-E)	40x95	Ver Tabla 4.6

Tabla 4.11. Elementos Estructurales de Planta Baja Ensayados.

FUENTE Propia

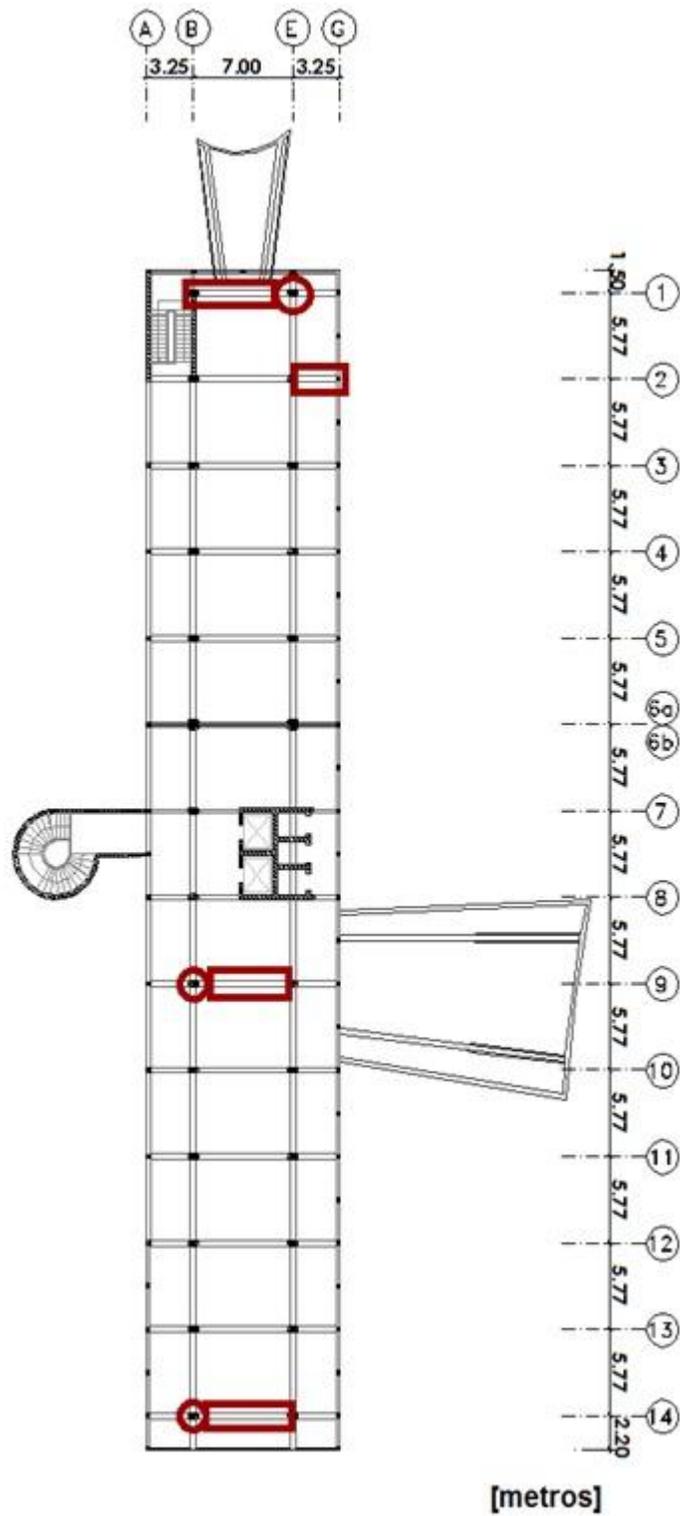


Figura 4.22. Elementos Estructurales de Planta Baja Ensayados.
FUENTE Propia

Se presenta en la Tabla 4.12 los resultados de los elementos escaneados por el Ferroskan PS200, los valores arrojados por el ensayo fueron comparados con las especificaciones de armado de los planos estructurales de dichos elementos. Las discrepancias obtenidas se encuentran resaltadas a continuación.

<i>Elemento</i>	<i>Piso</i>	<i>N°</i>	<i>Eje</i>	<i>Acero Principal</i>	<i>Acero Planos</i>	<i>Recub.</i>	<i>Acero Estribos/ Ligaduras</i>	<i>Acero Planos</i>	<i>Recub.</i>	<i>Observaciones</i>
Columna	PB	1C1	E	1 1/4"	1"	4,8 cm	3/8"	3/8"	2,2 cm	Se escaneó la cara oeste.
Columna	PB	1C9	B	1 3/8"	1 1/4"	3,6 cm	3/8"	3/8"	2,0 cm	Se escaneó la cara oeste.
Columna	PB	1C14	B	7/8"	7/8"	4,8 cm	3/8"	3/8"	2,2 cm	Se escaneó la cara oeste.
Viga	PB	1V1	B-E	1"	1"	5,9 cm	3/8"	3/8"	3,8 cm	Se escaneó la cara oeste en la zona de confinamiento. Radiografía borrosa.
Viga	PB	1V2	E-G	1/2"	1/2"	3,8 cm	3/8"	3/8"	2,4 cm	Se escaneó la cara inferior.
Viga	PB	1V9	B-E	1"	1"	4,5 cm	3/8"	3/8"	3,4 cm	Se escaneó la cara oeste. Zona de confinamiento.
Viga	PB	1V14	B-E	1"	1"	3,0 cm	3/8"	3/8"	2,6 cm	Se escaneó la cara este. Radiografía borrosa.

Tabla 4.12. Resultados de los Elementos Estructurales Escaneados.

FUENTE Propia

En la Figura 4.23 se muestra la radiografía obtenida a través del escaneo de la columna 1C1E, donde se puede visualizar claramente el acero longitudinal y transversal de dicho elemento. De acuerdo a los resultados obtenidos a través del Ferroskan, el diámetro del acero longitudinal discrepa al especificado en los planos estructurales, lo que se le puede atribuir a la precisión del equipo o un ajuste en el armado. El resto de las radiografías tomadas se pueden observar en el Anexo 1.

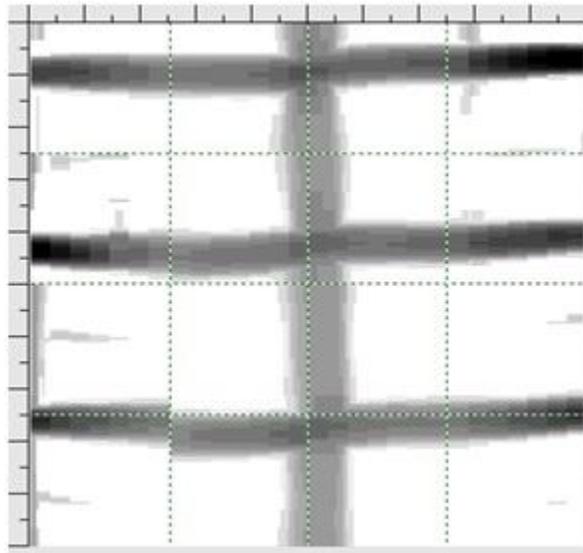


Figura 4.23. Radiografía Columna 1C1E
FUENTE Inspección 19/06/2012. Ferrosca

Los resultados de la separación del acero transversal de los elementos escaneados, se pueden observar en la Tabla 4.13.

<i>Elemento</i>	<i>Piso</i>	<i>Nº</i>	<i>Eje</i>	<i>Separación Estribos/Ligaduras</i>	<i>Separación Planos</i>	<i>Recub.</i>	<i>Observaciones</i>
Columna	PB	1C1	E	c/20,0 cm	c/20,0 cm	2,2 cm	Se escaneó la cara oeste.
Columna	PB	1C9	B	c/20,0 cm	c/20,0 cm	2,0 cm	Se escaneó la cara oeste.
Columna	PB	1C14	B	c/20,0 cm	c/20,0 cm	2,2 cm	Se escaneó la cara oeste.
Viga	PB	1V1	B-E	c/18,0 cm	c/20,0 cm	3,8 cm	Se escaneó la cara oeste en la zona de confinamiento.
Viga	PB	1V2	E-G	c/21,0 cm	c/20,0 cm	2,4 cm	Se escaneó la cara inferior.
Viga	PB	1V9	B-E	c/19,0 cm	c/20,0 cm	3,4 cm	Se escaneó la cara oeste. Zona de confinamiento.
Viga	PB	1V14	B-E	c/19,0 cm	c/20,0 cm	2,6 cm	Se escaneó la cara este.

Tabla 4.13. Resultados de la Separación de Acero Transversal de los Elementos Escaneados.

FUENTE Propia

A partir de los resultados obtenidos con la aplicación del Ferroskan, se debe hacer referencia que el armado longitudinal de dos elementos estructurales, específicamente columnas, no presentan el armado especificado en los planos de la edificación. De acuerdo a los valores arrojados en el ensayo, el diámetro de la barra longitudinal de la columna 1C1E es calibre #10 lo cual representa una discordancia de 2 calibres superiores a lo que se detalla en los planos; por otro lado, la columna 1C9B presenta en el escaneo un diámetro longitudinal calibre #11 aún cuando en los planos se establece un diámetro de armado calibre #10. Las discrepancias observadas se le pueden atribuir a un ajuste en el armado del elemento al momento de la construcción, modificaciones que no fueron acotadas en los planos de la edificación.

Igualmente, se pudo verificar que tanto en columnas como en vigas no existe una zona de confinamiento en las proximidades del nodo; la separación del acero transversal es constante a lo largo de todo el elemento, condición que se detalla en los planos estructurales y se comprobó con el escaneo de la sección. En las columnas sondeadas no se presenta discrepancia en cuanto a la separación del acero transversal; sin embargo, en las vigas la separación varía un máximo de dos (02) centímetros. Dicha incompatibilidad pudo haber estado influenciada por la precisión del equipo.

Como se mencionó en secciones anteriores, el recubrimiento calculado con la información proporcionada por los planos estructurales tanto para columnas como para vigas es de 3,5 centímetros en lo que respecta al acero longitudinal y de 2,5 centímetros para el acero transversal. Con base en esta información, se precisó que el recubrimiento del acero longitudinal obtenido a través del Ferroskan, presenta variaciones pequeñas que no superan 2,5 centímetros; cabe destacar, que la viga 1V14 (B-E) se le estima un recubrimiento de 3,0 centímetros, siendo éste inferior a la especificación de los planos. Asimismo, en cuanto al recubrimiento del acero transversal la discrepancia no supera 1,5 centímetros aproximadamente; no obstante, cuatro de los elementos escaneados indican un valor de recubrimiento menor al establecido. Estas divergencias pueden ser por concepto de exactitud en el momento constructivo o por la precisión del equipo.

IV.3 Estado actual de la estructura.

El deterioro de la edificación es consecuencia de su uso permanente, años de construcción y los ataques violentos de los que ha sido objeto. El daño del edificio se evidencia principalmente en sus fachadas y planta baja, como se puede visualizar en las figuras presentadas a continuación.

La presencia de poros y grietas en elementos estructurales no es significativa, se puede decir que los elementos, en su mayoría en obra limpia, presentan un buen acabado y se mantienen sin daños apreciables condición que se manifiesta en las columnas visibles de la planta baja. En la Figura 4.24 se aprecia los poros que presenta la columna 1C14B, catalogada con nivel de daño 2.



Figura 4.24. Poros en Columna 1C14B.

FUENTE Propia

El Edificio del Rectorado cuenta con una junta de dilatación ubicada en el eje estructural número seis (6), como se evidencia en la Figura 4.25 tanto la junta como las vigas están deterioradas, la junta de dilatación esta corroída con un nivel de daño 2 y se puede apreciar que las vigas 1V6a y 1V6b han perdido su recubrimiento en el borde de contacto con la junta.



Figura 4.25. Deterioro y Corrosión de la Junta de Dilatación en las Vigas 1V6a(E-G) y 1V6b(E-G).

FUENTE Propia

En la fachada sur del edificio las vigas 1VA, 2VA y 3VA entre los ejes estructurales once (11) y doce (12), presentan un evidenciado daño de humedad y crecimiento vegetal. En la Figura 4.26 se aprecia el deterioro de la viga 1VA (11-12), la cual posee más del cincuenta por ciento (50%) de su superficie con presencia de humedad y se pueden observar el crecimiento de más de 5 plantas en el elemento completo.

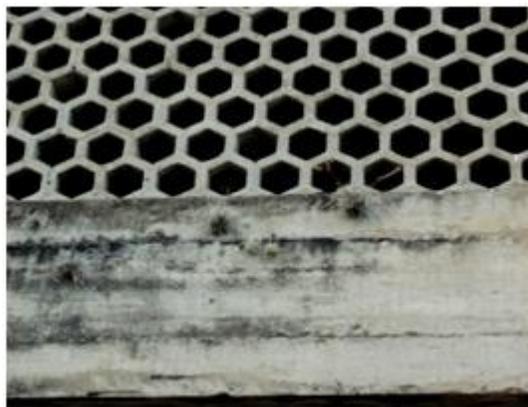


Figura 4.26. Humedad y Crecimiento Vegetal en Viga 1VA(11-12)

FUENTE Propia

El acabado superior de la losa de planta baja en la entrada principal del edificio se encuentra deteriorado como se evidencia en la Figura 4.27, a causa de los múltiples incendios suscitados en la edificación durante la ocurrencia de ataques violentos, los

cuales han ocasionado su desgaste.

De igual forma en la Figura 4.28 se aprecia el deterioro de la junta de dilatación entre el edificio y el módulo de la escalera principal, además del desprendimiento del acabado superior de la losa 1L2 en el borde contiguo a la junta.



Figura 4.27. Deterioro del Acabado Superior de la Losa de Planta Baja.

FUENTE Propia



Figura 4.28. Deterioro de la Junta de Dilatación en el Piso 1.

FUENTE Propia

En la Figura 4.29 se evidencia el deterioro y desprendimiento de mosaiquillos en la fachada sur del edificio, a causa de la falta de mantenimiento de la edificación.



Figura 4.29. Deterioro y desprendimiento de Mosaicos en la Pared de la Fachada Sur.
FUENTE Propia

Se inspeccionaron las columnas, vigas, losas y tabiquería de la edificación, la información recopilada de dicha inspección fue vaciada en una planilla (ver Tabla 4.14), la cual permitió identificar daños de humedad, presencia de poros, crecimiento vegetal, desprendimiento de mosaicos, falta de recubrimiento, corrosión y grietas en los diferentes elementos inspeccionados, empleando la escala de daños mostrada en la Tabla 1.1 del marco teórico.

Piso	Tipo de elemento	Elemento N°	Daños		Observaciones
			Tipo	Nivel	
PB	Columna	1C14B	Poros	2	El elemento está en obra limpia, por lo tanto, no presenta mosaicos.
			Crecimiento Vegetal	0	
			Humedad	0	
			Desprendimiento de Mosaicos	0	
			Recubrimiento	0	
			Corrosión	0	
			Grietas	0	
PB	Viga	1V9 (B-E)	Poros	0	El elemento está en obra limpia, por lo tanto, no presenta mosaicos.
			Crecimiento Vegetal	0	
			Humedad	0	
			Desprendimiento de Mosaicos	0	
			Recubrimiento	1	
			Corrosión	0	
			Grietas	0	

Tabla 4.14. Planilla de Recolección de Datos.
FUENTE Propia

El resto de las planillas con la información recolectada se encuentran en el Anexo 2. Los elementos visibles de la edificación que presentaron deterioro en relación al número total de elementos son muy pocos y los mismos se localizaron en la planta baja y fachadas exteriores del edificio, por ello es conveniente realizar una exhaustiva inspección de los elementos estructurales en el interior de la edificación, a los cuales no se les tiene acceso debido la tabiquería y cielo raso instalado en el edificio no permiten su visualización.

CAPÍTULO V. ANÁLISIS SÍSMICO

En el presente capítulo se detallan los aspectos considerados para la realización del estudio del comportamiento estructural del Edificio del Rectorado, ante solicitaciones gravitatorias y sísmicas de magnitudes actuales, en conformidad con lo estipulado en las Normas Venezolanas vigentes. De igual forma, se exponen los resultados de los requerimientos actuales de área de acero de los elementos estructurales de la edificación.

Se debe resaltar que para los años 1952 y 1953, años contemplados para el diseño y construcción de la edificación, la revisión de los aspectos sísmicos no estaba incluido; sin embargo, luego de la ocurrencia de sismos de magnitudes considerables, la importancia de la edificación para el campus universitario y el evitar pérdidas humanas y materiales, hacen indispensable el chequeo de las propiedades necesarias para que la estructura sea considerada capaz de resistir las solicitaciones producidas por las acciones sísmicas.

A continuación, se precisa la estimación de las acciones permanentes, acciones variables, el cálculo del espectro de diseño en base a los parámetros seleccionados para ello y se describen los modelos matemáticos realizados para analizar el comportamiento de la estructura. Además, se presenta a través de tablas las exigencias de acero longitudinal en vigas y columnas, y el denominado Factor de Resistencia de éstas últimas.

V.1 Normas Utilizadas.

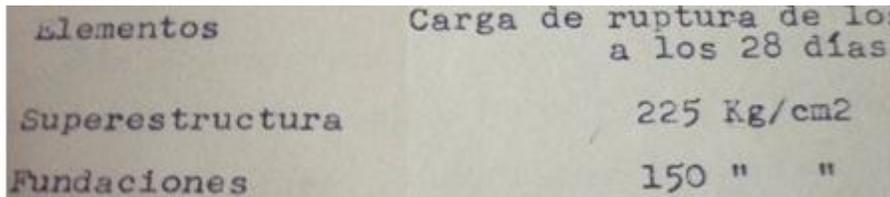
Los criterios utilizados para el análisis de la construcción de una edificación son los contemplados en las diferentes normas venezolanas vigentes, el recálculo realizado se basó en las consideraciones de las siguientes normas:

- FONDONORMA 1753-2006: “Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural”.
- COVENIN 1756–2001. “Edificaciones Sismorresistentes”.
- COVENIN MINDUR 2002–1988: “Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones”.

V.2 Calidad de los Materiales.

Los materiales empleados en el recálculo de la estructura y simular matemáticamente el Edificio del Rectorado, presentan la calidad especificada en los planos estructurales y en las fichas técnicas de la edificación (Ver Figura 5.1).

- Concreto: 225 Kgf/cm²
- Acero de Refuerzo (Barras corrugadas): 2800 Kgf/cm²



Elementos	Carga de ruptura de los a los 28 días.
Superestructura	225 Kg/cm ²
Fundaciones	150 " "

Figura 5.1. Especificaciones de los Materiales de Construcción.
FUENTE: Carpeta 9. Rectorado – Estructura N° 1 al 13.

V.3 Métodos de Análisis Estructural.

De acuerdo a lo exigido en la Norma 1756-2001, específicamente en su Tabla 9.1 del correspondiente Capítulo 9 (Ver Figura 5.2), para edificaciones regulares con características similares a las del Edificio del Rectorado (con una altura total de 15,84 metros) se puede realizar sólo un análisis estático. Sin embargo, en esta oportunidad se realizó un análisis dinámico espacial. Este método será empleado debido a que permite un estudio minucioso de la estructura, la selección del mismo va asociado a la importancia de la edificación para el campus universitario.

TABLA 9.1
SELECCIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS PARA EDIFICIOS DE ESTRUCTURA REGULAR

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN	REQUERIMIENTO MÍNIMO
No excede 10 pisos ni 30 metros	ANÁLISIS ESTÁTICO (Sección 9.1.1)
Excede 10 pisos ó 30 metros	ANÁLISIS DINÁMICO PLANO (Sección 9.1.2)

Figura 5.2. Tabla 9.1 de la Norma COVENIN 1756-2001.
FUENTE: Norma COVENIN 1756-2001

V.4 Determinación del Tipo de Diafragma.

El tipo de diafragma seleccionado para el Edificio del Rectorado fue rígido, esto debido a que la estructura se considera regular por no cumplir con las condiciones expuestas en el artículo 6.5.2 de la Norma 1756-200; además de no presentar las discontinuidades propias de un diafragma flexible, estipuladas en la Sección b.4 de esta norma.

V.5 Cargas Consideradas

Las cargas, subdivididas en acciones permanentes y acciones variables, fueron determinadas de acuerdo a las especificaciones de la Norma COVENIN 2002-1988. A continuación, se indican las siguientes acciones.

V.5.1 Acciones Permanentes (CP).

Acorde a los criterios mínimos establecidos por la Norma, en la Tabla 5.1 se muestran los valores correspondientes de los materiales de construcción, materiales almacenables y elementos constructivos empleados en la edificación.

<i>Carga Permanente</i>	<i>Valor</i>
Peso Propio - Losa Nervada Armada en una Dirección (h=20cm)	270 Kgf/m ²
Peso Propio - Losa Nervada Armada en una Dirección (h=25cm)	315 Kgf/m ²
Peso Propio - Descanso de Escalera (e=18cm)	450 Kgf/m ²
Peso Propio - Rampa de Escalera (e=8cm)	200 Kgf/m ²
Peso Propio - Escalones	210 Kgf/m ²
Tabiquería	150 Kgf/m ²
Acabado de Piso Superior	100 Kgf/m ²
Acabado de Piso Inferior (Friso)	30 Kgf/m ²
Cielos Rasos colgantes de Paneles Livianos	20 Kgf/m ²

<i>Carga Permanente</i>	<i>Valor</i>
Impermeabilización (Manto Asfáltico)	10 Kgf/m ²
Mortero para Macizado de Pendiente	160 Kgf/m ²

Tabla 5.1. Cargas Permanentes del Edificio.

FUENTE: Norma COVENIN 2002-1988

V.5.2 Acciones Variables (CV).

Las cargas variables empleadas para realizar el cálculo de la edificación fueron las correspondientes a la Tabla 5.1 de la Norma 2002-1988, la cual considera los usos de la estructura y sus diferentes espacios. En la Tabla 5.2 presentada a continuación, se aprecia las cargas variables pertinentes.

<i>Carga Variable</i>	<i>Valor</i>
Oficinas	300 Kgf/m ²
Pasillos de Tránsito	400 Kgf/m ²
Sanitarios	175 Kgf/m ²
Salón de Secciones	500 Kgf/m ²
Archivo	500 Kgf/m ²
Escaleras	500 Kgf/m ²
Techos	100 Kgf/m ²

Tabla 5.2. Cargas Variables del Edificio.

FUENTE: Norma COVENIN 2002-1988

Para facilitar la distribución de las cargas, la edificación fue dividida en zonas de acuerdo a sus diferentes usos, lo cual se puede observar en la Tabla 5.3.

<i>Zona</i>	<i>Uso</i>
1	Oficinas del Rectorado UCV.
	Oficinas de la Secretaría UCV.
	Oficinas del Vicerrectorado Académico UCV.
	Oficinas del Vicerrectorado Administrativo UCV.
	Oficinas de Contabilidad.

<i>Zona</i>	<i>Uso</i>
1	Oficinas de la Dirección Administrativa.
	Oficinas de Tesorería.
	Oficinas de Recursos Humanos.
	Oficinas de Consultoría Jurídica.
	Oficinas del Departamento de Nómina.
2	Pasillos de Tránsito.
3	Sanitarios.
4	Salón de Secciones del Consejo Universitario.
5	Techo del Edificio del Rectorado.
6	Escaleras.
7	Archivos.

Tabla 5.3. Zonas de la Edificación de acuerdo a su Uso.

FUENTE: Elaboración Propia

En la Tabla 5.4 se presenta un resumen de las cargas permanentes y variables aplicadas a la edificación de acuerdo a la zona correspondiente.

<i>Zona</i>	<i>Cargas (Kgf/m²)</i>	
	<i>Permanente</i>	<i>Variable</i>
1	615	300
2	445	400
3	595	175
4	615	500
5	490	100
6 Des.	580	500
6 Ramp.	540	
7	615	500

Tabla 5.4. Resumen de Cargas Aplicadas al Edificio.

FUENTE: Elaboración Propia

En las Figuras 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6 se aprecian la distribución de usos del piso 1, piso 2, piso 3 y planta techo, respectivamente. Conforme a dicha distribución se aplicaron las correspondientes cargas en la estructura para realizar el recálculo de la misma.

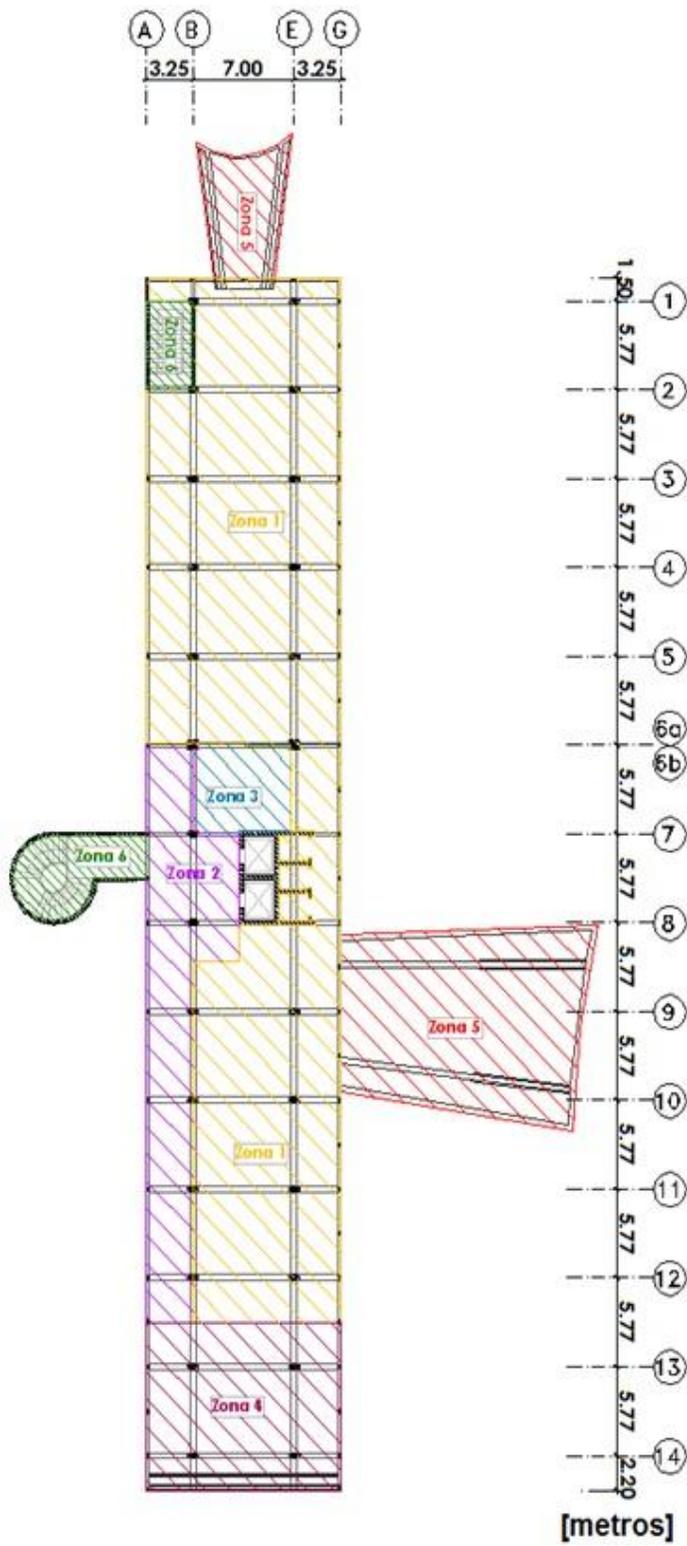


Figura 5.3. Distribución de Cargas. Piso 1.
FUENTE: Elaboración Propia

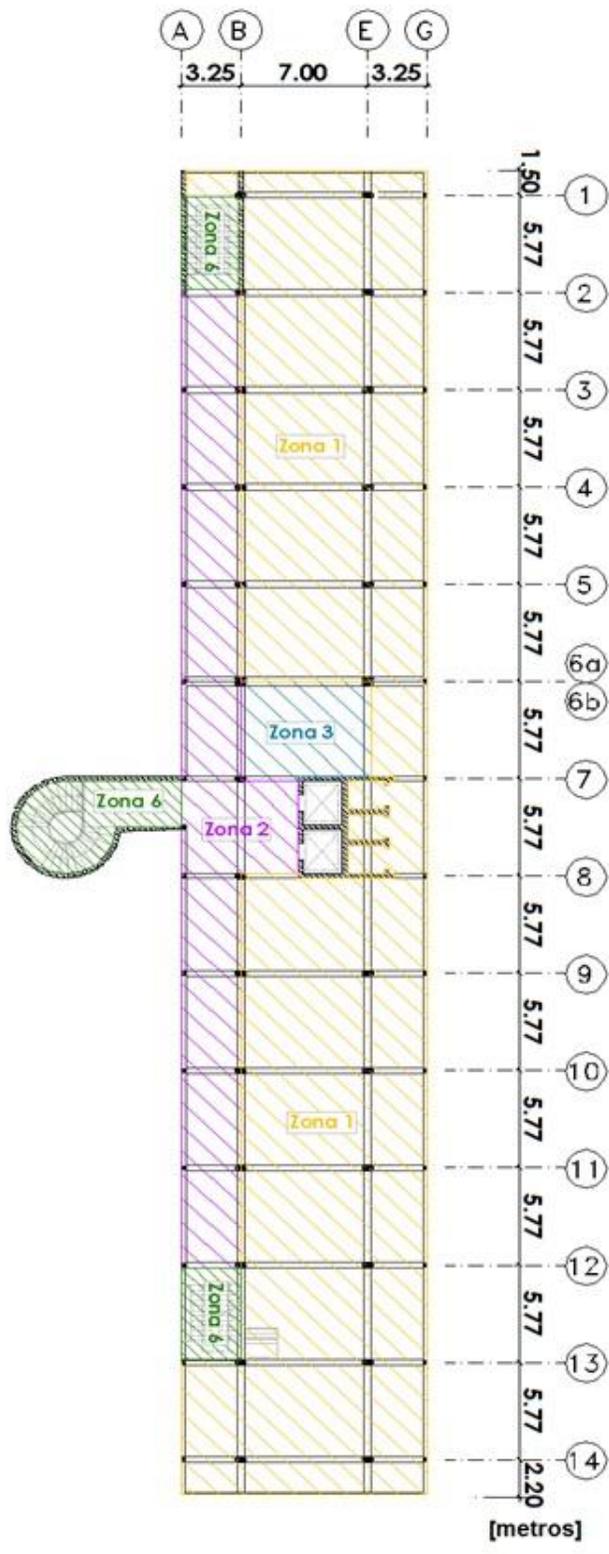


Figura 5.4. Distribución de Cargas. Piso 2.
FUENTE: Elaboración Propia

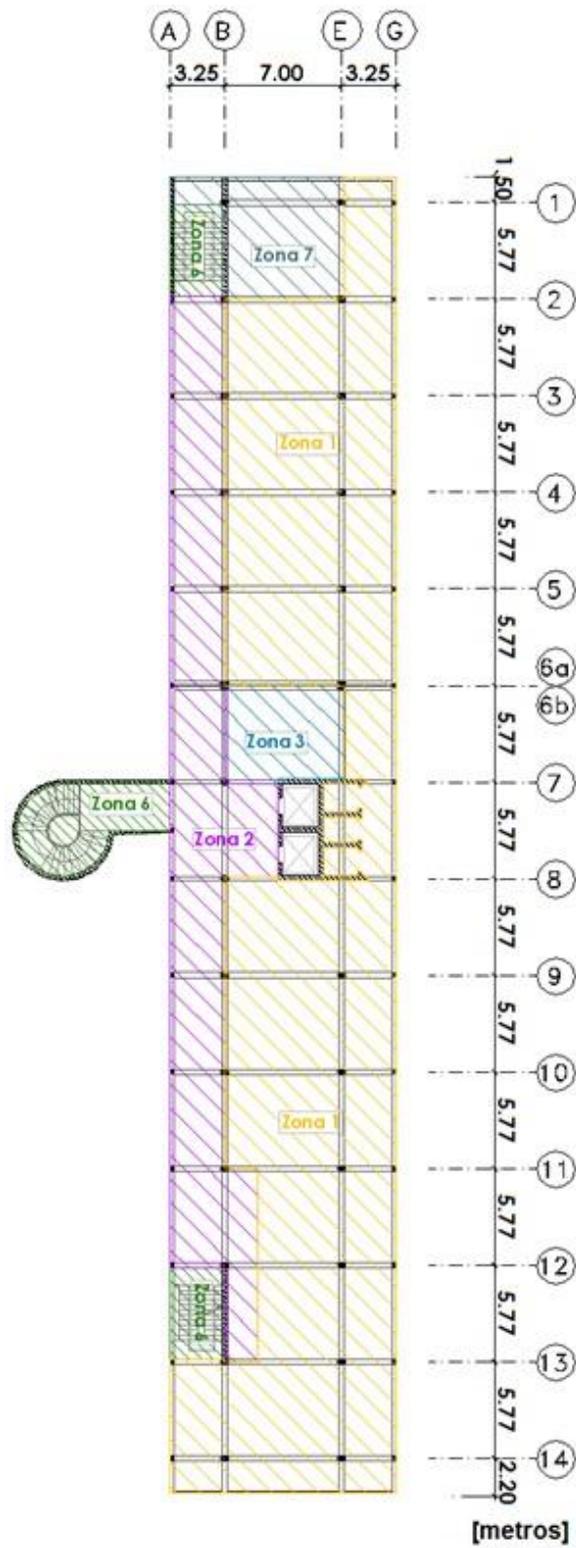


Figura 5.5. Distribución de Cargas. Piso 3.
FUENTE: Elaboración Propia

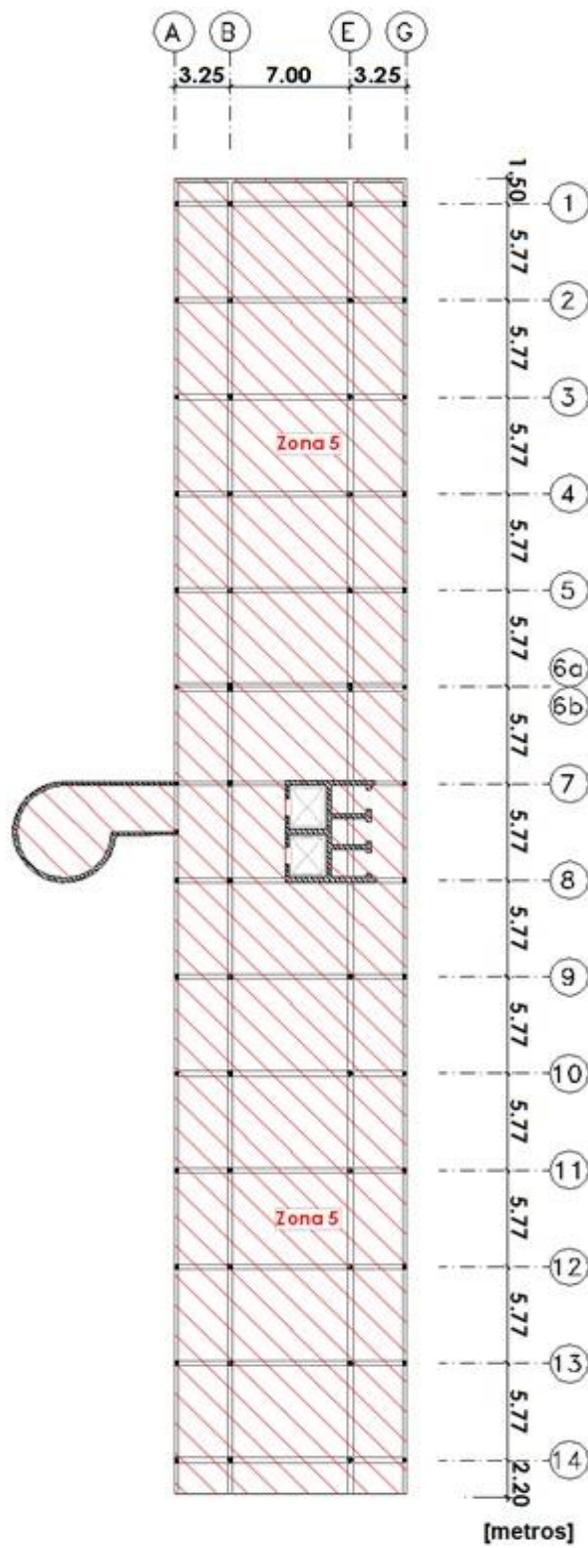


Figura 5.6. Distribución de Cargas. Techo.
FUENTE: Elaboración Propia

V.6 Acciones Accidentales (S).

La Norma 2002-1988 las define como todas aquellas acciones que en la vida útil de la edificación tienen una pequeña probabilidad de ocurrencia solo durante lapsos breves de tiempo, como las acciones debidas al sismo, al viento, etc.

Para considerar la acción del sismo se siguió lo establecido en la Norma 1756-2001.

V.6.1 Espectro de Diseño.

Conforme a la Norma 1756-2001 se define al espectro de diseño, como la representación de la respuesta máxima de osciladores de un grado de libertad y de un mismo coeficiente de amortiguamiento, sometidos a una historia de aceleraciones dada, incorporando el factor de reducción de respuesta correspondiente al sistema resistente a sismo adoptado.

V.6.2 Características de la Estructura y Factores de la Zona.

En función de las características de la edificación y su ubicación en la ciudad de Caracas, se determinaron los parámetros y factores necesarios para definir el espectro de diseño.

V.6.2.1 Coeficiente de Aceleración Horizontal.

La edificación objeto de estudio se encuentra como se mencionó anteriormente en la ciudad de Caracas, la zonificación sísmica pertinente es la zona 5 del territorio nacional, a la cual se le cataloga con un peligro sísmico elevado.

De acuerdo a la Tabla 4.1 de la Norma 1756-2001, a dicha zona le corresponde un coeficiente de aceleración horizontal (A_0) de 0,30. (Ver Figura 5.7).

TABLA 4.1
VALORES DE A_0

ZONAS SÍSMICAS	PELIGRO SÍSMICO	A_0
7	Elevado	0.40
6		0.35
5		0.30

Figura 5.7. Parte de la Tabla 4.1 de la Norma COVENIN 1756-2001.

FUENTE: Norma COVENIN 1756-2001

V.6.2.2 Forma Espectral y Factor de Corrección.

Tomando como referencia el Trabajo Especial de Grado “Estudio Geológico – Geotécnico y Evaluación de las condiciones del terreno que constituye el campus de la Ciudad Universitaria de Caracas” (Acero M. y Domínguez J., UCV 2005), se encuentran registradas 39 perforaciones que llegaron a la profundidad de la base rocosa, basándose en las perforaciones realizadas alrededor del Hospital Universitario de Caracas (HUC) determinaron que la profundidad del manto rocoso se localiza cerca de los 35 m, lo cual se evidencia en la Figura 5.8, en donde se muestra una parte del registro de perforaciones.

UBICACION DE LA PERFORACION	Nº DE PERF.	PROFUNDIDAD DE LA ROCA (m)
Estac. detrás del HUC	1	14
Estac. detrás del HUC	2	23,5
Estac. detrás del HUC	4	19,5
Estac. detrás del HUC	5	10,5
HUC	6	21,7
HUC	7	34,57
HUC	8	25,4
HUC	9	35,95
HUC	10	18,35
HUC	11	38,57
HUC	12	44,2
HUC	13	47,89
HUC	14	17,63
HUC	15	24,23
HUC	16	32,08
HUC	17	18,2
HUC	18	17,28
HUC	19	37,65
HUC	20	29,4
HUC	21	19,27
HUC	22	24
Instituto Anatómico	44	7,45
Instituto Anatómico	45	14
Instituto Anatómico	47	28,5

Figura 5.8. Tabla indicativa de las perforaciones que llegan a la profundidad de la base rocosa.

FUENTE: T.E.G Acero y Domínguez. UCV. 2005

Con base en la información recolectada en este trabajo, acerca de la profundidad de la base rocosa y la velocidad de onda de corte; se puede decir, que la forma espectral y el factor de corrección de la aceleración horizontal de la CUC permiten clasificar al suelo de la zona de acuerdo a la Figura 5.9; resultados obtenidos a partir de la comparación con la Tabla 5.1 de la Norma 1756-2001.

Material	Forma Espectral	ϕ	H (m)
Suelo duro o denso	S1	1	<15
Suelo duro o denso	S2	0.9	15-50
Suelo firme/medio	S2	0.95	≤ 50

Figura 5.9. Forma espectral y Factor de Corrección de la CUC.

FUENTE: T.E.G Acero y Domínguez. UCV. 2005

En consecuencia, se tiene que:

- Forma Espectral: S2
- Factor de Corrección (ϕ): 0.90

V.6.2.3 Uso de la Edificación y Factor de Importancia.

En la edificación se desarrollan actividades académicas y administrativas esenciales para el campus universitario, debido a que se trata de una estructura educacional universitaria y además patrimonial la Norma 1756-2001 la clasifica dentro del Grupo A, dicho grupo alberga edificaciones fundamentales y cuya falla implica la pérdida de cuantiosas vidas humanas.

El factor de importancia (α) que establece la Norma en su Tabla 6.1 en concordancia al grupo al que pertenece la edificación es de 1,30. (Ver Figura 5.10).

**TABLA 6.1
FACTOR DE IMPORTANCIA**

GRUPO	α
A	1.30
B1	1.15
B2	1.00

Figura 5.10. Tabla 6.1 de la Norma COVENIN 1756-2001.

FUENTE: Norma COVENIN 1756-2001

V.6.2.4 Nivel de Diseño de la Estructura.

El Edificio del Rectorado fue construido durante los años 1952 y 1953, con base en estas fechas y la información contenida en la Tabla C-12.1: “Orientación para la Selección de los Niveles de Diseño Presentes” del apartado C-12.3.1 del comentario de la Norma 1756-2001, se le asignó a la estructura un Nivel de Diseño 1 (ND1), que corresponde a sistemas estructurales portantes, dimensionados y detallados, en los cuales no se exige el cumplimiento del Capítulo 18 de la Norma 1753-2006. En la Figura 5.11 se puede observar la tabla mencionada anteriormente.

TABLA C-12.1
ORIENTACIÓN PARA LA SELECCIÓN DE LOS NIVELES DE DISEÑO PRESENTES

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE A SISMOS	NIVELES DE DISEÑO PRESENTES EN OBRAS CONSTRUIDAS EN ZONAS SÍSMICAS, EN EL LAPSO SEÑALADO			
	hasta 1955	1955-1967	1967-1982	>1982
Estructuras aporricadas de concreto armado de más de 3 a 4 pisos	ND1	ND1	ND2	ND3
Estructuras de mampostería confinada con miembros de concreto armado	ND1	ND1	(1)	(1)

(1) Depende del detallado

Figura 5.11. Tabla C-12.1 de la Norma COVENIN 1756-2001.

FUENTE: Norma COVENIN 1756-2001

V.6.2.5 Sistema Estructural.

El sistema estructural del Edificio del Rectorado es Tipo I, por estar conformado por columnas y vigas; sin embargo, los aspectos sísmicos normativos que rigieron el diseño de la estructura eran insipientes. La edificación posee muros, elementos que sirven de apoyo a las escaleras y al hall de ascensores, pero por la configuración de la estructura los pórticos deben resistir las fuerzas sísmicas por sí solos.

V.6.2.6 Factor de Reducción de Respuesta.

La Norma 1756-2001 define al Factor de Reducción de Respuesta R, como el factor que divide las ordenadas del espectro de respuesta elástica para obtener el espectro de diseño.

El Capítulo 12 de la Norma 1756-2001, establece que cuando no se satisfagan los requisitos normativos de incidencia sismorresistente, contenidas en las normas vigentes e incluidas en la Tabla 12.1, se debe utilizar el valor de R igual a uno ($R=1$); por ende, los modelos matemáticos objeto de estudio se analizaron con un Factor de Reducción $R=1$.

V.6.2.7 Datos del Espectro de Diseño.

A continuación, se presenta en la Tabla 5.5 de manera resumida los datos necesarios para la elaboración del espectro de diseño, detallándose los parámetros requeridos para el cálculo del espectro.

<i>Datos para el espectro de Diseño</i>	<i>Valor</i>	<i>Referencia en la Norma 1756-2001</i>
Clasificación según su Uso	Grupo A	Artículo 6.1
Uso de la Edificación	Educacional: Universitaria	-
Zona Sísmica	Distrito Capital: 5.00	Artículo 4.1 (Tabla 4.2)
Coefficiente Aceleración Horizontal. (A_0)	0.30	Artículo 4.2 (Tabla 4.1)
Factor de Corrección del Coeficiente de Aceleración Horizontal. (φ)	0.90	Artículo 5.1 (Tabla 5.1)
Forma Espectral	S2	Artículo 5.1 (Tabla 5.1)
Factor de Importancia. (α)	1.30	Artículo 6.1.3 (Tabla 6.1)
Valor del período a partir del cual los espectros normalizados tienen un valor constante. (T_0)	0.175 segundos	Artículo 7.2 (Figura 7.1)
Exponente que define la rama descendente del espectro. (p)	1.00	Artículo 7.2 (Tabla 7.1)
Factor de Magnificación Promedio. (β)	2.60	Artículo 7.2 (Tabla 7.1)
Valor máximo del período en el intervalo donde los espectros normalizados tienen un valor constante. (T^*)	0.70 segundos	Artículo 7.2 (Tabla 7.1)
Factor de Reducción de Respuesta. (R)	1.00	Artículo 12.3.1
Nivel de Diseño	ND1	Artículo 12.3.1 (Tabla C-12.1)

Tabla 5.5. Parámetros Requeridos para el Cálculo del Espectro.

FUENTE: Elaboración Propia

V.6.3 Gráfico del Espectro de Diseño.

En la Figura 5.12 se presenta el gráfico del espectro de diseño utilizado para el análisis de los modelos matemáticos del Edificio del Rectorado.

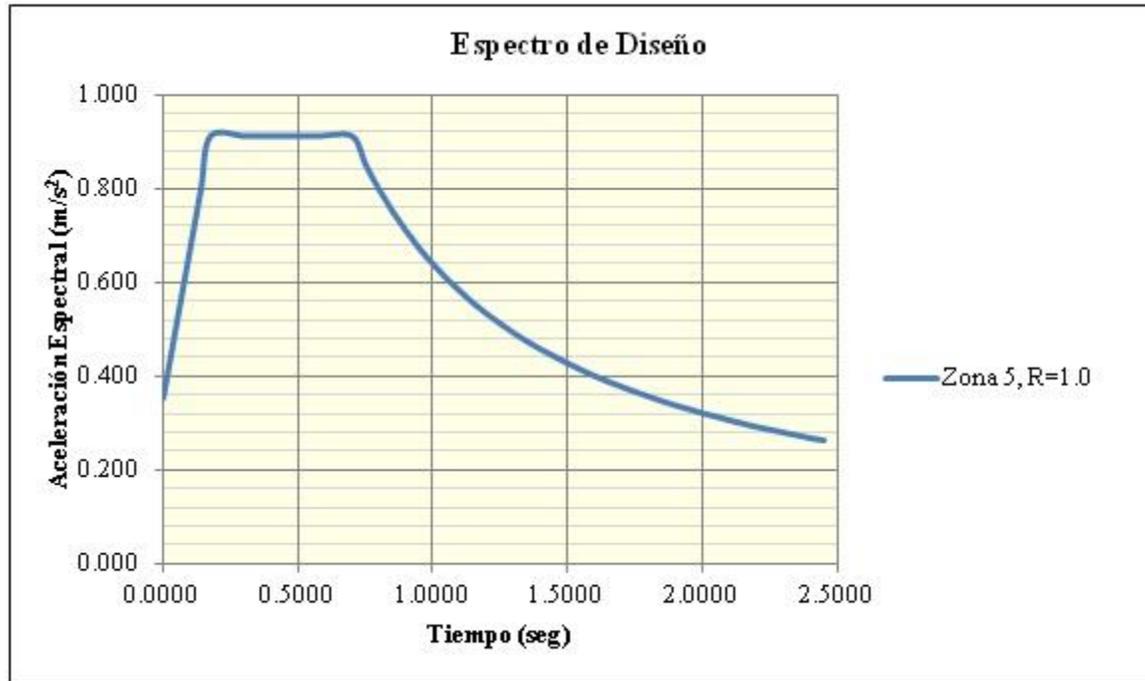


Figura 5.12. Espectro de Diseño (R=1).

FUENTE: Elaboración Propia

V.7 Combinaciones de Carga.

Se consideraron las combinaciones de cargas contempladas en la Norma COVENIN 1753-2006 en su Capítulo 9. Las solicitaciones para el Estado Límite de Agotamiento Resistente, U, evalúa la actuación simultánea de una o más solicitaciones que puedan producir el efecto más desfavorable.

En las combinaciones, las solicitaciones sísmicas, S, se consideró como la suma de las componentes sísmicas horizontales, actuando simultáneamente e incluidos los efectos torsionales más los efectos alternantes de la componente sísmica vertical, que viene calculada como:

$$S = S_H \pm (0.2\alpha\phi\beta A_0) \times CP$$

Igualmente, la acción de las dos componentes sísmicas horizontales se combinó de acuerdo al criterio de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las solicitaciones correspondientes a cada dirección del sismo. Asimismo, el factor de combinación de solicitaciones γ debidas a las acciones variables, se tomó $\gamma=1.00$ como consecuencia de que el uso de la estructura no es residencial.

Con los criterios antes mencionados, a continuación se listan las combinaciones utilizadas.

- 1.- $U = 1.4CP$
- 2.- $U = 1.2CP + 1.6CV + 0.5CV_t$
- 3.- $U = 1.2CP + 1.0CV + 1.6CV_t$
- 4.- $U = [1.2 + 0.2\alpha\phi\beta A_0]CP + \gamma CV + S_H$
- 5.- $U = [0.90 - 0.2\alpha\phi\beta A_0]CP + S_H$

El caso más desfavorable resulta al agregar (+ S_z) donde se tenga mayor efecto de carga permanente (CP) y agregar (– S_z) donde se tenga la menor CP.

V.8 Modelos Analizados.

Una vez calculados los valores de Cargas Permanentes, Cargas Variables y el Espectro de Diseño, además de contar con las propiedades de los materiales empleados para la construcción del edificio, se procedió a desarrollar los modelos matemáticos.

Como detalle general, el Edificio del Rectorado está compuesto por dos módulos, conectados entre sí a través de una junta de construcción entre los ejes 6a y 6b, los cuales en este trabajo son identificados como Módulo “A” (comprendido entre los ejes 1 y 6a) y Módulo “B” (desde el eje 6b hasta el eje 14); como se observa en el plano de planta mostrado en la Figura 5.13.

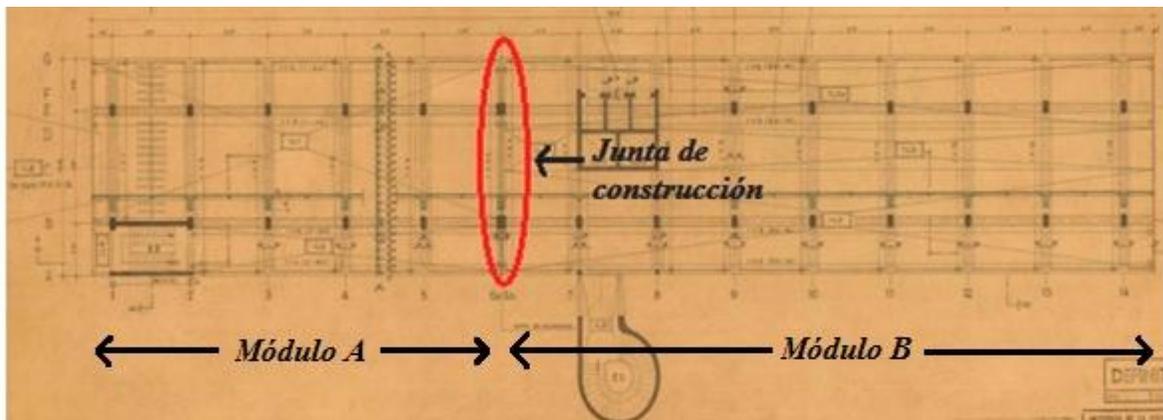


Figura 5.13. Ubicación en Planta de la Junta de Construcción.

FUENTE: Plano N° 16ª - E - 5

La estructura en estudio es una edificación aporcionada de cuatro (4) niveles (tres pisos más el nivel techo), con una altura de entrepiso de tres con noventa y seis (3,96) metros, la forma geométrica de las plantas es básicamente rectangular. El edificio cuenta con núcleos de escaleras ubicados entre los ejes 1 y 2, ejes 12 y 13 del tercer piso y un núcleo anexo a la fachada sur que se encuentra separado de la estructura por una junta de construcción (Ver Figura 5.14).



Figura 5.14. Identificación de la Junta de Construcción en la Fachada Oeste.

FUENTE: Plano N° A - 9

En este apartado, se describen las características de los tres (3) modelos matemáticos analizados. Para el primer modelo se consideró el Módulo A y B del Edificio del Rectorado; es importante mencionar que este modelo fue utilizado posteriormente para realizar el recálculo de la estructura y obtener las áreas de acero requeridas en vigas y columnas para resistir las solicitaciones sísmicas. Por otra parte, en los modelos dos y tres

se simuló únicamente el Módulo B de la edificación, por ser en dimensión mayor al Módulo A, contar con un mayor número de elementos estructurales y tener una distribución de cargas superior al otro módulo. En resumen,

Modelo	Módulo Simulado
Uno (M1) →	Ambos, A y B. Considerando la Inercia Gruesa de los elementos.
Dos (M2) →	Sólo el B. Considerando la Inercia Reducida de los elementos.
Tres (M3) →	Sólo el B. Considerando la Inercia Reducida de los elementos y la Rigidez de las Paredes.

Entre las generalidades consideradas, se mencionan las siguientes:

- En cuanto a la rigidez de las juntas en concreto armado, se asumió con un cincuenta por ciento (50%) de la longitud de brazo rígido en los extremos de vigas y columnas.
- Se supuso un empotramiento perfecto entre las columnas del nivel base y el terreno.
- Se incorporó el efecto de las losas de las escaleras en la rigidez de la estructura.

V.8.1 Modelo 1 (M1).

Se refiere al caso en donde las columnas y vigas de la estructura resisten la totalidad de las solicitaciones producidas por el sismo. Para este modelo se consideró la inercia gruesa de los elementos estructurales, columnas y vigas de la edificación. Ver Figuras 5.15 y 5.16.

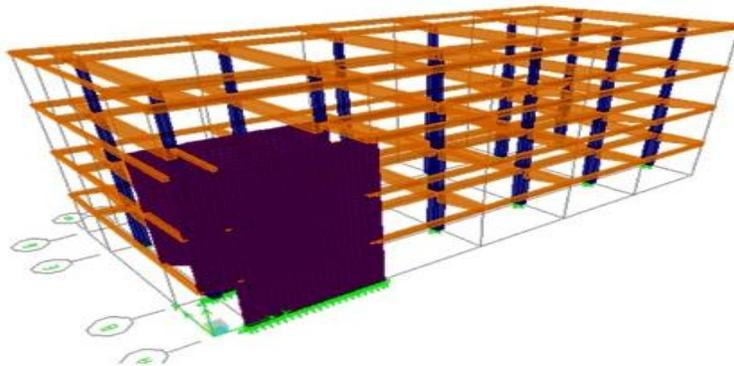


Figura 5.15. Vista en 3D del Módulo “A” de la Edificación en el Modlo1 (M1).

FUENTE: Elaboración Propia

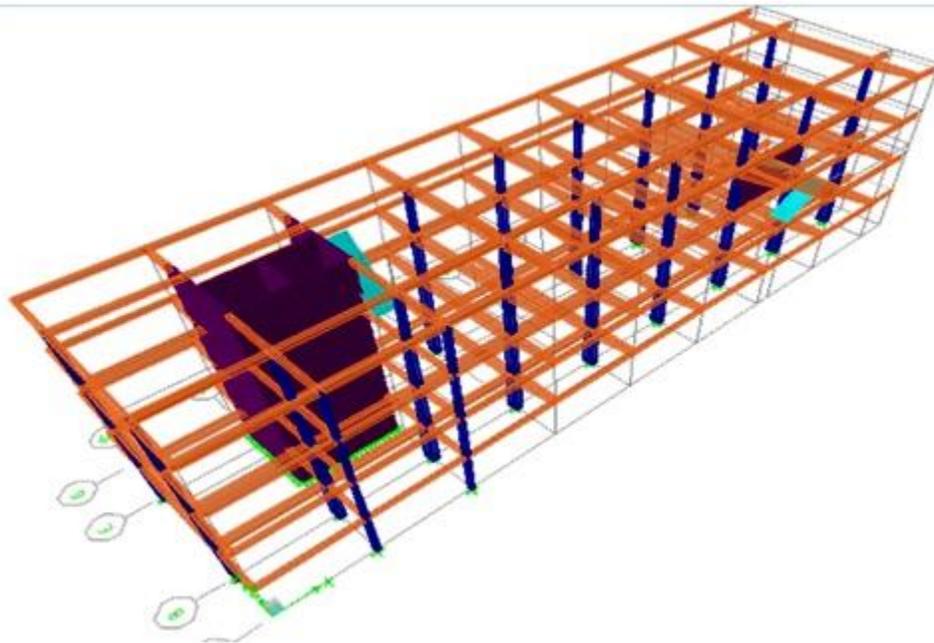


Figura 5.16. Vista en 3D del Módulo “B” de la Edificación en el Modelo 1 (M1).
FUENTE: Elaboración Propia

V.8.2 Modelo 2 (M2).

En este modelo las columnas y vigas de la estructura resisten las solicitaciones producidas por el sismo de diseño, igual que en el Modelo 1. Sin embargo, en este modelo se tomó la inercia reducida de las secciones, asignándole a las vigas un cuarenta por ciento de la Inercia Gruesa ($40\% I_g$) mientras que para las columnas se asumió un sesenta por ciento de la Inercia Gruesa ($60\% I_g$), esto para tomar en cuenta el agrietamiento que sufren los elementos estructurales durante la respuesta a los sismos especificados en la norma.

V.8.3 Modelo 3 (M3).

Para este modelo, partiendo del modelo de inercia reducida, se consideró la rigidez de aquellas paredes que se encuentran adosadas y enmarcadas en los pórticos de la estructura. Las paredes en la edificación son de bloques de concreto, por lo que para este modelo se utilizó un módulo de elasticidad para la mampostería de 16.000 Kg/cm^2 . Ver Figura 5.17.

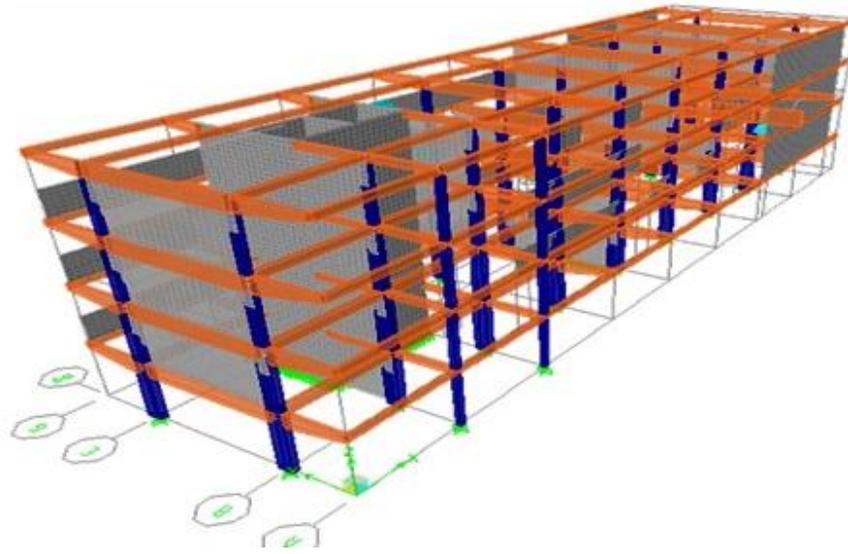


Figura 5.17. Vista en 3D del Módulo “B” de la Edificación en el Modelo 3 (M3).
FUENTE: Elaboración Propia

De acuerdo al Artículo 7.1 de la Norma COVENIN 1756-2001, para determinar el peso total de la edificación por encima del nivel de base (W), en el caso de estructuras donde pueda haber concentración de público, a las acciones permanentes deberán sumarse el cincuenta por ciento (50%) de la carga variable de servicio.

A continuación se muestra en la Tabla 5.6, el Peso Total de la edificación (W) calculado a partir de los valores de carga permanente y de carga variable reflejados en la Tabla 5.4 y el área en planta de cada zona según la distribución de usos representado en las Figuras 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6, la Masa Traslacional (M) que se obtiene al dividir el Peso Total (W) entre la gravedad (9.81 m/s^2) y la Masa Rotacional (J) que se calcula empleando la fórmula simplificada de $J = \frac{W \cdot (b_x^2 + b_y^2)}{12}$, siendo b_x y b_y las dimensiones en planta del módulo en estudio.

	Peso Total “W” (Kgf)	Masa Traslacional “M” Kgf×s ² /m	Masa Rotacional “J”
Módulo A	1755508.03	178950.87	16318678.96
Módulo B	2739682.35	279274.45	58332382.52

Tabla 5.6. Peso y Masa de los Dos (2) Módulos de la Edificación.
FUENTE: Elaboración Propia

La ubicación del Centro de Masa y del Centro de Rigidez por cada piso de la edificación, se observa a continuación en la Tabla 5.7.

	Piso	Centro de Masa (m)		Centro de Rigidez (m)	
		XCM	YCM	XCR	YCR
Módulo A	Azotea	15.038	6.636	15.052	5.210
	Piso 3	14.668	6.583	14.428	3.276
	Piso 2	14.683	6.570	14.358	3.199
	Piso 1	14.643	6.439	13.776	3.121
Módulo B	Azotea	23.447	6.711	10.344	6.716
	Piso 3	24.044	6.800	10.339	6.735
	Piso 3 (D2)	39.653	4.066	28.113	4.944
	Piso 2	23.839	6.783	9.711	7.156
	Piso 1	23.813	6.770	9.759	7.333

Tabla 5.7. Centro de Masa y Centro de Rigidez de los Módulos.

FUENTE: Elaboración Propia

En la Tabla 5.8 se muestran los períodos de los dos módulos de la edificación para los modelos matemáticos realizados y se puede observar haciendo la comparación de los tres (3) modelos del Módulo B, que a diferencia del Modelo 1 en el Modelo 2 aumentan los períodos, debido a la reducción de la inercia gruesa en la vigas y columnas, como consecuencia de que esta condición hace a la estructura más flexible. Sin embargo, en el Modelo 3 se aprecia la disminución de los períodos, producto de la incorporación de las paredes lo cual aporta rigidez a la estructura. Realizando la comparación entre los dos módulos se aprecia que el Módulo A resultó ser más flexible que el Módulo B, esto se le puede atribuir al hecho de que el segundo módulo cuenta con un mayor número de líneas resistentes que el primero.

PERÍODOS (SEG)				
MODOS	Módulo A	Módulo B		
	M1	M1	M2	M3
1	0.872178	0.736460	0.908375	0.856901
2	0.825702	0.302974	0.343255	0.301096
3	0.638842	0.290018	0.295121	0.290136
4	0.422992	0.272468	0.281429	0.270033
5	0.401900	0.171717	0.205298	0.186037

Tabla 5.8. Períodos de los Modelos Matemáticos.

FUENTE: Elaboración Propia

Con respecto al Factor de Masa Participativa, en las Tablas 5.9 y 5.10 se observa la masa participativa y la masa acumulada para cada uno de los modelos matemáticos realizados para los dos módulos de la edificación.

MODOS	Módulo A			
	Masa Participativa		Masa Acumulada	
	M1		M1	
	% X	% Y	Σ % X	Σ % Y
1	11.6384	0.9341	11.6384	0.9341
2	0.1725	65.2440	11.8109	66.1781
3	19.5400	0.0018	31.3509	66.1799
4	3.2068	2.5460	34.5577	68.7259
5	0.7602	14.4980	35.3179	83.2239
6	45.7241	0.0102	81.0420	83.2341
7	0.9845	2.0619	82.0265	85.2960
8	0.1958	8.5410	82.2223	93.8370
9	0.6005	1.2608	82.8228	95.0978
10	0.2256	4.6791	83.0484	99.7769
11	14.8428	0.0101	97.8912	99.7870
12	1.9413	0.0030	99.8325	99.7900

Tabla 5.9. Masa Participativa y Acumulada del Modelo 1 del Módulo A.
FUENTE: Elaboración Propia

MODOS	Módulo B											
	Masa Participativa						Masa Acumulada					
	M1		M2		M3		M1		M2		M3	
	% X	% Y	% X	% Y	% X	% Y	Σ %X	Σ %Y	Σ %X	Σ %Y	Σ %X	Σ %Y
1	0.001	44.26	0.002	45.259	0.003	46.105	0.001	44.259	0.002	45.259	0.003	46.105
2	4.148	0.283	1.147	0.340	19.288	0.804	4.149	44.542	1.149	45.599	19.291	46.909
3	71.95	0.996	74.240	0.795	56.371	2.570	76.101	45.538	75.389	46.394	75.662	49.479
4	1.308	34.78	1.557	34.853	1.861	32.851	77.409	80.317	76.946	81.247	77.523	82.330
5	0.202	4.503	0.490	3.930	0.132	3.717	77.611	84.820	77.436	85.177	77.655	86.047
6	0.128	2.088	0.151	1.711	0.157	1.023	77.739	86.908	77.587	86.888	77.812	87.070
7	18.25	0.031	18.448	0.033	18.276	0.032	95.991	86.939	96.035	86.921	96.088	87.102
8	0.023	10.50	0.028	10.545	0.026	10.393	96.014	97.438	96.063	97.466	96.114	97.495
9	3.476	0.010	3.439	0.010	3.400	0.010	99.490	97.448	99.502	97.476	99.514	97.505
10	0.497	0.016	0.483	0.015	0.474	0.015	99.987	97.464	99.985	97.491	99.988	97.520
11	0.012	2.133	0.012	2.122	0.012	2.101	99.999	99.597	99.997	99.613	100.00	99.621
12	0.002	0.000	0.003	0.000	0.001	0.378	100.00	99.597	100.00	99.613	100.00	99.999

Tabla 5.10. Masa Participativa y Acumulada de los 3 Modelos del Módulo B.
FUENTE: Elaboración Propia

La Norma COVENIN 1756-2001 establece que el número mínimo de modos de vibración, es aquel que garantice que la sumatoria de las masas participativas exceda el noventa por ciento (90%) de la masa total del edificio para cada una de las direcciones de análisis.

La cantidad de modos de vibración considerados se estableció a partir del número de pisos de la edificación (4 pisos, incluyendo el nivel techo) y asignándole tres (3) grados de libertad por nivel, resultando doce (12) modos. Se puede apreciar en las Tablas 5.9 y 5.10, que el número de modos de vibración mínimos es once (11) para el Módulo A y de ocho (08) para el Módulo B, debido a ser los primeros modos donde se cumple que la masa participativa acumulada supera el 90% en ambas direcciones.

V.9 Verificación del Coeficiente Sísmico (V_0/W) y Cortante Basal (V_0).

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 7.1 de la Norma COVENIN 1756-2001 “Edificaciones Sismorresistentes”.

El coeficiente sísmico definido como V_0/W no será menor que $\frac{A_0}{R}$, donde:

α = Factor de importancia.

A_0 = Coeficiente de aceleración horizontal para cada zona.

R = Factor de reducción de respuesta.

V_0 = Fuerza cortante a nivel base, obtenida utilizando los procedimientos de análisis del Capítulo 9, incluida las combinaciones establecidas en el Artículo 8.6.

W = Peso total de la edificación por encima del nivel base.

Seguidamente, en la Tabla 5.11 se muestra la verificación del Coeficiente Sísmico para los modelos de cada módulo, donde el “ V_0 ” es el Cortante Basal obtenido en cada modelo para las combinaciones presentadas en la Sección V.7 y “ W ” es el peso obtenido de la Tabla 5.6.

		Dirección	$\frac{(\alpha \times A_0)}{R}$	$\frac{V_0}{W_{total}}$	$\frac{(\alpha \times A_0)}{R} < \frac{V_0}{W_{total}}$
Módulo A	M1	X	39	49.2	Cumple
		Y		55.6	Cumple
Módulo B	M1	X	39	71.8	Cumple
		Y		52.0	Cumple
	M2	X	39	71.4	Cumple
		Y		47.3	Cumple
	M3	X	39	70.3	Cumple
		Y		48.9	Cumple

Tabla 5.11. Verificación del Coeficiente Sísmico.

FUENTE: Elaboración Propia

Con respecto a la verificación del Cortante Basal mínimo se consideró lo especificado en el Artículo 9.3.1 del Capítulo 9 de la Norma COVENIN 1756-2001, donde:

La fuerza cortante basal V_0 , en cada dirección de análisis, se determinó de acuerdo con la expresión ; donde:

A_d = Ordenada del espectro de diseño definida en el Artículo 7.2, para un período calculado según la Sección 9.3.2

W = Peso total de la edificación por encima del nivel base.

μ = Mayor de los valores dados por: — — —

N = Número de niveles.

T^* = período dado en la Tabla 7.1 de la Norma COVENIN 1756-2001.

La Sección 9.3.2 de la Norma establece como alternativa de cálculo que el período fundamental T puede tomarse igual al período estimado T_a , el cual depende del tipo de edificación analizada. La constante C_t resulta igual a 0.07 por tratarse de una estructura de completo. Además, conocida la altura de la edificación ($h_n = 15.84$ m), el valor del período fundamental T_a , se calcula a partir de la expresión:

Como el valor de T_a es mayor a T^* (0.70 segundos), el valor de A_d correspondiente es de 0.7130.

El valor de V_o fue denotado como V_o , el cual se debe comparar con el cortante V_o obtenido de la combinación modal para cada modelo y para ambas direcciones. Si el V_o sea menor que V_o , los valores para el diseño deben multiplicarse por V_o/V_o , según lo establecido en la sección 9.6.2 de la Norma COVENIN 1756-2001.

Se verificaron los valores de V_o y V_o en las dos (2) direcciones (x e y) para los modelos realizados, y se comprobó que en algunos casos no se cumplía la condición $V_o \geq V_o$, por lo tanto se debió corregir el valor del cortante en cada modelo. Tabla 5.12.

		Dirección	V_o		$V_o >$	—
Módulo A	M1	X	863948.47	1139026.28	Corregir	1.32
		Y	976179.12		Corregir	1.17
Módulo B	M1	X	1967436.53	1777588.10	Cumple	-
		Y	1424399.89		Corregir	1.25
	M2	X	1954932.01	1777588.10	Cumple	-
		Y	1295400.17		Corregir	1.37
	M3	X	1926271.38	1777588.10	Cumple	-
		Y	1338417.50		Corregir	1.33

Tabla 5.12. Corrección del Cortante Basal.

FUENTE: Elaboración Propia

V.10 Valores Límites.

El cálculo de los valores límites se basó en el Capítulo 10 de la Norma COVENIN 1756-2001; dicho capítulo establece emplear para el cálculo de los desplazamientos laterales totales, la fórmula $\Delta_i = 0.8 \times R \times \Delta_{ei}$, al haber seleccionado el valor de reducción de respuesta uno ($R=1$), la fórmula se simplifica a $\Delta_i = \Delta_{ei}$, donde Δ_{ei} es el desplazamiento lateral del nivel i calculado para las fuerzas de diseño, esto producto de que no se puede minorar la deriva elástica. Seguidamente, se estiman las derivas por nivel y por último, dicho valor se divide entre la altura del entrespacio obteniendo los valores límites de la

edificación; verificando que dichos resultados no excedan el valor establecido en la Tabla 10.1 de esta Norma de 12 por mil (12‰), contemplado para edificaciones pertenecientes al Grupo A susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura.

Como se observa en la Tabla 5.13, ninguno de los modelos analizados cumple con la premisa establecida en la Norma COVENIN 1756-2001. Los valores arrojados del estudio en ambas direcciones superan el 12 por mil (12‰) exigido normativamente.

		Dirección	δe_i máx	δ_i	$h_i - h_{i-1}$ (m)	Valor Límite	Valor Lím. Permitido	Observación
Módulo A	M1	X	0.210	0.210	3.96	0.053	0.012	No Cumple
		Y	0.380	0.380		0.096		No Cumple
Módulo B	M1	X	0.080	0.080		0.020		No Cumple
		Y	0.310	0.310		0.078		No Cumple
	M2	X	0.100	0.100		0.025		No Cumple
		Y	0.420	0.420		0.106		No Cumple
	M3	X	0.080	0.080		0.020		No Cumple
		Y	0.340	0.340		0.086		No Cumple

Tabla 5.13. Valores Límites de los Modelos Analizados. Derivas.

FUENTE: Elaboración Propia

V.11 Protocolo de Recálculo.

El recálculo estructural de la edificación tiene como objetivo primordial determinar los requerimientos y distribución del acero longitudinal en vigas y columnas, además del Factor de Resistencia de estas últimas.

Para ello se empleó el programa ETABS v9.7 (Extended Three Dimensional Analysis of Building System), el cual está diseñado bajo las Normas Americanas ACI; en consecuencia, los valores arrojados por el mismo fueron adaptados a las Normas Venezolanas vigentes.

Con base en la información geométrica y el armado de los elementos estructurales proporcionado por los planos de la edificación, el análisis de cargas gravitatorias y la

consideración de las acciones sísmicas se efectuó el recálculo estructural del Edificio del Rectorado, obteniendo los resultados que se presentan a continuación.

V.11.1 Factor de Resistencia de las Columnas.

Para efectos de este Trabajo Especial de Grado se denominó como Factor de Resistencia de las Columnas (Fr), al cociente entre la resistencia que necesita la columna para soportar todas las solicitaciones normativas y la resistencia real de la misma, dicho valor es arrojado por el programa ETABS v9.7 producto del chequeo realizado a las columnas de la edificación.

En las columnas se verificó si este factor era menor o mayor a la unidad (01), en el primer caso se puede decir que la columna cuenta con mayor resistencia que la necesaria para soportar las solicitaciones de diseño a las que se encuentran sometidas durante el análisis de las mismas, mientras que si este factor resulta mayor a uno (1) la columna no es capaz de resistir todas estas solicitaciones.

En la Tabla 5.14, se aprecia los valores que arrojó el programa de los Factores de Resistencia (Fr) en cada entrepiso, también se puede observar que la totalidad de las columnas superan el valor de uno (1) para este factor. Por lo que se resaltó en color amarillo aquellas columnas en la que el Fr es mayor al valor promedio ($Fr_{promedio}=7.713$), y no fueron resaltados aquellos valores que no superan dicho promedio.

Se concluyó que el 100% de las columnas no cumple con el Factor de Resistencia, y que sólo el 31% de éstas supera el promedio. Cabe destacar que los valores de Fr son elevados en algunos casos, esto se le puede atribuir a que para los métodos de cálculo de esa época no priorizaban las solicitaciones producto de un evento sísmico.

Entrepiso PB - Piso 1		Entrepiso Piso 1 - Piso 2		Entrepiso Piso 2 - Piso 3		Entrepiso Piso 3 - Azotea	
Columna N°	Fr	Columna N°	Fr	Columna N°	Fr	Columna N°	Fr
1C 1B	21.118	2C 1B	9.705	3C 1B	7.546	4C 1B	33.603
1C 1E	9.767	2C 1E	4.875	3C 1E	5.193	4C 1E	34.140
1C 2B	9.824	2C 2B	5.778	3C 2B	5.053	4C 2B	23.343
1C 2E	3.690	2C 2E	3.217	3C 2E	3.889	4C 2E	24.501
1C 3B	3.118	2C 3B	2.798	3C 3B	3.544	4C 3B	18.622
1C 3E	4.529	2C 3E	3.403	3C 3E	4.608	4C 3E	20.166
1C 4B	5.697	2C 4B	3.753	3C 4B	6.576	4C 4B	21.999
1C 4E	6.000	2C 4E	4.454	3C 4E	7.859	4C 4E	23.764
1C 5B	4.660	2C 5B	4.174	3C 5B	6.890	4C 5B	20.038
1C 5E	4.991	2C 5E	4.854	3C 5E	7.507	4C 5E	21.375
1C 6a B	8.683	2C 6a B	6.018	3C 6a B	7.195	4C 6a B	24.471
1C 6a E	8.457	2C 6a E	6.520	3C 6a E	7.817	4C 6a E	25.596
1C 6b B	1.459	2C 6b B	2.221	3C 6b B	1.429	4C 6b B	2.171
1C 6b E	1.438	2C 6b E	1.960	3C 6b E	1.431	4C 6b E	2.099
1C 7A	3.126	2C 7A	4.060	3C 7A	2.015	4C 7A	2.451
1C 7B	1.218	2C 7B	1.189	3C 7B	1.521	4C 7B	1.984
1C 8A	3.390	2C 8A	4.380	3C 8A	2.238	4C 8A	2.451
1C 8B	1.336	2C 8B	1.310	3C 8B	2.357	4C 8B	1.713
1C 9B	2.384	2C 9B	3.039	3C 9B	1.786	4C 9B	2.462
1C 9E	2.319	2C 9E	2.852	3C 9E	1.973	4C 9E	2.387
1C 10B	4.114	2C 10B	4.833	3C 10B	2.731	4C 10B	4.607
1C 10E	4.070	2C 10E	4.719	3C 10E	3.135	4C 10E	4.425
1C 11B	5.354	2C 11B	5.869	3C 11B	3.791	4C 11B	6.229
1C 11E	5.323	2C 11E	5.851	3C 11E	3.721	4C 11E	6.326
1C 12B	8.598	2C 12B	13.762	3C 12B	8.059	4C 12B	6.168
1C 12E	6.704	2C 12E	11.187	3C 12E	6.515	4C 12E	8.293
1C 13B	8.310	2C 13B	7.072	3C 13B	12.365	4C 13B	7.179
1C 13E	8.915	2C 13E	6.316	3C 13E	14.026	4C 13E	7.572
1C 14B	20.696	2C 14B	10.162	3C 14B	19.529	4C 14B	11.505
1C 14E	20.743	2C 14E	10.003	3C 14E	20.009	4C 14E	11.233

Tabla 5.14. Factor de Resistencia de las Columnas (Fr).

FUENTE Propia

V.11.2 Acero Longitudinal de las Columnas.

Del análisis de la estructura mediante el programa ETABS v9.7, se obtuvo como resultado el área de acero requerido por las columnas de la edificación para resistir las solicitaciones de diseño gravitatorias y sísmicas.

En la Tabla 5.15, se muestran los requerimientos de acero de las columnas del edificio y la contrastación de éstos con las áreas de acero indicadas en los planos estructurales; siendo denotado como “Acero Colocado”, el área en cm^2 de las cabillas longitudinales colocadas en la edificación construida y como “Acero Requerido” el área de acero en cm^2 resultante del análisis. La verificación se realiza indicando con la expresión “OK” cuando el área de acero detallada en los planos para cada columna evaluada es mayor o igual al área arrojada por el programa, en caso contrario se indica con la frase “Falta Acero” y el valor es resaltado en color rojo.

Por medio de los resultados obtenidos, se puede observar que la totalidad de las columnas de la edificación requieren una mayor área de acero de la indicada en los planos y efectivamente está colocada. Es importante mencionar que el programa reporta para la mayoría de las columnas un área de acero que supera la cuantía máxima, lo cual se indica con la expresión “O/S”, tal como lo denota el programa.

Columna N°	A _{colocado} (cm ²)	A _{requerido} (cm ²)	Verificación	Columna N°	A _{colocado} (cm ²)	A _{requerido} (cm ²)	Verificación
1C 1B	22.800	O/S	FALTA ACERO	2C 1B	27.234	O/S	FALTA ACERO
1C 1E	30.400	O/S	FALTA ACERO	2C 1E	42.814	O/S	FALTA ACERO
1C 2B	50.670	O/S	FALTA ACERO	2C 2B	56.876	O/S	FALTA ACERO
1C 2E	85.628	O/S	FALTA ACERO	2C 2E	85.628	O/S	FALTA ACERO
1C 3B	81.700	O/S	FALTA ACERO	2C 3B	81.700	O/S	FALTA ACERO
1C 3E	60.804	O/S	FALTA ACERO	2C 3E	81.700	O/S	FALTA ACERO
1C 4B	60.804	O/S	FALTA ACERO	2C 4B	81.700	O/S	FALTA ACERO
1C 4E	60.804	O/S	FALTA ACERO	2C 4E	81.700	O/S	FALTA ACERO
1C 5B	118.308	O/S	FALTA ACERO	2C 5B	95.762	O/S	FALTA ACERO
1C 5E	118.308	O/S	FALTA ACERO	2C 5E	95.762	O/S	FALTA ACERO
1C 6a B	73.118	O/S	FALTA ACERO	2C 6a B	73.118	O/S	FALTA ACERO

Columna N°	Acolocado (cm ²)	Arequerido (cm ²)	Verificación	Columna N°	Acolocado (cm ²)	Arequerido (cm ²)	Verificación
1C 6a E	73.118	O/S	FALTA ACERO	2C 6a E	73.118	O/S	FALTA ACERO
1C 6b B	98.040	O/S	FALTA ACERO	2C 6b B	73.118	O/S	FALTA ACERO
1C 6b E	98.040	O/S	FALTA ACERO	2C 6b E	81.700	O/S	FALTA ACERO
1C 7A	7.920	O/S	FALTA ACERO	2C 7A	7.920	O/S	FALTA ACERO
1C 7B	42.814	58.273	FALTA ACERO	2C 7B	42.814	62.895	FALTA ACERO
1C 8A	7.920	O/S	FALTA ACERO	2C 8A	7.920	O/S	FALTA ACERO
1C 8B	40.438	62.394	FALTA ACERO	2C 8B	40.438	73.176	FALTA ACERO
1C 9B	65.360	O/S	FALTA ACERO	2C 9B	65.360	O/S	FALTA ACERO
1C 9E	65.360	O/S	FALTA ACERO	2C 9E	65.360	O/S	FALTA ACERO
1C 10B	60.804	O/S	FALTA ACERO	2C 10B	60.804	O/S	FALTA ACERO
1C 10E	60.804	O/S	FALTA ACERO	2C 10E	60.804	O/S	FALTA ACERO
1C 11B	65.360	O/S	FALTA ACERO	2C 11B	65.360	O/S	FALTA ACERO
1C 11E	65.360	O/S	FALTA ACERO	2C 11E	65.360	O/S	FALTA ACERO
1C 12B	65.360	O/S	FALTA ACERO	2C 12B	40.540	O/S	FALTA ACERO
1C 12E	65.360	O/S	FALTA ACERO	2C 12E	40.540	O/S	FALTA ACERO
1C 13B	75.494	O/S	FALTA ACERO	2C 13B	65.360	O/S	FALTA ACERO
1C 13E	65.360	O/S	FALTA ACERO	2C 13E	65.360	O/S	FALTA ACERO
1C 14B	31.032	O/S	FALTA ACERO	2C 14B	40.540	O/S	FALTA ACERO
1C 14E	31.032	O/S	FALTA ACERO	2C 14E	40.540	O/S	FALTA ACERO
3C 1B	22.800	O/S	FALTA ACERO	4C 1B	17.100	O/S	FALTA ACERO
3C 1E	30.400	O/S	FALTA ACERO	4C 1E	17.100	O/S	FALTA ACERO
3C 2B	31.670	O/S	FALTA ACERO	4C 2B	20.270	O/S	FALTA ACERO
3C 2E	49.020	O/S	FALTA ACERO	4C 2E	20.270	O/S	FALTA ACERO
3C 3B	50.670	O/S	FALTA ACERO	4C 3B	20.270	O/S	FALTA ACERO
3C 3E	50.670	O/S	FALTA ACERO	4C 3E	20.270	O/S	FALTA ACERO
3C 4B	38.790	O/S	FALTA ACERO	4C 4B	15.520	O/S	FALTA ACERO
3C 4E	31.670	O/S	FALTA ACERO	4C 4E	15.520	O/S	FALTA ACERO
3C 5B	49.020	O/S	FALTA ACERO	4C 5B	20.270	O/S	FALTA ACERO
3C 5E	49.020	O/S	FALTA ACERO	4C 5E	20.270	O/S	FALTA ACERO
3C 6a B	60.804	O/S	FALTA ACERO	4C 6a B	15.520	O/S	FALTA ACERO
3C 6a E	60.804	O/S	FALTA ACERO	4C 6a E	15.520	O/S	FALTA ACERO
3C 6b B	60.804	O/S	FALTA ACERO	4C 6b B	20.270	O/S	FALTA ACERO
3C 6b E	60.804	O/S	FALTA ACERO	4C 6b E	20.270	O/S	FALTA ACERO
3C 7A	7.920	36.167	FALTA ACERO	4C 7A	7.920	36.566	FALTA ACERO
3C 7B	20.270	36.854	FALTA ACERO	4C 7B	15.520	48.494	FALTA ACERO
3C 8A	7.920	O/S	FALTA ACERO	4C 8A	7.920	34.869	FALTA ACERO
3C 8B	20.270	63.804	FALTA ACERO	4C 8B	20.270	O/S	FALTA ACERO
3C 9B	40.540	O/S	FALTA ACERO	4C 9B	20.270	O/S	FALTA ACERO

Columna N°	Acolocado (cm ²)	Arequerido (cm ²)	Verificación	Columna N°	Acolocado (cm ²)	Arequerido (cm ²)	Verificación
3C 9E	40.540	O/S	FALTA ACERO	4C 9E	20.270	O/S	FALTA ACERO
3C 10B	30.400	O/S	FALTA ACERO	4C 10B	15.520	O/S	FALTA ACERO
3C 10E	30.400	O/S	FALTA ACERO	4C 10E	15.520	O/S	FALTA ACERO
3C 11B	30.400	O/S	FALTA ACERO	4C 11B	15.520	O/S	FALTA ACERO
3C 11E	30.400	O/S	FALTA ACERO	4C 11E	15.520	O/S	FALTA ACERO
3C 12B	30.400	O/S	FALTA ACERO	4C 12B	15.520	O/S	FALTA ACERO
3C 12E	30.400	O/S	FALTA ACERO	4C 12E	15.520	O/S	FALTA ACERO
3C 13B	31.670	O/S	FALTA ACERO	4C 13B	20.270	O/S	FALTA ACERO
3C 13E	32.680	O/S	FALTA ACERO	4C 13E	20.270	O/S	FALTA ACERO
3C 14B	20.270	O/S	FALTA ACERO	4C 14B	15.520	O/S	FALTA ACERO
3C 14E	20.270	O/S	FALTA ACERO	4C 14E	15.520	O/S	FALTA ACERO

Tabla 5.15. Acero Longitudinal Requerido en Columnas.

FUENTE Propia

V.11.3 Acero Longitudinal en las Vigas.

Por medio de análisis dinámico de la edificación se determinó el área de acero longitudinal requerido por las vigas que conforman la estructura del edificio, para que las mismas sean capaces de resistir las solicitaciones de diseño.

En las sucesivas tablas se muestran los requerimientos de acero de las vigas longitudinales y transversales de la edificación, de acuerdo a los resultados obtenidos a través del programa y la verificación del acero mínimo, dichos resultados fueron comparados con el acero especificado en los planos. Igualmente, en las tablas se puede observar que se indica la expresión “Cumple” cuando se comprueba que el área de acero detallada en los planos en esa zona es mayor a la calculada por el programa, en cambio se denota con la frase “No Cumple” y los valores se resaltan en rojo cuando se tiene que el área de acero arrojada por el programa es mayor a la especificada en los planos. (Ver Tablas 5.16, 5.17, 5.18 y 5.19 referidas a las vigas longitudinales y las Tablas 5.20, 5.21, 5.22 y 5.23 con los requerimientos de las vigas transversales del edificio.)

Viga N°	Ejes	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
		Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
1VA	2 - 3	14.2510	5.1580	7.3940	4.8820	4.4700	4.0730	No Cumple
1VA	3 - 4	4.1690	3.5000	4.2390	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple
1VA	4 - 5	4.3930	3.5000	4.3080	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple
1VA	5 - 6a	5.0080	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple
1VA	6b - 7	3.5150	3.5150	9.7680	3.2430	3.7070	4.6070	Cumple
1VA	7 - 8	7.1760	2.2520	6.9520	3.5150	2.7190	3.5150	Cumple
1VA	8 - 9	10.2810	3.5150	6.7170	4.8320	3.5150	3.5150	No Cumple
1VA	9 - 10	4.5700	3.5000	5.6610	3.5000	3.5000	3.5150	Cumple
1VA	10 - 11	5.7920	3.5000	5.0770	3.5150	3.5000	3.5000	Cumple
1VA	11 - 12	6.0970	3.5150	9.4170	3.5150	2.8960	4.4520	No Cumple
1VA	12 - 13	9.6690	3.0530	9.9830	4.5630	9.3800	4.7020	No Cumple
1VA	13 - 14	10.8930	3.3030	7.3000	5.0980	3.5150	3.5150	No Cumple
1VA	14 - VOLADO	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	No Cumple
1VB	2 - 3	23.3910	9.0390	18.5780	14.9960	9.0390	14.9200	No Cumple
1VB	3 - 4	11.6210	9.0000	12.5940	9.0000	9.0000	9.9039	No Cumple
1VB	4 - 5	13.1040	9.0000	13.2250	9.0390	9.0000	9.0390	No Cumple
1VB	5 - 6a	13.0590	9.0000	11.3430	9.0390	9.0000	9.0390	No Cumple
1VB	6b - 7	13.5680	7.8330	15.6690	13.2160	9.0390	12.2830	No Cumple
1VB	7 - 8	14.5590	7.4360	14.5920	12.1510	7.9820	12.1490	No Cumple
1VB	8 - 9	15.5930	7.9590	14.4290	12.3770	8.2360	12.5500	No Cumple
1VB	9 - 10	15.6980	7.2690	16.6500	11.6400	9.0390	11.4440	No Cumple
1VB	10 - 11	16.2070	7.3240	16.2290	11.4400	8.7780	10.6960	No Cumple
1VB	11 - 12	19.2820	9.0390	22.8890	15.3690	9.0390	15.7580	No Cumple
1VB	12 - 13	15.8910	5.0320	14.2450	9.0390	10.6390	9.0390	No Cumple
1VB	13 - 14	20.2550	9.0390	18.0900	15.5900	9.0390	17.1050	No Cumple
1VB	14 - VOLADO	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000	No Cumple
1VE	VOLADO - 1	9.0000	11.2780	13.9040	9.0000	9.0000	9.0000	No Cumple
1VE	1 - 2	47.6330	20.4290	39.7750	40.2370	18.4470	37.8030	No Cumple
1VE	2 - 3	36.9590	14.5650	38.4200	33.9030	15.1920	33.7780	No Cumple
1VE	3 - 4	37.7970	14.4200	38.1040	34.0040	15.2330	33.9110	No Cumple
1VE	4 - 5	37.5750	14.5430	38.4800	34.2300	15.3260	33.7200	No Cumple
1VE	5 - 6a	37.4310	14.1180	37.1180	33.6240	15.7130	34.7010	No Cumple
1VE	6b - 7	14.4850	9.0000	15.2190	12.8160	9.0390	10.1200	No Cumple
1VE	7 - 8	9.6300	9.0000	9.7890	9.0000	9.0000	9.0000	No Cumple
1VE	8 - 9	15.3470	9.0000	13.3120	10.5000	9.0390	12.2440	No Cumple
1VE	9 - 10	13.4990	9.0000	13.2680	10.7280	9.0390	10.7900	No Cumple
1VE	10 - 11	12.8650	9.0000	14.3580	10.8170	9.0000	10.0080	No Cumple
1VE	11 - 12	13.9030	9.0000	12.7540	10.6830	9.0000	12.0140	No Cumple
1VE	12 - 13	20.4040	9.0000	17.3840	9.7410	9.0390	9.0390	No Cumple

Viga N°	Ejes	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
		Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
1VE	13 - 14	12.8130	9.0000	12.3250	9.0390	8.0910	10.7420	No Cumple
1VE	14 - VOLADO	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000	No Cumple
1VG	VOLADO - 1	3.5000	3.8290	5.2530	3.5000	3.5000	3.5000	No Cumple
1VG	1 - 2	13.3080	4.8720	8.9570	5.2340	4.4380	3.7230	No Cumple
1VG	2 - 3	7.3850	3.5000	7.8610	3.5000	3.5150	3.5150	Cumple
1VG	3 - 4	8.1540	3.5000	8.1290	3.5150	3.5150	3.5150	No Cumple
1VG	4 - 5	8.0260	3.5000	8.2900	3.5150	3.5150	3.5150	No Cumple
1VG	5 - 6a	8.3060	3.5000	4.8340	3.5150	3.5150	3.5150	Cumple
1VG	6b - 7	3.5150	3.5000	3.5520	3.5000	3.5150	3.5000	Cumple
1VG	7 - 8	5.2280	3.5000	5.2100	3.5000	3.5150	3.3730	Cumple
1VG	8 - 9	3.5150	3.0000	6.9360	3.5000	3.5000	3.5150	Cumple
1VG	9 - 10	6.0830	3.5000	5.0210	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple
1VG	10 - 11	5.1060	3.5000	4.8850	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple
1VG	11 - 12	4.7290	3.5000	7.0690	3.5000	3.5000	3.5150	Cumple
1VG	12 - 13	9.0560	3.5000	8.7060	4.2920	6.1340	4.1360	No Cumple
1VG	13 - 14	8.3330	3.5000	6.1650	3.9680	3.5400	3.5150	No Cumple
1VG	14 - VOLADO	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	No Cumple

Tabla 5.16. Acero Requeridos por las Vigas Longitudinales del Primer Nivel.
FUENTE Propia

Viga N°	Ejes	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
		Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
2VA	2 - 3	16.6430	6.8450	6.3830	5.7970	5.3380	3.5600	No Cumple
2VA	3 - 4	4.5570	3.5000	3.9730	3.5000	3.5150	3.5000	Cumple
2VA	4 - 5	4.1940	3.5000	3.5770	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple
2VA	5 - 6a	3.6660	3.5000	3.5000	3.5000	3.5150	3.5000	Cumple
2VA	6b - 7	3.5150	3.5150	9.6350	3.5000	3.7170	4.5480	Cumple
2VA	7 - 8	7.5300	3.5000	7.3850	3.6040	3.5000	3.5380	Cumple
2VA	8 - 9	10.6930	3.5150	5.9400	5.0110	3.5150	3.5150	No Cumple
2VA	9 - 10	3.8600	3.5000	5.5240	3.5000	3.5000	3.5150	Cumple
2VA	10 - 11	5.9830	3.5000	3.5000	3.5150	4.9340	4.7010	Cumple
2VA	11 - 12	11.3800	O/S	O/S	15.3110	14.0410	O/S	No Cumple
2VA	12 - 13	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	No Cumple
2VA	13 - 14	O/S	O/S	14.1880	O/S	22.8450	14.1880	No Cumple
2VA	14 - VOLADO	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple
2VB	2 - 3	28.3970	10.8260	18.7780	17.8100	10.2190	16.8850	No Cumple
2VB	3 - 4	8.9820	7.8750	10.6830	7.8750	7.8750	7.8750	No Cumple

Viga N°	Ejes			ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
				Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
2VB	4	-	5	11.4020	7.8750	11.4060	7.9100	7.8750	7.9100	No Cumple
2VB	5	-	6a	11.1240	7.8750	9.8100	7.8750	7.8750	7.9100	No Cumple
2VB	6b	-	7	11.1170	7.8750	13.1560	11.0230	7.8750	10.0450	No Cumple
2VB	7	-	8	11.5990	7.8750	12.4660	9.6900	7.8750	9.2650	No Cumple
2VB	8	-	9	15.2600	7.8750	13.1140	9.2500	7.9100	10.0570	No Cumple
2VB	9	-	10	13.8060	7.8750	14.9860	9.6390	7.8750	9.4030	No Cumple
2VB	10	-	11	14.8910	7.8750	10.5800	8.9010	7.9100	9.7420	No Cumple
2VB	11	-	12	19.5180	9.8520	22.5320	15.9870	7.9100	14.9560	No Cumple
2VB	12	-	13	7.8750	7.9100	10.8430	15.0870	10.0340	8.5240	No Cumple
2VB	13	-	14	19.6810	8.4350	18.5910	16.3900	8.7410	16.7300	No Cumple
2VB	14	-	VOLADO	7.8750	7.8750	7.8750	7.8750	7.8750	7.8750	No Cumple
2VE	VOLADO	-	1	7.8750	9.4050	14.5370	7.8750	7.8750	7.8750	No Cumple
2VE	1	-	2	44.7140	19.4810	37.1300	37.5620	17.3490	35.6740	No Cumple
2VE	2	-	3	35.7310	13.9740	36.7050	33.3020	14.7600	32.9650	No Cumple
2VE	3	-	4	35.7430	13.7280	36.0860	32.6480	14.4510	32.6690	No Cumple
2VE	4	-	5	35.7170	14.0620	36.7920	33.3120	14.7000	32.8190	No Cumple
2VE	5	-	6a	34.6920	13.2250	34.2970	31.7340	14.4410	31.6910	No Cumple
2VE	6b	-	7	12.5200	7.9100	18.0060	13.8360	7.9100	12.0830	No Cumple
2VE	7	-	8	10.4290	7.8750	11.0700	7.9100	7.8750	7.9100	No Cumple
2VE	8	-	9	18.8930	7.9730	14.1820	12.9850	8.0670	14.5830	No Cumple
2VE	9	-	10	11.7360	7.8750	13.8660	10.3570	7.1990	9.6520	No Cumple
2VE	10	-	11	14.3400	7.8750	9.6840	9.6500	8.3520	14.4910	No Cumple
2VE	11	-	12	9.7920	16.5960	33.5190	13.3990	7.9100	15.2260	No Cumple
2VE	12	-	13	9.7850	9.7850	O/S	36.5210	20.6400	20.6650	No Cumple
2VE	13	-	14	31.0010	14.2150	30.5570	30.4010	15.7490	26.2710	No Cumple
2VE	14	-	VOLADO	7.8750	7.8750	7.8750	7.8750	7.8750	7.8750	No Cumple
2VG	VOLADO	-	1	3.5000	3.5900	5.7800	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple
2VG	1	-	2	13.0920	4.8560	8.1920	4.6470	4.1400	3.5150	No Cumple
2VG	2	-	3	6.2390	3.5000	7.0010	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple
2VG	3	-	4	7.4560	3.5000	7.2380	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple
2VG	4	-	5	7.1610	3.5000	7.7990	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple
2VG	5	-	6a	7.1880	3.5000	4.4940	3.5000	3.5150	3.5150	Cumple
2VG	6b	-	7	3.5150	3.5000	4.2810	3.5000	3.5150	3.5000	Cumple
2VG	7	-	8	5.5020	3.5000	6.3420	3.5150	3.5150	3.5150	Cumple
2VG	8	-	9	4.9280	3.5000	6.9160	3.5000	3.5000	3.5150	Cumple
2VG	9	-	10	5.7920	3.5000	5.2630	3.5150	3.5000	3.5000	Cumple
2VG	10	-	11	6.2250	3.5000	3.5000	3.5150	8.2670	9.1140	No Cumple

Viga N°	Ejes	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
		Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
2VG	11 - 12	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	No Cumple
2VG	12 - 13	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	No Cumple
2VG	13 - 14	O/S	O/S	14.1880	O/S	22.8450	14.1880	No Cumple
2VG	14 - VOLADO	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple

Tabla 5.17. Acero Requerido por las Vigas Longitudinales del Segundo Nivel.
FUENTE Propia

Viga N°	Ejes	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
		Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
3VA	2 - 3	17.1020	6.9680	6.4200	5.2760	4.9350	4.5160	No Cumple
3VA	3 - 4	4.2430	3.5000	5.3750	3.5000	3.5150	3.5000	Cumple
3VA	4 - 5	5.3300	3.5000	4.7390	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple
3VA	5 - 6a	4.8910	3.5000	4.3590	3.5000	3.7340	3.5150	Cumple
3VA	6b - 7	2.5820	3.5000	7.8110	3.5000	3.5150	3.7320	Cumple
3VA	7 - 8	7.6440	3.5000	7.6300	3.6560	3.5000	3.6500	Cumple
3VA	8 - 9	8.8560	3.5000	3.8530	4.2030	3.5000	3.5000	No Cumple
3VA	9 - 10	3.5150	3.5000	4.6880	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple
3VA	10 - 11	4.2430	3.5000	4.1600	3.5000	3.5150	3.5000	Cumple
3VA	11 - 12	8.6620	3.5150	11.1430	4.3030	3.8310	5.2050	No Cumple
3VA	12 - 13	O/S	14.8730	17.4490	16.4580	14.3860	8.0260	No Cumple
3VA	13 - 14	14.8830	4.0570	7.2120	6.7610	5.4630	3.5150	No Cumple
3VA	14 - VOLADO	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple
3VB	2 - 3	32.4470	11.7090	30.3270	22.5370	14.7050	28.2840	No Cumple
3VB	3 - 4	29.9600	10.4340	30.2120	24.5320	12.1760	24.3970	No Cumple
3VB	4 - 5	30.1080	10.5070	29.9130	23.9500	11.7640	23.7910	No Cumple
3VB	5 - 6a	31.3370	11.7850	31.6250	25.0220	15.1940	29.2120	No Cumple
3VB	6b - 7	7.0000	7.0000	7.9880	7.0000	7.0000	7.0000	No Cumple
3VB	7 - 8	7.1000	7.0000	7.6920	7.0000	7.0000	7.0000	No Cumple
3VB	8 - 9	10.5190	7.0000	8.3720	7.0000	7.0000	7.0000	No Cumple
3VB	9 - 10	79.0760	7.0000	9.4160	7.0000	7.0000	7.0000	No Cumple
3VB	10 - 11	9.0560	7.0000	7.6010	7.0000	7.0000	7.0000	No Cumple
3VB	11 - 12	13.8910	7.0000	15.6640	11.3880	7.7500	14.7290	No Cumple
3VB	12 - 13	11.6450	7.0000	7.0000	14.2300	7.0000	7.0000	No Cumple
3VB	13 - 14	16.0660	7.0000	16.3890	16.0130	8.1010	13.6990	No Cumple
3VB	14 - VOLADO	7.0000	7.0000	7.0000	7.0000	7.0000	7.0000	No Cumple
3VE	VOLADO - 1	7.0000	11.2460	17.5230	7.0000	7.4973	11.6820	No Cumple
3VE	1 - 2	O/S	27.3590	46.6010	47.9890	23.7110	46.1310	No Cumple
3VE	2 - 3	45.1350	19.6320	46.6320	43.3100	20.2070	43.3730	No Cumple
3VE	3 - 4	46.0310	19.3430	45.9450	43.2210	20.0700	43.3800	No Cumple

Viga N°	Ejes	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
		Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
3VE	4 - 5	45.6850	19.4270	46.3780	43.5170	20.2430	43.0910	No Cumple
3VE	5 - 6a	46.2070	20.5970	47.4910	43.6100	22.4740	46.1820	No Cumple
3VE	6b - 7	8.5060	7.0000	15.4410	10.2110	7.0000	9.2640	No Cumple
3VE	7 - 8	8.6020	7.0000	8.9190	7.0000	7.0000	7.0000	No Cumple
3VE	8 - 9	16.5470	7.0920	11.0130	10.6150	7.0000	11.4670	No Cumple
3VE	9 - 10	7.7320	7.0000	8.6930	7.0000	7.0000	7.0000	No Cumple
3VE	10 - 11	8.0910	7.0000	10.3100	7.0000	7.0000	7.0000	No Cumple
3VE	11 - 12	10.2730	7.0000	7.2810	7.0000	7.0000	9.2780	No Cumple
3VE	12 - 13	9.9540	7.0000	7.6030	7.0000	7.0000	7.0000	No Cumple
3VE	13 - 14	7.7470	7.0000	10.6000	7.0650	7.0000	7.0000	No Cumple
3VE	14 - VOLADO	7.0000	7.0000	7.0000	7.0000	7.0000	7.0000	No Cumple
3VG	VOLADO - 1	3.5000	4.0840	6.4170	3.5000	3.5000	4.2780	No Cumple
3VG	1 - 2	18.6230	7.8900	11.3290	8.9190	6.5520	6.2210	No Cumple
3VG	2 - 3	7.9580	3.5000	9.1180	3.5150	3.5150	3.5150	No Cumple
3VG	3 - 4	10.3170	3.5150	9.6510	4.1810	3.6310	4.1510	No Cumple
3VG	4 - 5	9.6920	3.5150	10.4480	4.2530	3.5720	4.1450	No Cumple
3VG	5 - 6a	9.2380	3.5000	6.8640	3.5150	4.4980	4.9390	No Cumple
3VG	6b - 7	3.5150	3.5000	5.4520	3.5000	3.5150	3.5150	Cumple
3VG	7 - 8	6.3460	3.5000	6.5430	3.5150	3.5150	3.5150	Cumple
3VG	8 - 9	5.8140	3.5000	6.9580	3.5150	3.5000	3.5150	Cumple
3VG	9 - 10	4.8900	3.5000	4.2220	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple
3VG	10 - 11	4.3610	3.5000	4.7740	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple
3VG	11 - 12	3.5150	3.5000	3.5150	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple
3VG	12 - 13	8.4070	3.5000	9.2510	4.0010	3.5150	4.3790	No Cumple
3VG	13 - 14	6.7830	3.5000	5.7110	3.5150	3.8320	3.5150	Cumple
3VG	14 - VOLADO	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	Cumple

Tabla 5.18. Acero Requerido por las Vigas Longitudinales del Tercer Nivel.

FUENTE Propia

Viga N°	Ejes	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
		Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
4VA	VOLADO - 1	3.5000	3.5000	3.8250	3.5000	3.5000	3.5000	No Cumple
4VA	1 - 2	19.4340	10.5500	8.8680	14.7120	10.1200	5.1850	No Cumple
4VA	2 - 3	9.9670	3.5150	8.8690	5.5030	4.2960	6.4430	No Cumple
4VA	3 - 4	7.3030	3.5150	8.1710	4.4390	3.5150	4.6910	No Cumple
4VA	4 - 5	8.4810	3.5150	8.7020	4.4814	3.5150	5.0860	No Cumple
4VA	5 - 6a	7.3550	3.5150	8.5090	4.6170	5.2560	7.1080	No Cumple
4VA	6b - 7	3.5000	3.5000	4.9320	3.5000	3.5000	3.5000	No Cumple

Viga Nº	Ejes			ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
				Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
4VA	7	-	8	4.7880	2.4440	5.3990	3.1080	1.7210	3.4920	No Cumple
4VA	8	-	9	6.0390	2.8600	1.9150	3.5150	1.9150	1.9150	No Cumple
4VA	9	-	10	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	No Cumple
4VA	10	-	11	3.1550	3.5000	3.0150	1.5570	1.8280	1.4890	No Cumple
4VA	11	-	12	3.9000	3.0710	6.0940	2.5450	3.3030	3.5150	No Cumple
4VA	12	-	13	5.4030	2.0810	4.8090	3.4940	2.5610	3.1320	No Cumple
4VA	13	-	14	5.2820	2.6100	3.5150	3.5150	3.5150	2.1300	No Cumple
4VA	14	-	VOLADO	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	No Cumple
4VB	VOLADO	-	1	4.5000	4.9590	7.3700	4.5000	4.5000	4.5000	No Cumple
4VB	1	-	2	O/S	34.1180	O/S	O/S	32.7280	O/S	No Cumple
4VB	2	-	3	O/S	21.8180	O/S	O/S	23.3830	O/S	No Cumple
4VB	3	-	4	O/S	21.3770	O/S	O/S	22.2200	O/S	No Cumple
4VB	4	-	5	O/S	21.5670	O/S	O/S	21.9070	O/S	No Cumple
4VB	5	-	6a	O/S	23.5730	O/S	O/S	25.2000	O/S	No Cumple
4VB	6b	-	7	4.5200	2.0820	5.2160	4.4370	3.0160	3.6970	Cumple
4VB	7	-	8	4.5200	2.0950	4.9840	3.5160	2.0950	3.2580	Cumple
4VB	8	-	9	5.2880	2.1380	4.5200	3.6970	2.6480	3.9890	No Cumple
4VB	9	-	10	4.5200	1.8450	4.5990	3.6010	2.4570	3.5740	Cumple
4VB	10	-	11	4.5200	1.8710	4.5200	3.2650	2.4110	2.3900	Cumple
4VB	11	-	12	7.5610	4.5200	9.0810	5.8040	4.5200	6.8440	No Cumple
4VB	12	-	13	4.5200	1.5350	4.5200	3.0960	2.1680	3.0930	Cumple
4VB	13	-	14	8.6310	4.3300	7.2690	6.5410	4.5200	5.9870	No Cumple
4VB	14	-	VOLADO	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000	No Cumple
4VE	VOLADO	-	1	4.5000	6.0070	8.8560	4.5000	4.5000	4.5000	No Cumple
4VE	1	-	2	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	No Cumple
4VE	2	-	3	O/S	25.4370	O/S	O/S	26.0760	O/S	No Cumple
4VE	3	-	4	O/S	25.5830	O/S	O/S	26.0720	O/S	No Cumple
4VE	4	-	5	O/S	25.4080	O/S	O/S	25.9520	O/S	No Cumple
4VE	5	-	6a	O/S	27.9230	O/S	O/S	29.5550	O/S	No Cumple
4VE	6b	-	7	4.6840	4.5200	9.9790	6.0320	4.3640	5.3050	No Cumple
4VE	7	-	8	6.3440	3.3090	6.5620	4.5200	3.2160	4.5200	No Cumple
4VE	8	-	9	10.6900	4.6630	5.7580	6.0240	4.5200	6.1880	No Cumple
4VE	9	-	10	4.5200	1.7320	4.5200	2.8510	2.2530	3.0290	Cumple
4VE	10	-	11	4.5200	1.7350	4.5200	3.5030	2.3330	3.2250	Cumple
4VE	11	-	12	4.8510	1.9190	4.5200	3.2280	2.3260	3.6350	Cumple
4VE	12	-	13	4.5200	1.9620	4.9240	3.8970	2.7180	3.4930	Cumple
4VE	13	-	14	4.5200	4.5000	4.8750	3.5690	3.0720	4.5200	No Cumple

Viga N°	Ejes	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
		Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
4VE	14 - VOLADO	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000	No Cumple
4VG	VOLADO - 1	3.5000	3.5150	4.4900	3.5000	3.5000	3.5000	No Cumple
4VG	1 - 2	23.1870	12.5470	11.5070	18.8200	12.5730	8.5240	No Cumple
4VG	2 - 3	7.7380	3.8400	10.0490	4.9830	4.1000	5.9190	No Cumple
4VG	3 - 4	10.4520	3.7950	9.9250	6.4370	4.0220	6.4140	No Cumple
4VG	4 - 5	10.0930	3.6390	10.0830	6.4870	4.3120	6.7590	No Cumple
4VG	5 - 6a	8.8660	4.3270	10.5490	5.9510	6.3010	9.0880	No Cumple
4VG	6b - 7	2.8010	1.9430	3.9580	1.3850	3.5150	3.4890	No Cumple
4VG	7 - 8	4.8460	2.1000	4.9980	3.5150	3.3980	3.2400	Cumple
4VG	8 - 9	4.3660	1.9130	4.4940	2.8660	2.7300	2.9220	Cumple
4VG	9 - 10	3.5150	1.0880	3.0880	2.0750	1.9040	1.5250	Cumple
4VG	10 - 11	3.0890	3.5000	3.3363	1.5250	1.2660	1.6590	No Cumple
4VG	11 - 12	3.5150	1.0260	3.5150	2.0680	1.6340	1.8370	Cumple
4VG	12 - 13	3.5150	3.5000	3.5150	1.8040	1.8130	1.9260	No Cumple
4VG	13 - 14	3.1960	3.5000	3.2710	1.5770	2.0420	1.6140	No Cumple
4VG	14 - VOLADO	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	3.5000	No Cumple

Tabla 5.19. Acero Requerido por las Vigas Longitudinales del Nivel Techo.

FUENTE Propia

Viga N°	Ejes	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
		Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
1V1	B - E	142.6830	51.0910	O/S	137.0490	62.3440	125.4490	No Cumple
1V1	E - G	21.0020	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple
1V2	A - B	20.8370	20.7160	35.9850	21.9860	21.8170	28.5600	No Cumple
1V2	B - E	106.9890	38.2690	122.6280	94.8890	45.4810	96.2260	No Cumple
1V2	E - G	20.9010	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple
1V3	A - B	18.0000	18.0000	22.4800	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple
1V3	B - E	117.4000	37.9610	120.9620	98.1150	40.7740	97.0870	No Cumple
1V3	E - G	20.3440	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple
1V4	A - B	18.0000	18.0000	21.1080	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple
1V4	B - E	O/S	54.7110	O/S	136.5700	58.2900	135.6310	No Cumple
1V4	E - G	20.1590	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple
1V5	A - B	18.0000	18.0000	21.0810	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple
1V5	B - E	O/S	78.5770	O/S	O/S	81.3410	O/S	No Cumple
1V5	E - G	20.5610	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple
1V6a	A - B	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple

Viga N°	Ejes	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
		Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
1V6a	B - E	O/S	66.4940	O/S	O/S	70.1890	O/S	No Cumple
1V6a	E - G	11.3740	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
1V6b	A - B	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
1V6b	B - E	55.8000	16.1050	O/S	45.4330	19.3450	44.6330	No Cumple
1V6b	E - G	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
1V7	A - B	5.2950	4.3940	16.2350	5.2060	5.5480	7.5210	No Cumple
1V7	B - MURO	O/S	5.3300	O/S	16.0760	9.0940	13.9130	No Cumple
1V7	MURO G	13.9100	10.1190	8.8750	8.9140	8.8750	8.8750	Cumple
1V8	A - B	5.9600	4.3940	17.4310	5.7150	5.9970	7.9770	No Cumple
1V8	B - MURO	O/S	5.3060	O/S	16.9900	8.8650	14.9860	No Cumple
1V8	MURO G	13.7500	9.9890	8.8750	8.8910	8.8750	8.8750	Cumple
1V9	A - B	18.0000	18.0000	20.1710	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple
1V9	B - E	O/S	26.8920	O/S	72.7910	29.8190	71.0960	No Cumple
1V9	E - G	22.0370	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple
1V10	A - B	18.0000	18.0000	20.1130	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple
1V10	B - E	O/S	44.1560	O/S	O/S	48.1490	O/S	No Cumple
1V10	E - G	20.2590	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple
1V11	A - B	18.0000	18.0000	19.5360	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple
1V11	B - E	O/S	64.8090	O/S	O/S	67.0600	O/S	No Cumple
1V11	E - G	19.9550	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple
1V12	A - B	18.0000	18.0000	24.3630	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple
1V12	B - E	O/S	84.2910	O/S	O/S	83.5340	O/S	No Cumple
1V12	E - G	21.7900	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple
1V13	A - B	18.0000	21.1700	29.6660	18.0000	18.0000	18.0790	No Cumple
1V13	B - E	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	No Cumple
1V13	E - G	26.8900	18.8960	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple
1V14	A - B	18.0000	18.0000	21.1390	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple
1V14	B - E	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	No Cumple
1V14	E - G	20.7610	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	No Cumple

Tabla 5.20. Acero Requerido por las Vigas Transversales del Primer Nivel.

FUENTE Propia

Viga N°	Ejes	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
		Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
2V1	B - E	111.6800	39.2060	113.9800	105.3750	49.3760	91.7160	No Cumple
2V1	E - G	21.6610	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple

Viga N°	Ejes	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
		Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
2V2	A - B	19.2990	18.7700	36.6940	20.4220	19.8300	29.8900	No Cumple
2V2	B - E	86.0110	29.0930	98.4540	75.2710	33.4490	72.6600	No Cumple
2V2	E - G	21.5850	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
2V3	A - B	15.7500	15.9030	21.1690	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
2V3	B - E	100.8440	32.0420	108.7870	82.8120	36.4350	78.5780	No Cumple
2V3	E - G	23.3040	15.7500	15.7500	23.5180	15.7500	15.7500	No Cumple
2V4	A - B	15.7500	15.7500	20.1810	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
2V4	B - E	O/S	48.7180	O/S	121.5440	54.2080	117.3330	No Cumple
2V4	E - G	22.8790	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
2V5	A - B	15.7500	15.7500	19.6720	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
2V5	B - E	O/S	70.8520	O/S	O/S	73.4160	O/S	No Cumple
2V5	E - G	21.2100	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
2V6a	A - B	11.2500	11.2500	11.2990	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
2V6a	B - E	O/S	64.4060	O/S	O/S	67.7470	O/S	No Cumple
2V6a	E - G	13.5610	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
2V6b	A - B	11.2500	11.2500	11.2990	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
2V6b	B - E	52.1780	14.9290	55.3210	40.7570	17.7930	39.5650	No Cumple
2V6b	E - G	11.3510	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
2V7	A - B	6.3750	4.3940	19.0530	6.5210	5.5090	8.6320	No Cumple
2V7	B - MURO	O/S	7.0690	O/S	O/S	22.1800	19.8800	No Cumple
2V7	MURO G	15.3200	11.0160	8.8750	8.9140	8.8750	8.8750	Cumple
2V8	A - B	7.1570	4.9460	20.9670	7.0390	6.3170	9.6000	No Cumple
2V8	B - MURO	O/S	7.0890	O/S	O/S	11.7280	20.1750	No Cumple
2V8	MURO G	14.4950	10.6190	8.8750	8.9140	8.8750	8.8750	Cumple
2V9	A - B	15.7500	15.7500	20.6310	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
2V9	B - E	O/S	23.6640	O/S	61.5500	25.4710	60.1700	No Cumple
2V9	E - G	22.6500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
2V10	A - B	15.7500	15.7500	21.7880	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
2V10	B - E	O/S	38.7570	O/S	O/S	39.8910	O/S	No Cumple
2V10	E - G	25.2370	16.2710	15.7500	15.8190	15.7500	15.7500	No Cumple
2V11	A - B	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
2V11	B - E	O/S	49.2430	O/S	O/S	69.2040	O/S	No Cumple
2V11	E - G	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
2V12	A - B	35.0780	27.4230	16.8850	35.0780	58.6760	68.9630	No Cumple
2V12	B - E	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	No Cumple
2V12	E - G	O/S	O/S	O/S	38.2220	33.8890	O/S	No Cumple

Viga N°	Ejes	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
		Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
2V13	A - B	28.1750	28.1750	28.1750	28.1750	28.1750	28.1750	No Cumple
2V13	B - E	123.0730	121.3640	107.3790	111.4490	113.2420	98.9430	No Cumple
2V13	E - G	28.1750	28.1750	28.1750	28.1750	28.1750	28.1750	No Cumple
2V14	A - B	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
2V14	B - E	O/S	69.0270	O/S	O/S	73.4050	O/S	No Cumple
2V14	E - G	15.8190	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple

Tabla 5.21. Acero Requerido por las Vigas Transversales del Segundo Nivel.

FUENTE Propia

Viga N°	Ejes	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
		Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
3V1	B - E	109.2370	45.5810	107.2080	105.2300	59.8230	81.3780	No Cumple
3V1	E - G	24.2050	16.6390	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
3V2	A - B	8.5340	18.5820	39.9310	9.2740	15.7370	30.0530	No Cumple
3V2	B - E	89.3030	31.3310	95.9130	80.8060	44.5840	65.6620	No Cumple
3V2	E - G	23.2260	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
3V3	A - B	15.7500	16.2480	21.7110	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
3V3	B - E	83.5350	29.9860	90.3120	59.7460	26.7820	56.8100	No Cumple
3V3	E - G	22.4330	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
3V4	A - B	15.7500	15.7500	21.2160	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
3V4	B - E	109.6720	39.3430	113.8080	84.5990	39.1230	80.5100	No Cumple
3V4	E - G	23.9380	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
3V5	A - B	15.7500	15.7500	20.5260	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
3V5	B - E	O/S	54.6880	O/S	113.1390	52.2450	110.1650	No Cumple
3V5	E - G	22.2620	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
3V6a	A - B	11.2500	11.2500	11.2990	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
3V6a	B - E	O/S	50.7780	O/S	O/S	52.8120	O/S	No Cumple
3V6a	E - G	15.0180	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
3V6b	A - B	11.2500	11.2500	11.2990	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
3V6b	B - E	24.2060	11.2500	28.9090	13.3610	11.2500	13.7060	No Cumple
3V6b	E - G	11.7690	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
3V7	A - B	6.1000	4.3940	15.4060	6.9120	5.8730	7.1360	No Cumple
3V7	B - MURO	O/S	7.3180	O/S	20.1830	9.8740	19.6730	No Cumple
3V7	MURO - G	14.7660	10.8500	8.8750	8.9140	8.8750	8.8750	Cumple
3V8	A - B	5.7540	4.3750	10.5720	6.8160	6.9620	5.0300	Cumple
3V8	B - MURO	O/S	O/S	15.7010	O/S	O/S	12.5430	No Cumple

Viga N°	Ejes		ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
			Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
3V8	MURO	G	14.8850	10.9470	8.8750	8.9140	8.8750	8.8750	Cumple
3V9	A	- B	15.7500	15.7500	20.6820	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
3V9	B	- E	39.0500	15.7620	42.0140	18.5530	15.7500	19.8740	No Cumple
3V9	E	- G	23.7580	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
3V10	A	- B	15.7500	15.7500	21.7910	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
3V10	B	- E	54.2740	15.8190	52.9220	25.6310	15.8190	25.8950	No Cumple
3V10	E	- G	21.9630	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
3V11	A	- B	15.7500	15.7500	22.9010	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
3V11	B	- E	72.7350	21.4320	71.5580	40.1250	19.7520	36.4920	No Cumple
3V11	E	- G	24.6380	15.7500	15.7500	15.8190	15.7500	15.7500	No Cumple
3V12	A	- B	O/S	27.2530	67.6460	O/S	27.2530	41.4120	No Cumple
3V12	B	- E	O/S	60.1620	O/S	O/S	59.6260	57.9040	No Cumple
3V12	E	- G	28.1640	18.5890	15.7500	15.8190	15.7500	15.7500	No Cumple
3V13	A	- B	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
3V13	B	- E	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	No Cumple
3V13	E	- G	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
3V14	A	- B	15.7500	16.8250	25.3340	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple
3V14	B	- E	O/S	59.0270	O/S	O/S	47.8090	O/S	No Cumple
3V14	E	- G	21.0830	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	15.7500	No Cumple

Tabla 5.22. Acero Requerido por las Vigas Transversales del Tercer Nivel.

FUENTE Propia

Viga N°	Ejes		ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
			Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
4V1	A	- B	11.2500	12.6870	19.3180	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
4V1	B	- E	O/S	43.5600	O/S	80.7630	37.9820	77.3630	No Cumple
4V1	E	- G	21.8290	14.5670	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
4V2	A	- B	11.2500	12.2150	19.1300	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
4V2	B	- E	88.2390	34.6530	88.9030	61.2750	28.9700	63.2290	No Cumple
4V2	E	- G	19.6700	12.5570	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
4V3	A	- B	11.2500	11.2500	17.5650	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
4V3	B	- E	70.0900	25.5420	71.8530	44.1510	19.9590	43.0960	No Cumple
4V3	E	- G	17.3870	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
4V4	A	- B	11.2500	11.2500	16.8310	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
4V4	B	- E	68.2250	24.0360	68.7240	40.4610	18.6710	40.0160	No Cumple

Viga N°	Ejes	ACERO SUPERIOR (cm ²)			ACERO INFERIOR (cm ²)			Verificación
		Izq.	Centro	Derecho	Izq.	Centro	Derecho	
4V4	E - G	16.7560	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
4V5	A - B	11.2500	11.2500	16.3510	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
4V5	B - E	76.8830	28.1740	77.3550	51.6080	22.8870	51.2570	No Cumple
4V5	E - G	16.6600	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
4V6a	A - B	9.3750	9.3750	11.3750	9.3750	9.3750	9.3750	No Cumple
4V6a	B - E	71.6400	28.3090	71.0720	58.1030	26.0370	57.6850	No Cumple
4V6a	E - G	12.3750	9.3750	9.3750	9.3750	9.3750	9.3750	No Cumple
4V6b	A - B	9.3750	9.3750	9.3750	9.3750	9.3750	9.3750	No Cumple
4V6b	B - E	13.1100	9.3750	16.0160	9.3750	9.3750	9.4160	No Cumple
4V6b	E - G	9.6990	9.3750	9.3750	9.3750	9.3750	9.3750	No Cumple
4V7	A - B	4.3750	4.3750	6.9910	4.9870	5.5420	4.3940	No Cumple
4V7	B - MURO	15.0890	6.7350	21.3020	9.6920	7.9580	12.9750	No Cumple
4V7	MURO G	10.6780	7.6250	7.6250	7.6250	7.6250	7.6250	No Cumple
4V8	A - B	4.3750	4.3750	7.3020	4.3940	4.8170	4.3940	No Cumple
4V8	B - MURO	13.6690	4.5330	19.0660	7.7260	7.3070	10.3580	No Cumple
4V8	MURO G	10.8450	7.7740	7.6250	7.6250	7.6250	7.6250	No Cumple
4V9	A - B	11.2500	11.2500	15.7670	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
4V9	B - E	20.5120	11.2500	24.2020	11.2990	11.2500	11.5850	No Cumple
4V9	E - G	18.6250	11.9160	11.2500	11.2990	11.2500	11.2500	No Cumple
4V10	A - B	11.2500	11.2500	17.0440	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
4V10	B - E	27.4810	11.2500	27.5370	13.0680	11.2500	13.0920	No Cumple
4V10	E - G	16.8180	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
4V11	A - B	11.2500	11.2830	17.9740	11.2500	11.2500	11.2990	No Cumple
4V11	B - E	33.4040	11.2990	33.8170	15.6880	11.2500	15.8670	No Cumple
4V11	E - G	17.3730	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
4V12	A - B	11.2500	12.8930	20.0160	11.2500	11.2500	11.2990	No Cumple
4V12	B - E	33.7280	11.6300	36.3000	15.8290	11.2500	16.9400	No Cumple
4V12	E - G	17.4890	11.2500	11.2500	11.2990	11.2500	11.2500	No Cumple
4V13	A - B	8.6740	12.4930	19.5380	11.2500	11.2500	11.2990	No Cumple
4V13	B - E	46.8280	14.6450	45.4630	21.3270	11.2990	20.7730	No Cumple
4V13	E - G	17.6000	11.2500	11.2500	11.2990	11.2500	11.2500	No Cumple
4V14	A - B	11.2500	11.2500	14.1430	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple
4V14	B - E	44.6650	14.4250	45.3710	23.6190	11.3980	23.7560	No Cumple
4V14	E - G	13.2420	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	11.2500	No Cumple

Tabla 5.23. Acero Requerido por las Vigas Transversales del Nivel Techo.

FUENTE Propia

En los resultados obtenidos se puede evidenciar que los requerimientos de área de acero arrojados por el programa son mayores al área de acero detallada en los planos originales de la edificación, y en algunos casos estos requerimientos exceden la cuantía máxima de acero establecida en la normativa, lo cual es señalado por el programa con la expresión “O/S” y así es indicado en las tablas.

En la Tabla 5.24 que se muestra a continuación, se observa que un 83% de las vigas de la estructura requieren una mayor área de acero de la que presentan desde su construcción para resistir las solicitaciones de las acciones gravitatorias y sísmicas actuales.

RESUMEN	Vigas Totales	Total de Vigas que Cumplen	Total de Vigas que No Cumplen
	405	69	336
	100.00%	17%	83%

Tabla 5.24. Resumen del Cumplimiento del Acero Longitudinal en Vigas.

FUENTE Propia

CAPÍTULO VI. NORMAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

La Universidad Central de Venezuela ha sido objeto de agresiones violentas, las cuales en muchos casos no sólo han ocasionado daños a las instalaciones perjudicando el Patrimonio edificado y artístico de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), sino que también comprometen la vida de las personas dentro del campus universitario.

El Edificio del Rectorado no evade esta realidad y en los últimos años se ha convertido en una de las edificaciones mas violentadas dentro del campus. Desde el año 2009 se han contabilizado aproximadamente ocho (08) atentados de consecuencias severas para la edificación, conllevando a grandes pérdidas materiales. Además, se han suscitado disturbios que han restringido la entrada o salida de trabajadores de las instalaciones de manera involuntaria.

El Edificio del Rectorado tiene una alta densidad de ocupación, estimándose el número de personas que laboran en las distintas dependencias alrededor de 170. Actualmente alberga las oficinas del Rectorado, Secretaría, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo, la Dirección de Tecnología, Información y Comunicaciones, Consultoría Jurídica, los Departamentos de Contabilidad, Nómina y Recursos Humanos y cuenta con un espacio en donde sesionan los miembros del Consejo Universitario. Por consiguiente, en situaciones de emergencias como la suscitada el 16 de marzo de 2010 en donde las instalaciones del primer piso fueron incendiadas, son muchas las personas que están en riesgo. A continuación, se presenta una evaluación de las diversas Normas COVENIN que debe cumplir el edificio para salvaguardar la vida de las personas en caso de siniestros.

Para la realización del estudio se plantearon una serie de indicadores que permitieron obtener el porcentaje de cumplimiento del edificio con respecto a las normativas. Seguidamente se presenta una leyenda con dichos indicadores, símbolos y significado de cada uno:

<i>Indicadores</i>	
Tipo	Descripción
1	Cumple con el requisito especificado.
0	No cumple con el requisito especificado.
/	Se desconoce.
*	Requerimiento fuera del alcance del trabajo.
N.A.	El requisito no requiere indicador.

VI.1 Características de los Medios de Escape según el Tipo de Ocupación.

La Norma COVENIN 810-1998 tiene por objeto establecer las características mínimas que deben cumplir los medios de escape de las edificaciones por construir y/o remodelar según el tipo de ocupación.

Para la correspondiente comparación se estableció que el tipo de ocupación de la edificación es de oficinas, como producto de los múltiples trámites administrativos que se desarrollan en el edificio. El total de personas a ser desalojadas se encuentra en tres (03) niveles y como este número varía, se calculó a partir de la información proporcionada en la Tabla 12 de dicha norma (Ver Figura 6.1); el cual resultó de 320 personas.

Tabla 12. Densidad de ocupación según el uso.

Uso	Nº personas/m²
Viviendas multifamiliar	1/19
Oficinas	1/10
Sitos de reunión	1/0,28 Sitios de espera 1/0,65 Salas de baile - Discotecas 1/1,40 Restaurante
Hoteles	1/19
Hospitales	1/12 Área de Habitaciones 1/24 Área de Consulta
Establecimientos penales	1/11,2
Ancianatos	1/19
Educativas	½ Aulas 1/5 Talleres de Oficio 1/3,3 Guarderías con camas
Comerciales	1/3
Industriales	1/10
Almacenes o Depósitos	1/3
Estacionamiento de vehículos	1/100

Figura 6.1. Tabla 12. Densidad de ocupación según su uso.

FUENTE: COVENIN 810-1998

A continuación se presentan los requerimientos mínimos de la edificación en la Tabla

6.1:

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
<i>Clasificación</i>			
4.	Según el tipo de ocupación	Oficinas: Se desarrollan actividades administrativas y académicas.	N.A.
<i>Requisitos</i>			
5.1.1	Toda edificación debe poseer medios de escape apropiado, el cual es la vía libre y continua que desde cualquier punto de la edificación conduce a un lugar seguro.	La escalera en forma de caracol, no es aceptada por la norma como escalera principal. Ver Anexo 3.1.	0
5.1.2	Toda escalera debe estar libre de obstáculos.	Las escaleras no presentan obstáculos en su recorrido. El acceso a la escalera n° 2 en el piso 3, presenta obstáculos. Ver Anexo 3.2.	0
5.1.3	Todos los niveles deben estar comunicados entre sí.	Los niveles se conectan a través de una escalera principal.	1
5.1.4	El giro de las puertas de escape debe realizarse en el sentido de la evacuación.	El giro de todas las puertas es en sentido contrario de la evacuación.	0
5.1.5	No se debe considerar como medios de escape ascensores ni escalera mecánicas.	La edificación cuenta con un módulo de ascensores, el cual no se utiliza en caso de emergencia.	1
5.1.6	Toda edificación debe poseer a lo largo de una de sus fachadas, una franja para los bomberos.	Cuenta con la fachada oeste (estacionamiento) y con la fachada norte (Plaza del Rectorado), para que el vehículo de los bomberos pueda aparcar.	1
5.1.7	Toda edificación debe poseer un juego de planos de uso bomberil.	La edificación no posee planos bomberiles.	0
5.1.8	Todo elemento estructural situado en el interior de un sector de incendio debe resistir el fuego por un período de tiempo igual al que se exija a los elementos compartidores.	Los elementos estructurales del edificio son de concreto armado.	1

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
5.1.9	El dimensionamiento de los medios de escape debe considerar los valores de densidad.	Los medios de escape no cumplen con los requerimientos de densidad; no obstante, cumplen con el dimensionamiento mínimo.	0
5.1.10	Los materiales de construcción de la escalera deben ser resistentes al fuego por dos horas.	Las escaleras son de concreto con acabado superior de granito. Ver Anexo 3.3.	1
5.1.10.1	El cerramiento debe resistir dos horas al fuego.	El cerramiento de la escalera es de concreto armado con recubrimiento de cerámica vitrificada.	1
5.1.10.2	La ruta de escape debe seguir de forma continua hasta el nivel principal de salida.	La ruta de escape es continua hasta la salida.	1
5.1.10.3	No se permite que las puertas abran directamente hacia los escalones.	Sólo la puerta de las oficinas de Tesorería abre directamente a los escalones.	0
5.1.10.4	Los descansos deben formar un ángulo de 90° o 180°.	Los descansos de las escaleras N° 2 (ala Oeste) y N° 3 (ala Este) forman ángulos de 180°.	1
		La escalera principal no cumple con los ángulos permitidos.	0
5.1.10.5	El ancho mínimo de huella deber ser 0,28m y la altura máxima de contrahuella 0,17m.	La huella mide 30 cm y la contrahuella 16,5 cm. Ver Anexo 6.	1
5.1.10.6	Los tramos de escaleras no deben tener más de 15 escalones continuos.	En la escalera principal hay 12 escalones entre cada descanso y en las escaleras N° 2 y N° 3 hay 11 escalones.	1
5.1.10.7	El ancho mínimo de la escalera debe ser de 1,20 m.	El ancho de la escalera principal es de 1,70 m; y el de las escaleras N° 2 y N° 3 es de 1,20 m.	1
5.1.10.8	Deben de disponer de pasamanos de un material de alta resistencia al fuego.	Los pasamanos son de acero.	1
5.1.10.8.1	Los extremos de los pasamanos no deben tener puntas salientes o cortantes.	Cumple.	1

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
5.1.10.8.2	La altura de los pasamanos debe ser de 1,0 m, tomado a partir del vértice anterior de la huella.	Los pasamanos se encuentran a 0,70 m de altura.	0
5.1.10.9	Los descansos de la escalera deben tener sus dimensiones iguales al de éstas.	Cumple.	1
5.1.10.10	De los núcleos de circulación vertical.	No se cuenta con ventilación cruzada en las escaleras.	0
5.1.11.1	Las puertas de escape deben cumplir con lo especificado en la norma COVENIN 644.	Ver requerimientos en la Tabla 6.4.	N.A.
5.1.11.2	El ancho mínimo de las puertas de escape debe ser 0,90 m.	Cumple.	1
5.1.11.3	Las puertas y los restantes elementos de cierre en el caso de que sirvan como medios de evacuación, deben permitir su apertura manual y tener un sistema de retorno automático.	Las puertas de madera y de acero con las que cuenta la edificación tienen apertura manual y sistema de retorno.	1
		Las puertas de vidrio no poseen sistema de retorno ni apertura manual.	0
5.1.12	Los pasillos de escape deben tener un ancho mínimo de 1,50 m.	El pasillo principal tiene un ancho de 3,00 m; en la recepción a las oficinas el ancho se reduce a 1,35 m producto de la presencia de mobiliario.	0
5.1.12.1	Los pasillos no deben tener en su recorrido ningún elemento que sea obstáculo.	Hay presencia de mobiliarios en las áreas de recepción a las oficinas. Ver Anexo 3.5.	0
5.1.13.1	Las salidas de emergencia deben estar ubicadas en direcciones opuestas.	Sólo se cuenta con una salida considerada como principal. Ver Anexo 3.6.	0
5.1.14.1	Los medios de escape deben permanecer iluminados bien sea natural y/o artificialmente, con un nivel mínimo de iluminación.	El pasillo principal cuenta con iluminación natural; sin embargo, la escalera no está adecuadamente iluminada.	0
5.1.14.2	Los medios de escape deben poseer un sistema de iluminación fijo, el cual debe activarse, cuando falle la alimentación eléctrica de la edificación.	El edificio cuenta con lámparas de emergencia; no obstante, las mismas no funcionan. Ver Anexo 3.7.	0

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
5.1.15.1	Todos los medios de escape deber estar señalizados.	Se cuenta con señalización en los pasillos del 2 ^{do} y 3 ^{er} piso (ala Este), que indican la ubicación de las vías de escape.	0
5.1.16.1	La unión entre la losa y las fachadas debe impedir la propagación del fuego.	Tanto la losa como la fachada son de concreto.	1
5.2.7.1.1	El número mínimo de salidas debe ser de 2 en cada nivel para edificaciones con altura mayor a 25 m y/o área neta mayor a 750 m ² .	Posee una sola salida por nivel.	0
5.2.7.1.2	Las salidas deben estar ubicadas los más alejadas entre sí.	Se cuenta con una sola salida.	0
5.2.7.1.3	El ancho de salida de las puertas debe ser 1,90 m y el de las escaleras debe ser de 3,20 m; para una población de 320.	El dimensionamiento de puertas y escaleras no cumplen con los necesarios de acuerdo a la densidad de ocupación. Sin embargo, los medios de escape cumplen con las dimensiones mínimas establecidas por la norma.	0
5.2.7.1.4	La distancia de recorrido debe ser de 33 m.	La distancia de recorrido es de 62 m.	0

Tabla 6.1. Requerimientos de la Norma COVENIN 810-1998

FUENTE: COVENIN 810-1998

La edificación cumple en un 46% los requerimientos estudiados en la Tabla 6.1. La salida principal del edificio es una escalera continua en sus tres niveles, sin obstáculos con el inconveniente de ser en forma de caracol, lo cual no está permitido normativamente por incumplir con los ángulos aceptados tanto para las huellas como para los descansos.

Los pasillos presentan una reducción de su ancho resultando menor que el ancho mínimo en las áreas de recepción externa de las dependencias administrativas, igualmente el dimensionamiento de los medios de escape no cumple a los necesarios de acuerdo a la densidad de ocupación del edificio; sin embargo, cumplen con las dimensiones mínimas establecidas por la norma.

Es importante resaltar que la totalidad de las puertas de la edificación abren en sentido contrario a la evacuación.

VI.2 Guía Instructiva sobre Sistemas de Detección, Alarma y Extinción de Incendios.

La Norma COVENIN 823-1988 contempla los requisitos mínimos que deben cumplir los sistemas de detección, alarma y extinción portátil fijo, usándose en este último agua como agente extinguidor de incendio. Establece además los tipos de sistemas requeridos para las edificaciones construidas, en construcción y por construir, según el tipo de ocupación y riesgos que ofrecen.

La Tabla 6.2 presentada a continuación refleja los requisitos que debe cumplir la edificación en lo que respecta a los sistemas de detección, alarma y extinción de incendios.

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
<i>Clasificación</i>			
4.	Según el tipo de ocupación	Oficinas: Se desarrollan actividades administrativas y académicas.	N.A.
<i>Requisitos</i>			
5.1	De acuerdo al tipo de ocupación se deben instalar: un Sistema de detección y estación manual y un Sistema de Extinción fijo con medio de impulsión.	El edificio cuenta con los tres (03) sistemas requeridos, de acuerdo al tipo de ocupación.	1

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
5.2	Toda edificación debe poseer un sistema de extinción portátil, el cual debe cumplir con las Normas COVENIN 1040.	Se requieren 2 extintores por piso. Las oficinas de la DTIC, Rectorado, Vicerrectorado Académico y Recursos Humanos cuentan con uno o más extintores.	1
		Las oficinas de Comisión de Grado, Informática, Control de Estudios, Secretaría, Salón de Sesiones, Vicerrectorado Administrativo, Tesorería, Consultoría Jurídica y el Departamento de Nómina no cuentan con extintores.	0
5.3	Los sistemas de detección, alarmas y extinción de incendios deben cumplir con las Normas COVENIN 758, 1114, 1176, 1330, 1331, 1376, 2062, 2453.	Ver requerimientos en las Tablas 6.5, 6.7, 6.11 y 6.12.	N.A.
5.4	Los medios de escape deben cumplir con la Norma COVENIN 810.	Ver requerimientos en la Tabla 6.1.	N.A.
5.5	El sistema eléctrico debe cumplir con la Norma COVENIN 200.	Ver requerimientos en la Tabla 6.13.	N.A.
5.6	El almacenamiento de materiales inflamables debe cumplir con la Norma COVENIN 2239.	El requisito se encuentra fuera del alcance de este trabajo.	*
5.7	Instalar sistemas de extinción automática en caso de que el uso de los rociadores de agua no sea contraproducente.	No se establece la instalación de rociadores de agua para edificaciones con uso de oficinas. El edificio posee este sistema de extinción en el pasillo entre las oficinas del Rectorado y la Secretaría y en los archivos.	N.A.

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
5.10	Según la Tabla 1 de esta norma, el edificio debe tener un sistema de detección automática.	Las oficinas de la DTIC, Rectorado, Secretaría, Vicerrectorado Académico y Administrativo, Tesorería, RRHH (ala Este) y Consultoría Jurídica cuentan con sistema de detección.	1
		Las oficinas de Comisión de Grado, Informática, Control de Estudios, el Salón de Sesiones, las oficinas de RRHH (ala Oeste) y el Departamento de Nómina no cuentan con este sistema.	0
5.12	Toda edificación debe poseer un plano de ubicación de los sistemas de prevención y protección contra incendios, iluminación de emergencia y vías de escape de acuerdo con las Normas COVENIN 1642.	No posee planos. Ver Anexo 3.8.	0
5.14	Toda edificación debe poseer un programa de mantenimiento de los sistemas de prevención y protección contra incendios.	No posee un programa de mantenimiento.	0
5.15	Toda instalación, caseta, shelter o switch de telecomunicaciones ubicado en el predio de una edificación debe tener un sistema de detección y extinción automática de incendios, de acuerdo al riesgo que presente el mismo.	Cuentan con la protección adecuada y cumplen con este requerimiento, los equipos e instalaciones ubicados en las oficinas que poseen sistemas de detección automática.	1

Tabla 6.2. Requerimientos de la Norma COVENIN 823-1988

FUENTE: COVENIN 823-1988

De acuerdo a la Tabla 6.2 que describe los requisitos exigidos por la guía instructiva sobre sistemas de detección, alarma y extinción de incendios, el Edificio del Rectorado cumple en un 50% las especificaciones establecida en la norma pertinente.

Se debe resaltar, que sólo las oficinas de la Dirección de Tecnología de Información y Comunicaciones (DTIC), Rectorado, Vicerrectorado Académico y Recursos Humanos (RRHH) cuentan con extintores. De igual forma, las oficinas del Rectorado, Secretaría, Vicerrectorado Académico y Administrativo, Tesorería, DTIC, RRHH (ala Este) y Consultoría Jurídica cuentan con sistema de detección automática. El resto de las oficinas no presenta ningún tipo de sistema de alarma o extinción de incendios.

Los rociadores con los que cuenta el edificio se encuentran inoperativos, por falta del adecuado mantenimiento que permita garantizar su funcionamiento.

VI.3 Colores, Símbolos y Dimensiones para Señales de Seguridad.

El objetivo de la Norma COVENIN 187-2003 es establecer los colores, símbolos y dimensiones de las señales de seguridad, para prevenir accidentes, riesgos a la salud y facilitar el control de las emergencias. (Ver Tabla 6.3).

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
5.	Colores de Seguridad.	Las señales de identificación y localización de los materiales y equipos de protección contra incendios están en el color normativo.	1
		Algunas de las señales de situación de seguridad y evacuación se encuentran en color blanco y azul.	0
6.	Colores de Contraste.	Las señales de protección contra incendios se encuentran del color de contraste indicado.	1
		Las señales de situación de seguridad y evacuación no cumplen con el color de contraste.	0
7.	Formas Geométricas.	Las señales de evacuación y de protección contra incendios se encuentran de la forma geométrica indicada.	1

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
8.	Las señales se clasifican según su luminiscencia en convencionales, fotoluminiscentes y reflectantes.	Las señales de la edificación son convencionales.	1
<i>Requisitos</i>			
9.1.1	El nivel de iluminación permanente debe ser como mínimo de 54 lux.	Las señales están iluminadas sólo durante el período de trabajo.	0
9.1.3	Dentro de los símbolos no debe colocarse texto, con la sola excepción de las señales de restricción.	No contienen texto dentro de los símbolos.	1
9.6.1	Las señales de condiciones de seguridad deben ser verdes.	Algunas de las señales son de color azul y blanco. Ver Anexo 3.9.	0
9.6.2	Las señales de condiciones de seguridad deben tener el símbolo o texto en blanco.	El texto en algunas señales es de color azul.	0
9.6.3	Las señales de condiciones de seguridad el color verde deben cubrir mínimo el 50% de la superficie total de la señal.	Las señales de color azul no cumplen con este requisito.	0
9.6.4	Se debe emplear el color blanco para un borde en las señales de condiciones de seguridad.	El borde de algunas de las señales es de color azul.	0
9.6.5	El símbolo debe colocarse en el centro de la señal.	El símbolo en algunas señales se ubica en el lateral de ésta.	0
9.7.1	Las señales de protección contra incendios deben ser rojas.	Cumple. Ver Anexo 3.10.	1
9.7.2	Las señales de protección contra incendios deben tener el símbolo o texto en blanco.	Cumple.	1
9.7.3	Las señales de protección contra incendios el color rojo debe cubrir el 50% de la superficie total de la señal.	Cumple.	1
9.7.4	Se debe emplear el color blanco para un borde en las señales de condiciones de seguridad.	Cumple.	1
9.7.5	El símbolo debe colocarse en el centro de la señal.	Cumple.	1

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
<i>Señalización Básica</i>			
12.2.1	Medios de escape o evacuación según Norma COVENIN 810.	Ver requerimientos en la Tabla 6.1.	N.A.
12.2.2	Sistemas y equipos de prevención y protección contra incendios, según lo establecido en las Normas COVENIN.	Ver requerimientos en la Tabla 6.2.	N.A.

Tabla 6.3. Requerimientos de la Norma COVENIN 187-2003

FUENTE: COVENIN 187-2003

La edificación cumple con el 56% de los requisitos presentados en la Tabla 6.3, aunque el edificio cuenta con muy pocas señales, las que indican protección contra incendios se encuentran en los colores, forma y demás características especificadas en esta norma, pero las señales de situación de seguridad y evacuación algunas son de color blanco y azul, aun cuando la norma establece que sean de color verde.

VI.4 Características de las Puertas Resistentes al Fuego. Batientes.

Los requerimientos mínimos están dispuestos en la Norma COVENIN 644-1978, la cual contempla las características indispensables que deben cumplir el conjunto de puertas resistentes al fuego del tipo batiente para la protección de aberturas en las paredes con el fin de impedir o retardar la propagación del fuego y/o humo. Los requisitos se detallan en la Tabla 6.4.

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
<i>Clasificación</i>			
4.	Según el tipo de fuego.	Las puertas deben resistir un período de tres (03) horas al fuego. No se permite áreas de vidrio en las mismas. Ver Anexo 3.11.	1

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
<i>Condiciones Generales</i>			
5.1.1	Deberán estar construidas a base de materiales resistentes al fuego, según las características de la construcción y el tipo de ocupación de la edificación.	Las puertas de vidrio están presentes en la entrada principal al edificio, entradas a las dependencias desde el pasillo y cubículos internos en cada una de las oficinas. Las puertas de madera están en las entradas externas a cada dependencia. Ver Anexo 3.12.	0
5.1.2	Deberán tener un ancho mínimo de 0,90 m; un ángulo de abertura de 90° y un espesor de 45 mm.	Cumplen.	1
5.1.3	Deberán tener una holgura máxima de 6 mm entre puerta y piso y 3 mm entre puerta y marco.	Cumplen.	1
5.1.4	En caso de que posean secciones con vidrio, deberán tener un área máxima según la Tabla I de esta norma.	No se permite áreas de vidrio; sin embargo, varias puertas de la edificación son completamente de este material.	0
5.1.5	La puerta y hoja no deberá estar subdividida en parte abisagrada.	Todas las puertas son continuas.	1
5.1.8.1	El acero utilizado en la fabricación de las puertas deberá estar libre de grietas, rugosidad y extremos imperfectos, deberá tener una resistencia a la tracción comprendida entre 32 y 44 Kgf/mm ² .	El edificio tiene puertas de acero sólo para las cajas fuertes ubicadas en el primer piso, las mismas se encuentran en buen estado. Se desconoce su resistencia a la tracción.	1
5.1.8.2	La madera deberá tener un contenido de humedad relativa no mayor de 19%.	Se desconoce el contenido de humedad.	/
5.1.8.2.1	Se deberá utilizar cedro o cualquier tipo de madera siempre y cuando tenga propiedades equivalentes a éste en cuanto a: bajo contenido de resina, peso liviano, resistencia a los hongos y la descomposición, aptitud para resistir la inserción de clavos sin presentar hendiduras o astilladuras.	Se desconoce el tipo de madera utilizado.	/

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
5.1.9	Marcos.	Se desconoce su estado.	/
5.1.10	Bisagras.	Se desconoce su estado.	/
5.1.11	Cerraduras.	Se desconoce su estado.	/
5.1.12	Anclaje de marco a muro.	Se desconoce su estado.	/
5.1.13	Anclaje de marco a piso.	Se desconoce su estado.	/
5.1.14	Anclajes superiores.	Se desconoce su estado.	/
5.1.15	Construcción.	Se desconoce el método de construcción de las puertas.	/
5.2	Sobre las puertas de escape.	Se consideran como puertas de escape a las puertas de cada oficina.	N.A.
5.2.1	Abrir en el sentido de la dirección de salida.	Todas las puertas abren en sentido contrario a la evacuación. Ver Anexo 3.13.	0
5.2.2	Contar con cerraduras siempre libres desde el interior hacia el medio de escape y con un mecanismo apropiado para mantenerla cerrada cuando no está en uso.	Se encuentran libres.	1
5.2.3	La fuerza máxima necesaria para vencer la precarga del mecanismo de abertura deberá ser de 4,5 kg aplicada en el pomo o manilla y la fuerza mínima la necesaria para mantenerla cerrada.	Se desconoce cuál es la fuerza máxima para abrir las puertas.	/
5.2.4	Tanto la puerta como los marcos correspondientes deberán tener chapas de refuerzo para la instalación de mecanismos de cierre colocadas a una distancia máxima de 200 mm medidos a partir del borde superior del lado de la puerta que tenga las bisagras.	No se pueden visualizar las chapas de refuerzo y se desconoce la distancia de ubicación.	/
<i>Requisitos</i>			
6.1	El conjunto de puertas deberá ser sometido al ensayo especificado en la norma COVENIN 1093-1978.	Este requisito se encuentra fuera del alcance del trabajo.	*

Tabla 6.4. Requerimientos de la Norma COVENIN 644-1978

FUENTE: COVENIN 644-1978

De acuerdo a lo especificado en la Tabla 6.4 la edificación cumple en un 67% con los ítems relacionados a las características de las puertas resistentes al fuego del tipo batiente. Es importante resaltar que todas las puertas tienen un ancho de noventa (90) centímetros lo cual cumple con la norma; sin embargo, abren en sentido contrario de la evacuación. El estado actual de las puertas en cuanto a su adecuada conservación se desconoce, por lo que se hace necesaria la realización de ensayos que permitan conocer su nivel de deterioro. En cuanto a las partes que conforman las puertas como marcos, bisagras y cerraduras aún cuando su estado interno no se puede apreciar, externamente no se encuentran oxidadas ni en malas condiciones.

VI.5 Estación Manual de Incendios.

La Norma COVENIN 758-1989 contempla los requisitos mínimos que deben cumplir las estaciones manuales de alarma, para su instalación, ubicación, fabricación y uso. En la Tabla 6.5 se presentan las disposiciones de esta norma.

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
<i>Definiciones</i>			
3.1	Estación manual de alarma: Es un conjunto formado por dispositivos mecánicos y electrónicos; montados en una caja cerrada, para transmitir una señal cuando una de sus partes integrantes es operada manualmente.	Los tres niveles cuentan con una estación manual, ubicada en el hall de ascensores; sin embargo, no está en funcionamiento. Las oficinas del Rectorado y Vicerrectorado Académico cuentan con estaciones manuales en funcionamiento. Ver Anexo 3.14.	0
<i>Requisitos</i>			
5.1.1	Deberá tener en su interior, los dispositivos eléctricos para transmitir la señal al tablero central.	Cumple.	1
5.1.2	Deberán tener sus partes operativas protegidas contra daños e impurezas.	Las estaciones manuales operativas se encuentran encerradas en cajas de metal protegidas por un vidrio.	1

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
5.1.3	Deberán tener sus partes eléctricas que no estén aisladas, ubicadas o encerradas, de acuerdo a la COVENIN 200.	Cumple.	1
5.1.4	Deberán tener sus elementos conductores aislados, instalándolos sobre materiales adecuados para la aplicación en particular.	Los elementos conductores se encuentran en la cara inferior de las losas de entrepiso; sin embargo, al instalar el cielo raso en las oficinas de la edificación es más propensa la propagación del fuego producto de algún corto circuito.	0
5.1.5	Deberán tener interruptores cuyos valores de corriente y voltaje, no sean menores de los del circuito al cual controlan.	Se desconoce los valores de corriente y voltaje de los interruptores.	/
5.1.6	Todas las partes eléctricas deberán estar protegidas contra la corrosión.	Cumple.	1
5.1.7	Deberá tener una ventanilla de acceso que forme parte de la misma y en ningún caso tendrán un área menor de 30 cm ² .	Cumple.	1
5.1.8	Deberá tener una regleta de conexión que permita fijar los conductores a cuatro puntos diferentes.	Las instalaciones no cumplen con este requerimiento.	0
5.1.9	No deberá producir ruidos, interrumpir su funcionamiento o dar señales de falsa alarma durante ni después de ser sometida al ensayo indicado en el artículo 7.1.	Ver artículo 7.1. Explica el ensayo de resistencia a impacto y vibraciones.	N.A.
5.1.10	No deberá presentar señales de ataque corrosivo en los interruptores y contactos después de ser sometida a los ensayos indicados en los artículos 7.2 y 7.3.	Ver los artículos 7.2 y 7.3. Explican los ensayos de corrosión con atmósferas gaseosas y de corrosión con solución salina, respectivamente.	N.A.

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
5.1.11	Deberá funcionar, durante y después del ensayo de resistencia al calor, descrito en el artículo 7.4.	Ver artículo 7.4. Explica el ensayo de resistencia al calor.	N.A.
5.1.12	Deberá funcionar, durante y después del ensayo "a punto de agua", descrito en el artículo 7.5.	Ver artículo 7.5. Explica el ensayo a prueba de agua.	N.A.
5.1.13	No deberá presentar descargas disruptivas al ser sometidas al ensayo de resistencia dieléctrica indicado en el artículo 7.6.	Ver artículo 7.6. Explica el ensayo de resistencia dieléctrica.	N.A.
5.1.14	Materiales para las cajas.	Se desconoce el tipo de metal empleado para la elaboración de la caja.	/
5.1.15	Vidrio.	La estación manual cuenta con una ventanilla de vidrio que la protege y permite la transmisión de las señales de alarma una vez roto. Ver Anexo 3.15.	1
5.1.16.1	El cuerpo de la estación deberá ser de color rojo.	Cumple. Ver Anexo 3.15.	1
5.1.16.2	Deberá estar protegido contra la corrosión.	El metal se encuentra esmaltado.	1
5.1.17.1	Deberá estar fijamente instalada en las paredes a una altura mínima sobre el nivel del piso de 1,15 m y máxima de 1,50 m.	Se ubican a 1,30 m.	1
5.1.17.2	Las partes usadas para su instalación deberán ser independientes de aquellas utilizadas para asegurar las partes componentes del conjunto.	Este requerimiento no se cumple.	0
5.1.17.3	Deberá colocarse una o más estaciones de acuerdo a las condiciones especificadas en la norma.	La edificación debe contar con dos estaciones por nivel, las estaciones operativas se ubican en el primer piso ala Oeste y en el segundo piso ala Este; en el tercer piso no se cuenta con este sistema.	0

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
7.1	Ensayo de resistencia a impacto y vibraciones.	Requerimiento fuera del alcance del trabajo.	*
7.2	Ensayo de corrosión con atmósferas gaseosas.	Requerimiento fuera del alcance del trabajo.	*
7.3	Ensayo de corrosión con solución salina.	Requerimiento fuera del alcance del trabajo.	*
7.4	Ensayo de resistencia al calor.	Requerimiento fuera del alcance del trabajo.	*
7.5	Ensayo a prueba de agua.	Requerimiento fuera del alcance del trabajo.	*
7.6	Ensayo de resistencia dieléctrica.	Requerimiento fuera del alcance del trabajo.	*
9.1	Cada estación debe ser marcada con las instrucciones que indiquen su modo de operación para transmitir la señal, nombre del fabricante, país de origen y número del modelo.	Sólo tiene marcada las instrucciones de uso.	0
9.2	La información descrita en el artículo 9.1 deberá ir en castellano, directamente sobre la estación manual.	Cumple.	1
9.3	Las instrucciones sobre operación estarán además en idioma inglés en sitios de recepción de turistas.	Las instrucciones están igualmente en idioma inglés.	1

Tabla 6.5. Requerimientos de la Norma COVENIN 758-1989

FUENTE: COVENIN 758-1989

Como se puede observar en la Tabla 6.5 la edificación cumple con un 65% de los requerimientos exigidos por la norma. El edificio en su diseño original contempló la instalación de estaciones manuales en el pasillo principal de cada nivel; no obstante, actualmente dichos dispositivos se encuentran deteriorados y sin la protección adecuada. Asimismo, es de mencionar que sólo en las oficinas del Rectorado y Vicerrectorado Académico se cuenta con estaciones manuales en funcionamiento.

VI.6 Extintores Portátiles. Generalidades.

La Norma COVENIN 1040-1989 contempla los requisitos mínimos para la fabricación, selección e instalación, que son comunes a los diversos tipos de extintores portátiles. Ver la Tabla 6.6.

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
<i>Clasificación</i>			
4.1	Según la naturaleza de los materiales combustibles e inflamables.	De acuerdo al uso de la edificación el fuego se clasifica como tipo A.	N.A.
4.2	Es la evaluación de la posibilidad de incendio o explosión en función de la combustibilidad de los materiales, facilidades de propagación del incendio, generación de humo y vapores tóxicos.	El tipo de riesgo es moderado.	N.A.
4.3	De la carga calórica de un local.	La carga calórica es baja.	N.A.
<i>Requisitos</i>			
5.1	Deberá ser de uso sencillo y de construcción resistente.	Cumple.	1
5.2	Ser resistentes a las condiciones ambientales.	Cumple.	1
5.3	Estar provistos de dispositivos de seguridad que les impida accionarse en forma accidental.	Cumple.	1
5.4	Estar provistos de dispositivos de fijación.	Cumple. Ver Anexo 18.	1
5.5	Las piezas que usualmente son removidas para la recarga o inspección de los extintores y que están sometidas a presión, deberán poseer dispositivos que permitan la liberación de dicha presión en el momento de ejecutarse la operación.	Cumple.	1

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
5.6.1	Selección según la Tabla 2 de esta norma.	El tipo de agente extintor a emplear es agua, polvos químicos secos (A, B, C) e hidrocarburo halogenado.	N.A.
5.6.2.1	Del potencial de efectividad para el fuego clase A.	Según la Tabla N° 3 de esta norma se tiene que el potencial es 10A.	N.A.
5.7.1	Los extintores deberán estar debidamente ubicados, tener fácil acceso y clara identificación, sin objetos que obstaculicen su uso inmediato.	Cumple.	1
5.7.2	Deberá cumplir con la Norma COVENIN 187 y 1054.	Ver requerimientos en la Tabla 6.3.	N.A.
5.7.3	Para fuegos Clase A: la máxima distancia horizontal del extintor al usuario, deberá ser de 20 m.	Cumple.	1
5.7.4	La altura máxima sobre el piso será de 1,30 m y mínima de 0,10 m.	La altura sobre el piso promedio es de 0,90 m.	1
5.8	De acuerdo al mantenimiento deberá cumplir con la norma COVENIN 1213.	Ver requerimientos en la Tabla 6.10.	N.A.
6.1	Deberá marcar: Fecha de fabricación del cilindro, fecha del ensayo de presión hidrostática, peso del extintor vacío, nombre del fabricante, serial del cilindro.	Cumple. Ver Anexo 3.17.	1
6.2	Deberá rotular: tipo de agente extintor, clase de fuego para el cual es indicado su uso, potencial de efectividad, instrucciones para su uso, restricciones de uso, país de origen, empresa distribuidora, capacidad, naturaleza y cantidad del gas auxiliar, temperaturas límites de conservación y eficiencia.	Cumple. Ver Anexo 3.17.	1

Tabla 6.6. Requerimientos de la Norma COVENIN 1040-1989

FUENTE: COVENIN 1040-1989

Los extintores con los que cuenta la edificación cumplen en un 100% con las exigencias que se presentan en la Tabla 6.6. De igual forma se requiere de la realización de

varios ensayos que garanticen el adecuado funcionamiento de los extintores. Es indispensable que el fabricante entregue un certificado de garantía del equipo y que asegure adecuadamente su instalación y servicio.

No sólo es necesario el buen estado del extintor, también el usuario debe estar entrenado para emplearlo eficazmente en caso de emergencia. En el edificio sólo el personal que conforma la Dirección de Tecnología, Información y Comunicaciones ha recibido entrenamiento para el uso adecuado de los extintores por parte de los Bomberos Universitarios.

VI.7 Extintores. Determinación del Potencial de Efectividad.

La Norma COVENIN 1114-2000 contempla los métodos de ensayo que permiten determinar el potencial de efectividad de los extintores portátiles. Ver Tabla 6.7.

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
<i>Resumen del Ensayo</i>			
4.1	Para fuegos clase A. El ensayo consiste en encender un arreglo de listones de madera; de un tamaño determinado según se establece en la Tabla 1 y atacar el fuego con el extintor a fin de observar si es capaz de apagarlo.	Requerimiento fuera del alcance del trabajo.	*

Tabla 6.7. Requerimientos de la Norma COVENIN 1114-2000

FUENTE: COVENIN 1114-2000

El ensayo descrito en la Tabla 6.7 para determinar el potencial de efectividad de los extintores, no fue realizado debido a que requiere la intervención de personal familiarizado con dicho ensayo, además de que implica ser efectuado en un espacio abierto para evitar daños a instalaciones o equipos; sin embargo, es importante que dicho procedimiento sea verificado para garantizar el correcto funcionamiento del extintor.

VI.8 Extintores Portátiles de Polvo Químico Seco.

La Norma COVENIN 2605-1989 establece los requisitos mínimos que deberán cumplir los extintores manuales portátiles de polvo químico seco, de presurización directa e indirecta. Ver requerimientos en la Tabla 6.8.

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
<i>Clasificación</i>			
4.2	Según el tipo de extintor.	Se cuenta con extintores de presurización directa.	N.A.
<i>Requisitos</i>			
6.1	La capacidad nominal del extintor deberá ser la indicada en la Tabla 2.	Hay extintores con capacidad de 9,0 y 25,0 Kg de polvo químico.	N.A.
6.2	La descarga del agente extintor deberá tener un alcance no menor a 3 metros.	Se desconoce el alcance del agente extintor.	/
6.3.1	Deberá descargar no menos del 85% en peso, de su capacidad nominal.	Se desconoce el porcentaje de descarga del extintor.	/
6.3.2	Deberá empezar a descargar como máximo a los 5 segundos después de que se ponga en funcionamiento.	Se desconoce el tiempo que demora en descargar.	/
6.4	Presión hidrostática.	Ver artículo 8.1. Explica el ensayo de presión hidrostática.	N.A.
6.5	Deberá resistir los ensayos de frecuencia variable y de resistencia descritos en el artículo 8.2, sin hacerse inoperante.	Ver artículos 8.2.1 y 8.2.2. Explican los ensayos de frecuencia variable y de resistencia, respectivamente.	N.A.
6.6.1	El manómetro deberá indicar las unidades de medidas para las cuales está calibrado.	Cumple.	1
6.6.2	El rango del manómetro deberá estar comprendido entre 150 a 250% de la presión de trabajo del extintor.	Cumple.	1
6.6.2.1	Las presiones de cero, carga normal y sobrecarga deberán estar indicadas con números.	Cumple.	1

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
6.6.2.2	Deberá decir el arco desde cero hasta el intervalo aparente "recarga" y desde el rango operante hasta la máxima presión "sobrecarga".	Cumple.	1
6.6.2.3	El dial del manómetro no puede ser menor de 25mm.	Cumple.	1
6.6.3	El manómetro deberá soportar una presión de dos veces la presión de trabajo del extintor.	Cumple.	1
6.6.4	El manómetro deberá ser hermético al agua.	Cumple.	1
6.7	Todas las partes del extintor después de ser sometido al ensayo indicado en el artículo 8.4, deberá funcionar y no presentar muestras de corrosión.	Ver artículo 8.4. Explica el ensayo de corrosión con solución salina.	N.A.
6.8	Potencial de Efectividad.	Ver requerimientos en la Tabla 6.7	N.A.
6.9	Tubo de descarga.	Cumple. Ver Anexo 3.16.	1
6.10	Dispositivo de seguridad.	Cumple.	1
6.11	Válvula de descarga.	Cumple. Ver Anexo 3.16.	1
7.1	Lote: conjunto de extintores del mismo tipo o modelo proveniente de una fuente común.	Todos los extintores son del mismo tipo.	N.A.
8.1	Ensayo de presión hidrostática.	Requerimiento fuera del alcance del trabajo.	*
8.2.1	Ensayo de frecuencia variable.	Requerimiento fuera del alcance del trabajo.	*
8.2.2	Ensayo de resistencia.	Requerimiento fuera del alcance del trabajo.	*
8.3	Ensayo de resistencia al estallido del manómetro.	Requerimiento fuera del alcance del trabajo.	*
8.4	Ensayo de corrosión con solución salina.	Requerimiento fuera del alcance del trabajo.	*
10.1	Deberá cumplir con las normas COVENIN 2368 y 1040.	Ver requerimientos en la Tabla 6.6 y 6.9.	N.A.
10.2	Certificado de garantía.	Se desconoce si existe alguna certificación del cumplimiento de las normas por parte de los extintores.	/

Tabla 6.8. Requerimientos de la Norma COVENIN 2605-1989

FUENTE: COVENIN 2605-1989

Los extintores con los que cuenta la edificación cumplen con los requerimientos presentados en la Tabla 6.8, en lo que respecta a contener todos los dispositivos con las características necesarias para el correcto funcionamiento del extintor. No obstante, la norma contempla la realización de varios ensayos para evaluar el adecuado comportamiento del extintor ante las condiciones simuladas en estas pruebas, los cuales no fueron realizados debido a que requieren de personal capacitado y equipos especializados para llevarlos a cabo.

Se debe destacar que hay requisitos que se desconocen, producto que el extintor no fue probado durante las inspecciones a la edificación para conocer aspectos relacionados con su descarga y tiempo de accionado; pero dichas propiedades se pueden verificar al realizar el ensayo para determinar el potencial de efectividad del mismo.

VI.9 Cilindros Metálicos para Extintores de Polvo Químico Seco.

La Norma COVENIN 2368-1986 establece los requisitos mínimos que deben cumplir los cilindros metálicos para extintores de polvo químico seco. Los requerimientos se presentan a continuación en la Tabla 6.9.

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
<i>Requisitos</i>			
6.1	Los contenidos y dimensiones de los cilindros deberán estar de acuerdo con los valores especificados en la Tabla 2.	Se cuenta con cilindros de 6,5 y 9,0 kg con dimensiones toleradas por la norma.	1
6.2	Los cilindros ensayados según el artículo 8.1 deberán soportar una presión hidrostática mayor de cuatro veces la presión de trabajo.	Ver artículo 8.1. Explica el ensayo de ruptura.	N.A.
6.3	Los cilindros ensayados según el artículo 8.2 deberán soportar una presión hidrostática no menor de dos veces la presión de trabajo.	Ver artículo 8.2. Explica el ensayo de presión hidrostática.	N.A.

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
6.4	Los cilindros completamente soldados antes de la prueba hidrostática deben ser sometidos a un tratamiento térmico de alivio de tensiones.	Se desconoce si los cilindros fueron sometidos a un tratamiento térmico de alivio de tensiones.	/
6.5	Todas las superficies de los cilindros se deben limpiar uniformemente.	Para pintar los cilindros tenían que estar completamente limpios.	1
6.6	Una vez limpia la superficie, se debe fosfatizar, dar una mano de fondo antióxido y luego una segunda capa de acabado rojo.	Los cilindros son de color rojo. Ver Anexo 3.17.	1
6.7	Los cilindros terminados deberán estar libres de abolladuras, grietas, rayaduras o cualquier otra imperfección.	Los cilindros no presentan imperfecciones.	1
6.8	Eficiencia máxima de la unión.	Se cuenta con cilindros tipo III y la eficiencia de la unión se toma igual a 1.	N.A.
7.1	Todos los ensayos e inspección se efectuarán en el sitio de fabricación.	Se desconoce donde se efectuaron los ensayos y si estuvieron supervisados por el propietario de los extintores.	/
7.2.1	Lote: conjunto de extintores del mismo tipo o modelo proveniente de una fuente común.	Todos los extintores son del mismo tipo.	N.A.
7.2.2	El lote consistirá en doscientos (200) cilindros o menos que se someterán a inspección visual y a la presión hidrostática.	Se desconoce cuántos cilindros fueron ensayados e inspeccionados visualmente.	/
8.1	Ensayo de Ruptura.	El requisito se encuentra fuera del alcance del trabajo.	*
8.2	Ensayo de Presión Hidrostática.	El requisito se encuentra fuera del alcance del trabajo.	*
9.1	Todos los cilindros deberán llevar estampados la siguiente información como mínimo: identificación del fabricante, número de serial para cada cilindro, año de fabricación, presión de diseño.	Cumple. Ver Anexo 3.17.	1

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
9.2	El estampado de la identificación podrá hacerse en la base de sustentación, tapa o en el fondo.	El estampado se ubica en el cuerpo del extintor.	1
9.3	La altura mínima de las letras deberá ser de 4 m	Cumple.	1

Tabla 6.9. Requerimientos de la Norma COVENIN 2368-1986

FUENTE: COVENIN 2368-1986

Como se puede observar en la Tabla 6.9, que especifica las características de los cilindros metálicos de los extintores de polvo químico seco, los extintores cumplen con los requerimientos de esta norma; sin embargo, la mayoría de las especificaciones requieren ser evaluadas por personal y equipo especializado, por tratarse de la realización de diversos ensayos en los cilindros de los extintores que no fueron efectuados en este estudio.

VI.10 Extintores Portátiles. Inspección y Mantenimiento.

La Norma COVENIN 1213-1998 contempla los aspectos fundamentales que deben considerarse en la inspección y mantenimiento de extintores portátiles. Ver los requerimientos en la Tabla 6.10.

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
<i>Requisitos</i>			
5.1	Todo extintor deberá cumplir con la Norma COVENIN 1040.	Ver requerimientos en la Tabla 6.6.	N.A.
5.2	Todos los extintores se deben inspeccionar al instalarse, y realizar mantenimiento como mínimo una vez al año como se indica en la Tabla 1 de esta norma.	Requerimiento fuera del alcance del trabajo.	*

Tabla 6.10. Requerimientos de la Norma COVENIN 1213-1998

FUENTE: COVENIN 1213-1998

La norma establece la inspección detallada de cada parte que conforma al extintor y el adecuado mantenimiento en caso de avería, lo cual amerita la realización de numerosos ensayos que por su complejidad, no fueron realizados.

Resulta indispensable que al momento de la compra y la instalación de los extintores se realice la inspección exhaustiva de los mismos, para garantizar de esta manera que el equipo se encuentra en perfectas condiciones. Del mismo modo los responsables de la rehabilitación de la edificación, deben formular y ejecutar un plan de mantenimiento y recarga de los extintores ya sea con el fabricante o con alguna empresa competente.

VI.11 Detectores. Generalidades.

La Norma COVENIN 1176-1980 contempla las características generales necesarias para la selección, ubicación e instalación de los diferentes tipos de detectores utilizados en los sistemas de detección, señalización y alarma de incendio. Las disposiciones normativas se describen a continuación en la Tabla 6.11.

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
<i>Definiciones</i>			
3.1	Detector: Es un dispositivo automático diseñado para funcionar por la influencia de ciertos procesos físicos o químicos que procedan o acompañen cualquier combustión provocando así la señalización inmediata en el Tablero de Control para Sistemas de Detección y Alarma de Incendio.	Las oficinas del Rectorado, Secretaría, Vicerrectorado Académico y Administrativo, Tesorería, DTIC, RRHH (ala Este) y Consultoría Jurídica cuentan con sistema de detección.	1
		El Salón de Sesiones, pasillos principales, las oficinas de RRHH (ala Oeste), Departamento de Nómina, Comisión de Grado, Informática y Control de Estudios no cuentan con este sistema.	0
<i>Clasificación</i>			
4.1.1	Los detectores se clasifican según el fenómeno detectado en detector de calor, de humo o de llama.	La edificación cuenta con detectores de humo. Ver Anexo 3.18.	N.A.
<i>Requisitos</i>			
6.1	Los fabricantes deberán ofrecer una garantía por un período de un (01) año.	Se desconoce el período de garantía de los detectores.	/

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
6.2	El propietario debe garantizar la inspección y mantenimiento de los detectores por parte de la empresa instaladora u otro similar, mínimo una vez al año.	No se garantiza el mantenimiento una vez al año.	0
6.3	Los fabricantes de detectores que utilicen material radioactivo deben suministrar un certificado expedido por un organismo competente.	En el caso de usar detectores con material radioactivo, los fabricantes deben estar avalados por Sencamer.	1
6.4	Ubicación de acuerdo al tipo de detector.	La distancia de ubicación supera los 15 cm de las paredes adyacentes.	1
6.5	Distribución de acuerdo al tipo de detector.	Los detectores se ubican en los cielos rasos de las oficinas, por lo que se consideran techos horizontales lisos y la separación entre los detectores es menor a 10 m.	1
6.6	Para la instalación de los detectores se deberán utilizar cajetines y/o canalizadores apropiadas que permitan asegurar la continuidad mecánica.	Cumple.	1
6.7	El tipo de detector requerido en edificaciones construidas, en construcción y por construir según el tipo de ocupación y el riesgo que ofrezcan lo establece la Tabla 1.	Para este tipo de edificación se debe contar con detectores de humo por ionización y ópticos de humo y una combinación de estos con detectores de calor intercalados. El edificio solo posee detectores de humo por ionización.	0
7.1	Deberá tener marcada en idioma castellano y en color contrastante el tipo de detector, área máxima a proteger, temperatura ambiental permisible, nombre del fabricante, país de origen, número del modelo, especificación del uso de material radioactivo de ser el caso.	Alrededor del 70% de los detectores incumplen este requisito.	0

Tabla 6.11. Requerimientos de la Norma COVENIN 1176-1980

FUENTE: COVENIN 1176-1980

La edificación cumple el 56% de los requerimientos establecidos en la normativa. Cabe destacar que las oficinas de Comisión de Grado, Informática, Control de Estudios, el Salón de Sesiones, pasillos principales, las oficinas de Recursos Humanos (ala Oeste) y el Departamento de Nómina no cuentan con la instalación de detectores. Y en aquellas oficinas donde este sistema se encuentra instalado solo hay detectores de humo, cuando la norma establece para el tipo de ocupación la instalación de varios tipos.

Igualmente se puede observar en la Tabla 6.11, la norma exige la realización de una serie de ensayos que verificaran el adecuado funcionamiento de los detectores a instalar en la edificación; sin embargo, estos ensayos no fueron realizados debido a que se encuentran fuera del alcance de este trabajo especial además de requerir personal especializado para llevarlos a cabo.

VI.12 Extinción de Incendios en Edificaciones. Sistema Fijo de Extinción con Agua con Medio de Impulsión Propio.

La Norma COVENIN 1331-2001 establece las características mínimas que debe cumplir el sistema fijo de extinción con agua con medio de impulsión propio, utilizado para combatir incendios en edificaciones. En la Tabla 6.12 se presentan los requerimientos exigidos para este sistema.

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
<i>Clasificación</i>			
5.1	Clase I: Es aquel que utiliza bocas de agua con sus respectivas válvulas de 38,1mm (1½") de diámetro con sus correspondientes mangueras de diámetro de 38,1mm (1½") conectadas a la boca y colocadas en porta mangueras o arrolladas en espiral dentro del gabinete, arrolladas sobre un carrete circular.	La edificación cuenta con un sistema de extinción fijo con agua, que consiste en dos (02) mangueras por nivel conectadas a la red de agua y una siamesa.	1
		Tres (03) de los seis (06) cajetines no poseen mangueras.	0

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
<i>Materiales</i>			
6.1	La tubería debe ser de acero, o de cualquier otro material que cumpla con lo establecido en la presente norma.	La tubería es de acero.	1
<i>Requisitos</i>			
7.1.1	Los diámetros de las tuberías, deben estar basados en el diseño y cálculo hidráulico, en función de la presión y el caudal mínimos establecidos en la presente norma.	El diámetro de la tubería de aducción del edificio es de 4".	1
7.1.3	El sistema fijo de extinción con medio de impulsión propio, debe estar conectado al medio de impulsión del sistema de aguas blancas sanitarias, con una tubería de diámetro que pueda respaldar al máximo gasto del sistema sanitario.	El sistema fijo de extinción está directamente conectado a la red de abastecimiento de agua del edificio.	0
7.1.4	En la tubería de descarga del medio de impulsión se debe instalar: Una válvula de retención, una de compuerta, señalización, un sensor de flujo, una tubería de prueba, una válvula de drenaje, dispositivos como: manómetro, presostato.	La tubería de descarga sólo posee una válvula de compuerta.	0
7.1.5	La tubería del sistema debe pintarse de color rojo.	La tubería visible no se encuentra pintada de color rojo.	0
7.2	El suministro de agua debe disponer de un medio de impulsión, podrá ser cualquiera de los siguientes: tanque de presión, tanque elevado, bomba.	El sistema de abastecimiento de agua trabaja por gravedad; por lo que se puede asumir como un tanque elevado.	1
7.3.1	La conexión siamesa, debe tener dos bocas de entrada de 63,5mm (2½") de diámetro con rosca hembra normalizada (NST) según se indica en la Tabla 3 y Figura 1 de esta norma y estar situada a nivel de la calle en un lugar visible de fácil acceso y a una distancia no mayor de 10m de la ubicación del cisterna o carro bomba.	Cumple. Ver Anexo 3.19.	1

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
7.3.2	La conexión siamesa, se debe instalar una válvula de retención antes de la conexión.	No cuenta con válvula de retención.	0
7.3.3	La conexión siamesa debe estar instalada a 0,75m sobre el nivel del piso, de forma tal que permita el libre acoplamiento de las mangueras.	La conexión se ubica a unos 50 cm sobre el nivel del piso.	0
7.4.1	Las bocas de agua deben estar distribuidas de forma tal, que la distancia real de recorrido entre cualquier punto y la boca de agua más cercana, no exceda la longitud de la manguera en dicha boca de agua.	Se cuenta con la instalación de dos bocas de agua por piso, pero actualmente sólo existe una manguera por nivel lo que ocasiona que el recorrido excede la longitud de la misma.	0
7.4.2	Se debe instalar la boca de agua en cada nivel de la edificación siempre y cuando la distancia de recorrido entre el punto más retirado de la boca de agua y ésta no exceda la longitud de la manguera.	Se cuenta con la instalación de dos bocas de agua por piso, pero actualmente sólo existe una manguera por nivel lo que ocasiona que el recorrido excede la longitud de la misma.	0
7.4.3	El diámetro de la boca debe ser de 38,1mm o 63,5mm con rosca normalizada y provista de las correspondientes conexiones.	El diámetro de la boca es de 63,5mm; cuenta con una válvula de compuerta y un acople para la manguera.	1
7.5	Manguera.	Tres (03) de los seis (06) cajetines no poseen mangueras. Ver Anexos 3.20 y 3.21.	0
7.6	Pitón.	Los tres (03) cajetines con mangueras poseen pitones.	1
7.7.1	El gabinete debe ser metálico, de color rojo, dotado de porta manguera y puerta de vidrio fácil de romperse.	Cumple.	1
7.7.2	Debe haber un gabinete por cada boca de agua, ubicado en vestíbulos o pasillos, empotrados o adosados a la pared.	Se cuenta con un gabinete por boca de agua empotrado en la pared.	1
7.7.3	El marco inferior debe estar a una altura de 0,80m y 1,00m.	Cumple.	1

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
7.8	Válvulas.	Sólo se cuenta con válvulas de compuerta en cada boca de agua.	0
7.9	Almacenamiento de agua.	El edificio no posee un tanque de almacenamiento.	0

Tabla 6.12. Requerimientos de la Norma COVENIN 1331-2001

FUENTE: COVENIN 1331-2001

En lo que respecta al sistema fijo de extinción con agua con medio de impulsión propio, cuyos requerimientos se describen en la Tabla 6.12, la edificación cumple en un 48% con los requisitos establecidos en la norma correspondiente. El edificio cuenta con un sistema de extinción que consiste en dos (02) mangueras por nivel conectadas a la red de agua y a una llave del tipo siamesa; sin embargo, sólo se poseen tres mangueras en la edificación, que se ubican en el primer piso ala Este, segundo piso ala Oeste y tercer piso ala Este. Es importante mencionar que las válvulas del sistema fijo de las cuales los camiones de bomberos se surten de agua, se encuentran clausuradas como mecanismos para solventar una avería del sistema que requiere mantenimiento.

Es de resaltar que esta norma se basa principalmente en criterios para el diseño inicial de cualquier edificación, en este caso como se pudo corroborar el proyectista consideró estos aspectos, pero actualmente no están en correcto funcionamiento por lo que incumplen la normativa.

VI.13 Código Eléctrico Nacional.

La Norma COVENIN 200-1999 establece las disposiciones que rigen las instalaciones de conductores, equipos eléctricos, cables de fibra óptica, equipos de comunicación en o sobre inmuebles de uso público, particulares y otras edificaciones. Ver requerimientos mínimos en la Tabla 6.13.

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
230.2	El número de acometidas en un edificio u otra estructura será alimentado por una sola acometida, con excepción de lo permitido en los artículos 230.2(A) y 230.4.	Se desconoce el número y tipo de acometidas.	/
400.1	Esta Sección establece los requisitos generales, aplicación y especificaciones de construcción de los cordones flexibles y de los cables flexibles.	Requisito fuera del alcance del trabajo.	*
402.1	Esta Sección establece los requisitos generales y especificaciones de construcción de los cables para artefactos y aparatos.	Requisito fuera del alcance del trabajo.	*
404.1	Las disposiciones de esta Sección aplicaran a suiches, dispositivos de conmutación e interruptores automáticos cuando son usados como suiches.	Los suiches ubicados en el pasillo principal del edificio están deteriorados, los ubicados en las oficinas internas están en buen estado.	N.A.
404.6(A)	Suiches de Cuchilla de un Solo Paso. Los suiches de cuchilla de un solo paso serán instalados de manera que la gravedad no tienda a cerrarlos.	Los suiches son accionados de manera manual.	1
404.8	Los suiches e interruptores automáticos utilizados como suiches serán ubicados de manera que puedan ser operados desde un lugar fácilmente accesible.	Todos los suiches se ubican a una altura de 1,35m.	1
406.1	Esta Sección establece los regímenes nominales, tipos e instalación de tomacorrientes, conectores de cordones y enchufes.	Algunos tomacorrientes se encuentran en mal estado. Ver Anexo 3.22.	N.A.
406.2(A)	Los tomacorrientes serán listados para el propósito y marcados con el nombre del fabricante o su identificación, y su régimen de tensión y corriente.	No cumple.	0

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
406.2(B)	Los tomacorrientes y los conectores de cordones tendrán un régimen no menor de 15 amperios para 125 voltios o de 15 amperios para 250 voltios.	Se desconoce el régimen de los tomacorrientes.	/
406.4	Los tomacorrientes serán montados en cajas o conjuntos diseñados para el propósito; tales cajas o ensambles estarán sujetos firmemente en sus sitios.	Los tomacorrientes se encuentran montados en cajas; no obstante, muchas de estas se encuentran oxidadas.	1
408.1	Esta Sección establece disposiciones para los tableros de distribución llamados también Centros de Fuerza y Distribución, instalados para el control de los circuitos de alumbrado y potencia.	Los tableros con posibilidad de acceso, se encuentran en buen estado.	N.A.
408.4	Los circuitos de un tablero y las modificaciones de los circuitos serán identificados de manera legible en cuanto a su finalidad o uso.	Los circuitos se encuentran debidamente identificados.	1
408.5	Los tableros serán ubicados en forma tal que se reduzca al mínimo la probabilidad de daños por equipos o procesos.	Los tableros cuentan con tapas de acero para su protección. Ver Anexo 3.23.	1
408.7	Los tableros de distribución serán instalados de modo tal que se reduzca la probabilidad de propagar fuego a materiales combustibles adyacentes.	Los tableros se ubican alejados de material combustible.	1
410.1	Esta Sección trata sobre las luminarias, portalámparas, apliques, bombillos de filamento incandescente, lámparas de arco, lámparas de descarga eléctrica, el cableado y los equipos que forman parte de dichas lámparas, así mismo la instalación de luminarias y sistemas de iluminación.	Algunas de las lámparas ubicadas en el pasillo principal se encuentran en mal estado.	N.A.

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
410.5	Estas luminarias serán construidas, instaladas o equipadas con pantallas u otras protecciones de manera que los materiales combustibles no estén expuestos a temperaturas mayores a 90°C (194°F).	La mayoría de las lámparas se encuentran protegidas. Ver Anexos 3.24 y 3.25.	1
410.22	El cableado interno o externo de las luminarias, estará ordenado en forma nítida y no estará expuesto a daños físicos. Se evitará el cableado en exceso.	Cumple.	1

Tabla 6.13. Requerimientos de la Norma COVENIN 200-1999

FUENTE: COVENIN 200-1999

El cumplimiento de esta norma fue de 89% como se observa en la Tabla 6.13. Los tableros de la edificación se ubican en zonas seguras y cuentan con adecuada protección y los mismos tienen identificados los circuitos tal como lo establece la normativa. Cabe destacar que algunos suiches y tomacorrientes se encuentran en mal estado, al igual que algunos cables que están visibles sin la debida protección y mantenimiento (Ver Anexo 3.26), todos estos elementos se ubican a lo largo del pasillo principal, en el hall de ascensores y en los accesos a la escalera principal por lo que se requiere de la rehabilitación de los mismos.

VI.14 Tablero Central de Detección y Alarma de Incendio.

La Norma COVENIN 1041-1999 contempla las características mínimas de diseño y funcionamiento que deben cumplir los tableros centrales de control destinados al uso de sistemas de detección y alarma de incendios. Los requisitos normativos se presentan a continuación en la Tabla 6.14.

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
<i>Condiciones Generales</i>			
4.1.1	Controlar y supervisar sus circuitos internos y de las líneas externas.	Cumple.	1
4.1.2	Contener los equipos y dispositivos necesarios.	Cumple.	1

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
4.1.3	Accionar funciones auxiliares.	Cumple.	1
4.1.4	Contener los dispositivos necesarios para silenciar, probar, reponer o indicar cualquier operación normal o anormal en circuitos internos o en líneas externas.	Cumple. Ver Anexo 3.27.	1
4.1.5	Ninguna parte eléctrica deberá estar expuesta a tierra.	Cumple.	1
4.1.6	Debe operar normalmente con valores de tensión entre el 85% y el 110% del valor nominal de alimentación.	Se desconoce la tensión de operación.	/
4.4.1	Señal de avería.	Cumple.	1
4.4.2	Señal de alarma previa.	Cumple.	1
4.4.3	Señal de alarma general.	Cumple.	1
<i>Requisitos</i>			
5.2	El tablero no debe presentar ninguna señal de alarma durante o después de ser sometido al ensayo de impacto y vibraciones especificado en el artículo 6.1.	Ver artículo 6.1. Explica el ensayo de impacto y vibraciones.	N.A.
5.3	No debe presentar ninguna señal de alarma durante el ensayo de variación de tensión especificado en el artículo 6.2.	Ver artículo 6.2. Explica el ensayo de variación de tensión.	N.A.
5.4	No debe presentar ninguna señal de alarma durante el ensayo de temperatura especificado en el artículo 6.3.	Ver artículo 6.3. Explica el ensayo de temperatura.	N.A.
6.1	Ensayo de resistencia al impacto y vibraciones.	El requisito se encuentra fuera del alcance del trabajo.	*
6.2	Ensayo de funcionamiento ante variaciones de tensión.	El requisito se encuentra fuera del alcance del trabajo.	*
6.3	Ensayo de temperatura elevada.	El requisito se encuentra fuera del alcance del trabajo.	*
7.1	Cada tablero debe ser marcado con el nombre del fabricante, fecha de fabricación, país de origen y modelo del tablero.	Están debidamente identificados.	1

Tabla 6.14. Requerimientos de la Norma COVENIN 1041-1999

FUENTE: COVENIN 1041-1999

En la Tabla 6.14 se puede observar que la norma exige la realización de varios ensayos a los tableros centrales de detección y alarma de incendios para verificar su correcto funcionamiento; no obstante, estos ensayos no fueron realizados debido a su complejidad. Cabe destacar que el fabricante debió practicarle todos los ensayos que establece la norma, para garantizar la operatividad de estos dispositivos.

Es importante resaltar que el tablero central ubicado en las oficinas del Vicerrectorado Administrativo se encuentra averiado, por lo cual actualmente está silenciado de modo que no emita la señal característica de falla; este tablero requiere el mantenimiento adecuado para solventar este problema.

VI.15 Guía para la Inspección del Sistema de Prevención y Protección Contra Incendios para Industrias y Comercios.

La Norma COVENIN 1764-1998 establece una guía para la inspección de los sistemas de prevención y protección contra incendios, que deben ser instalados en las edificaciones según el tipo de ocupación.

La edificación no posee una guía para la inspección de los sistemas de prevención y protección contra incendios, por lo que no se realizó la evaluación detallada de cada uno de los requisitos exigidos por la norma.

VI.16 Guía para la Elaboración de Planes para el Control de Emergencias.

La Norma COVENIN 2226-1990 contempla aspectos generales para el control de cualquier situación de emergencia originada por fallas operacionales, por la naturaleza o por aspectos de terceros, en cualquier instalación industrial, centro de trabajo, edificación pública o privada. Además, establece los lineamientos para la elaboración de un plan para el control de emergencias.

Los planes de control de emergencias tienen como objetivos primordiales salvaguardar vidas, atender oportunamente a los lesionados, garantizar la seguridad del personal involucrado, proteger las instalaciones, bienes materiales, al ambiente y a terceros,

no desencadenar riesgos mayores y restablecer la normalidad lo más pronto posible. El Edificio del Rectorado no posee un plan para el control de emergencias que garantice los aspectos antes mencionados; en consecuencia, no se realizó la evaluación detallada de cada uno de los requisitos exigidos por dicha norma.

VI.17 Entorno Urbano y Edificaciones. Accesibilidad para las Personas.

La Norma COVENIN 2733-2004 establece los principios generales para el diseño, proyecto, construcción, remodelación y adecuación de edificaciones y el medio urbanístico en el ámbito nacional, para evitar las barreras físicas y que dichos espacios sean completamente accesibles y transitables con autonomía, comodidad y seguridad por las personas. La adecuación de las edificaciones existentes anteriormente mencionada, involucra el estudio y/o proyecto a ser implementado conforme a criterios de funcionalidad y viabilidad técnicas y económicas.

Los requerimientos mínimos se muestran en la Tabla 6.15.

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
<i>Requisitos</i>			
4.2.1	Los accesos a las edificaciones deben disponer de rampas conjuntamente con escaleras en los desniveles entre la acera y la edificación a nivel de planta baja, e internamente en ésta última hasta los medios de circulación vertical.	Posee una rampa de acceso en la fachada norte (desde Plaza del Rectorado). Ver Anexo 3.28.	1
4.2.2.a	Pasillos bien iluminados natural y/o artificialmente.	Poseen buena iluminación durante la jornada laboral.	1
4.2.2.b	Ancho libre de los pasillos mínimo 1,50 m.	El pasillo principal tiene un ancho libre de 3,0 m. Los pasillos internos de las oficinas del Rectorado, Consultoría Jurídica, RRHH tienen un ancho menor a 1,50 m.	0

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
4.2.2.c	En los extremos de los pasillos debe preverse el giro de una persona en silla de ruedas, para lo cual en cada extremo del pasillo se debe disponer un diámetro libre mínimo de 1,50 m.	El pasillo principal tiene un ancho libre de 3,0 m.	1
4.2.2.d	Zócalos de h=30 cm, en las paredes de los pasillos.	No hay zócalos.	0
4.2.2.e	Para transferir las diferencias de nivel deben colocarse rampas.	No se cuenta con rampas.	0
4.2.2.f	Los pasillos deben contar con luces de emergencia con energía propia para casos de apagones o siniestros.	Las lámparas de emergencia se encuentran instaladas en los pasillos, pero no funcionan. Ver Anexo 3.7.	0
4.2.2.g	La superficie de los pisos debe ser lisa y antirresbalante, y se debe colocar cambios de textura y/o color como código de alerta en los ingresos a espacios.	El piso de cada espacio tiene un acabado superior diferente.	1
4.2.2.h	Debe evitarse el uso de alfombras sueltas.	No hay alfombras sueltas.	1
4.2.3.a	Las escaleras de uso público deben tener un ancho mínimo de 1,20 m.	La escalera principal tiene 1,70m de ancho y las escaleras N° 2 y N° 3 miden 1,20 m.	1
4.2.3.b	La superficie de la huella debe ser antirresbalante y señalar el borde de la misma.	Cumple. Ver Anexo 3.29.	1
4.2.3.c	Los peldaños: entre 28 y 32 cm de huella y entre 14 y 18 cm de contrahuella, sin salientes.	Cumple.	1
4.2.3.d	En las construcciones nuevas, la primera y la última huella deben quedar a nivel con los pisos que conectan.	Cumple.	1
4.2.3.e	La contrahuella debe ser llena (no vacía) con tope para el pie del usuario.	La contrahuella es llena. Ver Anexo 3.29.	1
4.2.3.f	La escalera debe disponer de pasamanos en toda su longitud, en ambos sentidos de circulación, a una altura entre 80 y 90 cm, medidos desde la superficie del piso.	Los pasamanos se encuentran a una altura de 70 cm.	0

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
4.2.4	Cuando sean necesarias para seguridad de las personas, deben disponerse barandas firmes en rampas y/o escaleras cuya altura se ubique entre 80 y 90 cm, capacidad de carga ≥ 150 Kgf y distanciamiento entre barras ≤ 15 cm.	No se cuenta con rampas. En las escaleras los pasamanos se encuentran a 70 cm. La capacidad de carga y el distanciamiento entre barras se desconoce.	0
4.2.5.1.a	Las puertas de una sola hoja deben tener un ancho mínimo de 90 cm.	Cumple.	1
4.2.5.1.b	Las puertas de dos hojas, al menos una de ellas debe tener un ancho mínimo de 90 cm.	Las puertas con dos hojas, ambas miden 90 cm de ancho.	1
4.2.5.1.c	Los sistemas manuales de apertura y cierre de puertas deben ser tipo palanca y colocados a una altura de 90 cm sobre el nivel del piso.	Las puertas no tienen sistemas de apertura tipo palanca. Ver Anexo 3.30.	0
4.2.8.1	En las entradas a los servicios sanitarios de uso público así como en las de cada recinto privado accesible a una persona en silla de ruedas dentro de dichos servicios sanitarios, debe colocarse el símbolo internacional de accesibilidad.	No posee señalización de accesibilidad.	0
4.2.8.2	Los lavamanos deben estar libres de obstáculos en su parte inferior, a excepción de las tuberías correspondientes, permitiendo su uso a personas en silla de ruedas. La altura del borde inferior o de cualquier otro accesorio debe estar entre 70 y 75 cm. Al menos un grifo de los lavamanos debe ser de tipo palanca.	Los lavamanos están libres de obstáculos en su parte inferior. Ningún grifo es tipo palanca.	0
4.2.8.3	Dentro de cada recinto privado accesible a una persona en silla de ruedas, deben colocarse barras de sostén ubicadas en las paredes adyacentes.	Sólo en una pared del recinto privado se cuenta con barras.	0

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
4.2.8.4	Los accesorios sanitarios deben ubicarse a una altura máxima de 1,00 m.	Se ubican a 1,0 m de altura (borde inferior).	1
4.2.8.5.a	El recinto utilizable por la persona en silla de ruedas se ubicará lo más lejos posible de la entrada principal del sanitario.	Cumple.	1
4.2.8.5.b	Las dimensiones mínimas del recinto privado deben ser de 1,75 m de ancho y 1,55 m de largo.	Las dimensiones del recinto privado son 0,85 m de ancho y 1,45 m de largo.	0
4.2.8.5.c	La puerta del recinto debe tener un ancho mínimo de 90 cm con apertura hacia afuera.	La puerta tiene de ancho 60cm.	0
4.2.8.5.d	Se debe prever un espacio lateral para transferencia desde la silla al WC.	No se cuenta con espacio de transferencia.	0
4.2.8.5.e	Debe disponer de un espacio de giro y maniobra entre las piezas y las puertas de 1,5 m.	No cumple.	0
4.2.8.7.a	En las duchas los grifos deben ser tipo palanca.	No se cuenta con duchas.	0
4.2.8.7.b	Se recomienda la instalación de regaderas tipo teléfono.	No se cuenta con duchas.	0
4.2.8.7.c	El espacio del sector de la ducha, debe ser suficiente de modo que una persona sentada en una silla pueda practicar su higiene.	No se cuenta con duchas.	0
4.2.8.7.d	Deben instalarse barras de sostén en las paredes adyacentes con las mismas especificaciones dadas en 4.2.8.3	No se cuenta con duchas.	0
4.2.8.7.e	En los sectores de ducha dispuestos para el uso de personas con discapacidad no se deben colocar brocales ni ningún tipo de obstáculos en el piso.	No se cuenta con duchas.	0
4.2.8.7.f	El acceso a la ducha debe ser sin desniveles, con pendiente suave hacia drenaje.	No se cuenta con duchas.	0
4.2.8.7.g	El piso de la ducha debe ser antirresbalante.	No se cuenta con duchas.	0

Artículo	Descripción	Evaluación	Indicador
4.2.8.9	Las cerraduras de ventanas, controles y accesorios que puedan ser manipulados por los usuarios, se deben colocar a una altura comprendida entre 0,50 m y 1,20 m.	Las cerraduras de las ventanas que dan hacia el pasillo principal se ubican a 2,0 m del nivel del piso.	0
4.2.8.10.a	La altura de las tomas de electricidad y de comunicaciones deben situarse entre 75 y 90 cm por encima del nivel del piso.	Se ubican a una altura de 41 cm.	0
4.2.8.10.b	La altura de los tomacorrientes de los circuitos de iluminación debe situarse entre 90 a 110 cm por encima del nivel del piso.	Se ubican a 1,35 m.	0

Tabla 6.15. Requerimientos de la Norma COVENIN 2733-2004

FUENTE: COVENIN 2733-2004

El Edificio del Rectorado cumple 13 tópicos de los 38 evaluados, resultando un 37% de cumplimiento de la norma, ante esto se puede decir que la edificación no es apta para ser usada por de personas con discapacidad. Es importante señalar que el ingreso de personas en silla de ruedas a la edificación se puede efectuar a través del hall de ascensores; sin embargo, los mismos no pueden ser considerados medios de escape al momento de suscitarse alguna emergencia por lo que estas personas no pueden ser evacuadas efectivamente por no existir rampas que comuniquen los distintos niveles.

VI.18 Resumen del Cumplimiento de las Normas COVENIN.

La edificación fue concebida desde su diseño original, con todos los sistemas de protección activa contra incendios y las modificaciones que se le han realizado a lo largo de los años colaboran con la protección de la estructura ante siniestros de esta naturaleza. Sin embargo, por falta de inspección al momento de la instalación de los dispositivos aunado a la carencia de un efectivo mantenimiento a los mismos, han ocasionado que estos sistemas actualmente se encuentren inoperativos.

En la Tabla 6.16, se presenta un resumen del porcentaje de cumplimiento de las normas evaluadas.

<i>Código</i>	<i>Norma COVENIN</i>	<i>Porcentaje de Cumplimiento</i>
187-2003	Colores, símbolos y dimensiones para señales de seguridad.	56%
200-1999	Código Eléctrico Nacional.	89%
644-1978	Puertas resistentes al fuego. Batientes.	67%
758-1989	Estación manual de alarma.	65%
810-1998	Características de los medios de escape en edificaciones según el tipo de ocupación.	46%
823-1988	Guía instructiva sobre sistemas de detección, alarma y extinción de incendios.	50%
1040-1989	Extintores portátiles. Generalidades.	100%
1041-1999	Tablero central de detección y alarma de incendio.	100%
1114-2000	Extintores. Determinación del potencial de efectividad.	*
1176-1980	Detectores. Generalidades.	56%
1213-1998	Extintores portátiles. Inspección y mantenimiento.	*
1331-2001	Extinción de incendios en edificaciones. Sistema fijo de extinción con agua con medio de impulsión propio.	48%
1764-1998	Guía para la inspección del sistema de prevención y protección contra incendios para industria y comercio.	0%
2226-1990	Guía para la elaboración de planes para el control de emergencias.	0%
2368-1986	Cilindros metálicos para extintores de polvo químico seco.	100%
2605-1989	Extintores manuales portátiles de polvo químico seco. Presurización directa e indirecta.	100%
2733-2004	Entorno urbano y edificaciones. Accesibilidad para personas.	37%

Tabla 6.16. Cuadro Resumen para verificar el Cumplimiento de las Normas
FUENTE Propia

Luego de la inspección realizada a la edificación se pudo verificar cuantitativamente que el Edificio del Rectorado no satisface los requerimientos mínimos relacionados con la accesibilidad para personas a la edificación y con el sistema fijo de extinción con agua con medio de impulsión propio, correspondientes a las Normas COVENIN 2733-2004 y 1331-2001 respectivamente, siendo las normativas con menor porcentaje de cumplimiento conjuntamente con la carencia por parte del edificio de guías para la inspección del sistema de prevención y protección contra incendios y guías para la elaboración de planes para el control de emergencias.

CONCLUSIONES

El objetivo primordial de este Trabajo Especial de Grado es la realización del Análisis Sísmico y de Riesgos de Funcionamiento del Edificio del Rectorado, para lograr la evaluación sísmica se empleó el recálculo de la estructura aplicando el protocolo establecido por trabajos de investigación anteriores del Departamento de Ingeniería Estructural. Para ello, se recopiló la información planimétrica necesaria, igualmente se realizó un levantamiento de daños en elementos estructurales y no estructurales, se simuló un modelo de la edificación con el programa ETABS v9.7 y por último, se presentaron los resultados del Factor de Resistencia (F_r) de las Columnas y la correspondiente verificación de las áreas de acero requeridas por las columnas y vigas. Para el segundo análisis, se efectuó una inspección visual de los medios de escape, señalización de emergencia, sistemas de detección, alarma y extinción contra incendios.

Del análisis estructural se determinó que la edificación no cumple con las dimensiones de sus elementos, tampoco con las áreas de acero mínimas requeridas según la Norma FONDONORMA 1753-2006. Por medio de la evaluación del Edificio del Rectorado, se estimó que la edificación es vulnerable ante solicitaciones sísmicas, del mismo modo se consideró a la estructura poco rígida por lo que sus desplazamientos laterales al producirse un evento sísmico superan los valores límites aceptables por la normativa.

De las inspecciones visuales realizadas al Edificio del Rectorado, se pudo identificar el estado de deterioro presente en columnas y vigas que se encuentran expuestas al medio ambiente, destacándose en estos elementos la presencia de daños como poros, corrosión, inclusive factores como la humedad y el crecimiento vegetal se manifestaron principalmente en las vigas de la fachada sur de la edificación. Se debe resaltar que los elementos visibles de la estructura interna se encuentran en buenas condiciones; sin embargo, la mayoría de los elementos no se pueden apreciar debido a los cerramientos de mampostería y cielo raso del edificio. Cabe destacar que existe desprendimiento de mosaicos en paredes y columnas, al igual que el acabado superior de la losa de la entrada

principal en planta baja se encuentra manchado producto de los múltiples incendios, provocados por los atentados de los que ha sido víctima la edificación.

Una vez detalladas las patologías de los elementos estructurales y no estructurales, se procedió a efectuar el recálculo de la edificación basado en lo establecido en la Norma FONDONORMA 1753-2006, con el objetivo de contrastar los requerimientos de acero y dimensiones de los elementos estructurales del edificio con las áreas resultantes del cálculo con el programa ETABS v9.7.

En cuanto a las propiedades dinámicas obtenidas en los modelos matemáticos analizados, se debe resaltar las siguientes características:

- El Modelo 2 (M2) arrojó resultados de Períodos y Valores Límites superiores en comparación con los otros dos modelos (M1 y M3) del Módulo B, al aplicarle la Inercia Reducida tanto en vigas y columnas de la estructura haciéndola más flexible.
- Con la incorporación de la mampostería disminuyó el Período y los Valores Límites de la estructura debido a la rigidez que aportan las paredes; sin embargo, se sabe que la mampostería no es capaz de resistir fuerzas a tracción ante la ocurrencia de un evento sísmico.
- Los Valores Límites obtenidos superaron el Valor Límite establecido por la normativa de 12‰, para edificaciones pertenecientes al Grupo A.

Del contraste de las áreas de acero arrojadas en el recálculo de la estructura con las especificadas en los planos de la edificación, se pudo concluir:

El área de acero requerido para las vigas que conforman la estructura resultó mayor que el área utilizada para la construcción de dichos elementos. Se determinó que un ochenta y tres por ciento (83%) de las vigas, no cuentan con suficiente acero longitudinal.

Las columnas de la estructura no cumplen con las áreas de acero necesarias para resistir las diversas sollicitaciones tanto gravitacionales como sísmicas, es importante resaltar que en la mayoría de las columnas el acero longitudinal resultante del cálculo

estructural excede la cuantía máxima exigida por las normas vigentes; es por ello, que se precisó que el cien por ciento (100%) de las columnas requieren más acero del que efectivamente emplearon para su construcción.

Igualmente, el chequeo del Factor de Resistencia (Fr) reflejó que el cien por ciento (100%) de las columnas no cuenta con la resistencia necesaria para soportar las sollicitaciones de diseño establecidas en las normativas actuales.

Como se ha hecho referencia anteriormente, tanto la Universidad Central de Venezuela y el Edificio del Rectorado han sido objeto de hechos violentos, por tal motivo se hace necesario contar con medidas provisorias, como son: la educación de la población, la adecuación de los medios de escape y de zonas seguras para los usuarios de la edificación. Asimismo, los equipos y dispositivos capaces de mitigar los riesgos producto de la ocurrencia de situaciones de emergencia, deben encontrarse en perfecto estado y funcionamiento, así como ser actualizados con el tiempo y asegurarle el adecuado mantenimiento.

El Edificio del Rectorado, cuyo uso es netamente de oficina, cuenta con una sola salida considerada como principal a través de una escalera en forma de caracol, dicha forma no es permitida por la Norma COVENIN 810-1998 como escalera principal por no cumplir entre otras cosas con los ángulos de escalones y descansos exigidos por esta normativa; sin embargo, cumple con los requisitos de ancho, cerramiento y comunicación establecidos. De igual forma, las puertas de salida no abren en el sentido de evacuación y sus medidas no corresponden con el dimensionamiento de acuerdo a la densidad de ocupación del edificio, la iluminación es escasa en el núcleo de circulación vertical, la distancia de recorrido es mayor a la permitida, el edificio no cuenta con la señalización suficiente y aquellas que rotulan condiciones de seguridad no son del color exigido por la Norma COVENIN 187-2003, los pasillos externos a las oficinas poseen un ancho mayor al mínimo; no obstante, éste se reduce producto de la presencia de mobiliarios en las áreas de recepción.

En cuanto a los sistemas de alarma, detección y extinción de incendios el edificio en su concepción y diseño original incorporó estas instalaciones; sin embargo, actualmente por

falta de mantenimiento muchos de estos equipos se encuentran fuera de funcionamiento. Por ejemplo, el edificio cuenta con un sistema fijo de agua con medio de impulsión propio y una siamesa, pero de los seis (6) cajetines dispuestos para las mangueras sólo tres (3) de éstos poseen las mangueras instaladas, lo que puede ocasionar que se exceda la longitud de ésta al requerirse para solventar alguna emergencia. Con respecto a los extintores, sistemas manuales de alarma de incendios y detectores son equipamientos que solo pocas oficinas cuentan por lo menos con uno de ellos, como es el caso de la Dirección de Tecnología, Información y Comunicaciones (DTIC), Rectorado UCV, Secretaría UCV, Vicerrectorado Académico y Administrativo UCV y Recursos Humanos (Ala este).

RECOMENDACIONES

Del estudio al Edificio del Rectorado enmarcado en este Trabajo Especial de Grado permite realizar las siguientes recomendaciones:

- De acuerdo con los resultados arrojados por esta investigación se evidencia que el Edificio del Rectorado no es capaz de disipar eficientemente la energía, por lo cual se hace necesario profundizar la evaluación del comportamiento estructural de la edificación, a través de estudios que permitan plantear un adecuado proyecto de refuerzo estructural. Es importante recordar que este edificio al ser parte del patrimonio edificado de la Ciudad Universitaria de Caracas, requiere de una adecuación especial para preservar esta condición al mismo tiempo de hacerla competente ante un sismo.
- Igualmente, es conveniente realizar un modelo matemático en donde se simule la acción del fuego en el progresivo desgaste de la calidad de los materiales debido a que la estructura ha estado sometida a incendios, producto de sucesos violentos.
- En cuanto a las amenazas producto de la ocurrencia de hechos violentos, es importante adecuar funcionalmente a la edificación en lo que respecta al cumplimiento de las normas de seguridad industrial. Además de realizar simulacros de desalojo e informar a las personas que laboran en la edificación como medida de prevención ante cualquier evento de este tipo.
- Igualmente es necesario realizar los mantenimientos preventivos y correctivos a los equipos destinados a la detección, alarma y extinción de incendios. De igual forma es aconsejable efectuar con el personal técnico capacitado los diferentes ensayos de funcionamiento de los sistemas contra incendios previstos en las normas pertinentes.
- Apoyar una campaña informativa de concientización a las autoridades competentes y a los usuarios de la edificación sobre los riesgos a los que están expuestos.

REFERENCIAS

- 1) Acero B., María H. y Domínguez F., Jennifer (2005) "Estudio Geológico, Geotécnico y Evaluación de las condiciones del terreno que constituye el campus de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC)". Trabajo especial de grado no publicado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- 2) Cabral, Carlos; Figueroa, Alejandra (2011). "Análisis Estructural del Edificio de Comunicaciones ubicado en la Ciudad Universitaria de Caracas". Trabajo especial de grado no publicado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- 3) Castaldo, Gennaro (2010). "Análisis Estructural del Edificio Sede del Laboratorio de Ciencias de la Ciudad Universitaria de Caracas". Trabajo especial de grado no publicado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- 4) Luis, Renghild; Reigadas, Luis (2006). "Evaluación Estructural del Edificio Sede de las Escuelas de Artes, Estadísticas y Ciencias Actuariales de la Ciudad Universitaria de Caracas". Trabajo especial de grado no publicado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- 5) Nunes Monteiro, Vasco (2008). "Evaluación Estructural del Edificio Sede Principal de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales". Trabajo especial de grado no publicado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- 6) Norma COVENIN: 187-2003. "Colores, símbolos y dimensiones para señales de seguridad". Norma Venezolana
- 7) Norma COVENIN: 200-199. "Código Eléctrico Nacional.". Norma Venezolana
- 8) Norma COVENIN: 644-1978. "Puertas resistentes al fuego. Batientes". Norma Venezolana
- 9) Norma COVENIN: 758-1989. "Estación manual de alarma". Norma Venezolana

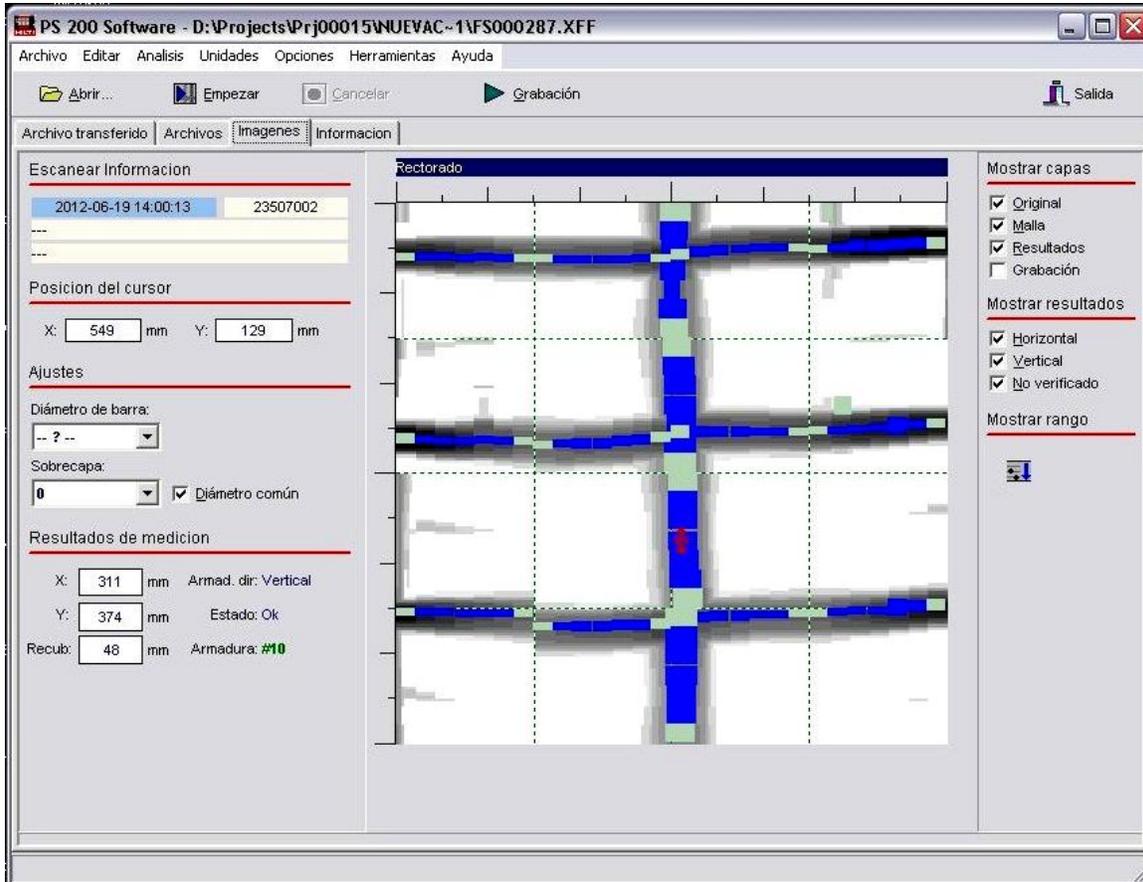
- 10) Norma COVENIN: 810-1998. "Características de los medios de escape en edificaciones según el tipo de ocupación". Norma Venezolana
- 11) Norma COVENIN: 823-1988. "Guía instructiva sobre sistemas de detección, alarma y extinción de incendios". Norma Venezolana
- 12) Norma COVENIN: 1040-1989. "Extintores portátiles. Generalidades". Norma Venezolana
- 13) Norma COVENIN: 1041-199. "Tablero central de detección y alarma de incendio". Norma Venezolana
- 14) Norma COVENIN: 1114-2000. "Extintores. Determinación del potencial de efectividad". Norma Venezolana
- 15) Norma COVENIN: 1176-1980. "Detectores. Generalidades". Norma Venezolana
- 16) Norma COVENIN: 1213-1998. "Extintores portátiles. Inspección y mantenimiento". Norma Venezolana
- 17) Norma COVENIN: 1331-2001. "Extinción de incendios en edificaciones. Sistema fijo de extinción con agua con medio de impulsión propio". Norma Venezolana
- 18) Norma COVENIN: 1756-2001. "Edificaciones Sismorresistentes". Norma Venezolana
- 19) Norma COVENIN: 1764-1998. "Guía para la inspección del sistema de prevención y protección contra incendios para industria y comercio". Norma Venezolana
- 20) Norma COVENIN: 2226-1990. "Guía para la elaboración de planes para el control de emergencias". Norma Venezolana
- 21) Norma COVENIN: 2368-1986. "Cilindros metálicos para extintores de polvo químico seco". Norma Venezolana

- 22) Norma COVENIN: 2605-1989. "Extintores manuales portátiles de polvo químico seco. Presurización directa e indirecta". Norma Venezolana
- 23) Norma COVENIN: 2733-2004. "Entorno urbano y edificaciones. Accesibilidad para personas". Norma Venezolana
- 24) Norma FONDONORMA: 1753-2006 "Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural" (1ª Revisión)
- 25) (2012) Google Earth. Escala: S/E. Mapa Fotográfico: Plano de ubicación del Edificio del Rectorado de la Ciudad Universitaria de Caracas.
- 26) COPRED – Consejo de Preservación y Desarrollo de la UCV. Disponible: <http://www.ucv.ve>. Consultado: 18/01/2012
- 27) Departamento de Ingeniería de Materiales y Fabricación, Universidad Politécnica de Cataluña (España). Disponible: <http://www.dimf.upct.es>. Consultado: 19/01/2012
- 28) Dirección de Información y Comunicaciones. “Cronología de Hechos Violentos en la UCV”. Disponible: <http://portal.ucv.ve>. Consultado: 19/01/2012
- 29) Dirección Nacional de Protección Civil y Administración de Desastres. Disponible: <http://www.pcivil.gob.ve>. Consultado: 29/01/12
- 30) Reque, Kelly (2006). “Diagnóstico Preliminar de la Vulnerabilidad para Establecimientos de Salud en el Perú.” Disponible: <http://www.minsa.gob.pe>. Consultado: 13/02/2012
- 31) UNESCO – Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Disponible: <http://www.unesco.org>. Consultado: 21/01/2012

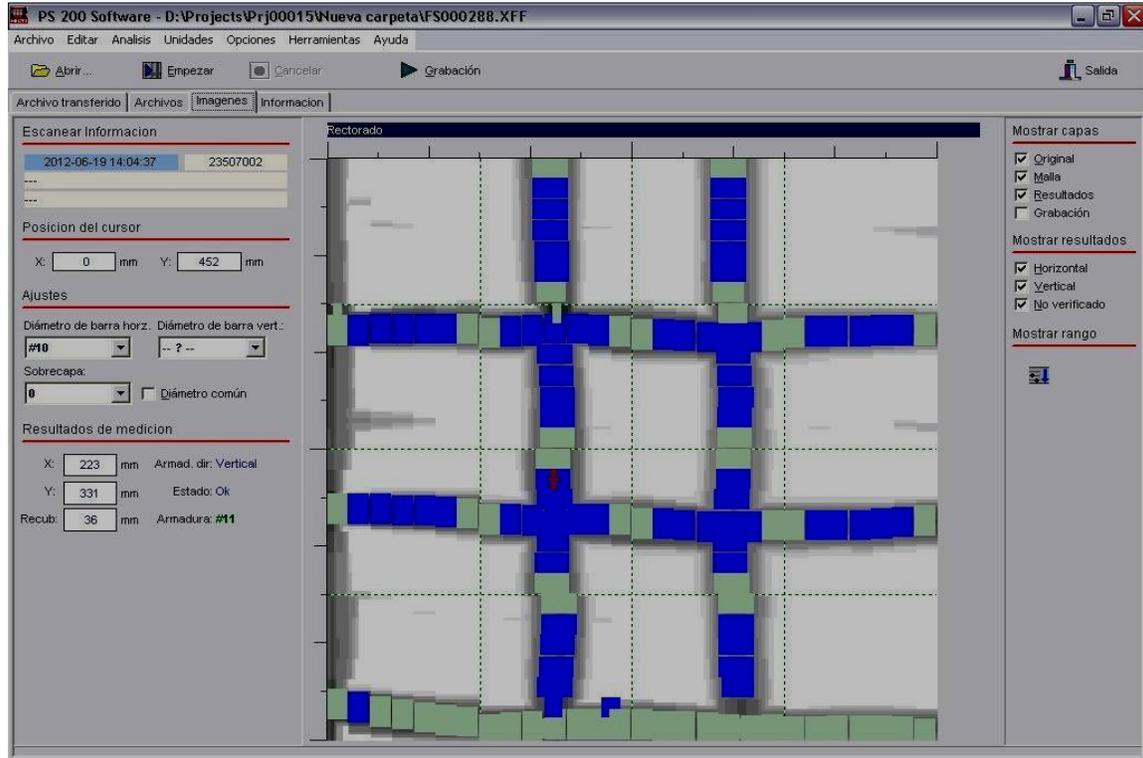
Anexos

Anexo 1. Radiografías obtenidas con el equipo Ferroskan PS200 de los elementos estructurales del Edificio del Rectorado.

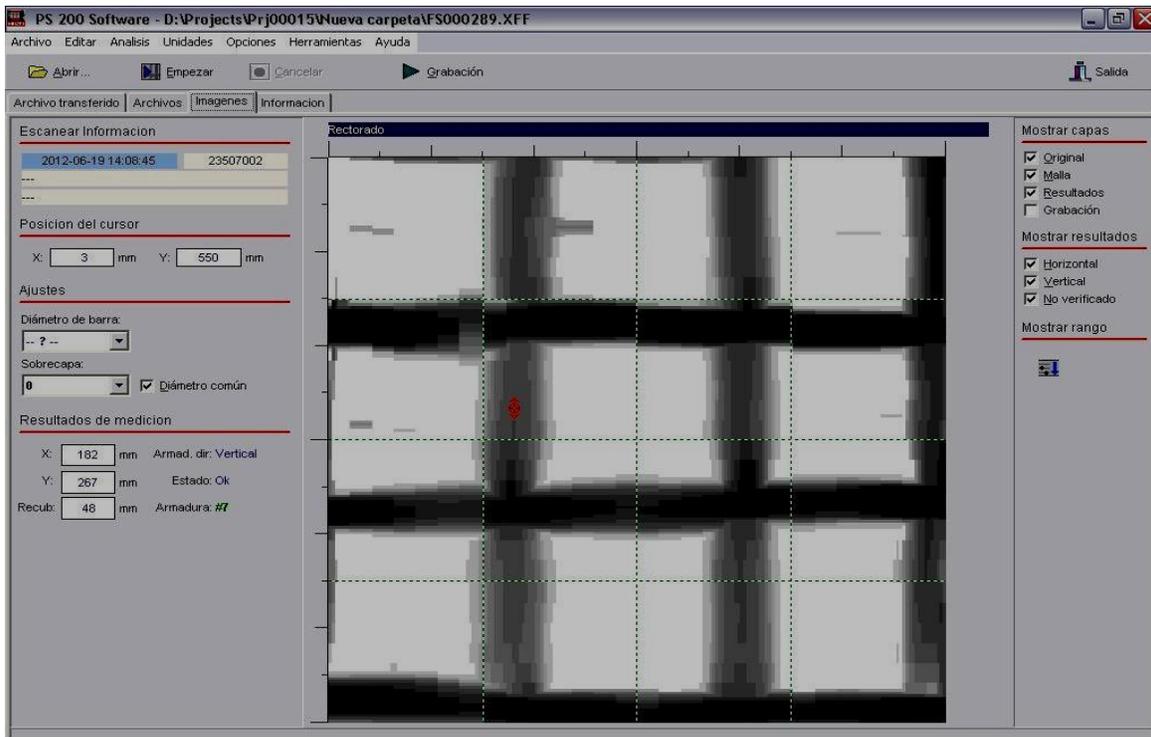
Anexo 1.1. Radiografía del Ferroskan PS200 del Acero Longitudinal de la Columna 1C1E.



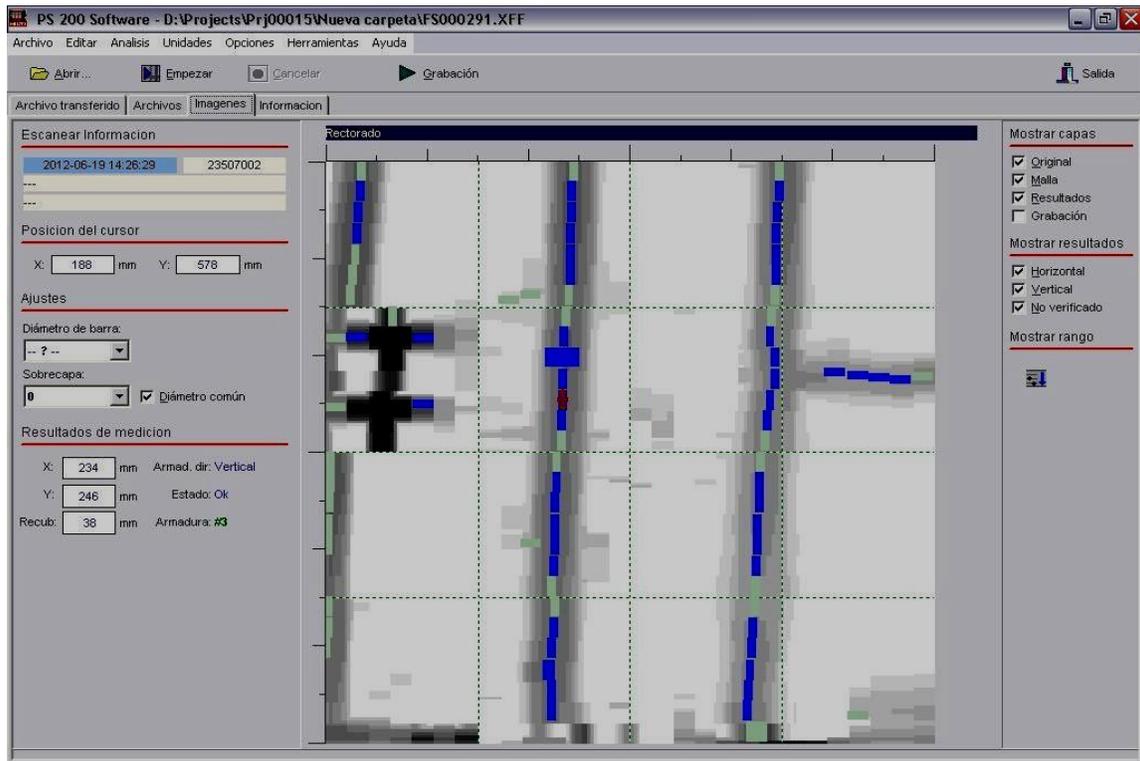
Anexo 1.2. Radiografía del Ferroskan PS200 del Acero Longitudinal de la Columna 1C9B.



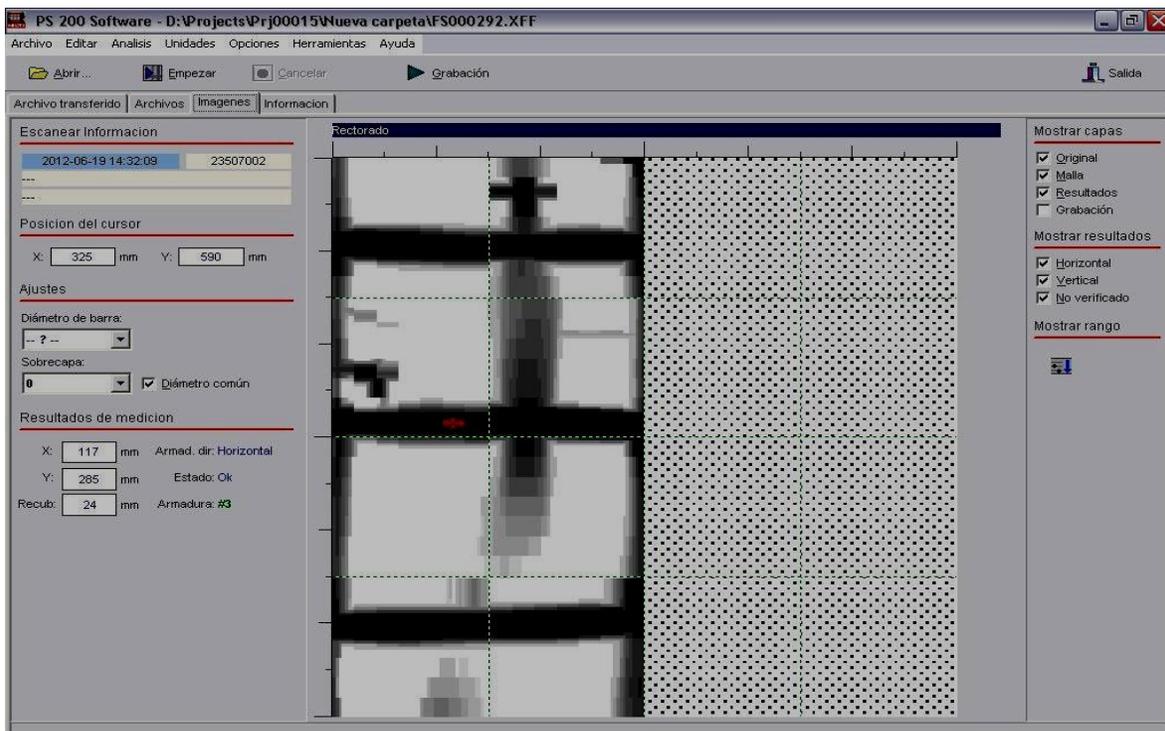
Anexo 1.3. Radiografía del Ferroskan PS200 del Acero Longitudinal de la Columna 1C14B.



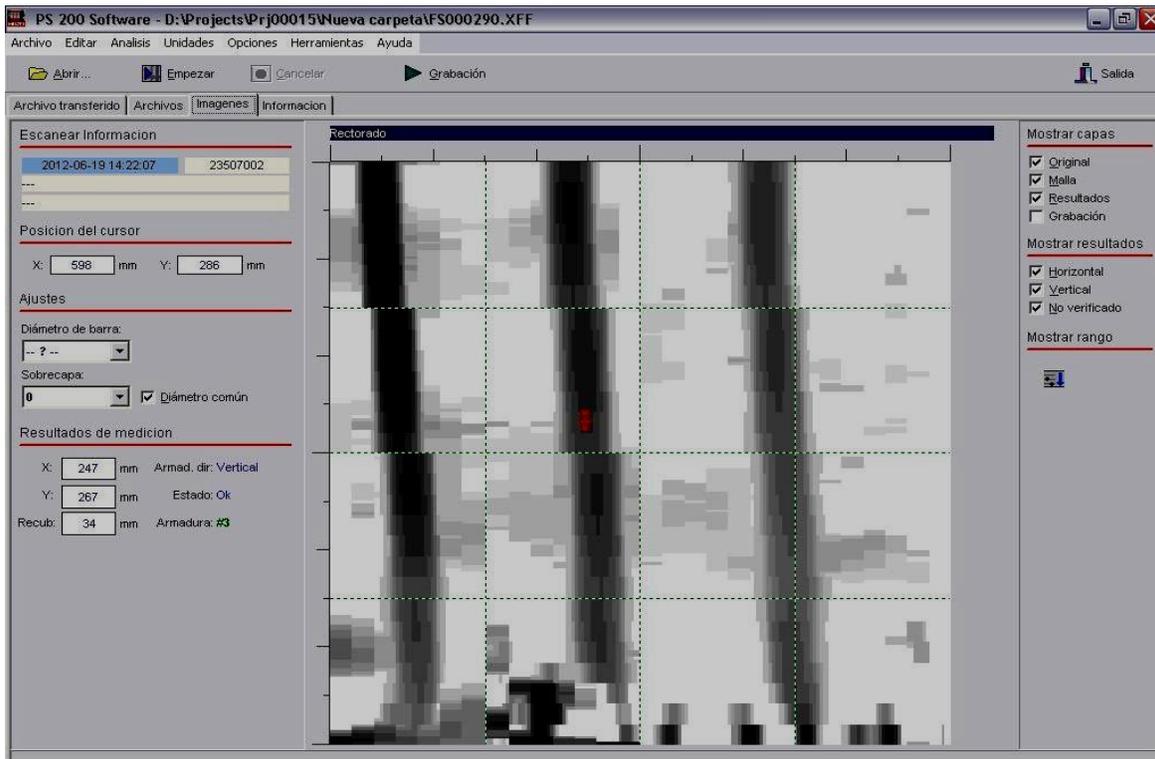
Anexo 1.4. Radiografía del Ferroskan PS200 del Acero Transversal de la Viga 1V1(B-E).



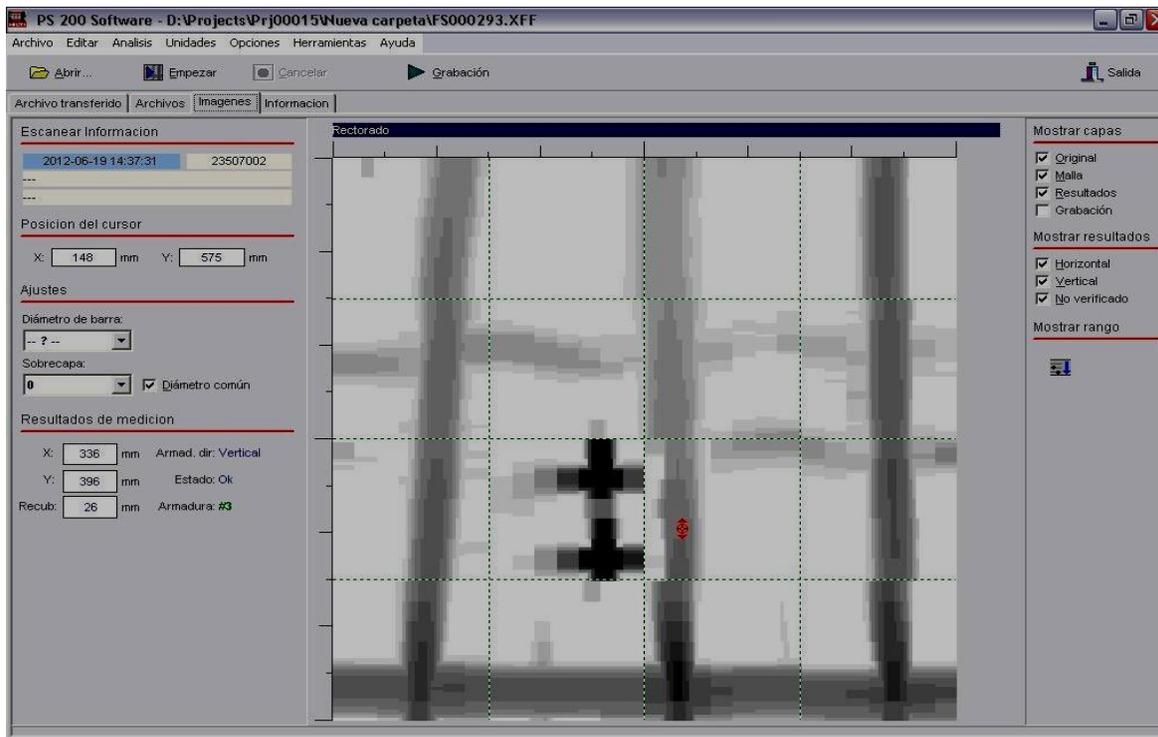
Anexo 1.5. Radiografía del Ferroskan PS200 del Acero Transversal de la Viga 1V2(E-G).



Anexo 1.6. Radiografía del Ferroskan PS200 del Acero Transversal de la Viga 1V9(B-E).



Anexo 1.7. Radiografía del Ferroskan PS200 del Acero Transversal de la Viga 1V14(B-E).



Anexo 2. Panillas de Recolección de Datos de Patologías Estructurales.

Planilla de Recolección de Datos

Piso	Tipo de elemento	Elemento N°	Daños		Observaciones
			Tipo	Nivel	
PB	Viga	1V5 (E-G)	Poros	2	El elemento está en obra limpia, por lo tanto, no presenta mosaicos.
			Crecimiento Vegetal	0	
			Humedad	2	
			Desprendimiento de Mosaicos	0	
			Recubrimiento	0	
			Corrosión	0	
			Grietas	0	
PB	Viga	1VA (11-12)	Poros	0	El elemento está en obra limpia, por lo tanto, no presenta mosaicos.
			Crecimiento Vegetal	3	
			Humedad	3	
			Desprendimiento de Mosaicos	0	
			Recubrimiento	0	
			Corrosión	0	
			Grietas	0	
PB	Viga	1V6a (E-G)	Poros	0	El elemento está en obra limpia. Con apreciable deterioro de la junta de dilatación del edificio.
			Crecimiento Vegetal	0	
			Humedad	1	
			Desprendimiento de Mosaicos	0	
			Recubrimiento	1	
			Corrosión	2	
			Grietas	0	
PB	Viga	1V6b (E-G)	Poros	0	El elemento está en obra limpia. Con apreciable deterioro de la junta de dilatación del edificio.
			Crecimiento Vegetal	0	
			Humedad	1	
			Desprendimiento de Mosaicos	0	
			Recubrimiento	1	
			Corrosión	2	
			Grietas	0	
1	Viga	2VA (11-12)	Poros	0	El elemento está en obra limpia, por lo tanto, no presenta mosaicos.
			Crecimiento Vegetal	2	
			Humedad	3	
			Desprendimiento de Mosaicos	0	
			Recubrimiento	0	
			Corrosión	0	
			Grietas	0	

Planilla de Recolección de Datos

Piso	Tipo de elemento	Elemento N°	Daños		Observaciones
			Tipo	Nivel	
1	Viga	2VA (7-8)	Poros	0	El elemento está en obra limpia, por lo tanto, no presenta mosaicos.
			Crecimiento Vegetal	0	
			Humedad	1	
			Desprendimiento de Mosaicos	0	
			Recubrimiento	0	
			Corrosión	0	
			Grietas	0	
2	Columna	3C12B	Poros	0	Desprendimiento de los mosaicos en la base del elemento.
			Crecimiento Vegetal	0	
			Humedad	0	
			Desprendimiento de Mosaicos	1	
			Recubrimiento	0	
			Corrosión	0	
			Grietas	0	
2	Viga	3VA (11-12)	Poros	0	El elemento está en obra limpia, por lo tanto, no presenta mosaicos.
			Crecimiento Vegetal	2	
			Humedad	3	
			Desprendimiento de Mosaicos	0	
			Recubrimiento	0	
			Corrosión	0	
			Grietas	0	
2	Viga	3VA (7-8)	Poros	0	El elemento está en obra limpia, por lo tanto, no presenta mosaicos.
			Crecimiento Vegetal	0	
			Humedad	1	
			Desprendimiento de Mosaicos	0	
			Recubrimiento	0	
			Corrosión	0	
			Grietas	0	
3	Columna	4C12B	Poros	0	El elemento está en obra limpia, por lo tanto, no presenta mosaicos.
			Crecimiento Vegetal	0	
			Humedad	0	
			Desprendimiento de Mosaicos	1	
			Recubrimiento	0	
			Corrosión	0	
			Grietas	0	

Anexo 3. Verificación de las Normas de Seguridad Industrial

Anexo 3.1. Escalera principal de concreto armado, en forma de caracol.



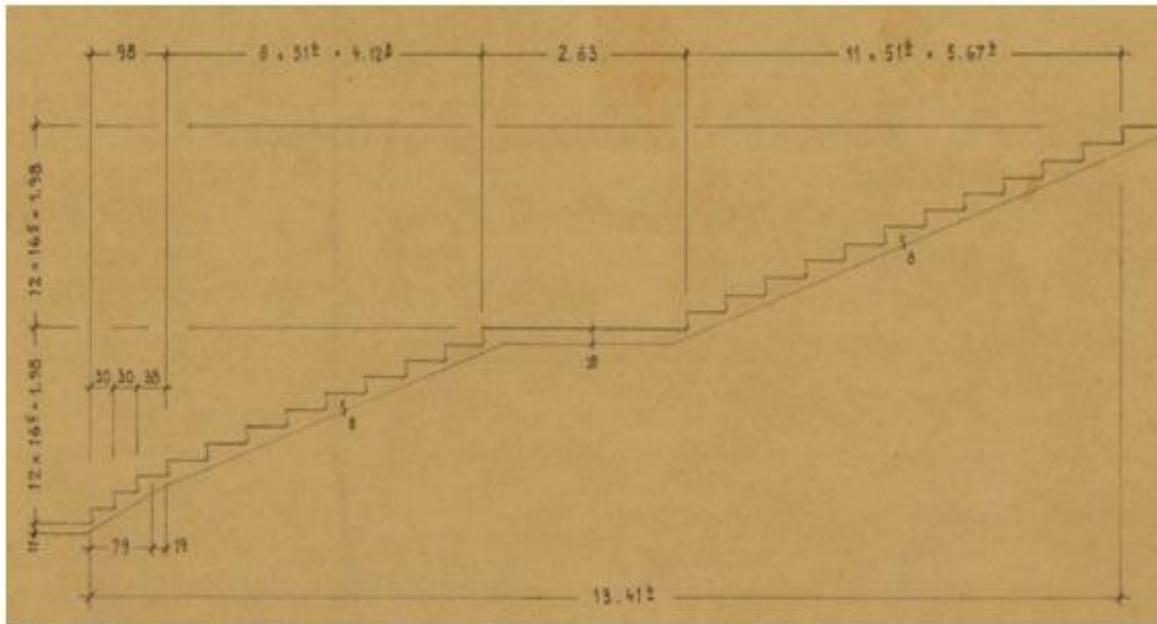
Anexo 3.2. Acceso a la escalera N° 2. Ubicada en el piso 3, Ala Oeste.



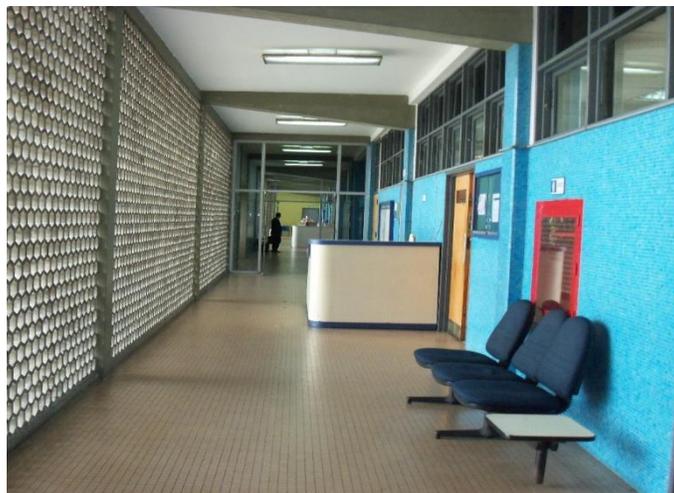
Anexo 3.3. Escalera N° 3. Ubicada entre los pisos 2 y 3, Ala Este.



Anexo 3.4. Corte transversal de la escalera principal. Plano N° 16a – E – 23.



Anexo 3.5. Presencia de mobiliario en el pasillo principal. Ubicado en el piso 3, Ala Este.



Anexo 3.6. Salida principal de la edificación.

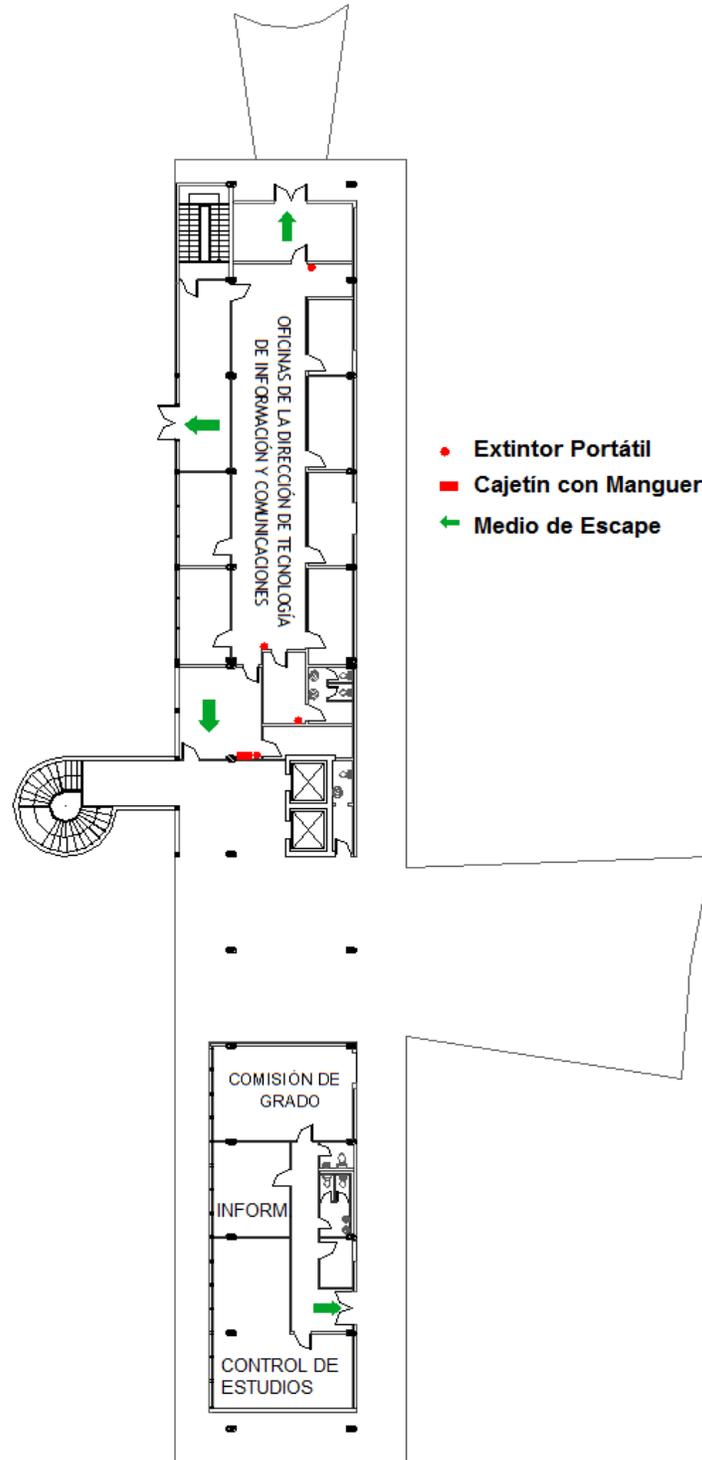


Anexo 3.7. Lámpara de emergencia fuera de funcionamiento. Ubicada en el piso 3, escalera principal.

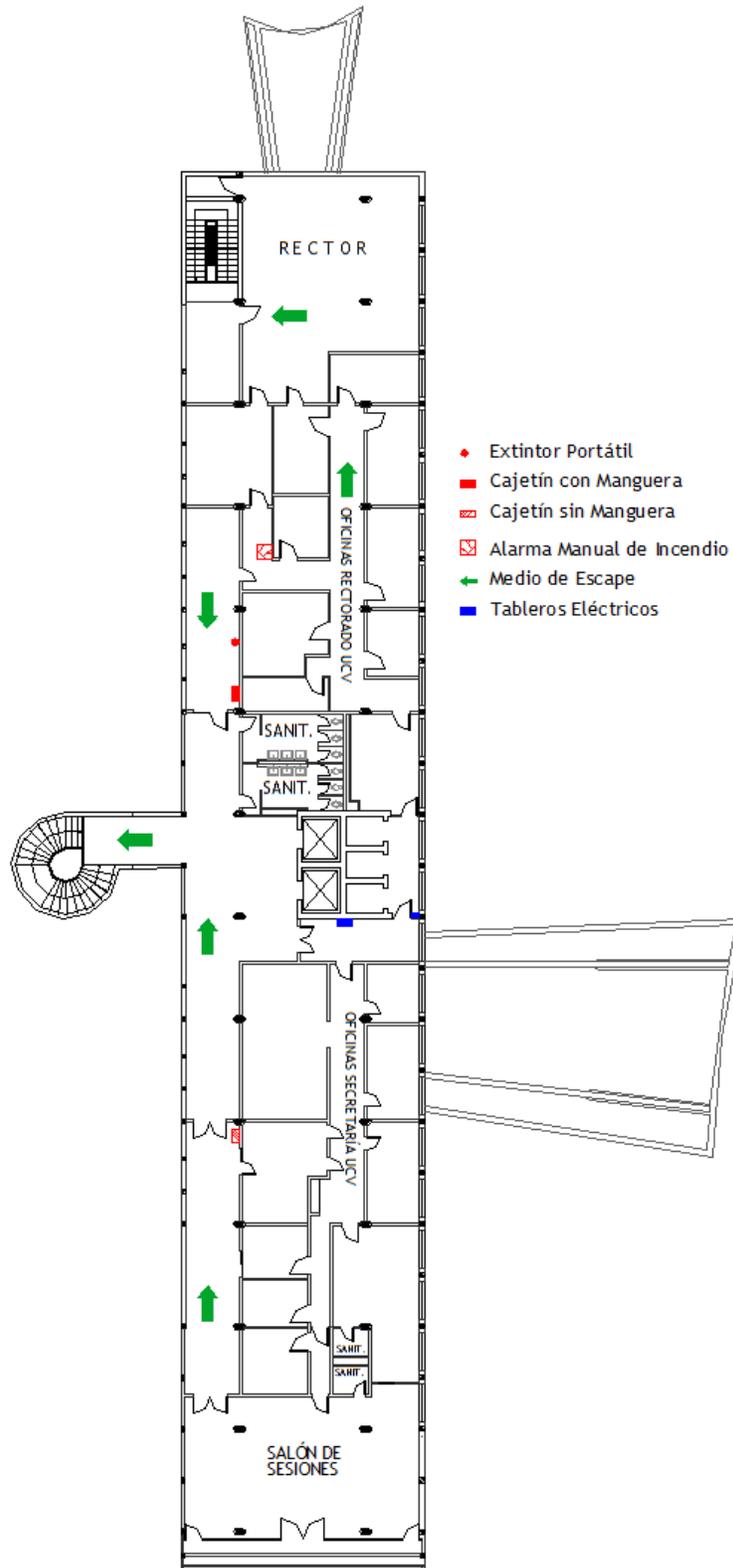


**Anexo 3.8. Ejemplo De Planos de Ubicación de Sistemas de Prevención y Protección
contra Incendios.**

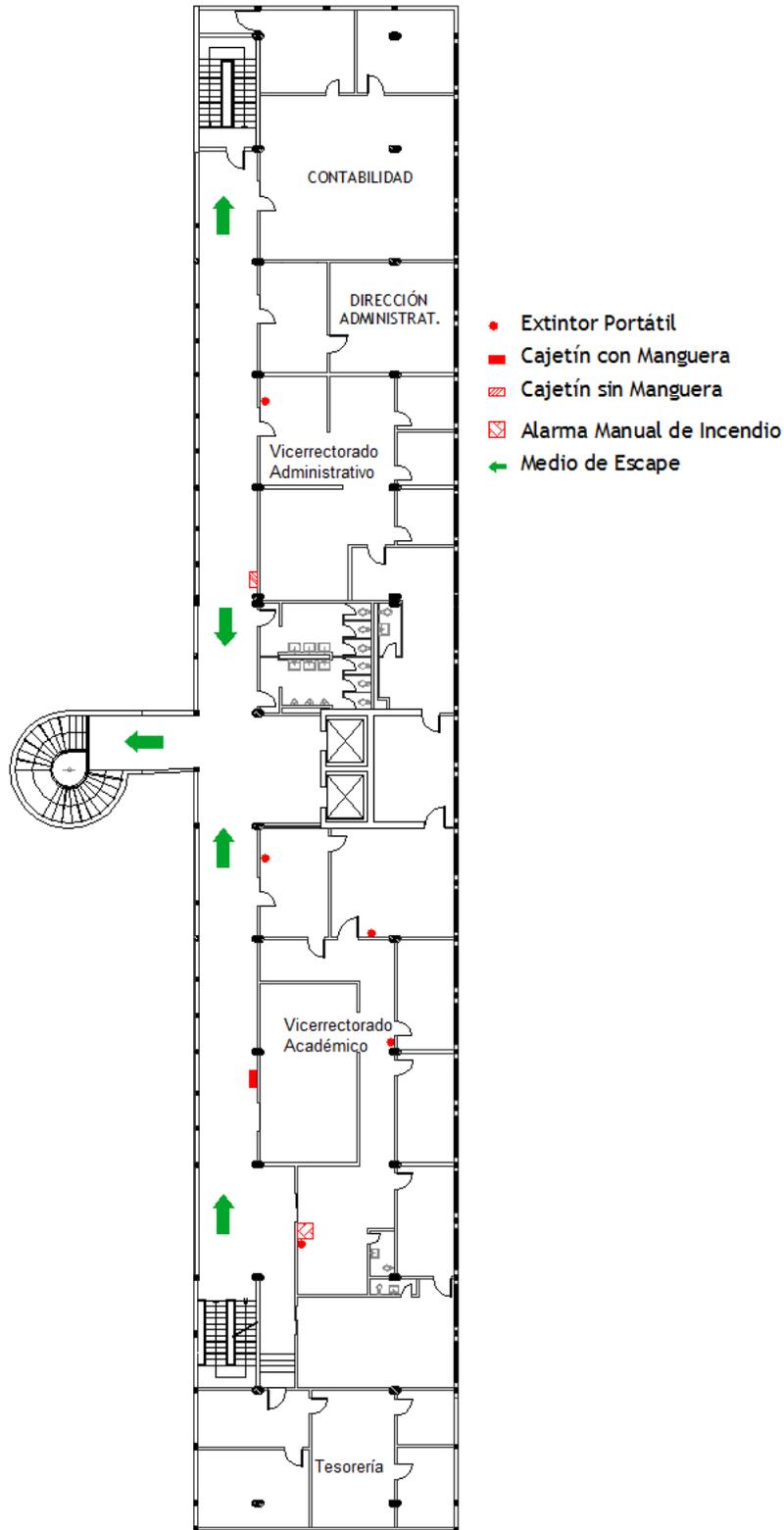
Anexo 3.8.1. Plano de ubicación de los sistemas contra incendios. Planta Baja.



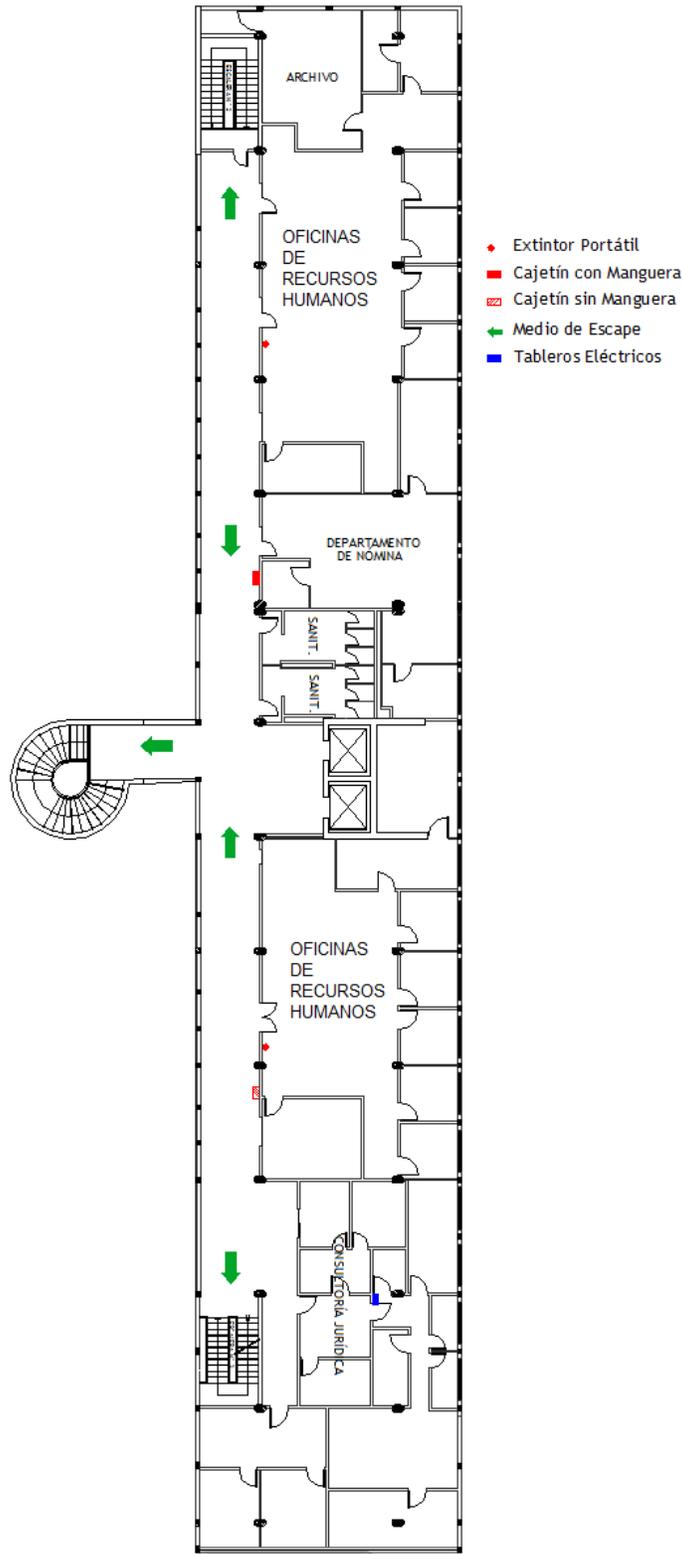
Anexo 3.8.2. Plano de ubicación de los sistemas contra incendios. Piso 1.



Anexo 3.8.3. Plano de ubicación de los sistemas contra incendios. Piso 2.



Anexo 3.8.4. Plano de ubicación de los sistemas contra incendios. Piso 3.



Anexo 3.9. Señal de condición de seguridad. Ubicada en el piso 3, pasillo principal.



Anexo 3.10. Señal de protección contra incendios. Ubicada en el piso 3, oficina de RRHH (Ala Este).



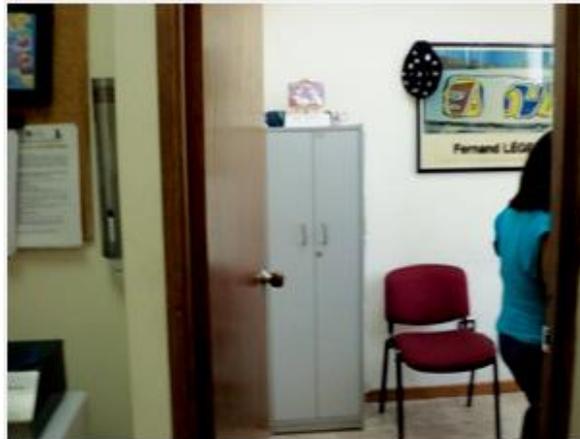
Anexo 3.11. Puertas de madera. Ubicadas en el piso 1, dan acceso a las oficinas de Secretaría UCV y al Salón de Sesiones del Consejo Universitario.



Anexo 3.12. Puerta de vidrio. Ubicada en el piso 1, da acceso a las oficinas del Rectorado UCV.



Anexo 3.13. Puerta con apertura en sentido contrario de la evacuación. Ubicada en el piso 3, oficinas de Consultoría Jurídica UCV.



Anexo 3.14. Estación manual fuera de funcionamiento. Ubicada en el piso 1.



Anexo 3.15. Estación manual operativa. Ubicada en el piso 2, oficina del Vicerrectorado Académico UCV.



Anexo 3.16. Extintor. Ubicado en el piso 2, oficina del Vicerrectorado Académico UCV.



Anexo 3.17. Inscripción del extintor. Ubicado en el piso 3, oficina de RRHH (Ala Este).



Anexo 3.18. Detector de humo. Ubicado en piso 1, oficinas de la Secretaría UCV.



Anexo 3.19. Conexión siamesa. Ubicada en planta baja, fachada norte.



Anexo 3.20. Cajetín con manguera bomberil. Ubicado en el piso 3, pasillo Ala Oeste.



Anexo 3.21. Cajetín sin manguera bomberil. Ubicado en el piso 1, pasillo Ala Este.



Anexo 3.22. Tomacorriente en mal estado. Ubicado en el piso 2, escalera principal.



Anexo 3.23. Tablero de distribución o control. Ubicado en el piso 1, oficinas de la Secretaría UCV.



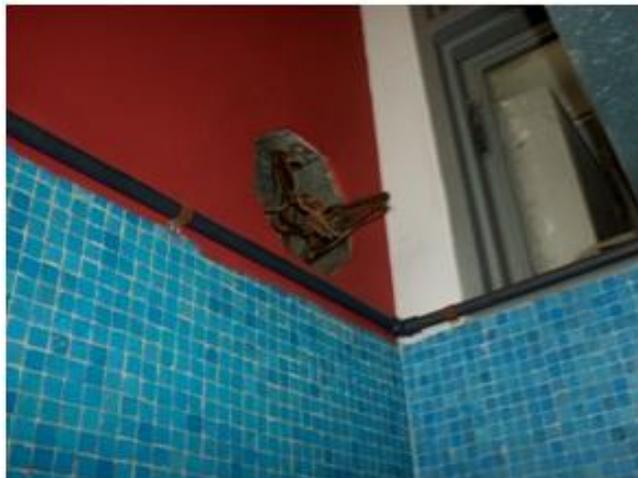
Anexo 3.24. Luminaria con protección. Ubicada en el piso 2, pasillo principal.



Anexo 3.25. Luminarias sin protección. Ubicadas en el piso 1, hall de ascensores.



Anexo 3.26. Cableado en mal estado y sin protección. Ubicado en el piso 3, pasillo Ala Este.



Anexo 3.27. Tablero central de detección y alarma de incendios operativo. Ubicado en el piso 3, oficina de la Consultoría Jurídica UCV.



Anexo 3.28. Rampa de acceso a la edificación. Ubicada en la planta baja, fachada norte.



Anexo 3.29. Escalera principal con huellas antirresbalantes.



Anexo 3.30. Sistema manual de apertura y cierre de la puerta. Ubicada en el piso 3.

