

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CAFETERÍA Y TIENDA (COMEDOR) DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS.**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela

Por la Br.:  
Machado Infante, Deniss Verónica

Para Optar al Título de  
Ingeniero Civil

Caracas, 2015

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CAFETERÍA Y TIENDA (COMEDOR) DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS.**

TUTOR ACADÉMICO: Prof. María E. Korody

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela

Por la Br.:  
Machado Infante, Deniss Verónica

Para Optar al Título de  
Ingeniero Civil

Caracas, 2015

## ACTA

El día **29 de Octubre de 2015** se reunió el jurado formado por los profesores:

María Eugenia Korody

\_\_\_\_\_  
Ronald Torres

\_\_\_\_\_  
Salvador Safina

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: **“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CAFETERÍA Y TIENDA (COMEDOR) DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS”**.

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

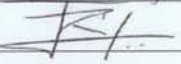
Una vez oída la defensa oral que la bachiller hizo de su Trabajo Especial de Grado, este jurado decidió la siguiente calificación:

NOMBRE	CALIFICACIÓN	
	Números	Letras
Br. Deniss Verónica Machado Infante	20	VEINTE

Recomendaciones:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

FIRMAS DEL JURADO

  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_

Caracas, 29 de Octubre de 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por darme la fortaleza de seguir adelante y poder levantarme después de cada caída, por protegerme y guiarme a lo largo de toda mi vida.

A mis padres, por ser ejemplo de superación, por apoyarme en esta locura llamada Ingeniería, por motivarme y acompañarme a seguir adelante a pesar de las adversidades.

A la Universidad Central de Venezuela, por abrirme sus puertas y convertirse en mi segunda casa, permitiéndome crecer como persona y como profesional, junto a grandes profesores y amigos.

A mi tutora, María Eugenia Korody, por la confianza, apoyo y dedicación brindada a lo largo de toda la realización de este Trabajo Especial de Grado.

Al personal de la Casona Ibarra, por su paciencia y empeño en ayudarme a encontrar los planos del Comedor, que se pensaba que ya no existían.

Al Director del Comedor, Prof. Hugo Guerrero, por su apoyo e interés en la realización de este Trabajo Especial de Grado, así como la confianza en permitirme entrar a todos los espacios del Comedor.

Al personal del IMME, por su colaboración en el desarrollo de los ensayos no destructivos.

A Alfredo, por creer en mí, por motivarme e impulsarme a avanzar, por ayudarme y estar conmigo en cada momento que lo necesitaba, gracias por tu apoyo incondicional.

Finalmente, gracias a todos mis amigos, en especial a José por ayudarme en las inspecciones y en la realización de los ensayos no destructivos.

Gracias a todos los que me han apoyado a lo largo de esta carrera.

**Machado I. Deniss V.**

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL  
EDIFICIO CAFETERÍA Y TIENDA (COMEDOR) DE LA CIUDAD  
UNIVERSITARIA DE CARACAS (CUC).**

**Tutor Académico: Prof. María Eugenia Korody.**

**Trabajo Especial de Grado. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería.**

**Escuela de Ingeniería Civil. 2015, n° pág. 168**

**Palabras Clave:** Evaluación Estructural, Patología, Patrimonio, Estructura, Comedor, Cafetería, Tienda.

El Departamento de Ingeniería Estructural, junto con el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED) de esta casa de estudios, vienen desarrollando un conjunto de investigaciones para la evaluación de condiciones actuales en las que se encuentran los edificios que pertenecen al Patrimonio de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), mediante una línea de investigación denominada "Patología, Restauración, Reparación, Adecuación y Rehabilitación de Obras de Carácter Patrimonial". Por tal motivo, se llevó a cabo este Trabajo Especial de Grado, cuyo objetivo es analizar el comportamiento estructural y el estado actual del edificio conocido originalmente como Cafetería y Tienda, actual Comedor, de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC).

Para cumplir con este objetivo, se llevaron a cabo cinco (5) fases. La primera corresponde a la recopilación de información concerniente a los datos de la edificación, incluyendo reseña histórica, especificaciones técnicas y planos existentes. En la segunda etapa se realizaron levantamientos e inspecciones a las edificaciones, verificando las características geométricas y los daños presentes en los elementos estructurales y arquitectónicos. La tercera etapa de recálculo de las estructuras, se llevó a cabo por medio de un programa de cálculo estructural siguiendo los requerimientos de las Normas venezolanas vigentes. Como cuarta

etapa, se realizó un análisis de las estructuras comparando los resultados con los recopilados en la primera y segunda etapa. Finalmente se verificó el cumplimiento de las normas de seguridad industrial, para conocer si la edificación es adecuada para un correcto y rápido desalojo de usuarios ante una amenaza.

Una vez finalizado el recálculo estructural, se verificaron los valores de Derivas, los cuales cumplen en su Estructura Original y en la Ampliación, siendo menor al valor permitido por la Norma. El Factor de Resistencia ( $F_r$ ) de las columnas cumple en la mayoría de los casos, siendo menor a uno (1,00). En cuanto a las vigas, 44% del total presente en el Comedor, no cumplen con el área de acero colocada, necesitan mayor cantidad de acero longitudinal, mientras que el 8% de todas las vigas presentes requieren una cantidad de acero que no es posible colocar dentro de su sección transversal. Adicionalmente, este Trabajo Especial de Grado tiene como aporte, estudiar si la edificación posee los medios de escape y los sistemas de extinción contra incendios adecuados, para garantizar la seguridad de los trabajadores y usuarios a la hora de alguna emergencia. Al comparar los datos obtenidos en las etapas de inspección, con la Norma COVENIN 810 – 1998 “Características de los Medios de Escape según el Tipo de Edificación”, se obtuvo que un 65% de dichas características son adecuadas. Para la Norma COVENIN 2733 – 2004 “Entorno Urbano y Edificaciones. Accesibilidad para Personas” el porcentaje de características adecuadas fue de 53%. Sin embargo para la Norma COVENIN 2226 – 1990 “Guía para la Elaboración de Planes para el Control de Emergencia” no cumplió con ninguna de las características que especifica dicha Norma.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
I.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
I.2. OBJETIVOS .....	6
I.2.1. OBJETIVO GENERAL .....	6
I.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
I.3. APORTES .....	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	9
II.1. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA (UNESCO). .....	9
II.1.1. TIPOS DE PATRIMONIO. ....	10
II.1.2. PATRIMONIO CULTURAL DE LA HUMANIDAD. ....	11
II.2. HISTORIA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA (UCV).....	11
II.3. CONSEJO DE PRESERVACIÓN Y DESARROLLO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA (COPRED). ....	13
II.4. EDIFICACIÓN DE ESTUDIO. ....	15
II.5. PATOLOGÍAS EN LAS EDIFICACIONES. ....	17
II.6. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS. ....	20
II.6.1. EQUIPO FERROSCAN PS200.....	20
II.7. PROGRAMAS DE COMPUTACIÓN APLICADOS AL ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	21
II.8. MEDIOS DE ESCAPE. ....	22
II.8.1. AMENAZA SÍSMICA.....	22

II.8.2. EL FUEGO COMO AMENAZA. ....	23
CAPÍTULO III. MÉTODO.....	25
III.1. RECOPIACIÓN Y REGISTRO DE INFORMACIÓN.....	25
III.2. OBSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA. ....	26
III.3. LEVANTAMIENTO DE LA ESTRUCTURA ORIGINAL. ....	26
III.4. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA ORIGINAL. ....	27
III.5. CONTRASTACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL. ..	28
CAPÍTULO IV. INFORMACIÓN PLANIMÉTRICA .....	29
IV.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	29
IV.1.1. COLUMNAS .....	33
IV.1.2. VIGAS .....	38
IV.1.3. LOSAS .....	42
IV.2. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS A LAS VIGAS Y COLUMNAS DEL EDIFICIO .....	46
IV.3. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA. ....	54
IV.4. LEVANTAMIENTO DE LOS USOS DE CADA ÁREA DEL EDIFICIO. ....	60
CAPÍTULO V. RECÁLCULO DE LA ESTRUCTURA. ....	63
V.1. PROTOCOLO DE RECÁLCULO.....	63
V.1.1. NORMAS UTILIZADAS. ....	63
V.2. CALIDAD DE LOS MATERIALES. ....	64
V.3. MÉTODO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	64
V.4. SISTEMA ESTRUCTURAL.....	65
V.5. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE DIAFRAGMA. ....	65
V.6. CARGAS CONSIDERADAS.....	66
V.6.1. CARGAS PERMANENTES (CP).....	66



V.6.2. CARGAS VARIABLES (CV).....	67
V.7. ACCIONES ACCIDENTALES (S).....	68
V.8. ESPECTRO DE DISEÑO.....	68
V.8.1. CARACTERÍSTICAS Y FACTORES DE LA ZONA.....	68
V.8.2. NIVEL DE DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.....	69
V.8.3. FACTOR DE REDUCCIÓN DE RESPUESTA.....	70
V.8.4. RESUMEN DE FACTORES.....	71
V.8.5. GRÁFICO DE LOS ESPECTROS.....	73
V.9. COMBINACIONES.....	74
V.10. MODELOS ANALIZADOS.....	74
V.11. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	77
V.11.1. PESO DE LA ESTRUCTURA.....	78
V.11.2. CORTE BASAL.....	79
V.11.3. CENTRO DE MASA.....	81
V.11.4. DERIVAS.....	82
V.11.5. ANÁLISIS MODAL.....	84
V.11.6. FACTOR DE RESISTENCIA DE LAS COLUMNAS.....	85
V.11.7. ACERO LONGITUDINAL EN LAS VIGAS.....	89
CAPÍTULO VI. NORMAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	97
VI.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE ESCAPE SEGÚN EL TIPO DE OCUPACIÓN.....	98
VI.2 GUÍA INSTRUCTIVA SOBRE SISTEMAS DE DETECCIÓN, ALARMA Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS.....	106
VI.3 COLORES, SÍMBOLOS Y DIMENSIONES PARA SEÑALES DE SEGURIDAD.....	109

VI.4 CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL. ....	112
VI.5. PUERTAS RESISTENTE AL FUEGO. BATIENTES. ....	116
VI.6. EXTINTORES PORTÁTILES. GENERALIDADES. ....	120
VI.7. EXTINTORES. DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE EFECTIVIDAD. .....	124
VI.8. EXTINTORES MANUALES PORTÁTILES DE POLVO QUÍMICO SECO. PRESURIZACIÓN DIRECTA E INDIRECTA. ....	125
VI.9. CILINDROS METÁLICOS PARA EXTINTORES DE POLVO QUÍMICO SECO.....	129
VI.10. EXTINTORES PORTÁTILES. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO.....	132
VI.11. DETECTORES. GENERALIDADES.....	134
VI.12. TABLERO CENTRAL DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIO.....	137
VI.13. GUÍA PARA LA INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PARA INDUSTRIAS Y COMERCIOS.	141
VI.14. GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES PARA EL CONTROL DE EMERGENCIAS.....	141
VI.15. ENTORNO URBANO Y EDIFICACIONES. ACCESIBILIDAD PARA PERSONAS. ....	142
VI.16. RESUMEN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	149
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	151
CONCLUSIONES .....	151
RECOMENDACIONES.....	154
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	155
ANEXOS .....	157

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1: Clasificación de daños.....	19
Tabla IV.1.1.1: Dimensiones de columnas .....	33
Tabla IV.1.1.2: Distribución de acero para las columnas. ....	34
Tabla IV.1.1.3: Tipos de columnas presentes en el Comedor. Estructura Original	35
Tabla IV.1.1.4: Tipos de columnas presentes en el Comedor. Ampliación .....	37
Tabla IV.1.2.1: Dimensiones y Ubicación de las vigas de la Estructura Original...	38
Tabla IV.1.2.2: Distribución de acero en vigas pertenecientes a la Estructura Original.....	39
Tabla IV.1.2.4: Dimensiones y Ubicación de las vigas en la Ampliación.....	41
Tabla IV.1.2.5: Distribución de acero en vigas pertenecientes a la Ampliación.....	41
Tabla IV.2.1: Comparación de dimensiones de columnas. Estructura Original. ....	46
Tabla IV.2.2: Comparación de dimensiones de columnas. Ampliación .....	47
Tabla IV.2.3: Comparación del número de barras en cada dirección para cada columna ensayada. ....	51
Tabla IV.2.4: Ubicación de las vigas ensayas. Comparación de las dimensiones obtenidas.....	52
Tabla IV.2.5: Comparación del número de barras en cada dirección para cada viga ensayada.....	53
Tabla IV.3.1: Tabla de daños. ....	55
Tabla V.2.1: Tabla de calidad de materiales en el Comedor.....	64
Tabla V.6.1.1. Carga Permanente.....	67
Tabla V.6.2.1: Carga Variable .....	67
Tabla V.8.4.1: Valores para el Espectro de Diseño.....	72

Tabla V.11.1.1: Peso de Edificio de oficinas y cocina (Modelo 1) .....	78
Tabla V.11.1.2: Peso de la estructura del área de entrega de comida (Modelo 2) .....	78
Tabla V.11.1.3: Peso de la estructura de la Ampliación (Modelo 3) .....	78
Tabla V.11.3.1: Centro de Masa y Centro de Rigidez. Edificio de Oficinas y Cocina .....	81
Tabla V.11.3.2: Centro de Masa y Centro de Rigidez. Edificio de Entrega de Comida .....	81
Tabla V.11.3.3: Centro de Masa y Centro de Rigidez. Ampliación .....	81
Tabla V.11.4.1: Deriva. Edificio de Oficinas y Cocina .....	83
Tabla V.11.4.2: Deriva. Edificio de Entrega de Comida .....	83
Tabla V.11.4.3: Deriva. Ampliación .....	83
Tabla V.11.5.1: Modos de vibración. Edificio de oficinas y cocina. Modelo 1 .....	84
Tabla V.11.5.2: Modos de vibración. Edificio de entrega de comida. Modelo 2. ....	84
Tabla V.11.5.3: Modos de vibración. Ampliación. Modelo 3 .....	85
Tabla V.11.6.1: Factor de Resistencia de las Columnas. Edificio de Oficinas y Cocina .....	86
Tabla V.11.6.2: Factor de Resistencia de las Columnas. Edificio de Entrega de Comida .....	87
Tabla V.11.6.3: Factor de Resistencia de las Columnas. Ampliación .....	88
Tabla V.11.6.4: Resumen de factores de resistencia de columnas para cada modelo. ....	89
Tabla V.11.8.1: Acero Longitudinal en Vigas. Edificio de Oficinas y Cocina .....	90
Tabla V.11.8.2: Acero Longitudinal en Vigas. Edificio de Entrega de Comida .....	92
Tabla V.11.8.3: Acero Longitudinal en Vigas. Ampliación. Nivel +2,00 y +6,00 ....	93
Tabla V.11.8.4: Acero Longitudinal en Vigas. Ampliación. Nivel +8,00 .....	95

Tabla V.11.8.5: Cuadro resume con el porcentaje de cumplimiento del acero longitudinal en vigas para los tres (3) modelos. ....	96
Tabla VI.0: Indicadores para la evaluación de las Normas de Seguridad. ....	97
Tabla VI.1: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 810 - 1999. .	99
Tabla VI.2: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 823 – 2002.	106
Tabla VI.3: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 187 – 2003.	109
Tabla VI.4: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 200 – 1999.	113
Tabla VI.5: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 644 – 1978.	117
Tabla VI.6: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 1040 – 1989. .....	121
Tabla VI.7: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 1114 – 2000. .....	124
Tabla VI.8: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 2605 – 1989. .....	125
Tabla VI.9: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 2368 – 1986. .....	130
Tabla VI.10: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 1213 – 1998. .....	133
Tabla VI.11: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 1176 – 1980. .....	135
Tabla VI.12: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 1041 – 1999. .....	138
Tabla VI.13: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 2733 – 1990. .....	142
Tabla VI.14: Resumen del cumplimiento de las Normas de Seguridad Industrial	150

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1: Plano de ubicación del Edificio Cafetería y Tienda (Comedor). .....	16
Figura II.2: Equipo Ferroskan PS200. ....	21
Figura II.3: Mapa de zonificación sísmica con fines de ingeniería (1998). ....	23
Figura IV.1.1: Croquis edificio del Comedor.....	30
Figura IV.1.2: Croquis Edificio Original del Comedor. Área de Oficinas y Cocina. 31	
Figura IV.1.3: Croquis Edificio Original del Comedor. Área de Entrega de Comida .....	31
Figura IV.1.4: Croquis edificio de Ampliación del Comedor. Planta tipo.....	32
Figura IV.1.1.1: Tabla de Columnas. Plano original. ....	36
Figura IV.1.1.2: Plano de ampliación con ejes de ubicación de columnas. ....	37
Figura IV.1.3.1: Ubicación de las losas de techo en Estructura Original. Área de Oficinas y Cocina. ....	43
Figura IV.1.3.2: Ubicación de las losas de techo en Estructura Original. Área de Entrega de Comida. ....	43
Figura IV.1.3.3: Ubicación de las losas de techo en Ampliación. Nivel + 2,00. ....	44
Figura IV.1.3.4: Ubicación de las losas de techo en Ampliación. Nivel + 6,00. ....	45
Figura IV.1.3.5: Ubicación de las losas de techo en Ampliación. Nivel + 8,00. ....	45
Figura IV.2.1: Medición de columnas con el Ferroskan.....	50
Figura IV.2.2: Radiografía de una Viga. ....	51
Figura IV.4.1: Distribución de áreas. Comedor.....	61
Figura IV.4.1: Plano original con la distribución de áreas del Comedor. ....	62
Figura V.3.1: Tabla 9.1 de la Norma COVENIN 1756 – 2001. ....	65
Figura V.8.2.1: Tabla de Norma COVENIN 1756 – 2001. ....	70

Figura V.8.3.1: Tabla 6.4. Factores de Reducción de Respuesta (R). .....	71
Figura V.8.5.1: Espectro de diseño y Espectro de respuesta. Estructura Original	73
Figura V.8.5.2: Espectro de diseño y Espectro de respuesta. Ampliación .....	73
Figura V.10.1: Juntas de Construcción. ....	74
Figura V.10.2: Modelo 1. Área de oficinas y cocina del Comedor.....	76
Figura V.10.3: Modelo 2. Área de entrega de comida del Comedor.....	76
Figura V.10.4: Modelo 3: Ampliación.....	77
Figura V.11.2.1: Cálculo del corte basal estático para los Modelos 1 y 2. ....	79
Figura V.11.2.2: Cálculo del corte basal estático para el Modelo 3.....	80
Figura V.11.4.1: Valores máximos de Deriva. ....	82
Figura V.11.4.2: Fórmula 10.1 de la Norma COVENIN 1756 – 2001. ....	82
Figura VI.1: Tabla 12. Densidad de ocupación según el uso. ....	98

## INTRODUCCIÓN

La Ciudad Universitaria de Caracas (CUC) fue desarrollada a partir del año 1943, durante el gobierno del Presidente Isaías Medina Angarita, debido a los problemas de espacio físico que presentaba la Universidad Central de Venezuela (UCV). Su construcción fue llevada a cabo en los terrenos de la Hacienda Ibarra en base al diseño realizado por el Arquitecto Carlos Raúl Villanueva, quien estuvo encargado de dicho proyecto.

El 30 de Noviembre de 2000, el Comité de Patrimonio Mundial, en su XXIV edición, inscribe a la Ciudad Universitaria de Caracas en el listado de Patrimonio Mundial de la Humanidad, haciéndose oficial el 2 de diciembre del mismo año, confirmando así su valor excepcional y universal como sitio cultural que debe ser protegido para beneficio de la Humanidad.

A partir del año 2001, se han llevado a cabo un conjunto de investigaciones donde se estudia la patología estructural de las obras de la CUC, dentro de las cuales se encuentra una serie de Trabajos Especiales de Grado realizados en el Departamento de Ingeniería Estructural de la UCV, con el objetivo de evaluar el comportamiento estructural de las edificaciones que la conforman.

Entre estas edificaciones que conforman la CUC, se encuentra el edificio del Comedor, que se divide en tres (3) edificaciones colindantes mediante juntas de dilatación, las cuales serán objeto de estudio de este Trabajo Especial de Grado, con la finalidad de seguir con la línea de investigación "Patología, Restauración, Reparación, Adecuación y Rehabilitación de Obras de Carácter Patrimonial".

Dos de los edificios poseen un solo nivel, con techos abovedados, mientras que el tercer edificio, el cual fue construido años después del proyecto original, cuenta con dos niveles, uno ubicado dos (2) metros por debajo del nivel principal



(en el que se encuentran los edificios originales del Comedor), y el otro se encuentra a dos (2) metros por encima del mismo.

Para realizar el análisis de estos edificios, la investigación se estructuró en seis (6) capítulos descritos a continuación:

En el Capítulo I: Fundamentos de la Investigación, se describe la situación a analizar, las razones de la investigación, los objetivos planteados, así como los aportes, limitaciones e interrogantes que buscan ser respondidas mediante la investigación.

En el Capítulo II: Marco Teórico, se especifican las funciones de la UNESCO y otras organizaciones, encargadas de velar y preservar el mantenimiento de los entes declarados como Patrimonio Mundial de la Humanidad, además se mencionan los criterios por los cuales la CUC fue nombrada como Patrimonio Mundial. Por otro lado, también se encuentra una reseña historia de la CUC y del edificio en estudio en este Trabajo Especial de Grado.

En el Capítulo III: Método, son especificadas cada una de las actividades realizadas que permitieron cumplir con los objetivos planteados. Dichas actividades fueron agrupadas en cinco (5) fases, las cuales son: Recopilación y Registro de Información, Observación de la Estructura, Levantamiento de la Estructura Original, Cálculo de la Estructura Original y Contrastación de las Normas de Seguridad Industrial.

En el Capítulo IV: Información Planimétrica, se muestra la información correspondiente a la geometría de los miembros de la estructura, así como la distribución de acero en los diferentes elementos estructurales presentes en las edificaciones, mediante ensayos no destructivos con el equipo Ferroskan PS200, y se realiza una comparación de los valores obtenidos mediante dichos ensayos y los valores especificados en los planos facilitados por COPRED y La Casona Ibarra.

En el Capítulo V: Recálculo de la Estructura, se detallan cada uno de los aspectos que fueron tomados en cuenta para el modelado y chequeo de las estructuras, realizado con el programa de cálculo estructural “Extended Three Dimensional of Building System” v9.7.4 (ETABS) y el análisis de los resultados obtenidos mediante este programa.

Para finalizar, se encuentra en Capítulo VI: Normas de Seguridad Industrial, donde se contrasta el diseño arquitectónico de las edificaciones que conforman el Comedor, con las Normas de Seguridad Industrial correspondientes, entre las que se encuentran la norma de medios de escape y de sistemas de extinción contra incendios presentes en el edificio, con la finalidad de verificar si la edificación cuenta con las instalaciones adecuadas para el desalojo de las personas a la hora de algún evento que represente una amenaza para los usuarios del Comedor.

## **CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **I.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La Ciudad Universitaria de Caracas (CUC) fue construida alrededor de los años 50 en los terrenos de la Hacienda Ibarra, y debido al excelente trabajo arquitectónico del Maestro Carlos Raúl Villanueva, fue declarada Patrimonio Mundial de la Humanidad por la UNESCO a partir del año 2000.

Por requerimientos de esta declaración, se creó el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED), que se encarga de velar por la preservación, valoración, difusión y desarrollo del patrimonio edificado de la Universidad Central de Venezuela (UCV).

Para el período en que se construyó la Ciudad Universitaria de Caracas, no existía una norma que especificara detalladamente los requerimientos sísmicos que se deben considerar actualmente en el diseño de edificaciones.

En el año 1967, ocurrió uno de los eventos sísmicos relevantes que afectó a la ciudad de Caracas, el cual impulsó el avance de investigaciones sismológicas en el país. Es por esto, que nace la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), encargada de la elaboración de la Norma COVENIN 1756:82 “Edificaciones Antisísmicas”. Posteriormente, en el año 1998, luego del sismo de Cariaco en 1997, se actualiza el uso de ciertos parámetros sísmicos que afectan el análisis estructural de las edificaciones. Estas consideraciones se plantearon en un documento, que luego de la revisión en el año 2001, constituye la Norma vigente por la que se rige el análisis sismorresistente: Norma COVENIN 1756:2001 “Edificaciones Sismorresistentes”.

Considerando las fallas geológicas que se encuentran en esta ciudad, no se descarta la probabilidad de ocurrencia de otro sismo de magnitud considerable, es

por esto que, COPRED, conjuntamente con el Departamento de Ingeniería Estructural de la Facultad de Ingeniería, han realizado un plan de inspección de las diversas edificaciones que conforman la Universidad Central de Venezuela. Entre estas edificaciones se encuentra el conjunto de edificios denominado originalmente como Cafetería y Tienda, hoy día conocido como el Comedor universitario.

Debido a que esta edificación es muy concurrida en las horas en que presta servicio a la comunidad universitaria (hora del desayuno, almuerzo y cena), se hace relevante la verificación de los medios de escape adecuados para el desalojo de las personas en caso de un evento sísmico. De igual manera, es importante investigar el estado de conservación en que se encuentra el edificio y la incidencia que esto puede tener ante una mejor respuesta estructural. Adicionalmente, se debe verificar el grado de vulnerabilidad ante un evento sísmico y el cumplimiento de los criterios establecidos en la Norma COVENIN 1756:2001, así como realizar una comparación del diseño arquitectónico de la edificación con los parámetros de seguridad industrial establecidos en la Norma COVENIN 2226:1990 “Guía para la elaboración de planes para el control de emergencias”, Norma COVENIN 2733:2004 “Entorno urbano y edificaciones. Accesibilidad para las personas” y Norma COVENIN 810:1998 “Características de los medios de escape en edificaciones según el tipo de ocupación”.

## **I.2. OBJETIVOS**

### **I.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar el comportamiento estructural de la Cafetería y Tienda (Comedor) de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC).

### **I.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Identificar el estado de deterioro físico de la estructura.
2. Plantear el modelo estructural de la edificación usando el programa “Extended Three Dimensional of Building System” v9.7.4 (ETABS).
3. Recalcular la estructura de la edificación seleccionada en función de la Norma COVENIN 1756:2001.
4. Contrastar los requerimientos de las áreas de acero y las dimensiones de los elementos estructurales originales con los establecidos en la Norma actual.
5. Comprobar el grado de cumplimiento de las normas COVENIN 2226:1990. COVENIN 2733:2004, COVENIN 810:1998.

### **I.3. APORTES**

El Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED), conjuntamente con el Departamento de Ingeniería Estructural de la Facultad de Ingeniería, han realizado un plan de inspección de las diversas edificaciones que conforman la Universidad Central de Venezuela, con el fin de conocer su comportamiento ante un evento sísmico. Dicho plan de inspección, constituye una línea de investigación que fue creada para cumplir con los requisitos exigidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), que al declarar a la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC) como Patrimonio Mundial de la Humanidad, solicitó que se hiciera un estudio estructural de sus edificaciones para conocer el estado de preservación en el que se encontraban.

El estudio a realizar permitirá la recopilación de una serie de información básica del edificio de la Cafetería y Tienda (Comedor), con la cual se podrá verificar el cumplimiento de los elementos estructurales con los valores de la norma vigente, así como identificar las patologías que pongan en riesgo el diseño estructural.

De igual forma, este estudio aportará información valiosa al Consejo de Preservación y Desarrollo, ya que ayudará a identificar, si existiesen, los puntos críticos del edificio en donde se podría presentar alguna falla estructural, por lo que se puede realizar un mantenimiento preventivo en pro de la conservación de la estructura original del Comedor universitario.

Cabe considerar la importancia del estudio de la vulnerabilidad sísmica, enfocado a la gestión de riesgos, ya que el Comedor es un edificio con una alta capacidad para albergar personas a la hora de prestar sus servicios, por lo que es imprescindible verificar que el mismo tenga los medios de escape adecuados para el rápido y efectivo desalojo de la comunidad universitaria ante un evento sísmico,

esto aportará a los usuarios la información necesaria que brindará conocimientos de seguridad ante una amenaza sísmica.

La realización de los cálculos estructurales en función de las normas vigentes para edificaciones sismorresistentes y medios de escape, representa un aporte a toda la comunidad que haga uso de la edificación seleccionada, así como a aquellos que se enfoquen en estudiar el comportamiento estructural de las edificaciones patrimoniales. Aunado a esto, este estudio representa un logro como futura Ingeniero Civil de la UCV, debido a la aplicación de conocimientos básicos que todo Ingeniero Civil estructural debe conocer.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

En el desarrollo de esta investigación se presentan algunos parámetros que son necesarios para la comprensión de lo que se realizará en este estudio, algunos de estos se describen a continuación.

### **II.1. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA (UNESCO).**

La UNESCO es una institución especializada de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que contribuye con la consolidación de la paz, la erradicación de la pobreza, el desarrollo sostenible y el diálogo intercultural, a través de la educación, la ciencia, la cultura, la comunicación y la información, con el fin de garantizar el respeto de los derechos humanos y las libertades fundamentales sin distinción.

Fue fundada el 16 de noviembre de 1945 y su sede actual se encuentra en la ciudad de París, Francia. La UNESCO está compuesta por 195 Estados Miembros, dos Órganos de Gobierno, una Conferencia General y un Consejo Ejecutivo, los cuales se reúnen periódicamente para garantizar el buen funcionamiento de la Organización y fijar metas para la Secretaría.

Todas las estrategias y actividades de la UNESCO se sustentan en las metas y los objetivos de la comunidad internacional. Por ello, las competencias de la UNESCO en los ámbitos de la educación, la ciencia, la cultura y la comunicación e información contribuyen a la consecución de dichas metas. (UNESCO: <http://www.unesco.org/>. Consultado: 13/02/2015).



### **II.1.1. TIPOS DE PATRIMONIO.**

Según la Convención sobre la “Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural”, llevada a cabo por la UNESCO en la ciudad de París en el año 1972, existen dos tipos de patrimonio, definidos en sus dos (2) primeros artículos:

Artículo 1: Se considerará “Patrimonio Cultural”:

- \* Los Monumentos: obras arquitectónicas, de escultura o de pinturas monumentales, estructuras de carácter arqueológico, inscripciones, cavernas y grupos de elementos, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia.
- \* Los Conjuntos: grupos de construcciones, aisladas o reunidas, cuya arquitectura, unidad e integración les dé un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia.
- \* Los lugares: obras del hombre y la naturaleza así como las zonas y los lugares arqueológicos que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista histórico, estético o antropológico.

Artículo 2: Se considerará “Patrimonio Natural”

- \* Los monumentos naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas, o por grupos de esas formaciones que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico.
- \* Las formaciones geológicas y fisiográficas y las zonas estrictamente delimitadas, que constituyan el hábitat de especies animales y vegetales amenazadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico.

- \* Los lugares naturales o las zonas naturales estrictamente delimitadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia, de la conservación o de la belleza natural.

La Ciudad Universitaria de Caracas fue declarada primero Patrimonio Nacional de acuerdo al documento “Convención sobre Protección de Patrimonio Cultural-Natural de la Humanidad”, luego la UNESCO la declaró Patrimonio Cultural de la Humanidad, debido a que posee un “Conjunto” de edificios, los cuales poseen una arquitectura simbólica para su fecha de construcción. (Luis y Reigadas, 2006).

### **II.1.2. PATRIMONIO CULTURAL DE LA HUMANIDAD.**

El Instituto del Patrimonio Cultural (IPC) define como patrimonio Cultural de la Humanidad aquellos “bienes que por sus valores artísticos, históricos, sociales o científicos, tengan un valor universal excepcional (independientemente del territorio donde estén localizados) y que sean declarados como tal por el Comité del Patrimonio Mundial UNESCO”.

El principal instrumento legal de carácter internacional para la identificación y preservación del patrimonio cultural y natural es la “Convención sobre Protección de Patrimonio Cultural-Natural de la humanidad”, aprobada por la UNESCO en 1972. Cada Estado parte de esta convención para identificar y delimitar los diversos bienes situados en su territorio. Venezuela pasó a formar parte de esta convención en el año 1991. (Castaldo, 2010).

### **II.2. HISTORIA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA (UCV).**

La historia de la Universidad Central de Venezuela se inicia con la fundación del Colegio Santa Rosa de Lima en el año 1673. Sin embargo, es en

1721 cuando se le concede la facultad de otorgar grados mediante la “Real Cédula”.

Inicialmente se impartieron clases de teología, medicina, filosofía y derecho, todas ellas en latín. Posteriormente, el régimen académico se independizó y fue instalado el “Real y Pontificio Seminario Universidad Santa Rosa de Lima de Santiago de León del Valle de Caracas”, siendo la única universidad del país hasta 1810.

En 1827, Simón Bolívar, junto a José María Vargas y José Rafael Revenga, redactan los estatutos Republicanos de la Universidad de Caracas, que la dotan de plena autonomía, carácter secular, renta y democracia. Dichas rentas debían servir de sustento económico a la institución y consistían de propiedades donadas por Bolívar, como las haciendas Chuao, Cata y Tácata. Estas nuevas normas amplían la visión educativa incorporando nuevas cátedras y laboratorios.

Con estas nuevas normas, lo de “Real y Pontifica” se eliminó del nombre y trasciende su jurisdicción regional, pasando de ser Universidad de Caracas a Universidad Central de Venezuela, en alusión a la nueva República.

Desde el año 1953, la Universidad Central de Venezuela se encuentra ubicada en la Ciudad Universitaria de Caracas, decretada en 1943 por el presidente Isaías Medina Angarita, proyectada arquitectónicamente por el maestro Carlos Raúl Villanueva y construida, en gran parte, en el gobierno de Marcos Pérez Jiménez.

La Ciudad Universitaria de Caracas (CUC) es la obra más emblemática del Arquitecto Carlos Raúl Villanueva, cuya magnificencia llegó a su máxima expresión el 30 de Noviembre del año 2000, al ser declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO.

La Ciudad Universitaria tardó aproximadamente veinte (20) años en construirse en su totalidad. En su proyecto original, estaba formada por sesenta (60) edificios distribuidos entre zonas verdes que cubrían unas doscientas tres

(203) hectáreas. Actualmente, cuenta con ochenta y nueve (89) edificios, con diversos diseños arquitectónicos, destinados a albergar a todas las facultades, dependencias administrativas, servicios culturales, deportivos y hospitalarios, los cuales están a la disposición de la comunidad universitaria. (Sobre la UCV. Reseña Histórica: <http://www.ucv.ve/>. Consultado: 13/02/2015).

### **II.3. CONSEJO DE PRESERVACIÓN Y DESARROLLO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA (COPRED).**

Es una organización creada por requerimientos de la UNESCO al declarar a la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), como Patrimonio Mundial de la Humanidad.

COPRED está orientado a garantizar a las generaciones presentes y futuras, el aprovechamiento y disfrute del patrimonio cultural de la UCV así como la transmisión y conservación de los valores tangibles e intangibles en él representados, mediante una gestión institucional orientada al largo plazo y vinculada a criterios de sostenibilidad, para fomentar procesos de recuperación y adecuación de las edificaciones de la UCV. Además tiene a su cargo velar por la preservación, valorización, apropiación social, difusión y desarrollo del patrimonio cultural de la UCV, otorgando atención especial a la Ciudad Universitaria de Caracas, por su carácter de Patrimonio Mundial.

Cuenta con diez (10) programas permanentes de gestión, orientados hacia tres (3) áreas de acción: Preservación y Desarrollo, Promoción y Apropiación Social, y Mantenimiento Integral. Estas líneas de trabajo tienen como objetivo involucrar a estudiantes, profesores y profesionales especializados, para trabajar a través de pasantías, asistencia técnica o proyectos multidisciplinarios en conjunto.

- \* Programa de Desarrollo Institucional: fortalece la gestión de la organización mediante el desarrollo de normas, procedimientos e instrumentos en materia de actuaciones en el patrimonio edificado.

- \* Programa de Gestión del Capital Humano: capta, motiva, desarrolla y evalúa el talento humano para abordar el proceso de valorización y preservación del patrimonio.
- \* Programa de Captación de Recursos Económicos: promueve la captación de recursos económicos de diferente naturaleza, a fin de buscar financiamiento alternativo para el desarrollo de la gestión.
- \* Programa de Promoción y Difusión: difunde información permanente y ambiente de aprendizaje sobre los valores culturales del patrimonio edificado y artístico, con especial énfasis en la CUC, así como los logros de la gestión con orientación educativa.
- \* Programa de Apropiación Social: promueve el desarrollo de conductas y actitudes de la comunidad universitaria y visitantes en general orientadas a la preservación, aprovechamiento, disfrute y utilización sostenible del patrimonio edificado y artístico de la CUC a través de la promoción turística y programas educativos.
- \* Programa de Conservación de Bienes Patrimoniales: conserva integralmente el patrimonio construido, a partir de normativas, lineamientos, criterios y modos de hacer acordes áreas específicas: Edificaciones, Espacios Abiertos, Obras de Arte y Recuperación de Redes de Servicio.
- \* Programa de Mantenimiento Integral: diseño, desarrollo, ejecución y evaluación de programas para el mantenimiento preventivo de la infraestructura física de los campus universitarios de la UCV y comprende 4 áreas: edificaciones, espacios abiertos, obras de arte y redes de servicio.
- \* Programa de Reducción de Vulnerabilidad: diseño, desarrollo, ejecución y evaluación de investigaciones, proyectos y obras relacionados con aspectos geomorfológicos, sísmicos e hidrológicos del conjunto CUC, a fin de reducir las condiciones de vulnerabilidad de la planta física.

- \* Programa de Consolidación del Borde: propicia la integración activa de la CUC con su entorno urbano inmediato, logrando que los actores sociales locales en conjunto con la comunidad universitaria, asuman el territorio universitario como espacio vital para asegurar una mayor y mejor calidad de vida urbana, así como una protección de los bienes culturales.
- \* Programa de Asesoramiento y Asistencia Técnica: atender y gestionar todas las solicitudes de asesoría técnica presentadas por las diversas dependencias de la UCV relacionadas con: intervenciones y mantenimiento de las edificaciones, espacios abiertos y obras de arte.

(COPRED: <http://www.ucv.ve/>. Consultado: 13/02/2015).

#### **II.4. EDIFICACIÓN DE ESTUDIO.**

De acuerdo a los planos originales, la edificación está identificada como Edificio de Cafetería y Tienda, siendo la Cafetería conocida actualmente como Comedor y la Tienda es la actual Biblioteca de la Escuela de Comunicación Social. El Comedor está ubicado frente a dicha Biblioteca, junto al edificio que comprende la Escuela de Arte y la Escuela de Estadística y Ciencias Actuariales, tal como se muestra en la Figura II.1:



Figura II.1: Plano de ubicación del Edificio Cafetería y Tienda (Comedor).

Fuente: <https://www.google.co.ve/maps/>

La cafetería de la universidad (Comedor) consiste principalmente en un gran espacio central bajo una cubierta abovedada, que está rodeado de las áreas de servicio como cocinas, almacenes y circulación de servicios que se distribuyen en el perímetro y en el bloque hacia el sur. Los elementos arquitectónicos de este edificio son los mismos repetidos en toda la Ciudad Universitaria, en consideración con el tamiz de la luz y el control del medio ambiente: cedazo, bloques huecos y persianas.

Los principales accesos a la sala de comedor son a través de los corredores cubiertos que lo conectan con la Tienda, que rodea todos los espacios de la cafetería.

En 1969 se llevó a cabo una intervención, dejando el patio demolido, y más tarde, en 1982, una nueva construcción transformó definitivamente la imagen de la cafetería, debido a la construcción de una ampliación grande e inadecuada dentro del espacio del comedor. (UNESCO: <http://www.unesco.org>. Traducción Propia. Consultado: 13/02/2015).

## II.5. PATOLOGÍAS EN LAS EDIFICACIONES.

La vulnerabilidad de las estructuras suele reflejarse a través de patologías que aparecen en las edificaciones, ocasionando múltiples efectos, desde pequeños daños y molestias a sus ocupantes, hasta grandes fallas que pueden causar el colapso de la edificación o parte de ella.

Las obras generalmente se diseñan para que funcionen durante una vida útil, pero con el transcurrir del tiempo, la estructura va presentando manifestaciones que deben ser atendidas con prontitud. La exposición al medio ambiente, los ciclos continuos de lluvia y sol, el contacto con sustancias químicas presentes en el agua, en el aire, en el entorno; hacen que la estructura se debilite continuamente. Por esta razón es importante para las edificaciones, un adecuado y permanente mantenimiento, que ayude a prevenir el deterioro normal e inevitable causado por el tiempo. (Luis y Reigadas, 2006). Entre las patologías causadas por deterioro pueden mencionarse:

- \* 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.
- \* Carbonatación: la carbonatación es un proceso lento que ocurre en el concreto, donde el hidróxido cálcico del cemento reacciona con el dióxido de carbono del aire formando carbonato cálcico. Esta reacción, necesariamente se produce en medio acuoso, ya que el dióxido de carbono reacciona con el agua formando ácido carbónico, el cual reaccionará con el hidróxido de calcio obteniendo como resultado el carbonato de calcio y agua. Dado que la carbonatación provoca una bajada de pH (ácido) esto puede llevar a la corrosión de la armadura y dañar la construcción.



- \* Poros: la presencia de este daño provoca pequeños huecos en la superficie del concreto y es causado por un mal vibrado del concreto o por una mala mezcla del mismo.
- \* Falta de Recubrimiento: es causado por un mal encofrado o por 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.
- \* Corrosión: es causado por el contacto directo de las barras de acero con humedad; y se puede apreciar en las barras que no tienen recubrimiento que presentan oxido en su superficie, y en las barras que tienen recubrimiento se aprecia que el concreto a su alrededor esta 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 y falta de acero transversal.

A continuación se presenta una escala propuesta para representar el deterioro según su clasificación. Ver Tabla II.1

Tabla II.1: Clasificación de daños.

Fuente: Línea de Investigación

TIPO DE DAÑO	NIVEL DE DAÑO				
	0	1	2	3	4
POROS	No se observa daño.	Casi imperceptible. Muy escasos. $d < 1$ mm.	Se observan agrupados o esparcidos $d < 4$ mm.	Abundantes en todas las caras. Se presentan en menos del 75% del miembro $d < 6$ mm.	Presentes en todas las caras. En grupos o esparcidos a lo largo de todo el miembro $d < 8$ mm.
CRECIMIENTO VEGETAL		Se observan menos de dos plantas de tamaño menor a 5 cm.	Se observan entre dos y cinco plantas, de tamaño entre 3cm y 10cm.	Se observan más de cinco plantas, de tamaño entre 3cm 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 la presencia de humedad en menos del 50% de la superficie.	Se observa la presencia de humedad en más del 50% de la superficie.	Se observan 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.
FALTA DE 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% y el 25% del elemento.	Presencia de grietas entre el 25% y el 50% del elemento.	Presencia de grietas entre el 50% y el 75% del elemento.	Presencia de grietas entre el 75% y el 100% del elemento.

## **II.6. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.**

Se denomina ensayo no destructivo a cualquier tipo de prueba practicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales. Los resultados obtenidos proporcionan información menos exacta del estado de la variable a medir, que los ensayos destructivos. Sin embargo, suelen ser más baratos para el propietario de la pieza a examinar, ya que no implican la destrucción de la misma. En ocasiones, los ensayos no destructivos buscan únicamente verificar la homogeneidad y continuidad del material analizado, por lo que se complementen con los datos provenientes de los ensayos destructivos. (Nunes, 2008).

### **II.6.1. EQUIPO FERROSCAN PS200.**

Este equipo es un instrumento que permite detectar la presencia de acero de refuerzo en elementos de concreto armado a través de un scanner, el cual está conectado a un monitor que realiza la evaluación y procesamiento de la data. Ver Figura II.2

El sistema 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. Se puede determinar el tamaño de una barra de refuerzo con una precisión de aproximadamente 10% mientras que la profundidad puede detectarla con una exactitud de aproximadamente 0,1 pulgadas hasta una profundidad alrededor de 6 a 7 pulgadas. (Luis y Reigadas, 2006).



Figura II.2: Equipo Ferroskan PS200.

Fuente: Comercializadora Tudor.

## **II.7. PROGRAMAS DE COMPUTACIÓN APLICADOS AL ANÁLISIS ESTRUCTURAL.**

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 según las normativas vigentes.

El programa “Extended Three Dimensional of Building System” v9.7.4 (ETABS), permite realizar diseño y revisión de estructuras, está desarrollado específicamente para sistemas de edificaciones y posee una poderosa e intuitiva interfaz gráfica con procedimientos de modelaje, análisis y diseño, todos integrados usando una base de datos común.

ETABS ofrece la mayor cantidad de herramientas de análisis y diseño disponibles para el ingeniero estructural. Además, el programa tiene la capacidad de importar el modelo desde AutoCAD y exportar los resultados a diferentes programas, tales como SAP2000, SAFE, Microsoft Access, Microsoft Excel, Microsoft Word y otros. (Nunes, 2007).

## **II.8. MEDIOS DE ESCAPE.**

La Norma COVENIN 810:1998 “Características de los Medios de Escape según el Tipo de Ocupación” define a los medios de escape como la vía libre que desde cualquier punto de la edificación conduce a un lugar seguro para escapar de una serie de circunstancias irregulares que se producen espontáneamente y que pueden ocasionar daños a personas, propiedades o al ambiente. Una vía de evacuación consta de tres partes: la zona de acceso a la salida, la salida y los medios de descarga a la salida.

### **II.8.1. AMENAZA SÍSMICA.**

Según la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), “la amenaza sísmica es un término técnico mediante el cual se caracteriza numéricamente la probabilidad de ocurrencia o excedencia de cierta intensidad sísmica en un determinado sitio, durante un período de tiempo”.

La amenaza sísmica se representa, generalmente, mediante mapas con curvas de isoaceleración para diferentes períodos y retornos. En Venezuela, el mapa de amenaza sísmica se toma en cuenta para el diseño de edificaciones, mediante la aplicación de la norma sismorresistente COVENIN 1756:2001, en la que se establece una aceleración horizontal para cada zona. Actualmente este mapa está conformado por ocho (8) zonas, desde la zona cero (0), donde no se requiere la consideración de las acciones sísmicas, hasta la zona siete (7). Este mapa se ha elaborado para un período medio de retorno de 475 años. (FUNVISIS. Amenaza Sísmica. <http://www.funvisis.gob.ve/>. Consultado: 13/02/2015). Ver Figura II.3

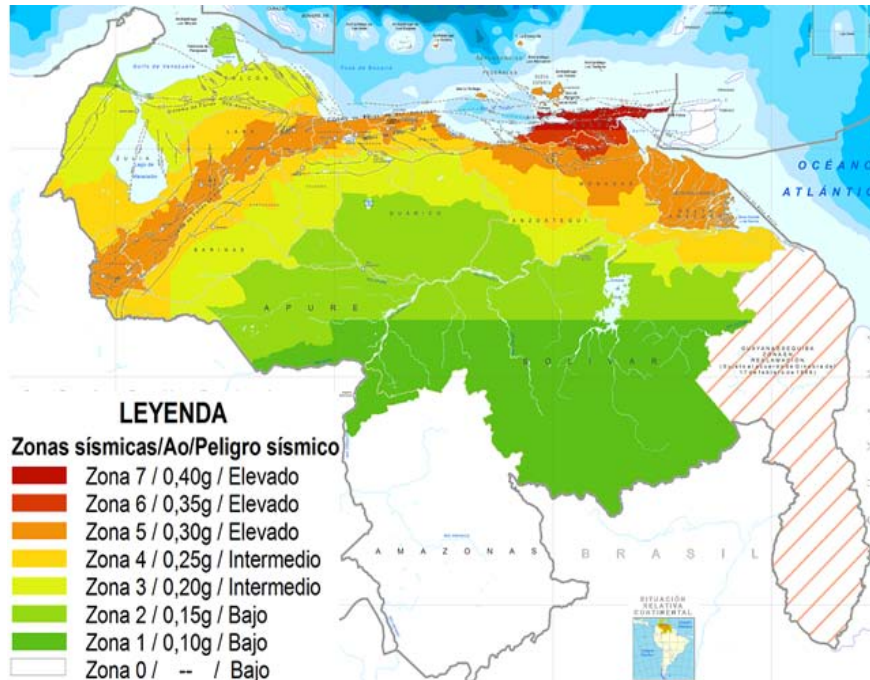


Figura II.3: Mapa de zonificación sísmica con fines de ingeniería (1998).

Fuente: Norma COVENIN 1756:2001. FUNVISIS.

### II.8.2. EL FUEGO COMO AMENAZA.

El fuego es una reacción química de oxidación violenta de una materia combustible, con desprendimiento de llamas, calor, vapor de agua y dióxido de carbono. Un incendio es una ocurrencia de fuego no controlado que puede abrasar algo que no está destinado a quemarse, puede afectar estructuras y a seres vivos. Para que se inicie un fuego es necesario que se den conjuntamente estos tres (3) factores: combustible, oxígeno y calor o energía de activación.

El objetivo de seguridad contra incendios en el diseño de edificaciones es un proceso consciente e integrado, de proyectar un edificio pensando en su seguridad contra incendios, si se quiere que sea eficaz y económico, se debe integrar en todo el proceso arquitectónico.

Una vez conocidos los riesgos que se puedan presentar en el edificio, debido al uso que va a tener, los materiales que se van a usar y las actividades que realizarán las personas que allí habitan, se deben elegir los sistemas contra incendios adecuados, entre los cuales se encuentran: rociadores, sistemas fijos de agua (mangueras conectadas a bombas de agua), extintores, entre otros. Además la protección que pueda ofrecer el parque de bomberos de la comunidad tiene una influencia muy importante, el proyectista diseña el edificio para que, si surge un incendio, pueda ser atacado antes de que se propague, o retrasarlo para que el cuerpo de bomberos pueda dominarlo fácilmente. (Cabral y Figueroa, 2011).

Es importante destacar, que dada la presencia de tuberías de gas, cocinas y equipos eléctricos, el fuego representa una gran amenaza en esta edificación, por lo que es importante la verificación el cumplimiento de las normas de seguridad correspondientes, para garantizar la presencia de extintores, alarmas y cualquier dispositivo que permita a los trabajadores y usuarios enfrentar una amenaza de este estilo, ya sea evitando la propagación del fuego, o alertando a los organismos competentes para la extinción del mismo. Es importante destacar que de igual manera ante un sismo, dichas tuberías de gas podrían romperse, ocasionando un incendio.

## **CAPÍTULO III. MÉTODO.**

El análisis estructural de este Trabajo Especial de Grado se enfocó en el conjunto de edificaciones que conforman el Comedor (Estructura Original más Ampliación), conocido originalmente como “Cafetería y Tienda”, quedando así el edificio de la Tienda para futuros análisis sismorresistentes del Departamento de Ingeniería Estructural.

Para la realización de este análisis estructural, fue necesario seguir una serie de pasos previos que consisten en analizar su comportamiento ante acciones sísmicas, considerando el estado de conservación de la edificación, contrastando los requerimientos de acero de los diferentes elementos de concreto, verificando las dimensiones de las vigas y las columnas, y analizando los desplazamientos laterales de la estructura y la cortante basal, según la normativa venezolana vigente.

El método a seguir se divide en cinco (5) fases, las cuales se presentan a continuación:

### **III.1. RECOPIACIÓN Y REGISTRO DE INFORMACIÓN.**

Durante esta etapa se recopiló toda la información concerniente a la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), su construcción y los datos de la declaración como Patrimonio Mundial de la Humanidad por la UNESCO, así como los criterios según los cuales se aprobó la inscripción de la CUC ante este organismo. Además, se obtuvo información referente a la reseña histórica de la Universidad Central de Venezuela (UCV), que tiene su sede dentro de los espacios de la Ciudad Universitaria de Caracas.



De igual manera, se recolectó la información planimétrica e histórica de la edificación (planos originales, memorias descriptivas, cómputos métricos), suministrada por La Casona Ibarra y COPRED, lo que permitió organizar y llevar a cabo las inspecciones a la estructura y los levantamientos de los elementos estructurales presentes actualmente en la edificación, haciendo un contraste con los elementos planteados en los planos.

### **III.2. OBSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA.**

En esta etapa se realizaron inspecciones visuales a la edificación para detallar y describir los elementos estructurales y de mampostería, junto con los daños que han sufrido los mismos con el paso del tiempo.

Una vez realizadas las inspecciones, se contrastó lo observado en la edificación con lo que se refleja en los planos originales, y se señaló en tablas y croquis aquellos elementos que difieren de la estructura original, tanto en dimensión como en ubicación. Además de esto, se reflejaron en tablas aquellos elementos estructurales que presentan algún daño, señalando el tipo de daño y la ubicación de los mismos; presentando esto con imágenes fotográficas.

### **III.3. LEVANTAMIENTO DE LA ESTRUCTURA ORIGINAL.**

Utilizando los datos métricos de los planos disponibles en el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED), se realizaron los planos necesarios para el recálculo de la edificación, en formato digital, con la finalidad de facilitar la lectura de la información métrica requerida para el modelo matemático.

Posteriormente, se verificó la distribución de las barras de acero que conforman el armado de una muestra representativa de los elementos estructurales (columnas y vigas) que constituyen el edificio, mediante los ensayos no destructivos descritos en el marco teórico. Con los resultados de dicho ensayo

se realizó una tabla comparativa de las cantidades de acero reflejadas en los planos, con las que se obtuvieron del ensayo no destructivo, haciendo las observaciones correspondientes.

Con las inspecciones se comprobó el uso que tienen actualmente las diversas áreas del edificio, así como también los elementos no estructurales allí contenidos, con el fin de tomar en cuenta las cargas adecuadas para el modelo de la edificación, de acuerdo a los parámetros de la Norma COVENIN 2002 – 1998 “Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones”.

Sin embargo, debido a que la parte Original de la edificación cuenta con una sola planta, las cargas permanentes y variables que actúan en ese nivel no fueron consideradas, ya que esta losa de piso se apoya directamente sobre suelo compactado, no existe una losa de fundación.

#### **III.4. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA ORIGINAL.**

Con los planos obtenidos y las inspecciones realizadas a la edificación se pudo constatar que la misma se divide en tres (3) grandes edificios los cuales colindan mediante juntas de dilatación.

De acuerdo a la Norma COVENIN 1756 – 2001 “Edificaciones Sismorresistentes” fueron determinadas las solicitaciones sísmicas de la edificación, tomando en cuenta las características físicas y el entorno de la misma, para incluir dichos datos en el modelado de cada edificio.

Dicho cálculo se realizó mediante el programa “Extended Three Dimensional of Building System” v9.7.4 (ETABS), donde se simularon los sistemas estructurales del Edificio del Comedor con una calidad de materiales similar a la empleada en la estructura original, y siguiendo los parámetros descritos en la Norma COVENIN 1756 – 2001 “Edificaciones Sismorresistentes” y Norma

COVENIN 1753 – 2006 “Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural”.

Con esto se pudo contrastar los requerimientos de áreas de acero, señalados por el programa, con el utilizado en la estructura analizada, para las condiciones mínimas exigidas por la Norma venezolana vigente.

Como resultado de esta fase, se obtuvo un modelo matemático con el cual se simuló el comportamiento de la estructura ante un evento sísmico, permitiendo realizar verificaciones de resistencia y deformaciones, así como otros aspectos que establece la Norma.

### **III.5. CONTRASTACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.**

A partir de las inspecciones realizadas en sitio y la observación del diseño estructural y arquitectónico de la edificación, se realizó el contraste del cumplimiento de las Normas Venezolanas para medios de escape y seguridad industrial, con la estructura construida, verificando desde las dimensiones de los medios de escape, hasta la accesibilidad de personas discapacitadas a la edificación.

Como resultado de esta fase, se generó la información necesaria para proponer soluciones y planes de contingencia o prevención en caso de algún siniestro o mejoras a la edificación que permitan a todos los usuarios y trabajadores del Comedor, su correcto uso y disfrute.

## **CAPÍTULO IV. INFORMACIÓN PLANIMÉTRICA**

Se recopilaron una serie de planos estructurales y arquitectónicos de la edificación, los cuales permitieron obtener las dimensiones y ubicación de las columnas, vigas y losas que conforman a la misma, así como también la distribución de acero presente en dichos elementos.

En base a los datos obtenidos se realizó una comprobación de los mismos mediante un levantamiento planimétrico de la edificación, realizando mediciones de algunas columnas y vigas escogidas de manera arbitraria. De esta manera, se verificó que las dimensiones de los elementos mencionados no presentaron diferencias considerables con respecto a lo indicado en los planos. Dichas mediciones se encuentran en tablas y separadas de acuerdo al tipo de elemento estructural.

De igual forma, se verificó la existencia de algún tipo de elemento estructural que no estuviese contemplado en los planos originales. Como resultado de esta inspección, se pudo conocer que para el año 2000 se había realizado una intervención en lo que era el patio del Comedor, siendo convertido en una ampliación, quedando estructurado como se encuentra actualmente.

### **IV.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

A continuación se presentan las características de los diferentes elementos estructurales presentes en la edificación de estudio, siendo importante destacar que el Comedor está constituido por tres grandes áreas colindantes mediante dos juntas de dilatación, por lo que se consideraron como tres edificaciones. (Ver Figura IV.1.1)

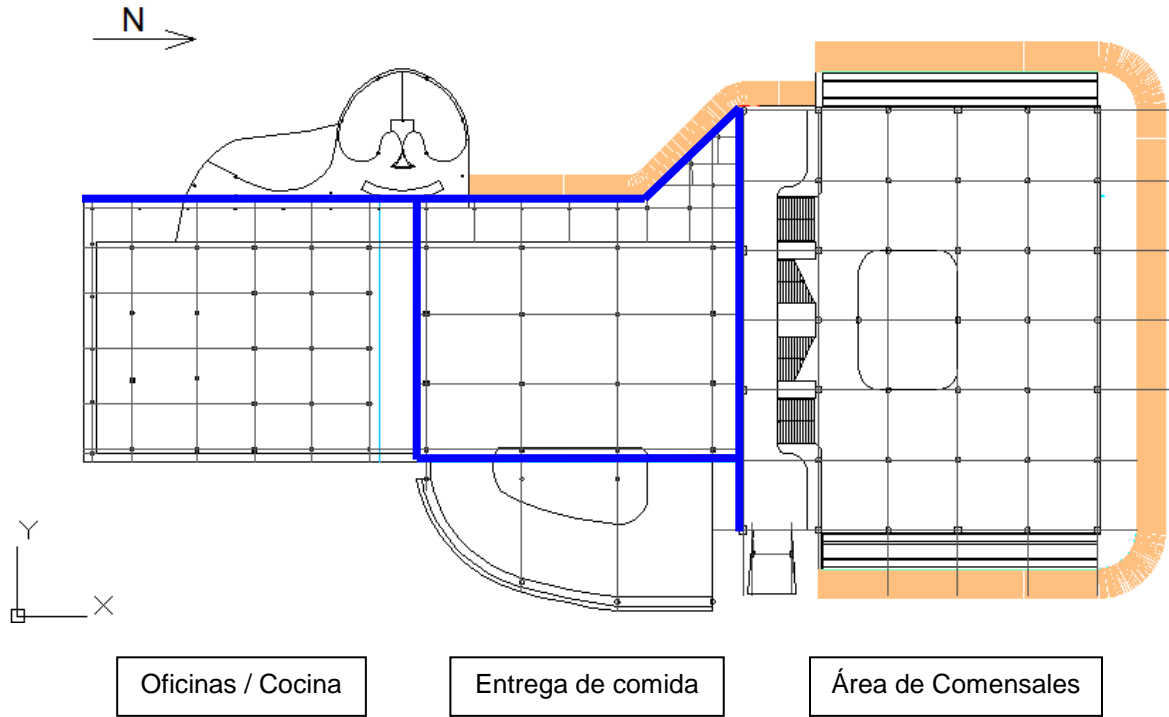


Figura IV.1.1: Croquis edificio del Comedor.

Fuente: Elaboración propia.

Para ubicar cada uno de los elementos estructurales, se digitalizaron los planos de planta proporcionados por La Casona Ibarra. Dichos planos pueden observarse en las figuras IV.1.2, IV.1.3, IV.1.4.

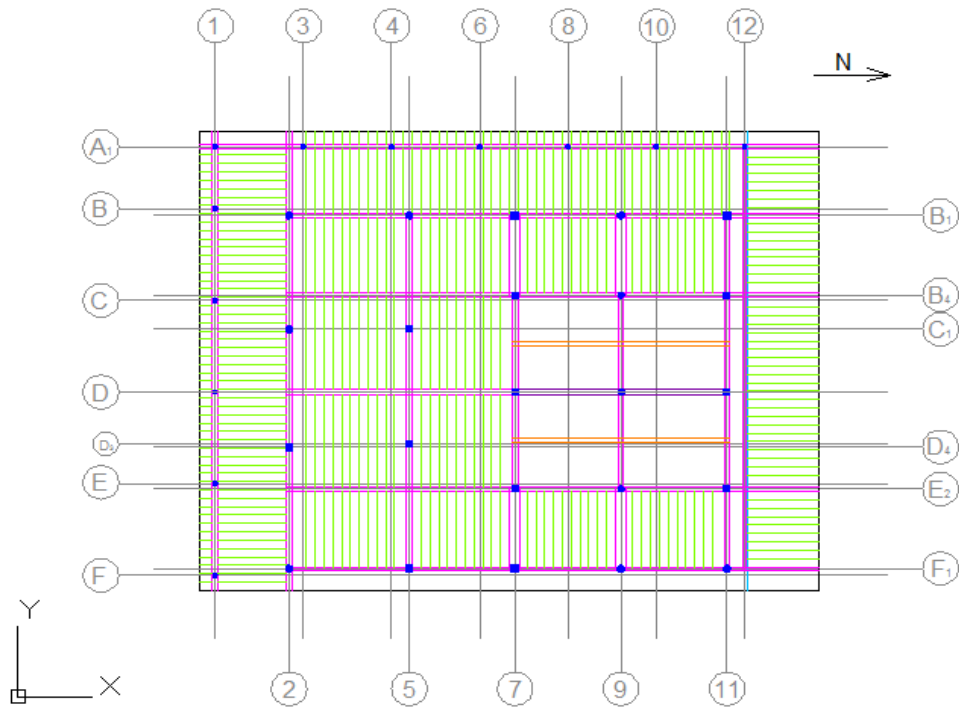


Figura IV.1.2: Croquis Edificio Original del Comedor. Área de Oficinas y Cocina.  
Fuente: Elaboración propia.

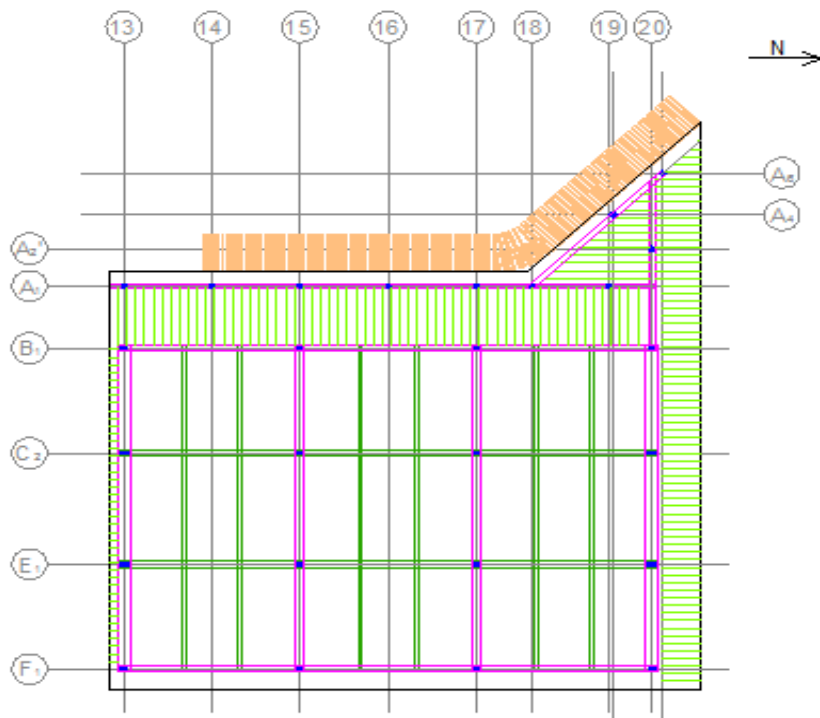


Figura IV.1.3: Croquis Edificio Original del Comedor. Área de Entrega de Comida  
Fuente: Elaboración propia.

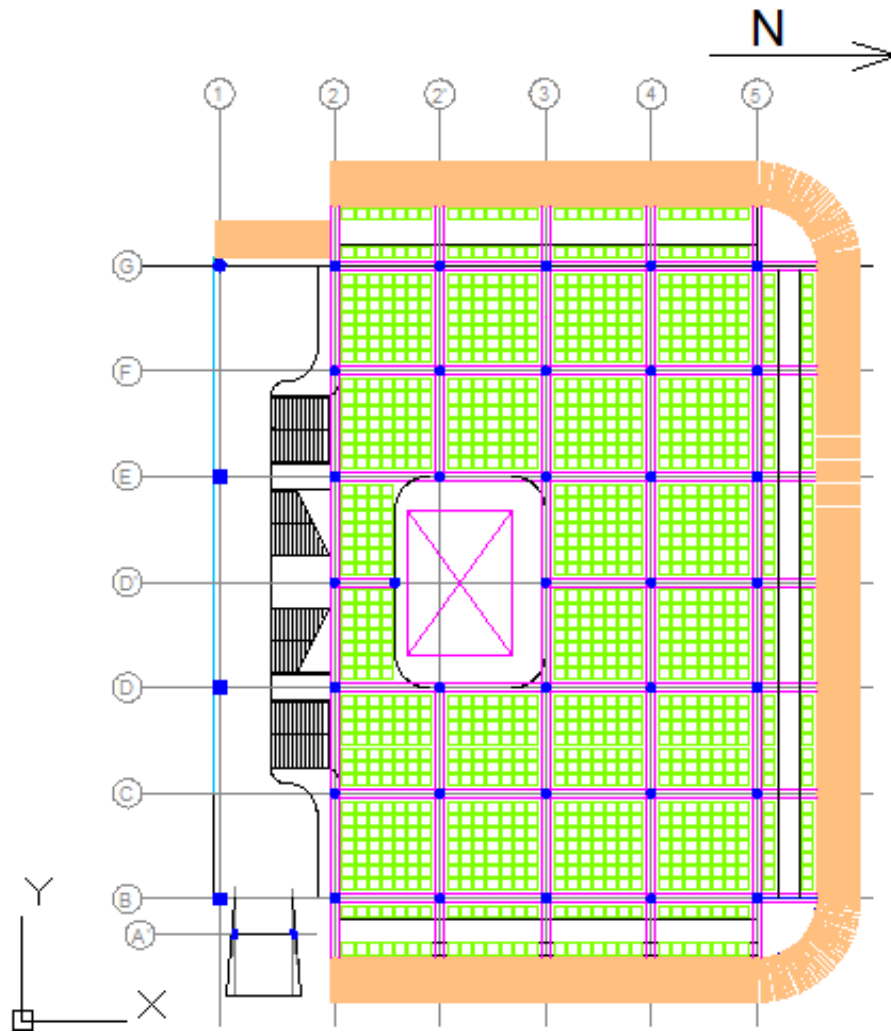


Figura IV.1.4: Croquis edificio de Ampliación del Comedor. Planta tipo.

Fuente: Elaboración propia.

#### IV.1.1. COLUMNAS

Las columnas presentes en las edificaciones son de sección cuadrada, rectangular y circular. Existe un total de 100 columnas, las cuales fueron agrupadas según su armado y dimensión y separadas de acuerdo a cada modelo realizado. A continuación se muestran las dimensiones de los tipos de columnas presentes y el acero longitudinal de cada tipo. Ver Tablas IV.1.1.1, IV.1.1.2.

Tabla IV.1.1.1: Dimensiones de columnas

<b>Nombre</b>	<b>Sección</b>	<b>Diámetro (cm)</b>		<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>
COL - 1	Circular	25		490,87
COL - 2	Circular	40		1256,64
COL - 3	Circular	35		962,11
COL - 4	Circular	40		1256,64
COL - 14	Circular	55		2375,83
COL - 15	Circular	70		3848,45
COL - 16	Circular	80		5026,55
<b>Nombre</b>	<b>Sección</b>	<b>Dimensión (cm)</b>		<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	
COL - 5	Cuadrada	40	40	1600
COL - 6	Cuadrada	35	35	1225
COL - 7	Cuadrada	35	35	1225
COL - 8	Cuadrada	40	40	1600
COL - 9	Rectangular	50	40	2000
COL - 10	Cuadrada	30	30	900
COL - 11	Rectangular	30	40	1200
COL - 12	Cuadrada	40	40	1600
COL - 13	Cuadrada	40	40	1600
COL - 17	Cuadrada	70	70	4900
COL - 18	Rectangular	55	70	3850
COL - 19	Cuadrada	80	80	6400



Tabla IV.1.1.2: Distribución de acero para las columnas.

Nombre	Acero (barras)	Área (cm <sup>2</sup> )	ρ (%)
COL - 1	6 φ 1/2"	7,60	1,55
COL - 2	8 φ 1/2"	10,13	0,81
COL - 3	8 φ 1/2"	10,13	1,05
COL - 4	6 φ 3/4"	17,10	1,36
COL - 5	6 φ 3/4"	17,10	1,07
COL - 6	4 φ 3/4"	11,40	0,93
COL - 7	8 φ 1/2"	10,13	0,83
COL - 8	8 φ 1" + 2 φ 3/4"	46,24	2,89
COL - 9	6 φ 1"	30,40	1,52
COL - 10	4 φ 3/4"	11,40	1,27
COL - 11	6 φ 3/4"	17,10	1,43
COL - 12	6 φ 3/4"	17,10	1,07
COL - 13	8 φ 3/4"	22,80	1,43
COL - 14	-	-	-
COL - 15	-	-	-
COL - 16	-	-	-
COL - 17	-	-	-
COL - 18	-	-	-
COL - 19	-	-	-

La Norma FONDONORMA 1753 – 2006 establece en su sección 10.7.3.c que para columnas pertenecientes a un nivel de diseño ND1, la cuantía de acero ( $\rho$ ) debe estar entre el 1% y 8% del área neta de concreto. Como puede observarse, en la mayoría de los casos el valor cumple, con excepción de aquellos valores que se muestran en color rojo, los cuales corresponden a los tipos de columnas COL – 2, COL – 6 y COL – 7, que presentan una cuantía menor al 1%, dejando de cumplir con la normativa actual respecto a esta sección.

De las columnas presentes en la Ampliación, las cuales se especifican en la Tabla IV.1.1.4, no se encontró información en los planos referente al armado de

las mismas, por lo que no presentan datos del acero en la Tabla IV.1.1.2 de las columnas COL-14 hasta las columnas COL-19.

A continuación se presenta en las tablas IV.1.1.3, IV.1.1.4, las columnas que agrupa cada tipo de columna expuesto anteriormente, además de señalar a que edificio pertenece (Estructura Original o Ampliación).

Tabla IV.1.1.3: Tipos de columnas presentes en el Comedor. Estructura Original

<b>COL - 1</b>	10 C	<b>COL - 6</b>	37 C
	30 C		38 C
	45 C		39 C
<b>COL - 2</b>	31 C		48 C
	35 C		51 C
	40 C		52 C
	41 C	53 C	
	44 C	<b>COL - 7</b>	47 C
<b>COL - 3</b>	46 C	<b>COL - 8</b>	5 C
	32 C		6 C
	33 C		8 C
	34 C		9 C
<b>COL - 4</b>	42 C		
<b>COL - 5</b>	36 C	<b>COL - 9</b>	4 C
	43 C		7 C
	50 C	<b>COL - 10</b>	11 C
	54 C		12 C
<b>COL - 11</b>	2 C		13 C
<b>COL - 12</b>	1 C		14 C
<b>COL - 13</b>	3 C		15 C

Los nombres de las columnas fueron tomados de los planos originales, facilitados por La Casona Ibarra. En la Figura IV.1.1.1 se muestra un fragmento de la tabla de columnas de la Estructura Original. Algunas columnas no se mencionan en la tabla anterior porque ya no se encuentran en la edificación, de la columna 16C a la 29C se encontraban ubicadas donde actualmente se encuentra

la sala de comensales, cuya construcción fue posterior a la de la estructura original.

C O L U M N A S —

NOMBRE	PERFIL	ARMAD.	ESTR. $\phi$	DISTANC.	NOTA	NOMBRE	PERFIL	ARMAD.	ESTR. $\phi$	DISTANC.	NOTA
(14C)	30 x 30	4 $\phi$ 3/4"	1/4"	15 CM.	PLAN N° 8	(35C)	$\phi$ 40	8 $\phi$ 1/2"	1/4"	20 CM	COMO (31C)
(15C)	30 x 30	4 $\phi$ 3/4"	1/4"	15 --	COMO (14C)	(36C)	40 x 40	6 $\phi$ 3/4"	1/4"	20 --	PLAN N° 7
(16C)	$\phi$ 25	6 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	PLAN N° 8	(37C)	35 x 35	4 $\phi$ 3/4"	1/4"	15 --	PLAN N° 7
(17C)	$\phi$ 30	6 $\phi$ 3/4" + 6 $\phi$ 5/8" 6 $\phi$ 3/4"	1/4"	15 --	PLAN N° 8	(38C)	35 x 35	4 $\phi$ 3/4"	1/4"	15 --	PLAN N° 8
(18C)	$\phi$ 30	8 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	PLAN N° 8	(39C)	35 x 35	4 $\phi$ 3/4"	1/4"	15 --	PLAN N° 7
(19C)	$\phi$ 25	6 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	COMO (16C)	(40C)	$\phi$ 40	8 $\phi$ 1/2"	1/4"	20 --	COMO (31C)
(20C)	$\phi$ 25	6 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	COMO (16C)	(41C)	$\phi$ 40	8 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	COMO (31C)
(21C)	$\phi$ 25	6 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	COMO (16C)	(42C)	$\phi$ 40	6 $\phi$ 3/4"	1/4"	20 --	COMO X
(22C)	$\phi$ 25	6 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	COMO (16C)	(43C)	40 x 40	6 $\phi$ 3/4"	1/4"	20 --	COMO (36C)
(23C)	$\phi$ 25	6 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	COMO (16C)	(44C)	$\phi$ 40	8 $\phi$ 1/2"	1/4"	20 --	COMO (31C)
(24C)	$\phi$ 25	6 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	COMO (16C)	(45C)	$\phi$ 25	6 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	COMO (16C)
(25C)	$\phi$ 25	6 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	COMO (16C)	(46C)	$\phi$ 40	12 $\phi$ 3/4"	1/4"	15 --	PLAN N° 7
(26C)	$\phi$ 25	6 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	COMO (16C)	(47C)	$\phi$ 40	8 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	PLAN N° 7
(27C)	$\phi$ 25	6 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	COMO (16C)	(48C)	35 x 35	4 $\phi$ 3/4"	1/4"	15 --	PLAN N° 7
(28C)	$\phi$ 25	6 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	COMO (16C)	(49C)	40 x 40	8 $\phi$ 1/2" + 8 $\phi$ 3/4"	3/8"	20 --	PLAN N° 7
(30C)	$\phi$ 25	6 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	COMO (16C)	(50C)	40 x 40	6 $\phi$ 3/4"	1/4"	20 --	COMO (36C)
(31C)	$\phi$ 40	8 $\phi$ 1/2"	1/4"	20 --	PLAN N° 8	(51C)	35 x 35	4 $\phi$ 3/4"	1/4"	15 --	PLAN N° 7
(32C)	$\phi$ 35	8 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	PLAN N° 7	(52C)	35 x 35	4 $\phi$ 3/4"	1/4"	15 --	PLAN N° 7
(33C)	$\phi$ 35	8 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	PLAN N° 7	(53C)	35 x 35	4 $\phi$ 3/4"	1/4"	15 --	PLAN N° 7
(34C)	$\phi$ 35	8 $\phi$ 1/2"	1/4"	15 --	PLAN N° 7	(54C)	40 x 40	6 $\phi$ 3/4"	1/4"	20 --	COMO (36C)

Figura IV.1.1.1: Tabla de Columnas. Plano original.

Fuente: COPRED. Casona Ibarra.

En la siguiente tabla (IV.1.1.4), se muestran las columnas presentes en la Ampliación, denominadas de acuerdo a los ejes en los que están ubicadas. En la Figura IV.1.1.2 se observa una sección del plano original de la ampliación, con los ejes de referencia.

Tabla IV.1.1.4: Tipos de columnas presentes en el Comedor. Ampliación

<b>COL - 14</b>	2'G	<b>COL - 15</b>	4G
	2F		2'E
	2'F		3E
	3F		4E
	4F		3D'
	5F		4D'
	2D'		5D'
	2"D'		2'D
	2C		3D
<b>COL - 16</b>	1G		4D
<b>COL - 17</b>	2G		2'C
	5G		3C
	2E		4C
	2D		5C
	2B		2'B
	5B	4B	
<b>COL - 18</b>	3G	<b>COL - 19</b>	1E
	5E		1D
	5D		1B
	3B		

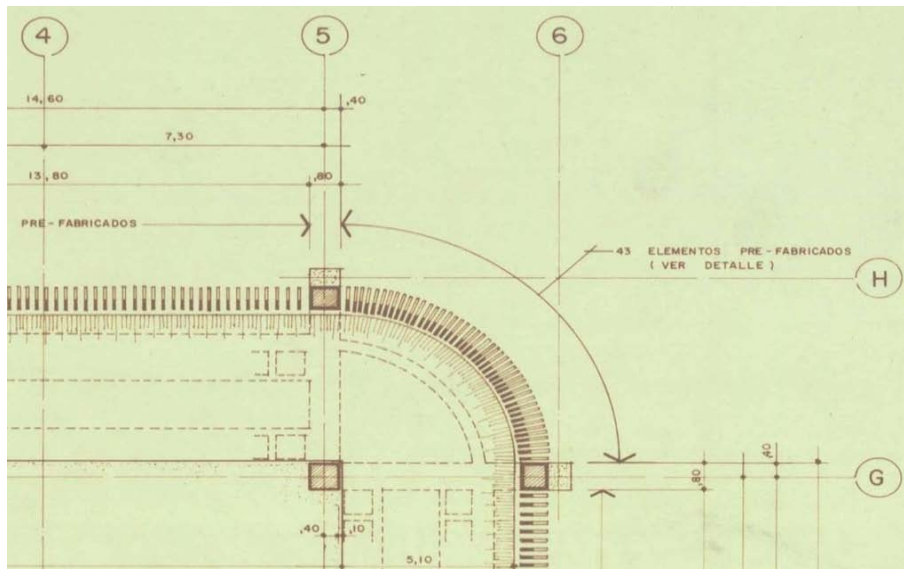


Figura IV.1.1.2: Plano de ampliación con ejes de ubicación de columnas.

Fuente. COPRED. Casona Ibarra

#### IV.1.2. VIGAS

Existe un total de 41 tipos de vigas en el Comedor entre ambas construcciones (Estructura Original y Ampliación). Las vigas presentes son de sección cuadrada y rectangular, para el caso de la Ampliación, los nueve (9) tipos de vigas existentes se encuentran en ambas direcciones, mientras que en la Estructura Original, a pesar de que se encuentran igualmente en ambas direcciones, no están presentes en todos los ejes de referencia de las columnas, por lo que existen pórticos sin vigas en una u otra dirección.

En las Tablas IV.1.2.1 y IV.1.2.2 se pueden observar las dimensiones y ubicación de los tipos de vigas presentes en la Estructura Original, así como el acero de refuerzo longitudinal de cada tipo.

Tabla IV.1.2.1: Dimensiones y Ubicación de las vigas de la Estructura Original

Nombre	Dimensión (cm)		Ejes		Área (cm <sup>2</sup> )
	b	h	Longitudinal	Transversal	
V - 1	20	90	B <sub>1</sub>	(11 - 13)	1800
V - 2	30	20	A <sub>1</sub>	(3-10) - (12-18)	600
V - 3	30	20	A <sub>1</sub>	(18 - 19)	600
V - 4	30	20	A <sub>1</sub>	(19 - 20)	600
V - 5	40	40	(B <sub>1</sub> - A <sub>2</sub> )	20	1600
V - 6	40	40	(A <sub>2</sub> - A <sub>6</sub> )	20	1600
V - 7	30	20	A <sub>1</sub>	(10 - 12)	600
V - 8	30	20	A <sub>1</sub>	(1 - 2)	600
V - 9	30	20	(A <sub>1</sub> - B <sub>1</sub> )	1	600
V - 10	30	20	(E - A <sub>1</sub> )	1	600
V - 11	30	40	E	(7 - 11)	1200
V - 12	30	50	D	(2 - 5)	1500
V - 13	30	50	D	(5 - 7)	1500
V - 14	30	40	D	(7 - 11)	1200
V - 15	30	50	C	(2 - 5)	1500
V - 16	30	50	C	(5 - 7)	1500
V - 17	60	20	(F-E) - (C-B <sub>1</sub> )	9	1200

V - 18	30	50	(E - C)	9	1500
V - 19	30	40	(F-E) - (C-B <sub>1</sub> )	11	1200
V - 20	30	55	(E - C)	11	1650
V - 21	20	90	B <sub>1</sub>	(5 - 11)	1800
V - 22	20	90	B <sub>1</sub>	(2 - 5)	1800
V - 23	40	90	(C <sub>1</sub> - B <sub>1</sub> )	2	3600
V - 24	40	90	(D <sub>4</sub> - C <sub>1</sub> )	2	3600
V - 25	40	90	(F <sub>1</sub> - D <sub>4</sub> )	2	3600
V - 26	20	90	F <sub>1</sub>	(2 - 5)	1800
V - 27	20	90	F <sub>1</sub>	(5 - 11)	1800
V - 28	60	20	(F <sub>1</sub> - E <sub>2</sub> ) - (B <sub>4</sub> -B <sub>1</sub> )	7	1200
V - 29	30	55	(E <sub>2</sub> - B <sub>1</sub> )	7	1650
V - 30	35	60	(C <sub>1</sub> - B <sub>1</sub> )	5	2100
V - 31	35	60	(D <sub>4</sub> - C <sub>1</sub> )	5	2100
V - 32	35	60	(F <sub>1</sub> - D <sub>4</sub> )	5	2100

Tabla IV.1.2.2: Distribución de acero en vigas pertenecientes a la Estructura Original

Nombre	Rc (cm)	Acero Superior (barras)			Acero Inferior (barras)			Estribos
		Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	
V - 1	2,5	3 $\phi$ 5/8"	3 $\phi$ 5/8"	3 $\phi$ 5/8"	3 $\phi$ 1/2"	3 $\phi$ 1/2"	3 $\phi$ 1/2"	$\phi$ 1/4" @ 20 cm
V - 2	3,0	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	5 $\phi$ 3/4"	5 $\phi$ 3/4"	5 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm
V - 3	3	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	4 $\phi$ 3/4"	4 $\phi$ 3/4"	4 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm
V - 4	3	4 $\phi$ 3/4"	4 $\phi$ 3/4"	4 $\phi$ 3/4"	2 $\phi$ 3/4"	2 $\phi$ 3/4"	2 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 1/4" @ 15 cm
V - 5	3	2 $\phi$ 3/4"	2 $\phi$ 3/4"	2 $\phi$ 3/4"	7 $\phi$ 3/4"	7 $\phi$ 3/4"	7 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 10 cm
V - 6	3	2 $\phi$ 3/4"	2 $\phi$ 3/4"	2 $\phi$ 3/4"	4 $\phi$ 3/4"	4 $\phi$ 3/4"	4 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm
V - 7	2,5	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	5 $\phi$ 3/4"	5 $\phi$ 3/4"	5 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm
V - 8	2,5	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 3/4" + 3 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 3/4" + 3 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 3/4" + 3 $\phi$ 5/8"	$\phi$ 3/8" @ 12 cm
V - 9	2,5	2 $\phi$ 3/8"	2 $\phi$ 3/8"	2 $\phi$ 3/8"	5 $\phi$ 5/8"	5 $\phi$ 5/8"	5 $\phi$ 5/8"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm

V – 10	3	2 $\phi$ 3/8"	2 $\phi$ 3/8"	2 $\phi$ 3/8"	5 $\phi$ 3/4"	5 $\phi$ 3/4"	5 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm
V – 11	4	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	5 $\phi$ 5/8"	5 $\phi$ 5/8"	5 $\phi$ 5/8"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm
V – 12	4	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	6 $\phi$ 1"	6 $\phi$ 1"	6 $\phi$ 1"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm
V – 13	4	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	4 $\phi$ 1"	4 $\phi$ 1"	4 $\phi$ 1"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm
V – 14	4	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	4 $\phi$ 5/8"	4 $\phi$ 5/8"	4 $\phi$ 5/8"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm
V – 15	2,5	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	7 $\phi$ 1"	7 $\phi$ 1"	7 $\phi$ 1"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm
V – 16	4	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	4 $\phi$ 3/4"	4 $\phi$ 3/4"	4 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm
V – 17	3	3 $\phi$ 5/8"	3 $\phi$ 5/8"	3 $\phi$ 5/8"	3 $\phi$ 5/8"	3 $\phi$ 5/8"	3 $\phi$ 5/8"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm
V – 18	2,5	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	6 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm
V – 19	2,5	3 $\phi$ 5/8"	3 $\phi$ 5/8"	3 $\phi$ 5/8"	3 $\phi$ 1/2"	3 $\phi$ 1/2"	3 $\phi$ 1/2"	$\phi$ 1/4" @ 15 cm
V – 20	2,5	2 $\phi$ 3/4"	2 $\phi$ 3/4"	2 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm
V – 21	2,5	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	5 $\phi$ 5/8"	5 $\phi$ 5/8"	5 $\phi$ 5/8"	$\phi$ 3/8" @ 16 cm
V – 22	2,5	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	5 $\phi$ 3/4"	5 $\phi$ 3/4"	5 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm
V – 23	2,5	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	6 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 12 cm
V – 24	2,5	3 $\phi$ 3/4"	3 $\phi$ 3/4"	3 $\phi$ 3/4"	5 $\phi$ 3/4"	5 $\phi$ 3/4"	5 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm
V – 25	2,5	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	2 $\phi$ 5/8"	7 $\phi$ 3/4"	7 $\phi$ 3/4"	7 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 12 cm
V – 26	2,5	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	3 $\phi$ 5/8" + 2 $\phi$ 3/4"	3 $\phi$ 5/8" + 2 $\phi$ 3/4"	3 $\phi$ 5/8" + 2 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm
V – 27	2,5	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	5 $\phi$ 5/8"	5 $\phi$ 5/8"	5 $\phi$ 5/8"	$\phi$ 3/8" @ 16 cm
V – 28	3	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	3 $\phi$ 1/2"	3 $\phi$ 1/2"	3 $\phi$ 1/2"	$\phi$ 1/4" @ 15 cm
V – 29	3	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	4 $\phi$ 5/8" + 1 $\phi$ 3/4"	4 $\phi$ 5/8" + 1 $\phi$ 3/4"	4 $\phi$ 5/8" + 1 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 15 cm
V – 30	2,5	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	10 $\phi$ 1"	10 $\phi$ 1"	10 $\phi$ 1"	$\phi$ 3/8" @ 10 cm

V – 31	2,5	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	10 $\phi$ 1"	10 $\phi$ 1"	10 $\phi$ 1"	$\phi$ 3/8" @ 10 cm
V – 32	2,5	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	2 $\phi$ 1/2"	10 $\phi$ 1"	10 $\phi$ 1"	10 $\phi$ 1"	$\phi$ 3/8" @ 10 cm

En las Tablas IV.1.2.4 y IV.1.2.5 se observan las dimensiones, ubicación y cantidad de acero de refuerzo de las vigas presentes en la Ampliación.

Tabla IV.1.2.4: Dimensiones y Ubicación de las vigas en la Ampliación.

Nombre	Nivel	Dimensión (cm)		Ejes		Área (cm <sup>2</sup> )
		b	h	Longitudinal	Transversal	
V1	1	80	100	(B - G)	1	8000
V3	3	80	100	(D - E)	3	8000
V3	2	80	100	(B - G)	3	8000
V2	1	80	100	(B - D) - (E - G)	2	8000
				(D - E)		
V3	1	80	100	(B - G)	3	8000
V5	2	80	100	(B - G)	5	8000
V5	1	80	100	(B - G)	5	8000
VB = VG	1	80	100	B = G	(2 - 5)	8000
	2	80	100	B = G	(1 - 5)	8000
VD = VE	1	80	100	D = E	(1 - 5)	8000
	2	80	100	D = E	(2 - 5)	8000
	3	80	100	D = E	(2 - 3)	8000

Tabla IV.1.2.5: Distribución de acero en vigas pertenecientes a la Ampliación

Nombre	Nivel	Rc (cm)	Acero Superior (cm <sup>2</sup> )			Acero Inferior (cm <sup>2</sup> )			Estribos
			Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	
V1	1	2,5	4 $\phi$ 7/8"	4 $\phi$ 7/8"	4 $\phi$ 7/8"	9 $\phi$ 3/4"	9 $\phi$ 3/4"	9 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 11
V3	3	2,5	5 $\phi$ 3/4"	5 $\phi$ 3/4"	5 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 11
V3	2	2,5	4 $\phi$ 1" + 2 $\phi$ 7/8"	4 $\phi$ 1" + 2 $\phi$ 7/8"	4 $\phi$ 1" + 2 $\phi$ 7/8"	10 $\phi$ 7/8"	10 $\phi$ 7/8"	10 $\phi$ 7/8"	$\phi$ 3/8" @ 20



V2	1	2,5	3 $\phi$ 1" + 2 $\phi$ 7/8"	3 $\phi$ 1" + 2 $\phi$ 7/8"	3 $\phi$ 1" + 2 $\phi$ 7/8"	6 $\phi$ 3/4" + 2 $\phi$ 7/8"	6 $\phi$ 3/4" + 2 $\phi$ 7/8"	6 $\phi$ 3/4" + 2 $\phi$ 7/8"	$\phi$ 3/8" @ 20
			5 $\phi$ 7/8"	5 $\phi$ 7/8"	5 $\phi$ 7/8"	4 $\phi$ 7/8" + 2 $\phi$ 3/4"	4 $\phi$ 7/8" + 2 $\phi$ 3/4"	4 $\phi$ 7/8" + 2 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 20
V3	1	2,5	6 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	7 $\phi$ 3/4"	7 $\phi$ 3/4"	7 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 11
V5	2	2,5	6 $\phi$ 7/8"	6 $\phi$ 7/8"	6 $\phi$ 7/8"	6 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 20
V5	1	2,5	6 $\phi$ 7/8"	6 $\phi$ 7/8"	6 $\phi$ 7/8"	8 $\phi$ 3/4"	8 $\phi$ 3/4"	8 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 20
VB = VG	1	2,5	4 $\phi$ 3/4"	4 $\phi$ 3/4"	4 $\phi$ 3/4"	4 $\phi$ 7/8"	4 $\phi$ 7/8"	4 $\phi$ 7/8"	$\phi$ 3/8" @ 20
	2	2,5	4 $\phi$ 7/8"	4 $\phi$ 7/8"	4 $\phi$ 7/8"	8 $\phi$ 3/4"	8 $\phi$ 3/4"	8 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 20
VD = VE	1	2,5	4 $\phi$ 1" + 2 $\phi$ 7/8"	4 $\phi$ 1" + 2 $\phi$ 7/8"	4 $\phi$ 1" + 2 $\phi$ 7/8"	9 $\phi$ 3/4"	9 $\phi$ 3/4"	9 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 20
	2	2,5	7 $\phi$ 1"	7 $\phi$ 1"	7 $\phi$ 1"	6 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 11
	3	2,5	5 $\phi$ 3/4"	5 $\phi$ 3/4"	5 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	6 $\phi$ 3/4"	$\phi$ 3/8" @ 20

### IV.1.3. LOSAS

En la Estructura Original del Comedor se presentan losas macizas en las bóvedas, con  $e = 10$  cm y losas nervadas con nervios en una dirección, de 20 cm de espesor, cada nervio de 10 cm de ancho, separados cada 50 cm.

La ubicación y tipo de cada una de las losas se muestran en las Figuras IV.1.3.1 y IV.1.3.2.

En la Ampliación, existen losas nervadas con nervios en ambas direcciones, con 15 cm de ancho, 35 cm de alto y separados cada 75 cm, y losas nervadas de 25 cm de espesor, con nervios de 10 cm de ancho, separados cada 50 cm. La disposición de estas losas se puede observar en las Figuras IV.1.3.3, IV.1.3.4 y IV.1.3.5.

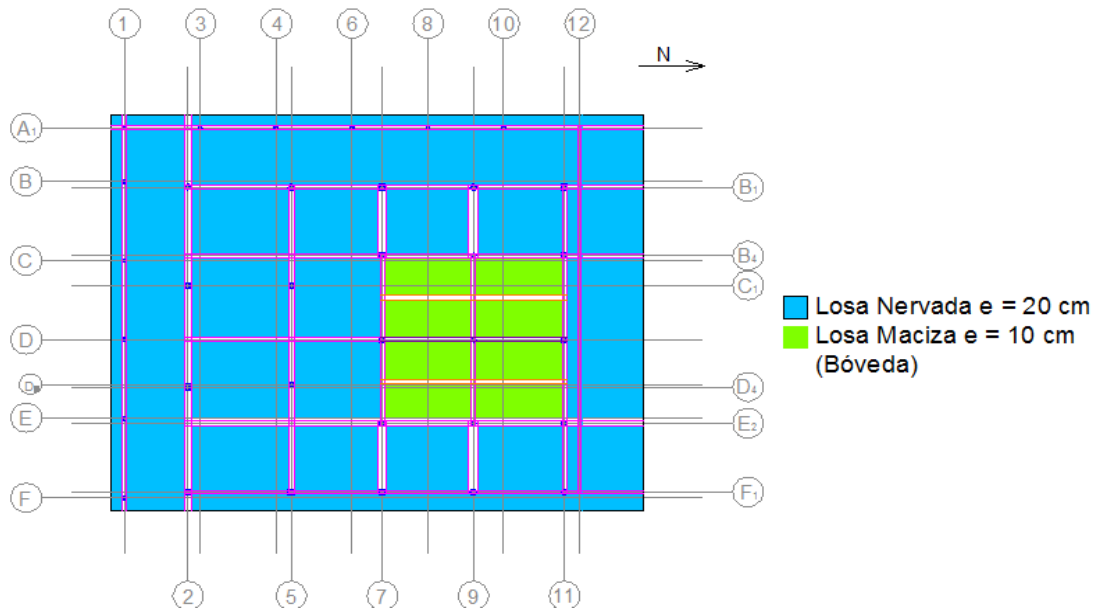


Figura IV.1.3.1: Ubicación de las losas de techo en Estructura Original. Área de Oficinas y Cocina.

Fuente: Elaboración Propia.

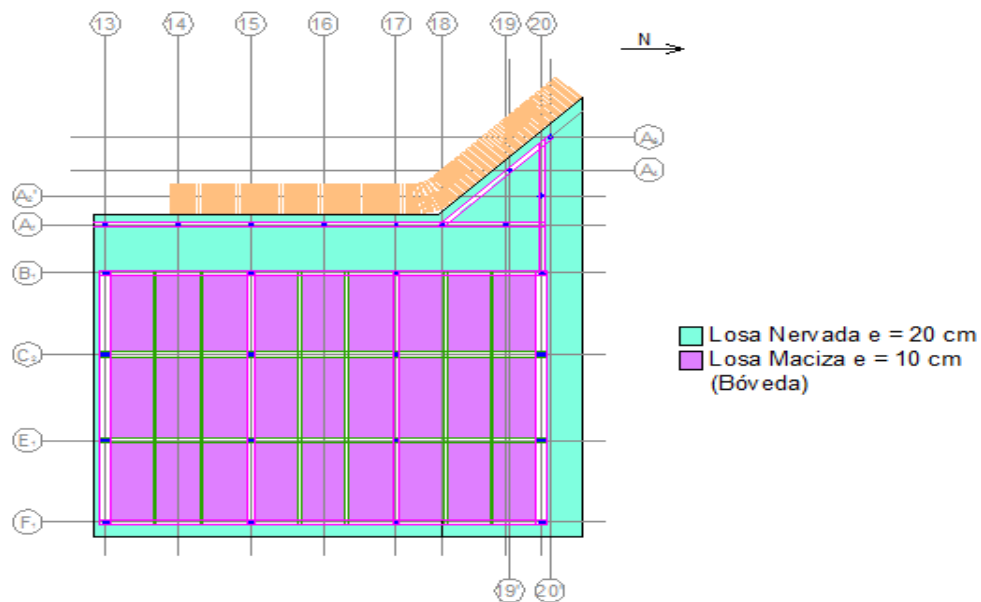


Figura IV.1.3.2: Ubicación de las losas de techo en Estructura Original. Área de Entrega de Comida.

Fuente: Elaboración Propia.

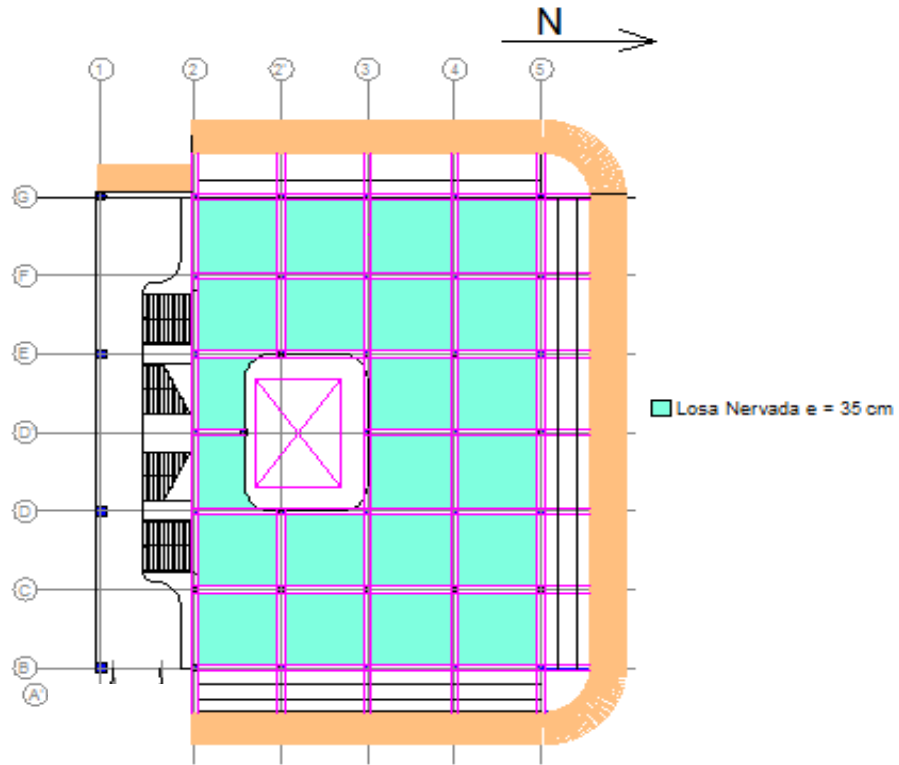


Figura IV.1.3.3: Ubicación de las losas de techo en Ampliación. Nivel + 2,00.

Fuente: Elaboración Propia.

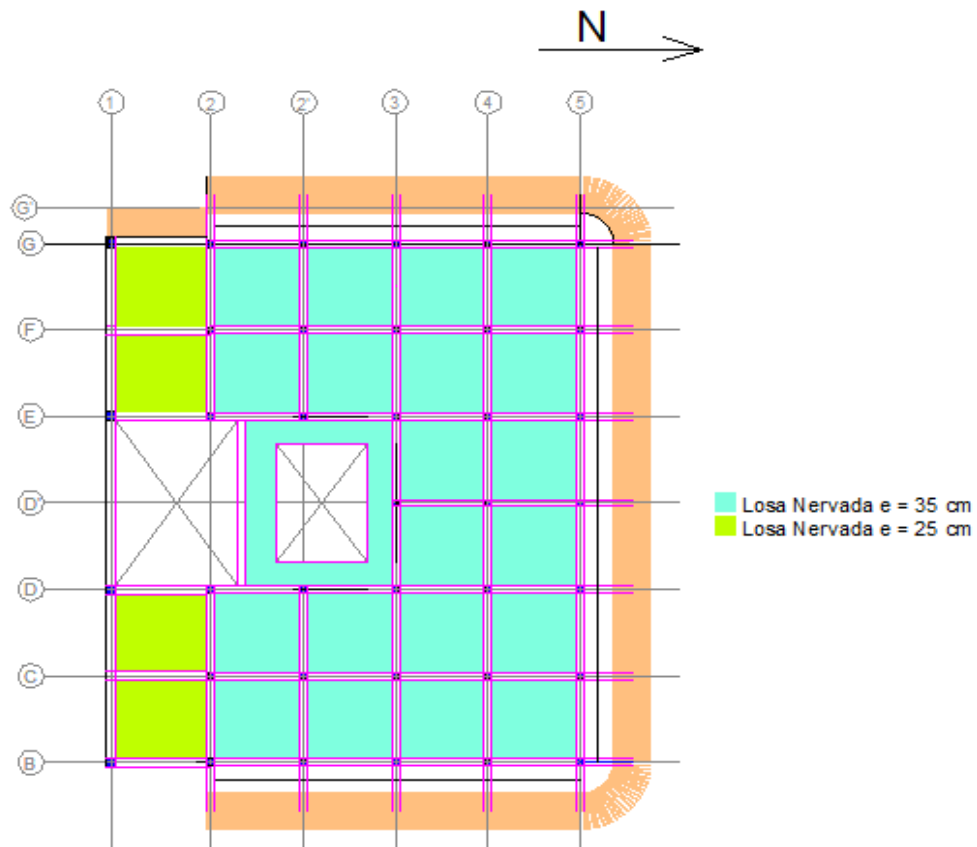


Figura IV.1.3.4: Ubicación de las losas de techo en Ampliación. Nivel + 6,00.

Fuente: Elaboración Propia.

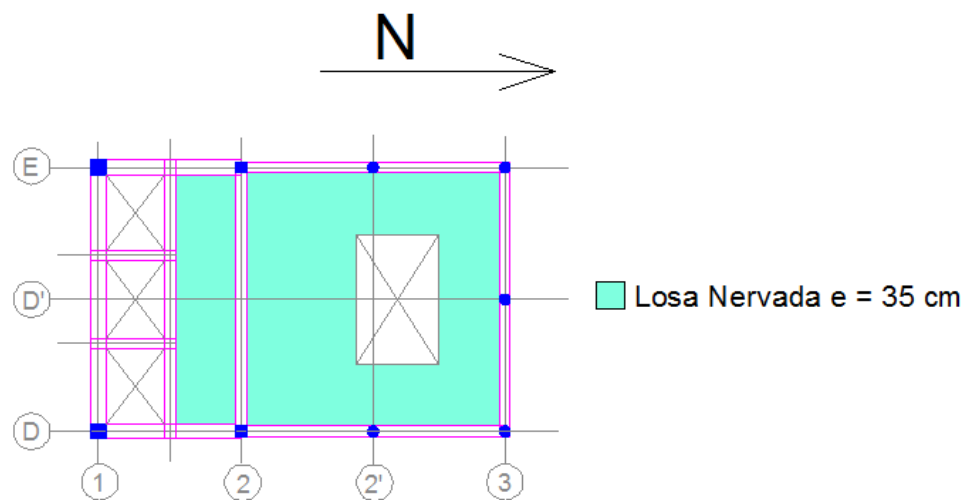


Figura IV.1.3.5: Ubicación de las losas de techo en Ampliación. Nivel + 8,00.

Fuente: Elaboración Propia.

De los nervios que conforman las losas nervadas en dos direcciones del edificio de Ampliación, no se encontró información en los planos correspondientes, por lo que no se hizo posible realizar la comparación de aceros de refuerzos presentes en los planos con los arrojados por el programa.

## IV.2. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS A LAS VIGAS Y COLUMNAS DEL EDIFICIO

Para la verificación de las dimensiones de las columnas presentes en el Comedor, se realizó un levantamiento a la edificación, a las columnas que tuviesen al menos dos (2) caras libres para así poder realizar la medición. Con estas medidas obtenidas del levantamiento se elaboraron tablas comparativas junto con las medidas presentes en los planos. Dichas tablas se muestran a continuación. Ver Tablas IV.2.1 y IV.2.2.

Tabla IV.2.1: Comparación de dimensiones de columnas. Estructura Original.

Nombre	Ubicación	Dimensión (cm)		% Variación
		Plano	Ensayo	
1 C	17 B <sub>1</sub>	40 x 40	41 x 40	2,5
2 C	17 C <sub>2</sub>	30 x 40	30 x 40	0,0
4 C	20 C <sub>2</sub>	50 x 40	50 x 41	2,5
5 C	20 F <sub>1</sub>	40 x 40	41 x 39	0,0
6 C	13 A <sub>1</sub>	40 x 40	40,5 x 39	-1,3
7 C	13 E <sub>1</sub>	50 x 40	50 x 39	-2,5
8 C	15 F <sub>1</sub>	40 x 40	41 x 41	5,0
9 C	13 F <sub>1</sub>	40 x 40	40 x 40	0,0
10 C	1 A <sub>1</sub>	φ 25	φ 25,5	2,0
11 C	18 A <sub>1</sub>	30 x 30	30 x 29	-3,3
13 C	19 A <sub>1</sub>	30 x 30	31 x 29	0,0
14 C	14 A <sub>1</sub>	30 x 30	29,9 x 30	-0,3
30 C	1 B	φ 25	φ 24,7	-1,2

31 C	9 B <sub>1</sub>	φ 40	φ 40	0,0
32 C	9 B <sub>4</sub>	φ 35	φ 35,6	1,7
33 C	9 D	φ 35	φ 36	2,9
34 C	9 E <sub>2</sub>	φ 35	φ 34	-2,9
35 C	9 F <sub>1</sub>	φ 40	φ 40,3	0,7
36 C	11 B <sub>1</sub>	40 x 40	39,6 x 40	-1,0
37 C	11 B <sub>4</sub>	35 x 35	34 x 35,5	-1,4
38 C	11 D	35 x 35	36 x 35	2,9
39 C	11 E <sub>2</sub>	35 x 35	35,6 x 35	1,7
45 C	1 F	φ 25	φ 26	4,0
48 C	5 D <sub>3</sub>	35 x 35	36,1 x 35	3,1
49 C	5 F <sub>1</sub>	40 x 40	40,5 x 39	-1,3
50 C	7 B <sub>1</sub>	40 x 40	40 x 40	0,0
51 C	7 B <sub>4</sub>	35 x 35	35,7 x 35	2,0

La Tabla IV.2.1 muestra solo 27 columnas presentes en la Estructura Original, las cuales se pudieron medir ya que cuentan con al menos dos (2) caras libres, esto representa el 44% del total presente en la Estructura Original. Como puede observarse, en este caso las variaciones en las medidas no son considerables, ya que no superan el 5%, por lo que se no considerarán al momento del modelado.

Tabla IV.2.2: Comparación de dimensiones de columnas. Ampliación

Ubicación	Dimensión (cm)		% Variación
	Plano	Ensayo	
1 G	φ 80	φ 80	0
1 E	80 x 80	80 x 80	0
1 D	80 x 80	80 x 80	0
1 B	80 x 80	88 x 88	+ 20
2 G	60 x 60	70 x 70	+ 33
2 F	φ 60	φ 55	- 8
2 E	60 x 60	70 x 70	+ 33
2 D'	φ 60	φ 55	- 8
2 D	60 x 60	70 x 70	+ 33
2 C	φ 60	φ 55	- 8

2 B	60 x 60	70 x 70	+ 33
2' G	φ 60	φ 55	- 8
2' F	φ 60	φ 55	- 8
2' E	φ 60	φ 70	+ 17
2' D	φ 60	φ 70	+ 17
2' C	φ 60	φ 70	+ 17
2' B	φ 60	φ 70	+ 17
3 G	60 x 60	55 x 70	+ 8
3 F	φ 60	φ 55	- 8
3 E	φ 60	φ 70	+ 17
3 D'	φ 60	φ 70	+ 17
3 D	φ 60	φ 70	+ 17
3 C	φ 60	φ 70	+ 17
3 B	60 x 60	55 x 70	+ 8
4 G	φ 60	φ 70	+ 17
4 F	φ 60	φ 55	- 8
4 E	φ 60	φ 70	+ 17
4 D'	φ 60	φ 70	+ 17
4 D	φ 60	φ 70	+ 17
4 C	φ 60	φ 70	+ 17
4 B	φ 60	φ 70	+ 17
5 G	60 x 60	70 x 70	+ 33
5 F	φ 60	φ 55	+ 17
5 E	60 x 60	55 x 70	+ 8
5 D'	φ 60	φ 70	+ 17
5 D	60 x 60	55 x 70	+ 8
5 C	φ 60	φ 70	+ 17
5 B	60 x 60	70 x 70	+ 33

En la Tabla IV.2.2 se muestran 38 columnas presentes en la Ampliación, las cuales se pudieron medir ya que cuentan con al menos dos (2) caras libres, esto representa el 100% del total presente en la Ampliación, ya que no existen paredes internas u obstáculos que oculten alguna de las caras de las columnas presentes. Como puede observarse, las variaciones en las medidas son considerables, por lo que en el modelo se tomaron en cuenta las medidas reales y

no las que se encuentran en los planos, esto con la finalidad de obtener resultados más cercanos a la estructura construida realmente.

En cuanto a la verificación de dimensiones de las vigas, se realizó a la par con el ensayo no destructivo mediante el equipo Ferroskan, midiendo las vigas que fueron escaneadas. Estos resultados se presentan más adelante, en la Tabla IV.2.4.

Para la verificación de la disposición y cantidad del acero de refuerzo existente en las vigas y columnas, se realizó una exploración a una muestra característica con el uso del equipo Ferroskan PS200. Este ensayo se realizó con la asistencia del Instituto de Materiales y Modelos estructurales (IMME), quienes proporcionaron el personal y equipo necesario para la investigación.

La realización de este ensayo permite corroborar la cantidad de las barras acero de refuerzo presente en el elemento, mediante un proceso de escaneo y reproducción de una imagen del interior del elemento al cual fue aplicado el ensayo. Ver Figura IV.2.1.

Para realizar este ensayo es necesario que al menos dos (2) caras consecutivas del elemento se encuentren totalmente libres, para que el equipo Ferroskan pueda realizar una lectura continua del elemento en estudio. Debido a la presencia de vigas planas y otras a una elevada altura, además de la presencia de equipos de cocina y paredes, son pocos los elementos a los cuales se les podía realizar este ensayo en la Estructura Original, además la mayoría de las vigas en toda la edificación poseen armados diferentes entre ellas, de acuerdo a la información obtenida de los planos.

Sin embargo, muchas de las columnas se repiten a lo largo de toda la edificación, por lo que se escogieron estadísticamente las que más se repetían y de esta manera poder hacer una comparación de resultados entre la muestra seleccionada y deducir que las demás columnas con las mismas características



estarían armadas de la misma manera. Esto se realizó para las tres (3) edificaciones. Por estas razones, se definió una muestra de dos (2) vigas y dos (2) columnas en la Estructura Original.

En cuanto a la Ampliación, a pesar de que no existen obstáculos como equipos o paredes, no se posee información en los planos del armado de las columnas, por lo que se hizo necesario ampliar la muestra a tres (3) vigas y tres (3) columnas, de manera que se pudiera comparar los resultados entre sí, para considerar si los elementos estaban armados de igual manera, o pertenecen a tipos diferentes.

En total, se ensayaron cinco (5) vigas y cinco (5) columnas, distribuidas en toda la edificación.



Figura IV.2.1: Medición de columnas con el Ferroscan.

Fuente: Propia.

Un ejemplo de las radiografías reproducidas por el Ferroscan puede apreciarse en la Figura IV.2.2, correspondientes a una viga de la Ampliación. La figura corresponde a la viga ubicada en el nivel inferior del edificio de la

Ampliación, en los ejes longitudinal E y transversal 3 – 4, donde se pudieron detectar cinco (5) barras que conforman el acero de refuerzo longitudinal, además de visualizarse el acero transversal en la misma.

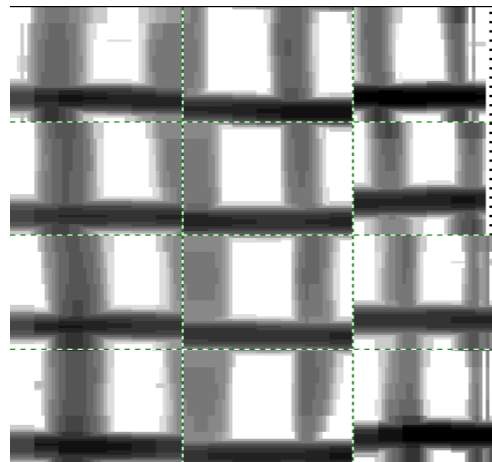


Figura IV.2.2: Radiografía de una Viga.

Fuente: Equipo Ferroskan.

A continuación se presentan en las Tablas IV.2.3, IV.2.4 y IV.2.5, la información obtenida en los ensayos a las columnas, comparada con la que se presentan en los planos.

Tabla IV.2.3: Comparación del número de barras en cada dirección para cada columna ensayada.

Estructura Original							
Ensayo	Tipo de Columna	Nivel	Ubicación	Datos de los Planos		Datos de los Ensayos	
				N° de barras por cara		N° de barras por cara	
				X	Y	X	Y
1	COL – 8 (8C)	0,00	15 - F <sub>1</sub>	4	3	3	3
2	COL – 5 (50C)	0,00	7 - B <sub>1</sub>	3	2	3	3

Ampliación							
Ensayo	Tipo de Columna	Nivel	Ubicación	Datos de los Planos		Datos de los Ensayos	
				N° de barras por cara		N° de barras por cara	
				X	Y	X	Y
3	COL - 19	-2,00	1E	-	-	3	3
4	COL - 18	-2,00	3G	-	-	3	3
5	COL - 14	-2,00	3F	-	-	3	3

Tabla IV.2.4: Ubicación de las vigas ensayas. Comparación de las dimensiones obtenidas.

Estructura Original								
Ensayo	Tipo de Viga	Nivel	Ejes		Datos de los Planos (cm)		Datos de los Ensayos (cm)	
			Long.	Trans.	B	H	B	H
1	V - 27	0,00	F <sub>1</sub>	9 - 11	20	90	20	90
2	V - 33	0,00	B <sub>1</sub> - C <sub>2</sub>	15	50	80	50	80
Ampliación								
Ensayo	Tipo de Viga	Nivel	Ejes		Datos de los Planos (cm)		Datos de los Ensayos (cm)	
			Long.	Trans.	B	H	B	H
3	V3	-2,00	F - G	3	60	80	60	80
4	VE	-2,00	E	3 - 4	60	80	60	80
5	V4	-2,00	E - F	4	60	80	60	80

Para obtener la altura de las vigas ensayadas, fue medida la altura libre que tiene cada viga antes de embutirse a la losa, además se midió la altura de la losa, la cual corresponde con la que se presenta en los planos. Dicha sumatoria es el resultado de la altura total de cada viga.

Tabla IV.2.5: Comparación del número de barras en cada dirección para cada viga ensayada.

<b>Estructura Original</b>		
<b>Ensayo</b>	<b>N° de barras en cada cara</b>	
	<b>Datos de los planos</b>	<b>Datos de los ensayos</b>
	<b>X (inferior)</b>	<b>X (Inferior)</b>
1	5	3
2	6	3
<b>Ampliación</b>		
<b>Ensayo</b>	<b>N° de barras en cada cara</b>	
	<b>Datos de los planos</b>	<b>Datos de los ensayos</b>
	<b>X (inferior)</b>	<b>X (Inferior)</b>
3	4	4
4	4	5
5	6	4

Una vez comparada la información de los ensayos con la de los planos, se pudo verificar que en cuanto a la cantidad y distribución del acero, no existen diferencias representativas entre lo construido y lo planteado en los planos. Sin embargo, es posible que el equipo de Ferroskan no haya detectado toda la cantidad de acero presente en las vigas, ya que en las vigas ensayadas de la Estructura Original se presenta en los planos el armado de las vigas en doble capa.

Con el Ferroskan se logró verificar la separación existente entre el acero transversal tanto para vigas como para columnas y se pudo constatar que no existe zona de confinamiento en las columnas ensayadas en las proximidades de los nodos. Sin embargo en las vigas de la Ampliación que fueron ensayadas se puede decir que si existe zona de confinamiento ya que los estribos cambian de estar separados cada 20 cm en la zona central a cada 10 cm en las zonas cercanas a los nodos.

### **IV.3. ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA.**




La descripción del estado actual de la estructura se obtuvo por medio de una inspección visual, evaluando los distintos tipos de daños en elementos estructurales y arquitectónicos. Para ello, se realizó un recorrido a toda la edificación, registrando en tablas y fotografías los tipos de daños presentes.




En líneas generales, la edificación presenta un buen estado, ya que el mayor daño presente es el desprendimiento de mosaicos, debido a que en la estructura original una gran cantidad de las columnas y paredes están cubiertas con los mosaicos originales, usados en todo el campus universitario.



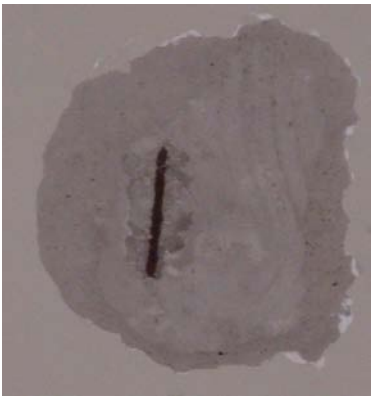
Sin embargo, en la ampliación, las columnas, vigas y techo están en obra limpia, y en su mayoría presentan humedad. En las columnas, la humedad está presente en las bases, por lo que se asume que se generó debido al contacto diario que tienen con el agua y agentes tóxicos al momento de la limpieza del comedor. Las vigas que más presentan humedad, son las que se encuentran en el segundo piso.

En la Tabla IV.3.1 se presenta la descripción y ubicación de los daños encontrados en la estructura.




Tabla IV.3.1: Tabla de daños.




N°	Tipo de Elemento	Nivel	Ubicación		Ubicación del daño en el elemento	Daño		Imagen
			Transversal	Longitudinal		Tipo	Nivel	
1	Columna	0,00	17	B1	Parte inferior. Arista	Desprendimiento de mosaicos	2	
2	Columna	0,00	15	C1	Parte inferior. Arista	Desprendimiento de mosaicos	1	
3	Pared	0,00	(9 - 11)	F1	Arista	Desprendimiento de mosaicos	3	

N°	Tipo de Elemento	Nivel	Ubicación		Ubicación del daño en el elemento	Daño		Imagen
			Transversal	Longitudinal		Tipo	Nivel	
4	Pared	0,00	(12 - 12')	B1	Parte baja. Al lado de junta de dilatación	Desprendimiento de mosaicos	2	
5	Pared	0,00	20	B1	Esquina inferior	Desprendimiento de mosaicos	1	
6	Brocal	0,00	20	A2	Parte superior	Falta de recubrimiento	3	

N°	Tipo de Elemento	Nivel	Ubicación		Ubicación del daño en el elemento	Daño		Imagen
			Transversal	Longitudinal		Tipo	Nivel	
7	Columna (Ampliación)	-2,00	2	D	Parte baja	Grietas	2	
						Falta de recubrimiento	1	
8	Pared	0,00	(1 - 5)	B	En todo el elemento	Grietas	4	
9	Techo	0,00	(9 - 11)	(D - E)	Bóveda	Falta de recubrimiento	2	
						Corrosión	3	



N°	Tipo de Elemento	Nivel	Ubicación		Ubicación del daño en el elemento	Daño		Imagen
			Transversal	Longitudinal		Tipo	Nivel	
10	Techo (Ampliación)	+2,00	(2 - 2')	(D - C)	Parte superior de la losa nervada (espacio vacío de formaleta)	Falta de recubrimiento	2	
						Corrosión	3	
						Humedad	5	
11	Techo	0,00	(4 - 6)	(A1 - B)	Parte inferior	Humedad	5	
12	Techo	0,00	1'	(A1' - B)	En la junta de dilatación	Crecimiento vegetal	3	
						Falta de recubrimiento	5	
						Corrosión	5	
						Humedad	5	

N°	Tipo de Elemento	Nivel	Ubicación		Ubicación del daño en el elemento	Daño		Imagen
			Transversal	Longitudinal		Tipo	Nivel	
13	Techo	+2,00	(4 - 5)	(B - D)	Presente en laterales de vigas y losa nervada	Humedad	4	
14	Techo y Viga	0,00	12	B1	Parte lateral e inferior de viga y techo	Humedad	3	
						Falta de recubrimiento	1	
15	Viga (Ampliación)	-2,00	2	D'	Parte inferior de la viga	Falta de recubrimiento	2	
						Corrosión	3	

#### **IV.4. LEVANTAMIENTO DE LOS USOS DE CADA ÁREA DEL EDIFICIO.**

Mediante un recorrido realizado por toda la edificación, se determinó el uso que posee cada espacio dentro de la misma. Para representar dichos usos, se elaboraron unos croquis de toda la edificación, los cuales se muestran en la figura IV.4.1.

Es importante destacar que, en el proyecto original, la edificación era de menor tamaño de lo que es actualmente, por lo que al momento de entrar en apertura la ampliación, se hizo un cambio de uso importante dentro de la estructura. Lo que hoy es el área donde se realizan las colas para buscar la comida, anteriormente funcionaba también como área de comensales con asientos fijos. En la Figura IV.4.1 se aprecia un croquis con los usos actuales de toda la edificación, mientras que en la Figura IV.4.2, se presenta una imagen del plano original del Comedor.

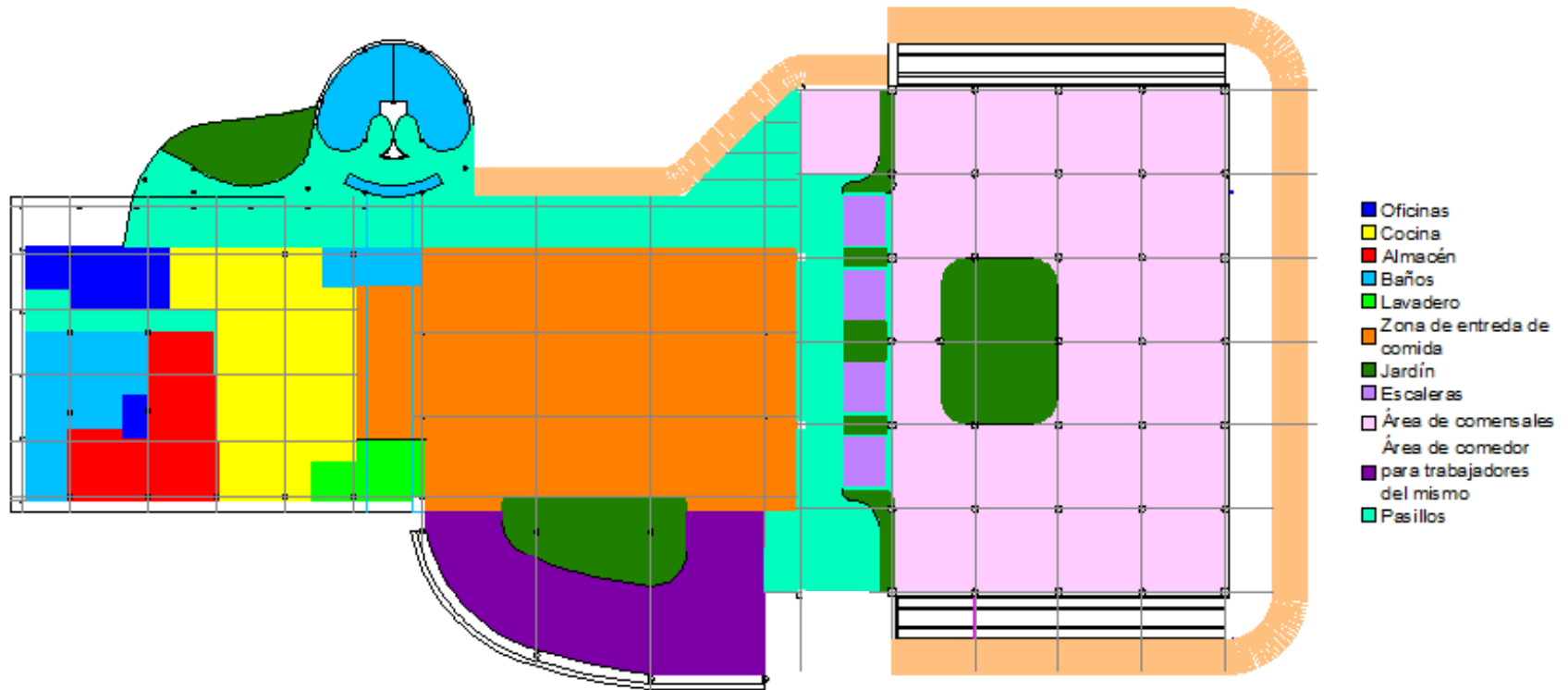


Figura IV.4.1: Distribución de áreas. Comedor.

Fuente: Elaboración propia.

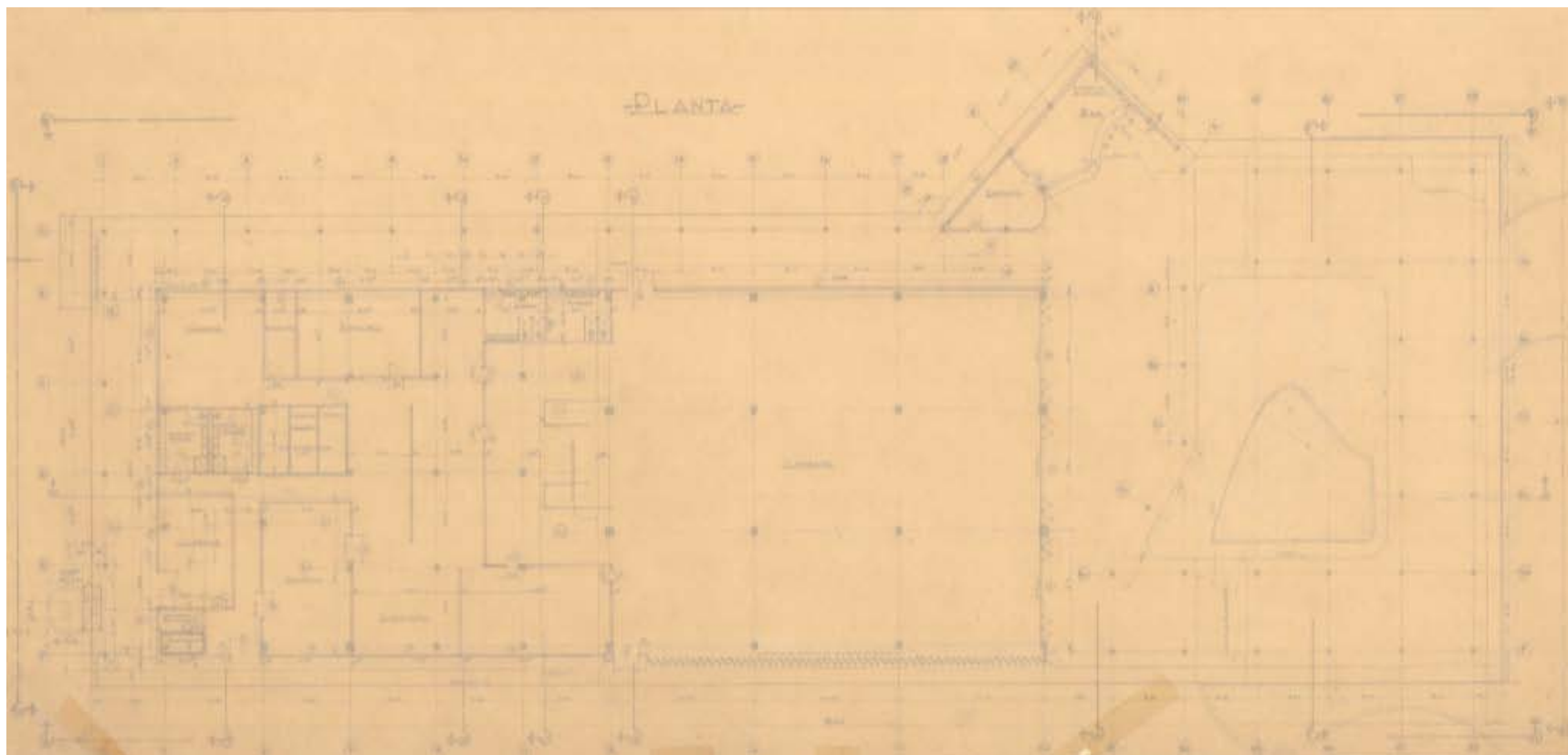


Figura IV.4.1: Plano original con la distribución de áreas del Comedor.

Fuente: Colección ICU. Casona Ibarra

## **CAPÍTULO V. RECÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.**

### **V.1. PROTOCOLO DE RECÁLCULO.**

El objetivo principal del recálculo estructural, fue determinar la cantidad y distribución de acero longitudinal requerido en las vigas, y el factor de resistencia de las columnas presentes en la estructura. Además, también se analizó la interacción de todo el conjunto estructural ante un sismo definido de acuerdo a los parámetros que establece la Norma COVENIN 1756 – 2001. También fueron evaluados otros parámetros, como los desplazamientos, la deriva, el corte basal, entre otros.

El programa de análisis estructural empleado para el recalculo de las estructuras (ETABS v.9.7.4), fue diseñado bajo las Normas Americanas ACI, por tal motivo los valores que el programa arrojó fueron adaptados a las normas venezolanas vigentes.

#### **V.1.1. NORMAS UTILIZADAS.**

Para realizar el recálculo de las estructuras, se emplearon normativas que contemplan diversos criterios relacionados a este aspecto, entre las normativas se encuentra:

- \* Fondonorma 1753 – 2006. “Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones. Análisis y Diseño”.
- \* COVENIN 1756 – 2001. “Edificaciones Sismorresistentes”.
- \* COVENIN 2002 – 1988. “Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones”.
- \* Norma Americana ACI – 2008 (ETABS v.9.7.4)

## V.2. CALIDAD DE LOS MATERIALES.

La calidad de los materiales usados para el recálculo de la estructura, se basó en la información encontrada en los planos de estructuras y en las memorias de cálculo del edificio, todo ello suministrado por La Casona Ibarra. En la Tabla V.2.1 se puede observar la calidad de los materiales presentes en la Estructura Original y en la Ampliación del Comedor.

Tabla V.2.1: Tabla de calidad de materiales en el Comedor.

	<b>Estructura Original</b>	<b>Ampliación</b>
<b>Concreto (f 'c)</b>	140 Kgf/cm <sup>2</sup>	250 Kgf/cm <sup>2</sup>
<b>Acero (fy)</b>	2800 Kgf/cm <sup>2</sup>	4200 Kgf/cm <sup>2</sup>

## V.3. MÉTODO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL.

La Norma COVENIN 1756 – 2001, establece los métodos que deben ser empleados como mínimo para el análisis estructural de acuerdo a la altura de la edificación a evaluar. Estos criterios se encuentran en el Capítulo 9, específicamente en la tabla 9.1 (ver Figura V.3.1). De acuerdo a las características de la estructura a ser evaluada, se requiere como mínimo de un análisis estático, sin embargo, por medio del programa ETABS, puede ser aplicado un método más refinado, como el método de análisis dinámico espacial de superposición modal con tres (3) grados de libertad por nivel, descrito en el apartado 9.6.

**TABLA 9.1**

**SELECCIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS PARA EDIFICIOS DE ESTRUCTURA REGULAR**

<b>ALTURA DE LA EDIFICACIÓN</b>	<b>REQUERIMIENTO MÍNIMO</b>
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 V.3.1: Tabla 9.1 de la Norma COVENIN 1756 – 2001.

#### **V.4. SISTEMA ESTRUCTURAL.**

El sistema estructural del edificio original del Comedor consta de columnas, losas nervadas y vigas en una dirección, por lo que las losas fueron incorporadas como parte estructural del edificio modelando los nervios como vigas de sección T, y las losas macizas como elementos de área tipo Shell discretizado, garantizando así la rigidez adecuada que las losas aportan al sistema estructural. Por otra parte, la ampliación consta de columnas, losas nervadas y vigas en ambas direcciones.

#### **V.5. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE DIAFRAGMA.**

De acuerdo a la Norma COVENIN 1756 – 2001, en el artículo 6.5.2, se puede comprobar que la estructura no cumple con las condiciones expuestas, por tanto se puede considerar como regular, además de acuerdo al enunciado b.4, la estructura se calculará como diafragma rígido, ya que la relación largo / ancho es menor de 4,5; las aberturas existentes no superan el 20% del área bruta de la planta, y el cociente largo / ancho del menor rectángulo que inscribe a la planta es menor a 5.



## **V.6. CARGAS CONSIDERADAS.**

Las cargas actuantes sobre la estructura se consideraron de acuerdo a la Norma COVENIN 2002 – 1988, la cual contempla:

### **V.6.1. CARGAS PERMANENTES (CP).**

De acuerdo a la Norma, las cargas permanentes corresponden al peso propio de los diferentes elementos estructurales que conforman a la edificación (losas, vigas, columnas), tabiquería presente, acabados de piso y equipos presentes en el área de la cocina.

Para los elementos presentes en la edificación, se empleó la Tabla 4.3 y el Artículo 5.2.4 de la Norma COVENIN 2002 – 1988. Ver Anexo 1

Debido a que la edificación posee solo una planta, las cargas estarían actuando directamente en la losa de piso, la cual se apoya sobre el suelo compactado, ya que las columnas están fundadas en zapatas aisladas, por lo que para el cálculo de la estructura, estas cargas no fueron consideradas, porque el programa no diseña fundaciones junto con el modelo de la edificación. Sin embargo, para lo que es el “Nivel Techo” si se consideraron las cargas permanentes pertenecientes a la losa, nervios, acabado e impermeabilización, así como la carga variable correspondiente al uso.

A continuación se presenta una tabla resumen con las cargas permanentes que actúan en la estructura. Ver Tabla V.6.1.1.

Tabla V.6.1.1. Carga Permanente

	<b>Estructura Original</b>	<b>Ampliación</b>
<b>Elemento</b>	<b>Carga (Kgf/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kgf/m<sup>2</sup>)</b>
Losa Maciza e = 10 cm	250	250
Losa Nervada e = 20 cm	270	-
Losa Nervada e = 25 cm	-	315
Losa Nervada e = 35 cm	-	510
Acabado Inferior	30	30
Impermeabilización	6	6
Acabado Superior	100	100

## V.6.2. CARGAS VARIABLES (CV).

Corresponden con aquellas cargas que actúan sobre la estructura, la cual varía en el tiempo y se deben a la ocupación y uso de los diferentes ambientes que se encuentran en la edificación, bien sea por personas, objetos, equipos, maquinarias entre otros.

La carga variable asignada por ambiente en cada nivel, estuvo definida según la Tabla 5.1 de la Norma COVENIN 2002 – 1988 (Ver Anexo 2), sus valores se presentan a continuación. Ver Tablas V.6.2.1.

Tabla V.6.2.1: Carga Variable

	<b>Estructura Original</b>	<b>Ampliación</b>
<b>Uso</b>	<b>Carga (Kgf/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga (Kgf/m<sup>2</sup>)</b>
Áreas con asientos fijos	-	400
Escalera	-	500
Techo	100	100

## **V.7. ACCIONES ACCIDENTALES (S).**

Son aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña durante la vida útil de la edificación y su influencia sobre la misma es durante pequeños lapsos de tiempo, como el caso de un sismo o los efectos del viento. En este trabajo especial de grado, se consideró solo la acción de un sismo de acuerdo a la Norma COVENIN 1756 – 2001 ya que el efecto del viento no influye de manera significativa en el comportamiento estructural de la edificación.

## **V.8. ESPECTRO DE DISEÑO.**

Es definido por la Norma COVENIN 1756 – 2001 como “la respuesta máxima de oscilaciones de un grado de libertad de un mismo coeficiente de amortiguamiento, sometidos a una historia de aceleraciones dada”, usando el factor de reducción de respuesta obtenido de acuerdo al sistema resistente a sismo escogido.

### **V.8.1. CARACTERÍSTICAS Y FACTORES DE LA ZONA**

De acuerdo a la Figura 4.1 presente en el Capítulo 4 de la Norma COVENIN 1756 – 2001, las estructuras a estudiar se encuentran en una Zona Sísmica 5, a la cual le corresponde un coeficiente de aceleración horizontal ( $A_0$ ) igual a 0,30 según la Tabla 4.1 de dicho capítulo.

En 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 (CUC)” de Acero y Domínguez (2005), se exponen las características del suelo sobre el cual están fundadas las estructuras a evaluar, se corresponden a un suelo predominantemente denso – semiduro, por lo que la forma espectral correspondiente es la S2, el cual establece un factor de corrección

de aceleración horizontal ( $\varphi$ ) igual a 0,90, de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 5 de la Norma COVENIN 1756 – 2001.

De acuerdo a los usos que posee la edificación, esta puede ser catalogada perteneciente al Grupo B2, según lo indicado en el apartado 6.1.1 de la Norma COVENIN 1756 – 2001, sin embargo, dada la relevancia que adquiere la edificación al estar ubicada dentro de la Ciudad Universitaria de Caracas, Patrimonio Mundial de la Humanidad, se tomará la edificación perteneciente al Grupo A, el cual establece a su vez, un factor de importancia ( $\alpha$ ) igual a 1,30.

### **V.8.2. NIVEL DE DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.**

La edificación posee dos niveles de diseño, ya que una sección de la misma se proyectó y construyó antes del año 1955, y la otra se edificó después del año 1982. Para la primera parte, la cual hemos llamado Estructura Original, el nivel de diseño corresponde con un ND1, el cual se determinó de acuerdo a la clasificación de la Norma COVENIN 1756 – 2001 en la Tabla C - 12.1 que se muestra a continuación (Figura V.8.2.1). La otra sección, denominada Ampliación, posee un nivel de diseño 3 (ND3), debido a que se caracteriza por ser una estructura aporticada, construida después del año 1982.

**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 aporticadas 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 V.8.2.1: Tabla de Norma COVENIN 1756 – 2001.

Esto tiene como consecuencia, la presencia de dos espectros de diseño, uno para los modelos correspondientes a la Estructura Original, y otro para el modelo perteneciente a la Ampliación.

### **V.8.3. FACTOR DE REDUCCIÓN DE RESPUESTA.**

El factor de reducción de respuesta fue considerado a partir de los comentarios reflejados en la Norma COVENIN 1756 – 2001, específicamente en el punto C – 12.3.1, los cuales establecen que “para las edificaciones constituidas por elementos prefabricados hasta el año 1967 se supondrá  $R = 1$ ”. Esto para los modelos establecidos de la Estructura Original.

Para la estructura correspondiente a la Ampliación, el factor de reducción de respuesta fue considerado según el artículo 6.4 de la Norma COVENIN 1756 – 2001, específicamente de la Tabla 6.4, la cual depende del nivel de diseño y del tipo de sistema estructural. Ver Figura V.8.3.1.

### FACTORES DE REDUCCIÓN R

NIVEL DE DISEÑO	ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO				
	TIPO DE ESTRUCTURA (SECCIÓN 6.3.1)				
	I	II	III	IIIa	IV
ND3	6.0	5.0	4.5	5.0	2.0
ND2	4.0	3.5	3.0	3.5	1.5
ND1	2.0	1.75	1.5	2.0	1.25

Figura V.8.3.1: Tabla 6.4. Factores de Reducción de Respuesta (R).

Fuente: Norma COVENIN 1756 – 2001.

Para este caso de estudio, la Ampliación cuenta con ND3 y tiene un sistema estructural Tipo I, por lo que le corresponde un factor de reducción de respuesta  $R = 6$ .

#### V.8.4. RESUMEN DE FACTORES.

En la Tabla V.8.4.1 se resumen los datos del espectro de diseño para ambas estructuras (Original y Ampliación), donde se detallan en color rojo aquellos valores que difieren en ambas estructuras. Estos factores son necesarios para el cálculo del espectro correspondiente a cada modelo.

Tabla V.8.4.1: Valores para el Espectro de Diseño.

	<b>Estructura Original</b>	<b>Ampliación</b>	<b>Referencia Norma COVENIN 1756 - 2001</b>	
<b>Factor</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor</b>		
Máximo periodo de intervalo constante de espectros normalizados ( $T^*$ )	0,70 seg	0,70 seg	Tabla 7.1	
Periodo característico de variación de respuesta ( $T_+$ )	0,175 seg	0,40 seg	Figura 7.1	Tabla 7.2
Factor de reducción de respuesta ( R )	1	6	Tabla C - 12.1	Tabla 6.4
Factor de importancia ( $\alpha$ )	1,30	1,30	Tabla 6.1	
Factor de magnificación promedio ( $\beta$ )	2,6	2,6	Tabla 7.1	
Factor de corrección ( $\varphi$ )	0,9	0,9	Tabla 5.1	
Coefficiente de aceleración horizontal ( $A_0$ )	0,3	0,3	Tabla 4.1	
Forma espectral	S2	S2	Tabla 5.1	
Grupo	A	A	Artículo 6.1.1	
Nivel de diseño	ND1	ND3	Tabla C - 12.1	
Tipo de estructura	Tipo I	Tipo I	Artículo 6.3.1	

### V.8.5. GRÁFICO DE LOS ESPECTROS.

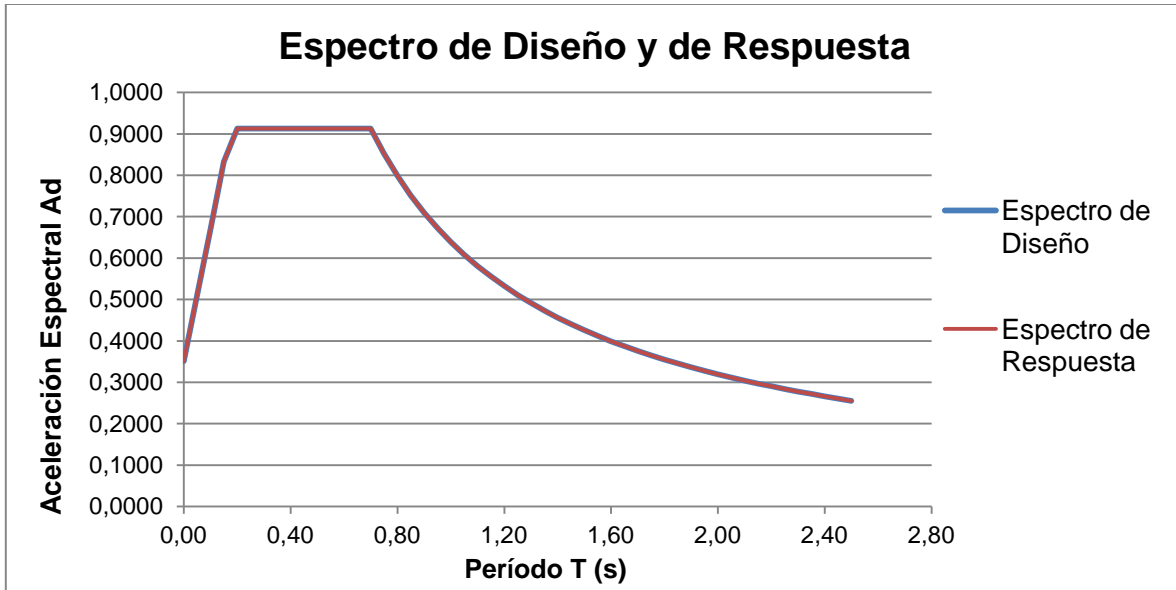


Figura V.8.5.1: Espectro de diseño y Espectro de respuesta. Estructura Original

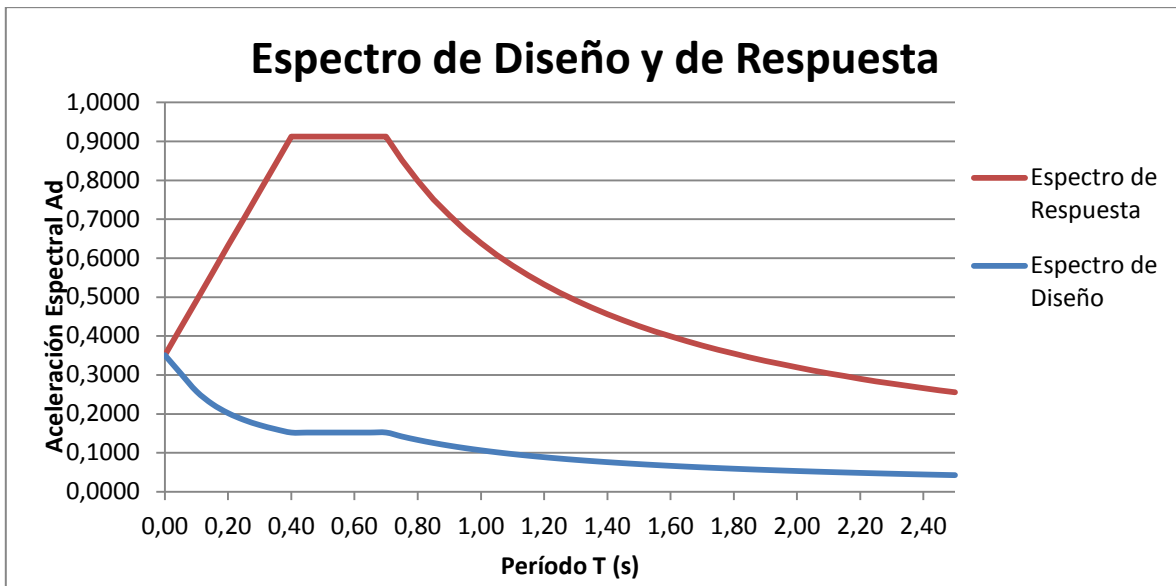


Figura V.8.5.2: Espectro de diseño y Espectro de respuesta. Ampliación



## V.9. COMBINACIONES.

En función de lo establecido en el Capítulo 9 de la Norma COVENIN 1753 – 2006, se han tomado las siguientes combinaciones:

- \* Combinación 1: 1,4 CP
- \* Combinación 2: 1,4 CP + 1,6 CV
- \* Combinación 3: 1,2 CP + 0,5 CV ± Sx ± 0,3 Sy
- \* Combinación 4: 1,2 CP + 0,5 CV ± 0,3 Sx ± Sy
- \* Combinación 5: 0,9 CP + Sx ± 0,3 Sy
- \* Combinación 6: 0,9 CP + 0,3 Sx ± Sy

## V.10. MODELOS ANALIZADOS

La estructura a estudiar cuenta con dos juntas de dilatación (Ver Figura V.10.1), que separa a la estructura en tres edificios (Área de oficinas y cocina, Área de entrega de comida y Zona de comensales), por lo que se realizó un modelo para cada edificación.

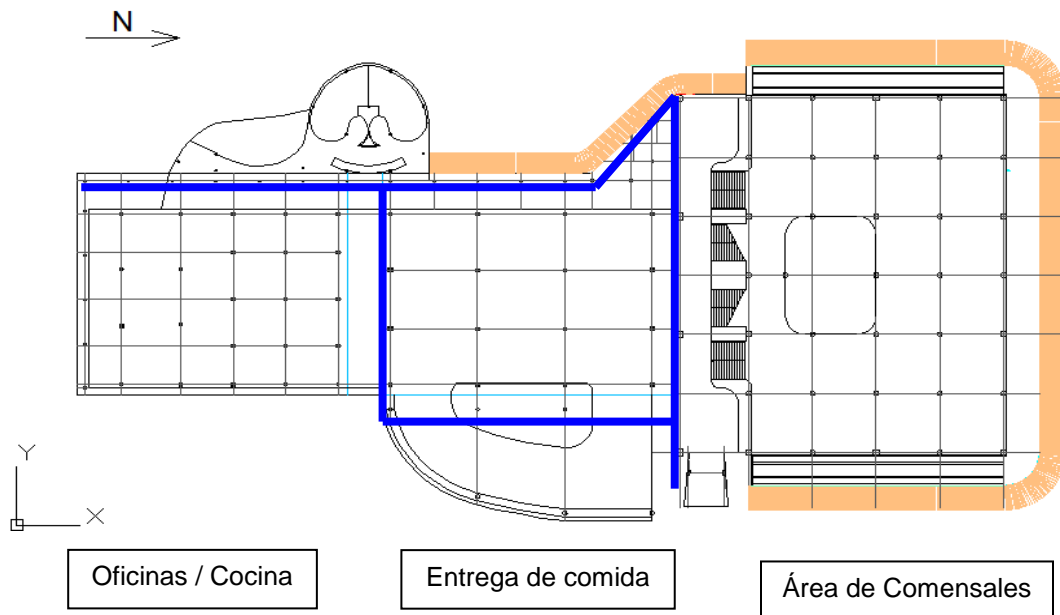


Figura V.10.1: Juntas de Construcción.

Fuente: Elaboración Propia

Para analizar la sección de la edificación correspondiente a la Estructura Original, se usaron dos (2) modelos, por la presencia de juntas de dilatación mostradas en la Figura V.10.1.

Para la elaboración de los modelos (Ver Figuras V.10.2 y V.10.3), se definió el material concreto con un  $f'c = 140 \text{ Kg} / \text{cm}^2$ , las vigas y las columnas fueron definidas como elementos “frame”; para el caso de las columnas se colocó el acero contemplado en los planos para ser chequeado.

En cuanto a los elementos de área, las losas nervadas en una dirección del nivel techo fueron modeladas como vigas de sección T, a las que se les colocó un elemento de área tipo membrana con un espesor depreciable (1 cm) para distribuir las cargas uniformemente a lo largo de los nervios. Las losas macizas fueron definidas como elemento tipo “shell”, las cuales se encuentran en las bóvedas de cada modelo.

Fue definido el espectro de diseño de acuerdo a los factores expuestos en el apartado V.8.4, en la Norma COVENIN 1756 – 2001 y la Norma Fondonorma 1753 – 2006, como EZ5S2AR1.

Se definieron los espectros de respuesta para un sismo actuante en la dirección X ( $S_x$ ) y en la dirección Y ( $S_y$ ), con una combinación modal “CQC” (Combinación Cuadrática) y una Combinación Direccional “SRSS”, tomando en cuenta una excentricidad de 6%. Además, se definieron diafragmas rígidos en cada nivel.

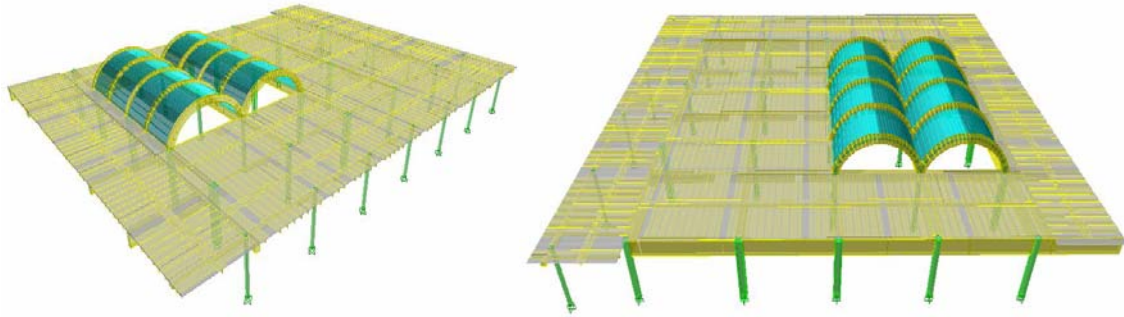


Figura V.10.2: Modelo 1. Área de oficinas y cocina del Comedor.

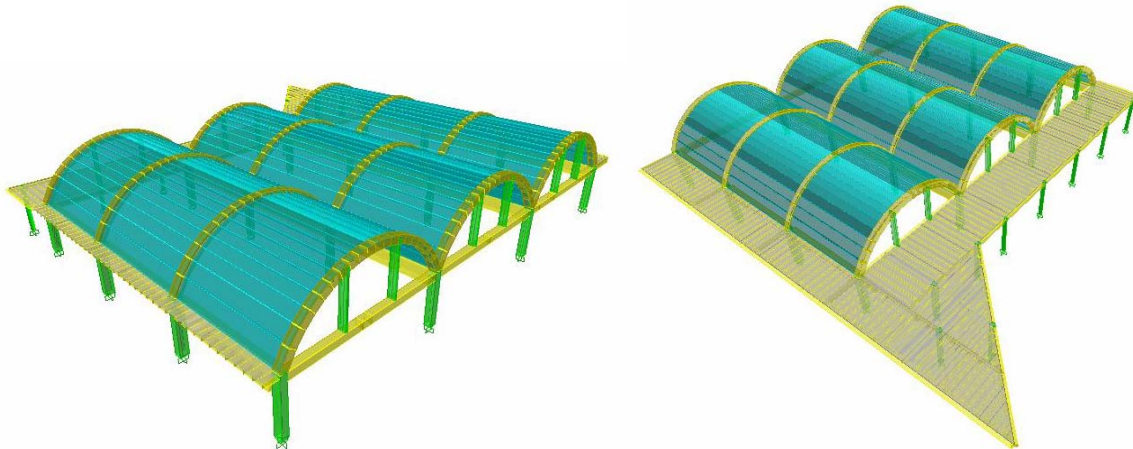


Figura V.10.3: Modelo 2. Área de entrega de comida del Comedor.

Para la elaboración del modelo de la Ampliación (Ver Figura V.10.4), se procedió de manera similar a los modelos expresados anteriormente. Se definió el material concreto con  $f'c = 250 \text{ Kg / cm}^2$ , las vigas y las columnas fueron definidas como elementos “frame”, y el acero colocado en las columnas fue el obtenido en el ensayo Ferrosacan, para ser chequeado.

En cuanto a los elementos de área, las losas nervadas en dos direcciones fueron definidas como vigas T, con un elemento de área, tipo membrana, de

espesor despreciable (1 cm) para distribuir las cargas uniformemente a lo largo de los nervios. Las losas macizas fueron definidas tipo "Shell".

Fue definido el espectro de diseño de acuerdo a los factores expuestos en el apartado V.8.4, en la Norma COVENIN 1756 – 2001 y la Norma Fondonorma 1753 – 2006, como EZ5S2AR6.

Se definieron los espectros de respuesta para un sismo actuante en la dirección X ( $S_x$ ) y en la dirección Y ( $S_y$ ), con una combinación modal "CQC" (Combinación Cuadrática) y una Combinación Direccional "SRSS", tomando en cuenta una excentricidad de 6%. Además, se definieron diafragmas rígidos en cada nivel.

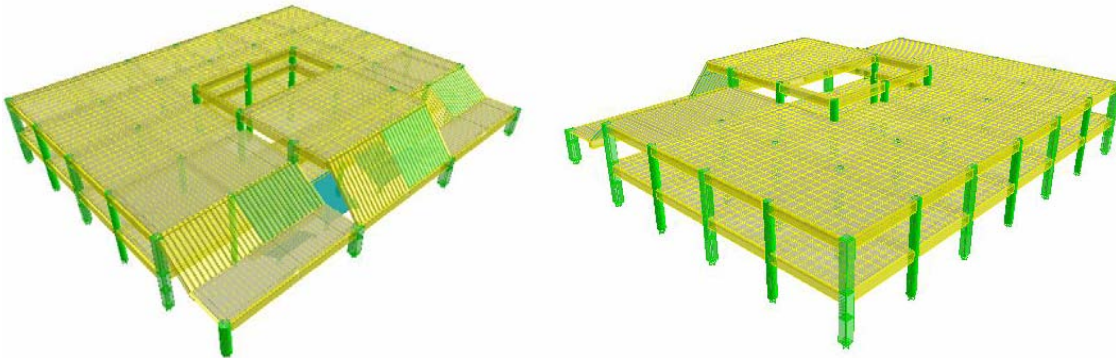


Figura V.10.4: Modelo 3: Ampliación.

## V.11. RESULTADOS Y ANÁLISIS.

Luego de analizados los modelos planteados con las consideraciones anteriores para el recálculo de las estructuras, se obtuvieron valores de las propiedades dinámicas de cada uno de estos y el comportamiento de cada uno de los edificios.

A continuación se presentan dichos valores para cada uno de los modelos.

### V.11.1. PESO DE LA ESTRUCTURA.

El peso de las estructuras de las tres edificaciones estudiadas se presenta en las siguientes tablas (V.11.1.1, V.11.1.2 y V.11.1.3)

Tabla V.11.1.1: Peso de Edificio de oficinas y cocina (Modelo 1)

<b>Piso</b>	<b>Masa (Kg)</b>	<b>Peso (Kgf)</b>	<b>Peso (Tonf)</b>
<b>Bóveda</b>	22,42	219,94	0,22
<b>Techo</b>	17.230,99	169.035,97	169,04
	<b>TOTAL</b>	169.255,91	169,26

Tabla V.11.1.2: Peso de la estructura del área de entrega de comida (Modelo 2)

<b>Piso</b>	<b>Masa (Kg)</b>	<b>Peso (Kgf)</b>	<b>Peso (Tonf)</b>
<b>Bóveda</b>	308,77	3.028,99	3,03
<b>Techo</b>	28.355,65	278.168,94	278,17
	<b>TOTAL</b>	281.197,92	281,20

Tabla V.11.1.3: Peso de la estructura de la Ampliación (Modelo 3)

<b>Piso</b>	<b>Masa (Kg)</b>	<b>Peso (Kgf)</b>	<b>Peso (Tonf)</b>
<b>Nivel +8,00</b>	20.551,32	201.608,46	201,61
<b>Nivel +6,00</b>	35.135,36	344.677,89	344,68
<b>Nivel +2,00</b>	37.078,09	363.736,10	363,74
	<b>TOTAL</b>	910.022,45	910,02

### V.11.2. CORTE BASAL.

De acuerdo a la Norma COVENIN 1756 – 2001 en el apartado 9.6.2.1, los valores obtenidos de la combinación modal de la cortante basal en cada dirección ( $V_{ox}$  y  $V_{oy}$ ), deben compararse y ser mayores al corte basal estático ( $V_o$ ). Para ello, fue necesario el cálculo del corte basal estático ( $V_o$ ) de acuerdo a la Norma, y dicho valor fue dividido entre el corte dinámico obtenido como resultado del programa (Ver Anexo 3).

En las Figuras V.11.2.1 y V.11.2.2 se observan los valores obtenidos del corte basal estático y su comparación con el corte basal dinámico.

$$\mu_1 = 1,4 * \left[ \frac{N + 9}{2N + 12} \right] = 1,4 * \left[ \frac{1 + 9}{2 * 1 + 12} \right] = 1,00$$

$$\mu_2 = 0,80 + \frac{1}{20} * \left[ \frac{T}{T^*} - 1 \right] = 0,80 + \frac{1}{20} * \left[ \frac{0,175}{0,70} - 1 \right] = 0,763$$

$\mu_1 > \mu_2$       Se usa  $\mu_1$

<b>Para el Modelo 1</b>	<b>Para el Modelo 2</b>
$V_o = \mu * Ad * W$	$V_o = \mu * Ad * W$
$V_o = 1,00 * 0,9126 * 169255,91$	$V_o = 1,00 * 0,9126 * 281197,92$
$= 154463 \text{ Kg}$	$= 256621 \text{ Kg}$
$V_o < V_{ox} = 340000 \text{ Kg}$	$V_o < V_{ox} = 399000 \text{ Kg}$
$V_o < V_{oy} = 349000 \text{ Kg}$	$V_o < V_{oy} = 393000 \text{ Kg}$

Figura V.11.2.1: Cálculo del corte basal estático para los Modelos 1 y 2.

Fuente: Elaboración Propia

En los primeros dos modelos, los cuales pertenecen a la Estructura Original, se puede observar que la condición cumplió y efectivamente las cortantes dinámicas en ambas direcciones resultan mayores a la estática, por lo que no fue necesario el cálculo de un factor de corrección para la gravedad.

$\mu 1 = 1,4 * \left[ \frac{N + 9}{2N + 12} \right]$ $= 1,4 * \left[ \frac{2 + 9}{2 * 2 + 12} \right]$ $= \mathbf{0,9625}$	$V_o = \mu * Ad * W$ $V_o = 0,9625 * 0,9037 * 910022,45$ $= 791548 \text{ Kg}$
$\mu 2 = 0,80 + \frac{1}{20} * \left[ \frac{T}{T^*} - 1 \right]$ $= 0,80 + \frac{1}{20} * \left[ \frac{0,40}{0,70} - 1 \right]$ $= 0,7786$	$V_o > V_{ox} = 320000 \text{ Kg}$ $V_o > V_{oy} = 300000 \text{ Kg}$
$\mu 1 > \mu 2 \quad \text{Se usa } \mu 1$	Facto en X: $\frac{V_o}{V_{ox}} = 2,47$ Factor en Y: $\frac{V_o}{V_{oy}} = 2,64$

Figura V.11.2.2: Cálculo del corte basal estático para el Modelo 3.

Fuente: Elaboración Propia

En el caso que se observa en la imagen anterior, el corte basal estático es mayor al dinámico, por lo que se hizo necesario el cálculo de un factor de corrección en ambas direcciones. Este factor de corrección multiplicará a la gravedad, y será asignado como dato de entrada en el programa.

### V.11.3. CENTRO DE MASA.

En las Tablas V.11.3.1, V.11.3.2 y V.11.3.3 se muestran los centros de masa y rigidez por piso de los modelos estudiados.

Tabla V.11.3.1: Centro de Masa y Centro de Rigidez. Edificio de Oficinas y Cocina

Piso	Centro de Masa (m)		Centro de Rigidez (m)	
	$X_{CM}$	$Y_{CM}$	$X_{CR}$	$Y_{CR}$
<b>Bóveda</b>	23,900	11,860	17,752	12,260
<b>Techo</b>	16,615	13,693	16,869	12,300

Tabla V.11.3.2: Centro de Masa y Centro de Rigidez. Edificio de Entrega de Comida

Piso	Centro de Masa (m)		Centro de Rigidez (m)	
	$X_{CM}$	$Y_{CM}$	$X_{CR}$	$Y_{CR}$
<b>Bóveda</b>	15,820	11,850	16,146	13,468
<b>Techo</b>	18,304	16,369	16,175	13,229

Tabla V.11.3.3: Centro de Masa y Centro de Rigidez. Ampliación.

Piso	Centro de Masa (m)		Centro de Rigidez (m)	
	$X_{CM}$	$Y_{CM}$	$X_{CR}$	$Y_{CR}$
<b>Nivel +8,00</b>	11,196	27,499	12,582	27,037
<b>Nivel +6,00</b>	23,781	27,467	15,561	26,295
<b>Nivel +2,00</b>	22,019	27,435	17,358	26,398



#### V.11.4. DERIVAS.

Se verificó que la deriva arrojada por el programa fuera menor a la máxima establecida en el Capítulo 10 de la Norma Venezolana 1756 – 2001, según las consideraciones presentes en la Tabla 10.1.

**TABLA 10.1**  
VALORES LÍMITES DE:  $\frac{\delta}{(h_i - h_{i-1})}$

TIPO Y DISPOSICION DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	EDIFICACIONES		
	GRUPO A	GRUPO B1	GRUPO B2
Susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0.012	0.015	0.018
No susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0.016	0.020	0.024

Figura V.11.4.1: Valores máximos de Deriva.

Fuente: Norma COVENIN 1756 – 2001

La edificación corresponde al grupo A, por lo tanto el valor de la deriva máxima permitida es de 0,012.

Las derivas por nivel fueron calculadas siguiendo la fórmula 10.1 establecida en la Norma COVENIN 1756 – 2001 en su Capítulo 10, la cual se presenta a continuación.

#### **10.1 DESPLAZAMIENTOS LATERALES TOTALES**

El desplazamiento lateral total  $\Delta_i$  del nivel  $i$  se calculará como:

$$\Delta_i = 0.8 R \Delta_{ei} \quad (10.1)$$

donde:

- R = Factor de reducción dado en el Artículo 6.4, incluidas las eventuales modificaciones establecidas en la Sección 6.4.1.
- $\Delta_{ei}$  = Desplazamiento lateral del nivel  $i$  calculado para las fuerzas de diseño, suponiendo que la estructura se comporta elásticamente, incluyendo: los efectos traslacionales, de torsión en planta y P- $\Delta$ .

Figura V.11.4.2: Fórmula 10.1 de la Norma COVENIN 1756 – 2001.

En las Tablas V.11.4.1, V.11.4.2 y V.11.4.3, se muestran los valores de deriva obtenidos en cada piso del edificio del Comedor y se verificó si cumple o no con la Deriva máxima permitida por la norma.

Tabla V.11.4.1: Deriva. Edificio de Oficinas y Cocina

Piso	Derivas Elásticas		Derivas Inelásticas		Comparación con Norma	
	X	Y	X	Y	X	Y
<b>Bóveda</b>	0,000753	0,000022	0,0006024	0,0000176	Cumple	Cumple
<b>Techo</b>	0,004611	0,004143	0,0036888	0,0033144	Cumple	Cumple

Tabla V.11.4.2: Deriva. Edificio de Entrega de Comida

Piso	Derivas Elásticas		Derivas Inelásticas		Comparación con Norma	
	X	Y	X	Y	X	Y
<b>Bóveda</b>	0,003571	0,000067	0,0028568	0,0000536	Cumple	Cumple
<b>Techo</b>	0,009948	0,005586	0,0079584	0,0044688	Cumple	Cumple

Tabla V.11.4.3: Deriva. Ampliación

Piso	Derivas Elásticas		Derivas Inelásticas		Comparación con Norma	
	X	Y	X	Y	X	Y
<b>Nivel +8,00</b>	0,000243	0,000019	0,0011664	0,0000912	Cumple	Cumple
<b>Nivel +6,00</b>	0,000145	0,000014	0,000696	0,0000672	Cumple	Cumple
<b>Nivel +2,00</b>	0,000141	0,000017	0,0006768	0,0000816	Cumple	Cumple

De acuerdo a los valores de derivas obtenidos no existe golpeteo entre edificaciones, ya que los desplazamientos laterales son mucho menores a la separación que tienen los edificios en la junta de dilatación.

### V.11.5. ANÁLISIS MODAL.

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 a estudiar se definió considerando tres (3) grados de libertad por nivel, por lo que para los modelos de la Estructura Original del comedor se tienen tres (3) modos, mientras que para la Ampliación, que cuenta con tres (3) niveles, se tiene como resultado nueve (9) modos de vibración.

En las Tablas V.11.5.1, V.11.5.2 y V.11.5.3 se puede observar, para los tres modelos, el periodo de cada modo de vibración, la masa participativa para cada modo y la masa participativa acumulada.

Tabla V.11.5.1: Modos de vibración. Edificio de oficinas y cocina. Modelo 1.

Modo	Periodo (s)	Masa Participativa (%)		Masa Participativa Acumulada (%)	
		X	Y	$\Sigma X$	$\Sigma Y$
1	0,435640	21,5500	35,5573	21,5500	35,5573
2	0,413809	42,9016	53,1162	64,4517	88,6735
3	0,388778	35,5094	11,3265	99,9611	100

Tabla V.11.5.2: Modos de vibración. Edificio de entrega de comida. Modelo 2.

Modo	Periodo (s)	Masa Participativa (%)		Masa Participativa Acumulada (%)	
		X	Y	$\Sigma X$	$\Sigma Y$
1	0,433103	97,1413	0,0001	97,1413	0,0001
2	0,289265	0,0113	90,9710	97,1526	90,9711
3	0,260924	0,0963	9,0250	97,2488	99,9961

Tabla V.11.5.3: Modos de vibración. Ampliación. Modelo 3.

Modo	Periodo (s)	Masa Participativa (%)		Masa Participativa Acumulada (%)	
		X	Y	$\Sigma X$	$\Sigma Y$
1	0,227620	54,1005	8,2974	54,1005	8,2974
2	0,217388	12,5085	44,3474	66,6090	52,6449
3	0,165048	0,2763	19,4185	66,8853	72,0634
4	0,094592	0,5781	0,0044	67,4634	72,0678
5	0,081604	12,0845	0,2006	79,5480	72,2684
6	0,075847	2,2498	1,6053	81,7977	73,8737
7	0,066291	0,1802	21,0474	81,9780	94,9211
8	0,059524	11,4376	0,3432	93,4156	95,2643
9	0,055759	1,3904	0,6471	94,8060	95,9114

Se observa que en la Estructura Original se cumple con el número máximo de modos de vibración, debido a que ya para el tercer modo de vibración se tiene más del 90% de masa participativa de la edificación, en ambas direcciones.

De igual manera, para el modelo de la Ampliación se tiene que ya en el modo de vibración número ocho (8), la edificación cumple con el porcentaje de masa participativa acumulada se acuerdo a la norma.

En el Modelo 1 y 3, se obtuvo que el primer modo de vibración es rotacional, mientras que en el Modelo 2 es completamente traslacional, paralelo al eje Y.

#### V.11.6. FACTOR DE RESISTENCIA DE LAS COLUMNAS.

Para expresar el estado de las columnas chequeadas por el programa se realizaron unas tablas que contienen un factor, producto de la relación entre la resistencia necesaria para cumplir con las solicitaciones de la Norma y la resistencia real de la columna. Este factor lo da como resultado el programa, y para efectos de este trabajo es denominado como Factor de Resistencia de las Columnas (Fr).

Si este factor es mayor a uno (1,000), la columna no es capaz de resistir todas las solicitaciones necesarias, mientras que si es menor a uno (1,000) la columna cuenta con mayor resistencia que la necesaria para soportar las solicitaciones a las que fue sometida. Ver Tablas V.11.6.1, V.11.6.2 y V.11.6.3.

Tabla V.11.6.1: Factor de Resistencia de las Columnas. Edificio de Oficinas y Cocina.

Columna	Fr	Columna	Fr
1 F	<b>1,298</b>	7 E <sub>2</sub>	0,932
1 E	0,987	7 D	0,926
1 D	0,946	7 B <sub>4</sub>	0,961
1 C	0,902	7 B <sub>1</sub>	<b>1,132</b>
1 B	0,935	8 A <sub>1</sub>	0,949
1 A <sub>1</sub>	0,915	9 F <sub>1</sub>	0,915
2 F <sub>1</sub>	0,945	9 E <sub>2</sub>	0,918
2 D <sub>4</sub>	0,986	9 D	0,927
2 C <sub>1</sub>	0,992	9 B <sub>4</sub>	0,958
2 B <sub>1</sub>	<b>1,113</b>	9 B <sub>1</sub>	<b>1,560</b>
3 A <sub>1</sub>	0,913	11 A <sub>1</sub>	0,979
4 A <sub>1</sub>	0,941	11 F <sub>1</sub>	0,985
5 F <sub>1</sub>	<b>1,553</b>	11 E <sub>2</sub>	<b>1,673</b>
5 D <sub>3</sub>	0,924	11 D	<b>1,254</b>
5 C <sub>1</sub>	0,942	11 B <sub>4</sub>	<b>1,872</b>
5 B <sub>1</sub>	<b>2,060</b>	11 B <sub>1</sub>	<b>1,509</b>
6 A <sub>1</sub>	0,986	12 A <sub>1</sub>	<b>1,154</b>
7 F <sub>1</sub>	0,989		

Como se observa en la tabla anterior, 24 columnas de las 35 presentes en el comedor, lo cual representa el 69%, cuentan con la resistencia necesaria para resistir las solicitaciones a las que es sometida, sin embargo, en algunos casos este valor es muy cercano a uno (1,00), por lo que no se puede asegurar que en el caso de un sismo, dichas columnas resistan satisfactoriamente las solicitaciones.

En color rojo, se muestran las once (11) columnas que tienen un Factor de Resistencia mayor a uno (1,00).

Tabla V.11.6.2: Factor de Resistencia de las Columnas. Edificio de Entrega de Comida

<b>Columna</b>	<b>Fr</b>	<b>Columna</b>	<b>Fr</b>
13 A <sub>1</sub>	0,947	13 C <sub>2</sub>	<b>1,394</b>
14 A <sub>1</sub>	0,945	15 C <sub>2</sub>	0,982
15 A <sub>1</sub>	0,916	17 C <sub>2</sub>	0,922
16 A <sub>1</sub>	0,912	20 C <sub>2</sub>	<b>2,024</b>
17 A <sub>1</sub>	0,957	13 E <sub>1</sub>	<b>1,675</b>
18 A <sub>1</sub>	0,902	15 E <sub>1</sub>	0,928
19 A <sub>1</sub>	0,956	17 E <sub>1</sub>	0,987
20' A <sub>6</sub>	<b>2,208</b>	20 E <sub>1</sub>	<b>1,938</b>
19' A <sub>4</sub>	<b>1,286</b>	13 F <sub>1</sub>	<b>2,028</b>
20 A <sub>2</sub> '	<b>1,248</b>	15 F <sub>1</sub>	<b>1,204</b>
13 B <sub>1</sub>	<b>1,483</b>	17 F <sub>1</sub>	<b>1,398</b>
15 B <sub>1</sub>	<b>1,578</b>	20 F <sub>1</sub>	<b>1,578</b>
17 B <sub>1</sub>	<b>1,284</b>		
20 B <sub>1</sub>	<b>1,395</b>		

De las 26 columnas presentes en el área de entrega de comida, en la Estructura Original, se tiene que solo 11, lo que representa un 42%, tienen un Factor de resistencia menor a uno (1,00), por lo que son capaces de resistir las solicitaciones. Sin embargo, aquellas que superan el valor máximo, se puede atribuir a la resistencia de los materiales con los que fue construida la edificación.

Tabla V.11.6.3: Factor de Resistencia de las Columnas. Ampliación

Columnas	Fr			Columnas	Fr		
	NIVEL 0,00	NIVEL -2,00	NIVEL +2,00		NIVEL 0,00	NIVEL -2,00	NIVEL +2,00
1 G	<b>1,298</b>	-	-	4 D'	-	0,526	0,250
2 G	-	0,175	0,337	5 D'	-	0,364	0,267
2' G	-	0,473	0,394	1 D	0,158	-	-
3 G	-	0,314	0,317	2 D	-	0,361	<b>1,132</b>
4 G	-	0,344	0,366	2' D	-	0,658	<b>1,560</b>
5 G	-	0,208	0,238	3 D	-	0,445	0,295
2 F	-	0,544	0,426	4 D	-	0,525	0,252
2' F	-	0,725	0,315	5 D	-	0,341	0,241
3 F	-	0,752	0,349	2 C	-	0,530	0,396
4 F	-	0,770	0,359	2' C	-	0,496	0,218
5 F	-	0,518	0,349	3 C	-	0,519	0,246
1 E	0,163	-	-	4 C	-	0,528	0,253
2 E	-	0,362	<b>1,113</b>	5 C	-	0,362	0,268
2' E	-	0,659	<b>1,563</b>	1 B	0,900	-	-
3 E	-	0,452	0,309	2 B	-	0,172	0,324
4 E	-	0,532	0,258	2' B	-	0,316	0,322
5 E	-	0,348	0,245	3 B	-	0,294	0,291
2 D'	-	<b>1,060</b>	-	4 B	-	0,328	0,320
3 D'	-	0,326	0,390	5 B	-	0,196	0,217

Como se observa en la tabla anterior, la mayoría de las columnas cumple con que el Factor de resistencia sea menor a uno (1,00), solo el 16% supera este valor, esto puede deberse a que esta es una estructura más reciente, por lo que al momento de la construcción ya existían más condiciones a la hora de elaborar proyectos de concreto armado, además que cuenta con materiales de mayor resistencia que la Estructura Original.

En la siguiente tabla (V.11.6.4), se tiene un resumen con los factores de resistencia de las columnas para cada modelo realizado, presentando los valores máximo, mínimo y promedio.

Tabla V.11.6.4: Resumen de factores de resistencia de columnas para cada modelo.

Área	Modelo	Factor de Resistencia (Fr)		
		Mínimo	Máximo	Promedio
Oficinas y Cocina	1	0,902	2,060	1,112
Entrega de Comida	2	0,902	2,208	1,311
Ampliación	3	0,158	1,563	0,454

### V.11.7. ACERO LONGITUDINAL EN LAS VIGAS.

El análisis realizado a los modelos mediante el programa ETABS v.9.7.4, permitió determinar el acero requerido por las vigas para resistir las solicitaciones de diseño.

En las siguientes tablas se presenta el resultado luego de contrastar las áreas de acero que requieren los elementos de acuerdo al programa, para soportar las solicitaciones y el acero indicado en los planos. Además es indicada la verificación, indicando con la expresión “Cumple”, cuando el área de acero que se muestra en los planos es mayor a la obtenida con el programa. Igualmente, en caso contrario, se indica con la expresión “No Cumple” cuando al menos uno (1) de los seis (6) valores de acero longitudinal no cumple con el acero arrojado por el programa. Ver Tablas V.11.8.1, V.11.8.2, V.11.8.3 y V.11.8.4.

Para el caso de secciones de viga insuficientes, el programa arrojó las siglas O/S, es decir que la cantidad de acero necesaria no es posible colocarla dentro de la sección transversal establecida. En las tablas a continuación, se resaltaron en color rojo dichas siglas.



Tabla V.11.8.1: Acero Longitudinal en Vigas. Edificio de Oficinas y Cocina

DIRECCIÓN X							
Pórtico 1	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	
F - E	5,99	3,01	O/S	7,49	9,04	6,56	O/S
E - D	O/S	3,66	O/S	9,08	7,48	8,49	O/S
D - C	O/S	3,43	O/S	8,17	7,37	9,03	O/S
C - C	12,05	2,72	9,72	9,03	8,47	7,73	No Cumple
B - A1	12,03	2,71	6,21	5,87	5,13	2,86	No Cumple
Pórtico 2	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	
F1 - D4	6,90	3,35	22,03	14,66	17,19	14,1	Cumple
D4 - C1	18,82	4,88	17,58	12,13	11,61	9,88	Cumple
C1 - B1	17,58	2,84	11,60	9,80	11,81	9,25	Cumple
B1 - A1	7,83	2,28	3,32	3,58	4,91	2,64	Cumple
Pórtico 5	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	
F1 - D4	12,04	9,10	30,70	7,72	15,41	14,3	No Cumple
D4 - C1	27,81	8,10	26,47	12,65	19,92	12,04	No Cumple
C1 - B1	26,33	3,98	10,11	11,98	12,68	6,45	No Cumple
Pórtico 7	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	
F1 - D4	6,78	2,29	7,35	4,33	6,22	4,68	Cumple
D4 - C1	5,45	1,14	4,65	2,68	1,19	2,29	Cumple
C1 - B1	4,29	1,05	5,25	2,12	1,08	2,59	Cumple
Pórtico 9	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	
F1 - D4	6,86	2,34	7,54	4,57	6,51	4,79	Cumple
D4 - C1	3,79	1,09	4,46	1,88	1,09	2,20	Cumple
C1 - B1	4,30	1,05	3,37	2,12	1,05	1,67	Cumple
Pórtico 11	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	
F1 - D4	6,04	2,38	7,59	7,63	6,00	4,83	No Cumple
D4 - C1	6,29	1,88	7,77	3,09	3,16	3,80	Cumple
C1 - B1	7,58	1,83	5,20	3,70	2,79	2,56	Cumple
Pórtico 12	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	
F1 - D4	1,35	1,35	4,52	4,90	6,25	2,73	Cumple
D4 - C1	1,64	4,73	3,02	0,81	1,67	1,49	Cumple
C1 - B1	3,16	4,52	1,37	1,97	0,77	0,68	Cumple

B1 - A1	4,18	2,06	6,64	2,43	4,52	4,22	Cumple
<b>DIRECCIÓN Y</b>							
<b>Pórtico F1</b>	<b>Acero Superior</b>			<b>Acero Inferior</b>			<b>Observación</b>
<b>Vigas</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	
2 - 5	8,65	1,68	6,88	6,36	6,7	4,01	Cumple
5 - 7	8,79	2,58	9,5	5,07	2,82	6,12	No Cumple
7 - 9	8,79	2,27	5,11	4,59	4,25	3,24	Cumple
9 - 11	3,88	6,59	22,51	5,51	6,59	10,26	No Cumple
11 - 12'	23,58	7,03	3,98	10,69	3,98	3,98	No Cumple
<b>Pórtico E2</b>	<b>Acero Superior</b>			<b>Acero Inferior</b>			<b>Observación</b>
<b>Vigas</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	
2 - 5	6,93	2,1	3,14	6,93	14,62	8,26	Cumple
5 - 7	13,38	4,06	4,06	6,93	7,09	6,93	No Cumple
7 - 9	10,45	3,24	8,25	6,63	4,3	5,29	Cumple
9 - 11	1,87	6,93	27,6	6,86	6,93	13,47	Cumple
11 - 12'	31,73	13,27	7,37	15,99	7,37	7,37	No Cumple
<b>Pórtico D</b>	<b>Acero Superior</b>			<b>Acero Inferior</b>			<b>Observación</b>
<b>Vigas</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	
2 - 5	12,04	9,1	30,7	7,72	15,41	14,3	No Cumple
5 - 7	27,81	8,1	26,47	12,65	19,92	12,04	No Cumple
<b>Pórtico B4</b>	<b>Acero Superior</b>			<b>Acero Inferior</b>			<b>Observación</b>
<b>Vigas</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	
2 - 5	6,78	2,29	7,35	4,33	6,22	4,68	Cumple
5 - 7	5,45	1,14	4,65	2,68	1,19	2,29	Cumple
7 - 9	4,29	1,05	5,25	2,12	1,08	2,59	Cumple
9 - 11	1,99	6,93	26,46	6,93	6,93	12,8	No Cumple
11 - 12'	31,19	13,08	7,23	15,65	7,23	7,23	No Cumple
<b>Pórtico B1</b>	<b>Acero Superior</b>			<b>Acero Inferior</b>			<b>Observación</b>
<b>Vigas</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	
2 - 5	5,63	2,26	7,24	9,17	9,35	5,2	Cumple
5 - 7	11,1	3,48	14,22	7,1	4,7	8,79	No Cumple
7 - 9	11,64	3,64	8,08	7,43	8,58	3,95	No Cumple
9 - 11	7,76	8,79	35,76	6,06	8,79	17,99	No Cumple
11 - 12'	22,37	8,79	6,55	10,2	6,55	6,55	No Cumple
<b>Pórtico A1</b>	<b>Acero Superior</b>			<b>Acero Inferior</b>			<b>Observación</b>
<b>Vigas</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	
1 - 3	3,53	1,1	1,33	2,64	4,49	2,64	Cumple
3 - 4	13,02	3,21	O/S	6,46	7,26	7,24	O/S
4 - 6	6,72	3,2	O/S	2,95	3,43	7,19	O/S
6 - 8	13,09	3,33	O/S	6,5	6,76	7,72	O/S

8 - 10	O/S	3,18	11,9	7,12	7,34	5,8	O/S
10 - 12	9,5	10,93	O/S	4,46	5,24	19,12	O/S
12 - 12'	O/S	7,45	5,77	17,22	5,77	5,77	O/S

Tabla V.11.8.2: Acero Longitudinal en Vigas. Edificio de Entrega de Comida

Dirección X							
Pórtico 13	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	
B1 - C2	20,3	3,88	35,38	12,25	6,45	19,7	Cumple
C2 - E1	10,21	6,02	30,94	11,72	5,72	11,45	No Cumple
E1 - F1	12,69	4,13	9,46	22,33	6,77	11,91	Cumple
Pórtico 15	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	
B1 - C2	20,3	5,06	10,86	19,2	5,06	5,42	No Cumple
C2 - E1	10,21	2,7	10,82	5,1	2,7	5,4	No Cumple
E1 - F1	10,88	6,02	24,18	6,02	6,02	16,43	No Cumple
Pórtico 17	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	
B1 - C2	22,98	5,72	11,61	21,6	5,72	5,8	No Cumple
C2 - E1	11,05	2,88	11,55	5,52	2,88	5,77	No Cumple
E1 - F1	11,77	6,46	25,97	6,46	6,46	18,92	No Cumple
Pórtico 20	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	
A1 - B1	31,45	7,84	30,94	21,6	2,66	25,76	No Cumple
B1 - C2	30,03	7,64	10,65	19,2	2,7	3,09	No Cumple
C2 - E1	30,8	8,81	35,58	22,33	5,7	19,7	No Cumple
E1 - F1	9,14	3,01	3,01	22,3	5,06	18,92	Cumple
Dirección Y							
Pórtico F1	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	
13 - 15	24,74	10,22	21,39	24,48	12,07	16,56	No Cumple
15 - 17	18,18	7,3	21,36	18,23	12,07	16,56	No Cumple
17 - 20	18,18	7,03	21,36	18,13	7,03	16,86	No Cumple
Pórtico B1	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	
13 - 15	28,43	8,21	25,01	23,1	8,67	15,78	No Cumple
15 - 17	21,55	8,23	25,08	16,65	8,4	15,78	No Cumple
17 - 20	13,52	5,85	15,78	12,26	9,62	14,19	No Cumple

Pórtico A1	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
	Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	
13 - 14	10,49	8,83	O/S	5,67	5,44	7,32	O/S
14 - 15	17,69	4,13	12,28	6,24	5,44	6,05	No Cumple
15 - 16	11,55	4,55	O/S	5,69	5,44	6,88	O/S
16 - 17	12,65	4,12	9,46	6,23	5,44	5,44	No Cumple
17 - 18	4,73	6,36	O/S	4,73	5,44	7,26	O/S
18 - 19	6,57	6,04	7,59	O/S	5,01	O/S	O/S
19 - 20	7,93	5,44	8,06	10,44	5,44	8,06	Cumple

Tabla V.11.8.3: Acero Longitudinal en Vigas. Ampliación. Nivel +2,00 y +6,00

DIRECCIÓN X							
Pórtico 2	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
	Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	
G - G'	8,81	2,77	11,24	4,37	6,77	5,57	Cumple
F - E	11,36	2,8	9,47	5,63	6,93	4,7	Cumple
E - D'	6,68	1,66	5,25	3,32	4,35	2,61	Cumple
D' - D	4,84	1,68	6,78	2,41	3,53	3,37	No Cumple
D - C	9,39	2,82	11,44	4,66	6,77	5,65	No Cumple
C - B	11,09	2,73	8,96	5,49	6,87	4,45	No Cumple
Pórtico 2'	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
	Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	
G - G'	15,27	4,31	12,76	8,69	15,27	6,31	No Cumple
F - E	21,6	6,94	14,59	14,05	10,3	7,21	Cumple
E - D'	13,35	13,35	43,22	29,01	18,72	20,5	Cumple
D' - D	43,08	13,31	13,31	20,44	18,83	29,00	No Cumple
D - C	14,47	6,64	20,61	7,15	9,29	13,42	Cumple
C - B	14,92	4,15	15,27	7,36	12,86	8,36	No Cumple
Pórtico 3	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
	Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	
G - G'	15,27	4,19	15,27	8,08	12,66	8,44	Cumple
F - E	15,27	4,53	15,27	9,12	12,20	8,17	Cumple
E - D'	10,29	2,72	11,03	5,10	6,06	5,47	Cumple
D' - D	10,80	2,66	10,29	5,35	6,10	5,10	No Cumple
D - C	15,27	4,35	15,27	8,77	12,12	8,18	Cumple
C - B	15,27	4,53	15,27	7,56	12,41	8,65	No Cumple

<b>Pórtico 4</b>	<b>Acero Superior</b>			<b>Acero Inferior</b>			<b>Observación</b>
	<b>Vigas</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	
G - G'	15,27	4,10	15,27	8,26	12,89	8,17	No Cumple
F - E	15,27	4,84	15,27	9,75	12,09	8,13	Cumple
E - D'	15,27	4,43	15,27	8,77	12,01	8,93	Cumple
D' - D	15,27	4,39	15,27	8,85	12,05	8,74	Cumple
D - C	15,27	4,36	15,27	8,79	12,02	8,71	No Cumple
C - B	14,75	4,37	15,27	7,28	12,64	8,80	No Cumple
<b>Pórtico 5</b>	<b>Acero Superior</b>			<b>Acero Inferior</b>			<b>Observación</b>
	<b>Vigas</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	
G - G'	9,71	2,56	10,38	4,82	7,22	5,14	Cumple
F - E	11,55	2,85	9,64	5,72	6,89	4,78	Cumple
E - D'	10,43	2,57	10,36	5,17	6,77	5,14	Cumple
D' - D	10,52	2,60	10,19	5,22	6,79	5,05	No Cumple
D - C	10,39	2,56	10,26	5,15	6,82	5,09	No Cumple
C - B	9,69	2,45	9,91	4,81	6,99	4,91	No Cumple
<b>DIRECCIÓN Y</b>							
<b>Pórtico G</b>	<b>Acero Superior</b>			<b>Acero Inferior</b>			<b>Observación</b>
	<b>Vigas</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	
2 - 2'	8,51	2,67	10,80	4,22	7,38	5,35	No Cumple
2 - 3	9,92	3,00	12,17	4,92	7,00	6,02	Cumple
3 - 4	10,06	2,74	11,10	4,99	6,98	5,50	Cumple
4 - 5	9,05	2,66	10,77	4,49	6,99	5,33	Cumple
<b>Pórtico F</b>	<b>Acero Superior</b>			<b>Acero Inferior</b>			<b>Observación</b>
	<b>Vigas</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	
2 - 2'	10,05	5,1	15,71	6,82	14,11	10,29	No Cumple
2 - 3	15,27	4,72	15,27	9,52	12,04	9,28	Cumple
3 - 4	15,27	4,76	15,27	8,86	12,3	9,59	No Cumple
4 - 5	15,27	4,63	13,00	9,34	13,41	6,43	Cumple
<b>Pórtico E</b>	<b>Acero Superior</b>			<b>Acero Inferior</b>			<b>Observación</b>
	<b>Vigas</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	
2 - 2'	14,21	4,02	15,27	7,02	12,91	8,10	Cumple
2 - 3	9,70	3,01	12,21	4,81	5,81	6,04	Cumple
3 - 4	15,27	4,55	15,27	7,70	12,22	9,16	No Cumple
4 - 5	15,27	4,25	15,27	8,57	12,57	7,68	No Cumple
<b>Pórtico D'</b>	<b>Acero Superior</b>			<b>Acero Inferior</b>			<b>Observación</b>
	<b>Vigas</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	
2 - 2'	26,67	8,49	8,49	15,27	15,27	15,27	No Cumple
3 - 4	13,34	4,61	15,27	6,60	12,75	9,29	No Cumple
4 - 5	15,27	4,19	15,27	8,45	12,40	7,64	Cumple

Pórtico D	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
	Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	
2 - 2'	14,36	4,00	15,27	7,09	12,86	8,05	No Cumple
2 - 3	10,00	3,03	12,30	4,96	6,27	6,09	No Cumple
3 - 4	15,27	4,52	15,27	7,76	12,19	9,12	Cumple
4 - 5	15,27	4,28	15,27	8,63	12,57	7,68	No Cumple
Pórtico C	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
	Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	
2 - 2'	8,80	5,30	16,34	7,21	13,96	10,69	Cumple
2 - 3	15,27	4,45	15,27	8,97	11,80	8,84	Cumple
3 - 4	15,27	4,49	15,27	8,39	12,09	9,04	No Cumple
4 - 5	15,27	4,22	15,27	8,5	12,47	7,66	Cumple
Pórtico B	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
	Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	
2 - 2'	7,72	2,71	10,98	3,84	6,93	5,44	Cumple
2 - 3	10,01	2,71	10,98	4,96	6,38	5,44	Cumple
3 - 4	10,08	2,63	10,67	5,00	6,52	5,29	Cumple
4 - 5	9,24	2,52	10,22	4,58	6,88	5,06	No Cumple

En la Tabla anterior se muestran los valores de área de acero superior e inferior para las vigas que conforman los niveles +2,00 y +6,00, ya que a pesar de que para los niveles existen diferentes cargas aplicadas, las secciones de las vigas son iguales, así como el acero longitudinal correspondiente. De esta misma manera, el programa arrojó los mismos valores de acero para estos niveles.

Tabla V.11.8.4: Acero Longitudinal en Vigas. Ampliación. Nivel +8,00

DIRECCIÓN X							
Pórtico 2	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
	Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	
E - D	40,47	12,56	39,96	19,27	23,92	19,03	Cumple
Pórtico 2'	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
	Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	
E - D	31,76	10,02	10,02	15,29	18,73	23,85	Cumple
Pórtico 3	Acero Superior			Acero Inferior			Observación
	Vigas	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	
E - D'	1,20	1,20	4,82	2,16	2,40	2,40	Cumple

D' - D	4,69	1,17	1,17	2,34	2,44	2,18	Cumple
<b>DIRECCIÓN Y</b>							
<b>Pórtico E</b>	<b>Acero Superior</b>			<b>Acero Inferior</b>			<b>Observación</b>
<b>Vigas</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	
2 - 2'	6,05	2,30	9,30	3,01	7,90	4,62	No Cumple
2 - 3	2,49	1,22	4,90	1,24	1,22	2,44	Cumple
<b>Pórtico D</b>	<b>Acero Superior</b>			<b>Acero Inferior</b>			<b>Observación</b>
<b>Vigas</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	<b>Izquierda</b>	<b>Centro</b>	<b>Derecha</b>	
2 - 2'	5,57	2,39	9,67	2,89	7,97	4,79	No Cumple
2 - 3	2,17	1,31	5,31	1,32	1,32	2,64	Cumple

En la Tabla V.11.8.5 se observa un resumen con las vigas que cumplen o no cumplen, para cada modelo realizado.

Tabla V.11.8.5: Cuadro resume con el porcentaje de cumplimiento del acero longitudinal en vigas para los tres (3) modelos.

<b>Área</b>	<b>Modelo</b>	<b>Nivel</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>O/S</b>
Oficinas y Cocina	1	0,00	48 %	35 %	17 %
Entrega de Comida	2	0,00	15 %	69 %	15 %
Ampliación	3	+2,00	54 %	46 %	0 %
		+6,00	54 %	46 %	0 %
		+8,00	75 %	25 %	0 %

En el cuadro anterior se observa que en el primer modelo y el correspondiente a la ampliación, en todos sus niveles, son mayores la cantidad de vigas que cumplen con el acero longitudinal, representando mayor porcentaje de cumplimiento, con respecto a las que no cumplen o aquellas que su sección transversal no es suficiente (O/S). Es importante destacar que ninguna viga de la ampliación presenta la condición O/S, esto puede deberse a que es una construcción más reciente por lo que sus criterios de construcción se basaron en normas posteriores a la del año 1945.

## CAPÍTULO VI. NORMAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.

En toda edificación es importante seguir las normas de construcción, no solo a nivel estructural, también en cuanto a las instalaciones internas del edificio, como la ubicación de puertas, escaleras, y señalizaciones que permitan a los usuarios desalojar la edificación de manera rápida y eficiente en caso de una emergencia.

De igual manera, es imprescindible que cuente con las instalaciones adecuadas para que todas las personas que hacen vida en el edificio puedan disfrutar cómodamente su estadía en el mismo.

Para la realización de este estudio, se plantearon una serie de indicadores con el fin de obtener el porcentaje de cumplimiento del edificio, respecto a la normativa correspondiente. A continuación, en la Tabla VI.0 se presenta una leyenda con los símbolos utilizados y su significado:

Tabla VI.0: Indicadores para la evaluación de las Normas de Seguridad.

Fuente: Protocolo usado en la línea de investigación.

<b>INDICADORES</b>	
<b>TIPO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	Cumple con el requisito especificado
0	No cumple con el requisito especificado
/	Se desconoce
*	Se encuentra fuera del alcance
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 realizar la comparación con la norma, se estableció el tipo de ocupación. En este caso, la edificación cuenta con varios tipos de ocupación, oficina, almacén y sitio de reunión – restaurante, dadas las características que posee el edificio del Comedor, en cuanto a la cocina y al área de comensales.

De acuerdo a la cantidad de mesas existentes en el comedor, se estima que pueden estar presentes 1208 personas al mismo tiempo en el área de comensales. Sin embargo, el número de trabajadores presentes en la cocina y oficinas varía, por lo que se calculó a partir de la información proporcionada en la Tabla 12. Densidad de Ocupación Según el Uso, de esta misma norma; obteniendo como resultado 1804 personas.

**Tabla 12. Densidad de ocupación según el uso.**

Uso	Nº personas/m <sup>2</sup>
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
Educacionales	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 VI.1: Tabla 12. Densidad de ocupación según el uso.

Fuente: Norma COVENIN 810 - 1998

A continuación se presentan los requerimientos mínimos de la edificación de acuerdo a esta norma, en la tabla VI.1:

Tabla VI.1: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 810 - 1999.

Fuente: Norma COVENIN 810 – 1999.

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	INDICADOR
<b>REQUISITOS GENERALES</b>			
5.1.1	Todas las edificaciones deben poseer los medios de escape apropiados, con la capacidad suficiente para desalojar o llevar a un lugar seguro la carga ocupacional en el tiempo de desalojo.	Cumple.	1
5.1.2	Toda escalera de escape debe estar libre de obstáculos.	Todas las escaleras presentes están libres de obstáculos.	1
5.1.3	Todos los niveles de la edificación deben quedar comunicados entre sí mediante sistemas de escaleras o rampas.	Todos los niveles se comunican mediante escaleras.	1
5.1.4	El giro de las puertas de escape debe realizarse en el sentido de la evacuación.	No todas las puertas giran en el sentido de la evacuación. Las de las oficinas y baños de trabajadores giran en sentido contrario.	0
5.1.5	No se deben considerar como medios de escape los ascensores ni las escaleras mecánicas.	La edificación no presenta escaleras mecánicas ni ascensores.	1

5.1.6	Toda edificación debe disponer, en una de sus fachadas y a lo largo de la misma, de una franja de espacio exterior para el acceso de los vehículos bomberiles.	La edificación dispone a lo largo de 3 fachadas de espacio para el acceso de vehículos bomberiles.	1
5.1.7	Todas las edificaciones deben poseer un juego de planos de uso bomberil con la información gráfica necesaria, el cual debe estar adyacente al tablero central de control.	La edificación no posee planos bomberiles.	0
5.1.8	Todo elemento estructural situado en el interior de un sector de incendio o contenido en alguno de los elementos compartimentadores del mismo, debe ser resistente ante el fuego por un periodo de tiempo.	Los elementos estructurales del edificio son de concreto armado, con recubrimiento de cerámica.	1
5.1.9	Para el dimensionamiento de los medios de escape deben considerarse los valores de densidad de ocupación.	Las escaleras cumplen con las dimensiones mínimas de acuerdo a la densidad de ocupación.	1
<b>ESCALERAS DE ESCAPE</b>			
5.1.10	Los materiales de construcción de las escaleras de escape deben ser resistentes al fuego con una resistencia mínima de dos horas.	Las escaleras son de concreto, con acabado superior de granito.	1
5.1.10.1	El cerramiento que confina la escalera de escape debe resistir dos horas al fuego.	Las escaleras de escape no están confinadas en un núcleo.	0

5.1.10.2	Se debe garantizar que la ruta de escape siga de forma continua hacia el nivel principal de salida sin desviarse hacia niveles inferiores.	Las escaleras llevan de forma continua al nivel principal de salida.	1
5.1.10.3	No está permitido que las puertas abran directamente sobre la huella de los escalones.	No hay puertas cerca de las escaleras.	1
5.1.10.4	Los descansos de las escaleras deben formar un ángulo de 90° o 180° entre los planos verticales de contrahuella.	Los descansos de las escaleras forman ángulos de 180°.	1
5.1.10.5	El ancho mínimo de huella debe ser de 0,28m y la altura máxima de contrahuella 0,17m.	La Huella mide 0,315m y la Contrahuella 0,14m.	1
5.1.10.6	Los tramos de escalera no deben tener más de 15 escalones continuos sin descanso.	Cada tramo de escalera tiene 14 escalones continuos.	1
5.1.10.7	Todas deben tener el ancho que se especifica para cada tipo de ocupación pero en ningún caso menor de 1,20m.	El ancho de las escaleras es de 4,50m cada una.	1
5.1.10.8	Deben 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.	Los pasamanos terminan de forma redondeada. Ver Anexo 4.	1

5.1.10.8.2	Las barandas y pasamanos deben ofrecer la mayor seguridad posible a las personas y su altura debe ser de 1m, tomado a partir del vértice anterior de la huella.	La altura del pasamano a partir de la huella es de 0,90m.	0
5.1.10.9	Los descansos de la escalera deben tener sus dimensiones iguales a estas.	Cumple.	1
5.1.10.10	De los núcleos de ventilación vertical.	Las escaleras están completamente ventiladas. Ventilación cruzada.	1
<b>PUERTAS DE ESCAPE</b>			
5.1.11.1	Deben cumplir con lo especificado en la Norma COVENIN 644.	Ver requerimientos en la Tabla VI.5.	N.A.
5.1.11.2	Deben tener el ancho que se especifica para cada tipo de ocupación pero en ningún caso menor de 0,90m.	Todas las puertas tienen ancho mayor de 0,90. Las puertas principales miden 1,60m cada una (puertas dobles).	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 bajo cualquier condición y tener un sistema de retorno automático que garantice que la puerta se mantenga normalmente cerrada.	Las puertas de vidrio no poseen sistema de retorno ni apertura manual. Ver Anexo 5.	0

<b>PASILLOS DE ESCAPE</b>			
5.1.12	Deben ser continuos, contruidos de piso a techo y tener el ancho que se especifica para cada tipo de ocupación pero en ningún caso menor de 1,50m.	Cumple. Los pasillos miden más 1,50 m.	1
5.1.12.1	Los pasillos no deben tener en su recorrido ningún elemento que funcione como obstáculo.	Hay presencia de mobiliarios en las áreas de recepción a las oficinas y entrada a la cocina.	0
<b>SALIDAS DE EMERGENCIA</b>			
5.1.13.1	Deben estar ubicadas en direcciones opuestas tan lejanas una de la otra como sea posible.	Para el caso de las oficinas solo existe una salida. El área de comensales, si cuenta con 2 salidas alejadas una de la otra.	1
<b>ILUMINACIÓN</b>			
5.1.14.1	Los medios de escape deben permanecer iluminados, natural y/o artificialmente, con un nivel mínimo de iluminación en el ambiente.	Las escaleras cuentan con iluminación natural, más no artificial. Los pasillos de las oficinas son totalmente cerrados, poseen iluminación artificial y lámparas de emergencia.	0
5.1.14.2	Deben poseer un sistema de iluminación de emergencia fijo, el cual debe activarse cuando falle la alimentación eléctrica de la edificación.	El área de comensales no cuenta con iluminación de emergencia. Sin embargo el área de oficinas y cocina, cuenta con iluminación de emergencia.	0

<b>SEÑALIZACIÓN</b>			
5.1.15.1	Todos los medios de escape deben estar señalizados adecuadamente mediante letreros, señales luminosas, colocadas a una altura no mayor de 2,10m y otra a 0,50m; medidos desde el piso.	En la cocina y área de oficinas hay señales que indican los medios de escape. Sin embargo, en el área de comensales no hay señalización para las escaleras. Solo se presenta un letrero en las puertas de salida. Ver Anexo 6.	0
<b>FACHADA</b>			
5.1.16.1	La unión entre losa y las fachadas debe impedir la propagación del fuego de una planta a la superior a través de tal unión.	En el área de comensales, desde el nivel principal se puede observar el nivel superior e inferior, ya que existe una losa intermedia. Ver Anexo 7. En el área de cocina si se observa una unión completa entre losa y fachada.	0
<b>MEDIOS DE ESCAPE SEGÚN EL TIPO DE OCUPACIÓN. SITIOS DE REUNIÓN</b>			
5.2.1.a	El número mínimo de salidas debe ser de cuatro (4), para capacidad mayor o igual a 1000 personas. Tres (3), para capacidad entre 600 (inclusive) y 999 personas. Dos (2), para capacidad entre 100 (inclusive) y 599 personas. Una (1), para capacidad menor de 100 personas. Las salidas los más alejadas entre si y en direcciones diferentes.	De acuerdo a la capacidad el área de comensales debería tener cuatro (4) salidas, solo posee dos (2).	0
5.2.1.b	La distancia de recorrido debe ser de 45 m.	La distancia de recorrido calculada es de 75 m. Ver Anexo 8.	0

<b>MEDIOS DE ESCAPE SEGÚN EL TIPO DE OCUPACIÓN. OFICINAS</b>			
5.2.7.1.1	El número mínimo de salidas debe ser de una (1) en cada nivel, para edificaciones con altura menor o igual a 25m, y/o área bruta por nivel menor o igual a 750m <sup>2</sup> . Debe ser de dos (2) en cada nivel para edificaciones con altura mayor de 25m desde el nivel principal de acceso a las unidades bomberiles y/o área neta por planta mayor de 750m <sup>2</sup> .	La edificación tiene una altura menor a 25 m pero con un área bruta de 78 m <sup>2</sup> . Por lo tanto requiere como mínimo de una (1) salida.	1
5.2.7.1.2	Las salidas deben estar ubicadas lo más alejadas entre sí.	El área de oficinas cuenta con una sola salida.	1
5.2.7.1.3	El ancho de la salida de las puertas debe ser de 0,85 m.	La puerta de salida presenta un ancho de 0,90 m.	1
5.2.7.1.4	La distancia de recorrido debe ser de 33m.	La distancia de recorrido calculada anteriormente es de 12,7 m. Ver Anexo 9.	1

El edificio del Comedor cumple en un 65% los requerimientos de la norma de medios de escape. Las puertas de salida en la zona de oficinas giran en sentido contrario a la evacuación, lo cual no está permitido por esta norma. Las salidas de la cocina, oficina y área de comensales que dan al exterior de la edificación no cuentan con sistema de apertura manual, sin embargo estas se encuentran totalmente abiertas mientras se está prestando servicio a los usuarios de la universidad.

De acuerdo a la densidad de ocupación el área de almacén debería poseer dos salidas de emergencia, pero solo cuenta con una.

Es importante destacar que a pesar de cumplir con la mayoría de los requisitos de la Norma COVENIN 810 – 1999, dos de las salidas del área donde



se reparte la comida se encuentran cerradas, aumentando así el riesgo para los usuarios, en caso de una emergencia.

## **VI.2 GUÍA INSTRUCTIVA SOBRE SISTEMAS DE DETECCIÓN, ALARMA Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS.**

La Norma COVENIN 823 – 2002 contempla los requisitos mínimos que deben cumplir las edificaciones construidas y por construir, en cuando a los sistemas de prevención y protección contra incendios, según el tipo de ocupación y riesgo que presentan.

A continuación se presenta la comparación realizada con la norma a estudiar:

Tabla VI.2: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 823 – 2002.

Fuente: Norma COVENIN 823 – 2002.

<b>ARTÍCULO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>EVALUACIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>
<b>REQUISITOS GENERALES</b>			
5.1	De acuerdo al tipo de ocupación de mayor riesgo (área de cocina), se debe instalar: Sistema de detección y alarma automático, con sistema de extinción portátil.	La edificación cuenta con sistema de extinción portátil, con excepción del área de comensales, que no cuenta con ningún tipo de sistema. En el área de la cocina se tiene el sistema de alarma automático, mas no se tienen el sistema de extinción (aspersores).	0

5.2	Toda edificación debe poseer un sistema de extinción portátil, el cual debe cumplir con la Norma COVENIN 1040.	Se requieren dos (2) extintores por nivel. En el área de oficinas se cuenta con uno solo, mientras que en la cocina se encuentran otros dos.	1
5.3	Los sistemas de detección, alarma y extinción de incendios deben cumplir con las Normas COVENIN 758, 1114, 1176, 1330, 1331, 1376, 2062, 2453.	Ver requerimientos en las Tablas VI.7, VI.11.	N.A.
5.4	Para los medios de escape deberá cumplir con la Norma COVENIN 810.	Ver requerimientos en la Tabla VI.1.	N.A.
5.5	Para el sistema eléctrico deberá cumplir con la Norma COVENIN 200.	Ver requerimientos en la Tabla VI.4.	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.	Para el tipo de ocupación de sitios de reunión es necesaria la instalación de rociadores, sin embargo esta área no cuenta con ellos. Para el área de oficina y almacén no se exige el uso de rociadores.	0
5.10	Según la Tabla 1 de esta norma, el edificio debe tener un sistema de detección automática.	El área de oficinas y cocina, cuentan con sistema de detección automática.	1

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.	0
5.14	Toda edificación debe poseer un programa de mantenimiento de los sistemas de prevención y protección contra incendios.	No posee 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 y cocina, los cuales poseen sistema de detección automática.	1

De acuerdo a la Tabla VI.2, la edificación cumple en un 43% con las especificaciones establecidas en la Norma COVENIN 823 – 2002.

Las oficinas, cocina y almacén son las áreas que cuentan con extintores y sistema de detección automática, sin embargo el área de comensales no posee ningún tipo de sistema de detección o extinción de incendio, y es donde se concentra la mayor cantidad de personas mientras el comedor se encuentra operativo.

En las mismas áreas donde se encuentran los sistemas de extinción portátil y detección automática no hay presencia de rociadores.

### 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 y facilitar el control de las emergencias.

A continuación se presenta una tabla con los requisitos establecidos por esta norma:

Tabla VI.3: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 187 – 2003.

Fuente: Norma COVENIN 187 – 2003.

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	INDICADOR
<b>COLORES DE SEGURIDAD</b>			
4	Colores de seguridad.	Las señales presentes, cumplen con los colores correspondientes. Ver Anexo 10.	1
<b>COLORES DE CONTRASTE</b>			
5	Para los colores de seguridad Rojo, Azul y Verde, les corresponde el color de contraste Blanco. Mientras que para el color de seguridad Amarillo, corresponde un color de contraste Negro	Las señales presentes, cumplen con los colores de contraste correspondientes para cada color de seguridad. Ver Anexo 10.	1

<b>FORMAS GEOMÉTRICAS</b>			
6	Se utiliza una forma Circular para indicar prohibición, obligación o limitación. La forma Triangular indica advertencia o peligro. Las formas Rectangulares se usan para señalar los equipos contra incendios, salidas de emergencia y vías de evacuación.	Las señales de evacuación, protección contra incendios y riesgo eléctrico se encuentran de la forma geométrica indicada.	1
7	Las señales se clasifican según su luminiscencia en: Convencionales, Fotoluminiscentes y Reflectantes	Las señales en la edificación son convencionales.	1
<b>REQUISITOS GENERALES</b>			
9.1.1	El nivel de iluminación permanente debe ser como mínimo de 54 lux.	Las señales están iluminadas solo durante el periodo de trabajo.	0
9.1.3	Dentro de los símbolos no debe colocarse texto, con la sola excepción de las señales de restricción.	No contiene texto dentro de los símbolos.	1
<b>SEÑALES DE ADVERTENCIA</b>			
9.5.1	Deben ser de color de fondo amarillo.	Cumple.	1
9.5.2	Deben tener borde en color negro.	Cumple.	1
9.5.3	Deben tener el símbolo en color negro	Cumple.	1
9.5.4	El color amarillo debe cubrir como mínimo un 50% de la superficie total de la señal.	Cumple.	1
9.5.6	El símbolo debe colocarse en el centro de la señal.	Cumple.	1

<b>SEÑALES DE CONDICIONES DE SEGURIDAD</b>			
9.6.1	Deben ser de color de fondo verde.	Cumple.	1
9.6.2	Deben tener el símbolo o texto en color blanco.	Cumple.	1
9.6.3	El color verde de las señales de condiciones de seguridad debe cubrir como mínimo un 50% de la superficie total de la señal.	Cumple.	1
9.6.4	Se debe emplear el color blanco como color de contraste, para un reborde estrecho cuya dimensión será de 1/20 del lado mayor de la señal.	Cumple.	1
9.6.5	El símbolo debe colocarse en el centro de la señal.	Cumple.	1
<b>SEÑALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</b>			
9.7.1	Deben ser de color de fondo rojo.	Cumple.	1
9.7.2	Deben tener el símbolo en color blanco.	Cumple.	1
9.7.3	El color rojo debe cubrir como mínimo un 50% de la superficie total de la señal.	Cumple.	1
9.7.4	Se debe emplear el color blanco como contraste, para un reborde estrecho cuya dimensión será de 1/20 del lado de la señal.	Cumple.	1
9.7.5	El símbolo debe colocarse en el centro de la señal.	Cumple.	1

9.7.6	Podrán ser acompañadas de señalización auxiliar, en cuyo caso el tamaño del párrafo que conforma el texto debe ser proporcional al área de la señal que complementa.	Cumple.	1
<b>SEÑALIZACIÓN BÁSICA</b>			
12.2.1	Medios de escape o evacuación según lo establecido en la Norma COVENIN 810.	Ver requerimientos en la Tabla VI.1.	N.A.
12.2.2	Sistemas y equipos de prevención y protección contra incendio, según lo establecido en las Normas COVENIN.	Ver requerimientos en la Tabla VI.2.	N.A.

En la tabla anterior se aprecia la evaluación de la edificación de acuerdo a la Norma 187 – 2003, la cual cumple con los requisitos establecidos en un 95%. Aunque faltan algunas señales que indiquen las salidas de emergencia en el área de comensales, las señales presentes en la cocina y oficinas cumplen con los colores, forma y demás características especificadas en esta norma.

#### **VI.4 CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL.**

La Norma COVENIN 200 – 1999. Código Eléctrico Nacional contiene disposiciones que se deben cumplir, con el fin de salvaguardar la integridad de las personas y propiedades de los peligros que implica el uso de la electricidad. Estas disposiciones rigen la instalación de conductores, equipos eléctricos, cables de fibra óptica, equipos de comunicaciones, entre otros. Estas disposiciones y requisitos se presentan a continuación:

Tabla VI.4: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 200 – 1999.

Fuente: Norma COVENIN 200 – 1999.

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	INDICADOR
<b>ACOMETIDAS</b>			
230.2	El número de acometidas en un edificio u otra estructura será alimentada por una sola acometida con excepción de lo permitido en los artículos 230.2 (A) y 230.4.	Se desconoce el número y el tipo de acometidas.	/
<b>CORDONES Y CABLES FLEXIBLES</b>			
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.	*
<b>CABLES PARA ARTEFACTOS</b>			
402.1	Esta sección establece los requisitos generales, aplicación y especificaciones de construcción de los cables para artefactos y aparatos.	Requisito fuera del alcance del trabajo.	*
<b>SUICHES</b>			
404.1	Las disposiciones de esta Sección aplicaran a suiches, dispositivos de conmutación e interruptores automáticos cuando son usados como suiches.	La mayoría de los suiches se encuentran en buen estado. Ver Anexo 11.	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
<b>TOMACORRIENTES, CONECTORES DE CORDONES Y ENCHUFES</b>			
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.	N.A.
406.2 (A)	Los tomacorrientes serán listados para el propósito y marcados con el nombre del fabricante o su identificación, y de su régimen de tensión y corriente.	No cumple.	0
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 están montados en cajas, sin embargo muchas se encuentran oxidadas.	1
<b>TABLEROS Y PANELES DE DISTRIBUCIÓN</b>			
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 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 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 12.	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 están ubicados a una distancia prudencial de cualquier equipo o material combustible.	1
<b>LUMINARIAS, PORTALÁMPARAS Y LÁMPARAS</b>			
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 sistema de iluminación.	La mayoría de las lámparas que se encuentran en el edificio están en buen estado, sin embargo algunas conexiones no.	N.A.
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.	1

410.22	El cableado interno o externo de las luminarias, estará ordenado en forma nítida y no estará expuesto a daños físicos. Se evitara el cableado en exceso.	Cumple.	1
--------	--	---------	---

El cumplimiento de esta norma fue de 89%. La mayoría de los tableros se encuentran en el pasillo que da acceso a la cocina, debidamente protegidos y con señales de advertencia, sin embargo existe un tablero que se presume que no está en funcionamiento, ya que no está protegido, tiene una señal de advertencia pero los breaker y el cableado se encuentran a la vista, lo que representa un riesgo para los usuarios. (Ver Anexo 13)

La mayoría de los tomacorrientes ubicados en los pasillos de circulación de usuarios se encuentran en mal estado, con algunos cables visibles sin la debida protección y mantenimiento, por lo que se requiere la rehabilitación de los mismos.

#### **VI.5. PUERTAS RESISTENTE AL FUEGO. BATIENTES.**

La norma 644 – 1978 contempla las características mínimas que debe cumplir el conjunto de puertas resistente al fuego, del tipo batientes, con el fin de impedir o retardar la propagación del fuego y/o humo.

Los requisitos y la correspondiente evaluación se detallan en la siguiente tabla:

Tabla VI.5: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 644 – 1978.

Fuente: Norma COVENIN 644 – 1978.

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	INDICADOR
<b>CLASIFICACIÓN</b>			
4.1	Según el tipo de fuego.	Las puertas deben resistir un periodo de tres (3) horas al fuego. No se permite áreas de vidrio en las mismas.	1
<b>PUERTAS RESISTENTES AL FUEGO</b>			
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 acceso a la cocina y sindicato son de acero. La que da acceso a las oficinas es de acero con secciones en vidrio. Las puertas principales de acceso y salida son completamente de vidrio.	0
5.1.2	Deberán tener como mínimo un ángulo de abertura de 90°, un ancho de 0,90m y en un espesor de 45mm.	Cumplen.	1
5.1.3	Deberán tener una holgura máxima de 6mm entre puerta y piso; y 3mm entre puerta y marco.	Cumplen.	1
5.1.4	En caso de que posean secciones de vidrio, este deberá ser vidrio de seguridad armado o reforzado con malla metálica de un espesor mínimo de 7mm y área máxima según la Tabla I de esta norma.	Solo las puertas principales son completamente de vidrio, las demás son de madera o acero.	0
5.1.5	La puerta u hoja no deberá estar subdividida en partes abisagradas.	Todas las puertas son continuas.	1

5.1.6	Cuando la puerta sea de dos hojas, estas deberán estar construidas de forma tal que la holgura máxima entre los bordes de encuentro no sea mayor de 3mm, el astrágalo o tope no deberá ser menor de 25mm.	Cumplen.	1
5.1.8.1	El acero utilizado en la fabricación de las puertas deberá estar libre de grietas de laminación, rugosidad y extremos imperfectos, deberá tener una resistencia a la tracción comprendida entre 32 y 44 Kg/mm <sup>2</sup> .	Todas las puertas de acero 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.	/
5.1.8.3	Se deberá utilizar cedro o cualquier otro tipo de madera siempre y cuando tenga bajo contenido de resina, peso liviano, resistencia a los hongos y a la descomposición, aptitud para resistir la inserción de clavos sin presentar hendiduras o astilladuras.	Se desconoce el tipo de madera utilizado.	/
5.1.9	Marcos.	Se desconoce el estado de los marcos.	/
5.1.10	Bisagras.	Se desconoce el estado de las bisagras.	/
5.1.11	Cerraduras.	Se desconoce el estado de las cerraduras.	/
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.	/
<b>PUERTAS DE ESCAPE</b>			
5.2.1	Abrir en el sentido de la dirección de salida.	No todas las puertas giran en el sentido de la evacuación. Las de las oficinas y baños de trabajadores giran en sentido contrario.	0
5.2.2	Contar con cerraduras siempre libres desde el interior hacia el medio de escape y con un mecanismo apropiado (cierre puerta) para mantenerla cerrada cuando no está en uso, no se deberán usar resortes como mecanismos de cierre.	Las cerraduras de las puertas se encuentran siempre libres.	1
5.2.3	La fuerza máxima necesaria para vencer la precarga del mecanismo de abertura deberá ser de 4,5 Kg aplicado en el pomo o manilla; y la fuerza mínima necesaria para mantener la puerta cerrada.	Se desconoce 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 200mm 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.	/
5.2.5	Deberá estar prevista de barras antipánico en los casos de sitios de reunión, o en ambientes ocupados por más de 50 personas.	Ninguna de las puertas posee barras antipánico.	0

<b>REQUISITOS</b>			
6.1	El conjunto de puertas deberá ser sometido al ensayo especificado en la norma venezolana COVENIN 1093 - 78.	El requisito se encuentra fuera del alcance.	*

De acuerdo a lo especificado en la Tabla VI.5 la edificación cumple en un 58% con los requisitos de la Norma 644 – 1978. Dentro de las observaciones realizadas, se tiene que todas las puertas cumplen con tener ancho mayor al mínimo, el cual es de noventa (90) centímetros, sin embargo las puertas principales que permiten llegar al exterior de la edificación son completamente de vidrio, lo que no está permitido por esta norma. De igual manera, ninguna puerta cuenta con sistema antipánico y algunas giran en sentido contrario a la evacuación, y otras que facilitaban la circulación dentro de las instalaciones del comedor se encuentran cerradas con cadenas o soldadas, debido a la inseguridad que impera dentro del campus.

#### **VI.6. EXTINTORES PORTÁTILES. GENERALIDADES.**

La Norma 1040 – 1989. Extintores Portátiles. Generalidades establece los requisitos necesarios para la fabricación, selección e instalación, que son comunes a los diversos tipos de extintores portátiles.

Tabla VI.6: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 1040 – 1989.

Fuente: Norma COVENIN 1040 – 1989.

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	INDICADOR
<b>CLASIFICACIÓN</b>			
4.1	Según la naturaleza de los materiales combustibles e inflamables.	De acuerdo a los usos de la edificación, podría presentarse dos Clases de fuego. Clase A (en oficinas) y Clase B (en cocina).	N.A.
4.2	Es la evaluación de la posibilidad de incendio o explosión de incendio en función de la combustibilidad de los materiales, facilidades de propagación del incendio, generación de humo y vapores tóxicos.	Se considera de Riesgo Alto debido a que el edificio presenta áreas donde se encuentran materiales combustibles que permiten esperar fuegos de gran magnitud o que producen vapores tóxicos o existe la posibilidad de explosión.	N.A.
4.3	De la carga calorífica de un local.	La carga calorífica es baja.	N.A.
<b>REQUISITOS</b>			
5.1	Deberán ser de uso sencillo y de construcción resistente, de modo que en ningún momento se vean afectadas sus condiciones de seguridad y funcionamiento.	Cumple.	1
5.2	Ser de materiales resistentes a las condiciones ambientales, tales como corrosión, temperatura, humedad.	Cumple.	1
5.3	Estar provistos de dispositivos de seguridad que les impida accionarse en forma accidental.	Cumple.	1



5.4	Estar provisto de dispositivos de fijación que impidan el movimiento del extintor, mientras no está en uso.	Cumple.	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
<b>SELECCIÓN</b>			
5.6.1	Selección según la Tabla 2 de esta norma.	Los agentes extinguidores pueden ser de agua, polvos químicos secos (A, B, C) o hidrocarburos halogenados.	N.A.
5.6.2.1	Del potencial de efectividad para fuego clase A.	De acuerdo a la Tabla 3 de esta norma, el potencial de efectividad será de 10A	N.A.
<b>UBICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN</b>			
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 Venezolana COVENIN 187.	Ver Tabla VI.3.	N.A.
5.7.3	Para fuegos Clase A: La máxima distancia horizontal del extintor al usuario, deberá ser de 20m. Para fuegos Clase B: La máxima distancia horizontal, del extintor al usuario, será de 15m.	Cumple.	1

5.7.4	La altura máxima sobre el piso, de la parte superior de los extintores manuales, será de 1,30m y en ningún caso, la parte inferior del extintor deberá quedar a menos de 10cm del piso.	Cumple.	1
<b>MANTENIMIENTO</b>			
5.8	Deberá cumplir con la Norma Venezolana COVENIN 1213.	Ver Tabla VI.10.	N.A.
<b>MARCACIÓN Y ROTULACIÓN.</b>			
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.	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.	1

La edificación cumple en un 59% con los requisitos presentes en la Tabla VI.6. De igual forma, hay que tener en cuenta el correcto mantenimiento que se le debe brindar a los extintores para que funcionen correctamente a la hora de un incendio, para esto es necesaria la realización de varios ensayos a los extintores, que garanticen su funcionamiento. Además es importante que las personas que trabajan diariamente en el Comedor estén entrenadas para usar eficazmente los extintores en caso de emergencia.

## 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. Esta norma presenta dos (2) métodos dependiendo de la clase de fuego para la cual se está indicando el extintor. En este caso, los extintores presentes corresponden a un tipo de fuego clase A, por lo que el ensayo se resume en la siguiente tabla:

Tabla VI.7: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 1114 – 2000.

Fuente: Norma COVENIN 1114 – 2000.

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	INDICADOR
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 extintor, a fin de observar si es capaz de apagarlo.	El requisito se encuentra fuera del alcance del trabajo.	*

El ensayo descrito en la Tabla VI.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, 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 MANUALES PORTÁTILES DE POLVO QUÍMICO SECO. PRESURIZACIÓN DIRECTA E INDIRECTA.

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. Dichos requisitos se presentan a continuación:

Tabla VI.8: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 2605 – 1989.

Fuente: Norma COVENIN 2605 – 1989.

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	INDICADOR
<b>CLASIFICACIÓN</b>			
4.2	Según el tipo de extintor.	Se cuenta con extintores de presurización directa.	N.A.
<b>REQUISITOS</b>			
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	El extintor deberá descargar el agente extintor, el cual deberá tener un alcance no menor de 3m.	Se desconoce el alcance del agente extintor.	/
6.3.1	El extintor se deberá descargar en no menos del 85% en peso de su capacidad nominal.	Se desconoce el porcentaje de descarga del extintor.	/
6.3.2	El extintor deberá empezar a descargar como máximo a los 5 segundos después de que se ponga en funcionamiento	Se desconoce el tiempo de demora en descargar.	/

6.4	Presión hidrostática	Ver artículo 8.1 de la norma, donde se 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, donde se explican los ensayos de frecuencia variable y de resistencia, respectivamente.	N.A.
6.6.1	El manómetro indicador de presión del extintor deberá indicar las unidades de medidas para las cuales está calibrado, en Kg/cm <sup>2</sup> o Mpa.	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 (0), carga normal y sobrecarga deberán estar indicadas con números.	Cumple.	1
6.6.2.2	El arco desde cero (0) hasta el intervalo aparente deberá llevar la palabra "recarga" y desde el rango operante hasta la máxima presión deberá decir "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 (2) veces la presión del 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 donde se explica el ensayo de corrosión con solución salina.	N.A.
6.8	Potencial de efectividad. Los extintores deberán cumplir con lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 1114.	Ver requerimientos en la Tabla VI.7.	N.A.
6.9	El extintor de presurización directa deberá llevar en su interior un tubo de material resistente a la corrosión, desde la parte superior del cilindro hasta no menos de 20mm de fondo, que permita la expulsión del polvo sin dificultades.	Cumple.	1
6.10	El extintor estará dotado de un dispositivo de seguridad, que permita aliviar la sobrepresión en un momento dado.	Cumple.	1

6.11.1	Las válvulas deberán ser metálicas, y funcionaran mediante un disparado, para un funcionamiento intermitente o continuo, dispuesto de manera que la manguera de descarga no esté bajo presión permanente.	Cumple.	1
<b>INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN</b>			
7.1	Lote: es aquella cantidad determinada de unidades (Extintores portátiles de polvo químico seco) de características similares que son fabricadas bajo condiciones de producción presumiblemente uniforme que se somete a inspección como un conjunto unitario.	Todos los extintores son del mismo tipo.	N.A.
<b>MÉTODOS DE ENSAYOS</b>			
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.	*
<b>MARCACIÓN Y ROTULACIÓN</b>			
10.1	Deberá cumplir con la Norma Venezolana COVENIN 2368 y 1040.	Ver requerimientos en la Tabla VI.6 Y Tabla VI.9.	N.A.

10.2	Certificado de garantía.	Se desconoce si existe alguna certificación del cumplimiento de las normas por parte de los extintores.	/
------	--------------------------	---	---

Los extintores presentes en la edificación cumplen con los requerimientos presentados en la Tabla VI.8, en un 71%. Sin embargo, la norma establece varios ensayos para evaluar más detalladamente el funcionamiento adecuado del extintor ante las condiciones simuladas de dichas pruebas. Estos ensayos no fueron realizados ya que se requiere de personal capacitado y equipos especializados para llevarlos a cabo.

Por otra parte, hay requisitos que se desconocen, producto que el extintor no fue probado durante las inspecciones a la edificación, para conocer los aspectos relacionados a la descarga y tiempo de accionado, pero dichas propiedades se pueden verificar con la realización del ensayo para determinar el potencial de efectividad del mismo.

## **VI.9. CILINDROS METÁLICOS PARA EXTINTORES DE POLVO QUÍMICO SECO.**

La Norma 2368 – 1986 establece los requisitos mínimos que deben cumplir los cilindros metálicos para extintores de polvo químico seco. Los requerimientos se presentan en la siguiente tabla:



Tabla VI.9: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 2368 – 1986.

Fuente: Norma COVENIN 2368 – 1986.

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	INDICADOR
<b>REQUISITOS</b>			
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 9 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 del 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.
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.	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.
<b>INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN</b>			
7.1	Todos los ensayos e inspección se efectuarán en el sitio de fabricación.	Se desconoce dónde 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 lote.	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.	/
<b>MÉTODOS DE ENSAYO</b>			
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.	*

<b>MARCACIÓN Y ROTULACIÓN</b>			
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.	1
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 4mm.	Cumple.	1

En la tabla anterior se especifican las características de los cilindros metálicos de los extintores de polvo químico seco, los cuales cumplen con los requerimientos de esta norma con un 58%. Es importante destacar que la mayoría de las especificaciones requieren ser evaluadas por personal y equipo especializado, ya que implica la realización de varios ensayos a los cilindros, los cuales no fueron efectuados en este estudio.

#### **VI.10. EXTINTORES PORTÁTILES. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Esta Norma venezolana (1213 – 1998) contempla los aspectos fundamentales que deben considerarse en la inspección y mantenimiento de los extintores portátiles. Los requerimientos se presentan a continuación:

Tabla VI.10: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 1213 – 1998.

Fuente: Norma COVENIN 1213 – 1998.

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	INDICADOR
<b>CONDICIONES GENERALES</b>			
4.1	El extintor debe estar ubicado en forma correcta y visible en el lugar apropiado y libre de obstáculos para permitir su fácil identificación, acceso y uso como se indica en Norma COVENIN 1040.	Ver requerimientos en la Tabla VI.6.	N.A.
4.2	Todos los extintores se deben inspeccionar al instalarse, y realizar mantenimiento como mínimo una vez al año como se indica en la Tabla 1, excepto en los casos donde existan antecedentes, en cuyo caso se hará cada seis (6) meses.	Requerimiento fuera del alcance de este trabajo.	*
4.3	Frecuencia y condiciones de recarga según el tipo de agente extintor. Para Polvo químico seco (extintor de presión directa) se le deben limpiar todas sus partes componentes, y recargarlos cuando haya sido usado, cuando el dispositivo indicador de presión este por debajo de su límite de operación normal y cada año a partir de la fecha de su adquisición y/o última fecha que se realizó el mantenimiento, recarga o si la frecuencia de inspección lo requiere.	Requerimiento fuera del alcance de este trabajo.	*

La Norma establece la inspección detallada de cada parte que conforma el extintor, además del 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 presentes en dicha norma se presentan a continuación:

Tabla VI.11: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 1176 – 1980.

Fuente: Norma COVENIN 1176 – 1980.

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	INDICADOR
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.	El área de comensales no cuenta con detectores, ni ningún sistema de detección y extinción de incendios. La cocina y oficinas si cuentan con detectores.	0
<b>CLASIFICACIÓN</b>			
4.1.1	Los detectores se clasifican según el fenómeno detectado en detector de calor, humo o de llama.	La edificación cuenta con detectores de humo.	N.A.
<b>REQUISITOS</b>			
6.1	Los fabricantes deberán ofrecer una garantía por un periodo de un (1) año.	Se desconoce el periodo de garantía de los detectores.	/
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 15cm 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 10m.	1
6.6	Para la instalación de los detectores se deberán utilizar cajetines y/o canalizadores apropiados 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 deberá ser el indicado en la Tabla 1.	Según el tipo de ocupación se debe tener para el área de Oficinas: detectores de humo de calor. Para el área de Comensales y Almacén de alimentos: detectores de Humo por ionización, Ópticos de humo y una combinación de estos con detectores de calor intercalados.	

<b>MARCACIÓN</b>			
7.1	Deberá tener marcada en idioma castellano y en color constante 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 radiactivo de ser el caso.	En algunos casos los detectores no cuentan con la adecuada identificación.	0

De acuerdo a las observaciones presentadas en la tabla anterior, se tiene que la edificación cumple con la Norma COVENIN 1176 – 1980 en un 50%. Es importante destacar que el área de comensales, que es donde se concentra la mayor cantidad de personas de toda la edificación, no cuenta con detectores de ningún tipo.

#### **VI.12. 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:



Tabla VI.12: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 1041 – 1999.

Fuente: Norma COVENIN 1041 – 1999.

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	INDICADOR
<b>CONDICIONES GENERALES</b>			
4.1.1	El tablero general de control debe controlar y supervisar sus circuitos internos y de líneas externas de los dispositivos de detección de alarma.	Cumple.	1
4.1.2	Contener los equipos y dispositivos necesarios para recibir, convertir y emitir las señales de averías, alarma previa y alarma general en forma audible y visible.	Cumple.	1
4.1.3	Accionar funciones auxiliares.	Cumple.	1
4.1.4	Contener en su parte frontal los dispositivos necesarios para silenciar, probar, reponer o indicar cualquier operación normal o anormal en los circuitos internos en las líneas exteriores.	Cumple.	1
4.1.5	Ninguna parte eléctrica debe estar puesta a tierra, excepto partes del circuito o de los equipos que intencionalmente estén puestos a tierra, para proveer fallas a tierra o circuitos de protección.	Cumple.	1

4.1.6	El tablero central de control debe operar normalmente con los valores de tensión entre el 85% y el 110% del valor nominal de alimentación.	Se desconoce la tensión de operación.	/
4.4.1	Las señales audibles de avería deben ser distintas a las de alarma general y deben ser manifestadas mediante el funcionamiento continuo de un dispositivo de sonido.	Cumple.	1
4.4.2	Señal de alarma previa.	Cumple.	1
4.4.3	Señal de alarma general.	Cumple.	1
<b>REQUISITOS</b>			
5.2	El tablero central de control, no debe presentar ninguna señal de alarma durante o después de ser sometido al ensayo de impacto y vibraciones; y después de dicho ensayo, no debe presentar ningún deterioro ni disminución en sus condiciones de funcionamiento.	Ver artículo 6.1. Explica el ensayo de impacto y vibraciones.	N.A.
5.3	El tablero central de control no debe presentar ninguna señal de alarma durante el ensayo de variación de tensión.	Ver artículo 6.2. Explica el ensayo de variación de tensión.	N.A.
5.4	El tablero central de control no debe presentar ninguna señal de alarma durante el ensayo de temperatura.	Ver artículo 6.3. Explica el ensayo de temperatura.	N.A.

<b>MÉTODOS DE ENSAYO</b>			
6.1.1	Ensayo de resistencia al impacto y vibraciones.	El requisito se encuentra fuera del alcance de este trabajo.	*
6.2	Ensayo de funcionamiento ante variaciones de tensión.	El requisito se encuentra fuera del alcance de este trabajo.	*
6.3	Ensayo de temperatura elevada.	El requisito se encuentra fuera del alcance de este trabajo.	*
<b>MARCACIÓN</b>			
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

En la tabla anterior se observan los requisitos que debe cumplir la edificación de acuerdo a la Norma COVENIN 1041 – 1999. A pesar de que cumple en un 56% con dichas disposiciones, que están dentro del alcance de este trabajo, hay varios ensayos a los tableros centrales de detección y alarma de incendios, exigidos por la norma, que no fueron realizados debido a su complejidad y a la falta de personal especializado. Sin embargo, el fabricante debió practicar todos los ensayos que establece la norma, para garantizar la operatividad de estos dispositivos.

### **VI.13. 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 cuenta con una guía para la inspección de los sistemas de prevención y protección contra incendios, por lo tanto, la edificación no cumple con esta norma.

### **VI.14. GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES PARA EL CONTROL DE EMERGENCIAS.**

La Norma COVENIN 2226 – 1990 contempla los 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.

El objetivo de los planes de control de emergencias es 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 Comedor no posee ningún plan para el control de emergencias que garantice los aspectos antes mencionados.

## VI.15. ENTORNO URBANO Y EDIFICACIONES. ACCESIBILIDAD PARA PERSONAS.

Esta 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. Los requerimientos mínimos a cumplir por la edificación de estudio son los siguientes:

Tabla VI.13: Requisitos a cumplir de acuerdo a la Norma COVENIN 2733 – 1990.

Fuente: Norma COVENIN 2733 – 1990.

ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	INDICADOR
<b>REQUISITOS</b>			
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 esta última hasta los medios de circulación vertical.	Cuenta con una rampa en la puerta de salida, que es la que se encuentra a desnivel con la acera. En la puerta de entrada no es necesaria una rampa de acceso. Para llegar a los niveles de comensales no posee rampa, pero hay un espacio en el nivel de planta baja dispuesto para personas con discapacidad.	1

4.2.2.a	Pasillos bien iluminados natural y/o artificialmente.	El pasillo principal está bien iluminado durante la jornada laboral.	1
4.2.2.b	Ancho libre de los pasillos, mínimo 1,50m.	Los pasillos superan el ancho mínimo.	1
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 de pasillo se debe disponer un diámetro libre, mínimo de 1,50m.	Cumple.	1
4.2.2.d	Zócalos de h=30cm, en las paredes de los pasillos.	No cumple.	0
4.2.2.e	Para transferir las diferencias de nivel deben colocarse rampas.	Internamente no se cuenta con rampas.	0
4.2.2.f	Los pasillos deben contar con las luces de emergencia con energía propia para casos de apagones o siniestros.	Las lámparas de emergencia se encuentran instaladas en los pasillos de la cocina y oficinas.	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.	Cada espacio posee diferente acabado.	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 1,20m.	Las escaleras tienen un ancho de 4,50m.	1
4.2.3.b	La superficie de la huella debe ser antirresbalante y señalar el borde la misma.	Cumple.	1
4.2.3.c	Los peldaños: entre 28 y 32cm de huella, y entre 14 y 18cm 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.	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 90cm, medidos desde la superficie del piso.	El pasamanos tiene una altura de 0,90 m.	1

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 90cm, capacidad de carga 150 Kgf y distanciamiento entre barras $\leq$ 15cm.	En las escaleras los pasamanos se encuentran a 90 cm. La capacidad de carga y el distanciamiento entre barras se desconoce.	1
4.2.5.1.a	Las puertas de una sola hoja deben tener un ancho mínimo de 90cm.	Cumple.	1
4.2.5.1.b	Las puertas de dos hojas, al menos una de ellas debe tener un ancho mínimo de 90cm.	Las puertas con dos hojas, miden 1,60 m de ancho cada una.	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 90cm sobre el nivel del piso.	Las puertas no tienen sistema de apertura tipo palanca.	0



4.2.8.1	En las entradas de 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 sillas de ruedas. La altura del borde inferior o de cualquier otro accesorio debe estar entre 70 y 75cm. Al menos un grifo de los lavamanos debe ser de tipo palanca.	Los lavamanos están libres de obstáculos en su parte inferior, pero no cumplen con la altura del borde inferior.	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.	No hay recintos privados con acceso a personas en sillas de ruedas.	0

4.2.8.4	Los accesorios sanitarios deben ubicarse a una altura máxima de 1,00m.	Cumple. Los accesorios se ubican a 85 cm.	1
4.2.8.5.a	El recinto utilizable por la persona en silla de ruedas se ubicara lo más lejos posible de la entrada principal del sanitario.	No hay recinto para personas con sillas de ruedas.	0
4.2.8.5.b	Las dimensiones mínimas del recinto privado deben ser de 1,75m de ancho y 1,55m de largo.	No cumple.	0
4.2.8.5.c	La puerta del recinto debe tener un ancho mínimo de 90cm con apertura hacia afuera.	No cumple.	0
4.2.8.5.d	Se debe prever un espacio lateral para transferencia desde la silla al WC.	No cumple.	0
4.2.8.5.e	Debe disponer de un espacio de giro y maniobra entre las piezas y las puertas de 1,5m.	No cumple.	0
4.2.8.7.a	En las duchas los grifos deben ser tipo palanca.	Cumple.	1
4.2.8.7.b	Se recomienda la instalación de regaderas tipo teléfono.	No posee.	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 cumple.	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 posee.	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.	El sector de la ducha posee un brocal de aproximadamente 40cm de alto.	0
4.2.8.7.f	El acceso a la ducha debe ser sin desniveles, con pendiente suave hacia el drenaje.	El acceso posee un desnivel.	0
4.2.8.7.g	El piso de la ducha debe ser antirresbalante.	El piso es de concreto lo cual indica que puede ser antirresbalante.	1
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 0,50m y 1,20m.	Las cerraduras de las ventanas se ubican por encima de 1,20 m.	0

4.2.8.10.a	La altura de las tomas de electricidad y de comunicaciones deben situarse entre 75 y 90cm por encima del nivel del piso.	Cumple.	1
4.2.8.10.b	La altura de los tomacorrientes de los circuitos de iluminación debe situarse entre 90 y 110cm por encima del nivel del piso.	Cumple.	1

El comedor cuenta con dos (2) mesas ubicadas en el nivel principal, con capacidad para ocho (8) personas, destinadas a personas con discapacidad. Sin embargo lo que es oficinas, cocinas y baños, no cuentan con los espacios e instalaciones apropiadas para personas en sillas de ruedas. De los requisitos estudiados, la edificación cumple con el 53% de la Norma COVENIN 2733 – 2004.

## **VI.16. RESUMEN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**

De acuerdo a la información obtenida a través de las inspecciones realizadas y luego de compararlas con las Normas de Seguridad Industrial correspondientes, se realizó la Tabla VI.14, en la cual se muestra un resumen con el porcentaje de requisitos cumplidos para cada Norma evaluada anteriormente. En dicha tabla se puede observar que el edificio no cuenta con guías para la inspección del sistema de incendio, ni guías para el control de emergencias, por lo que no cumplen con sus respectivas Normas.

Tabla VI.14: Resumen del cumplimiento de las Normas de Seguridad Industrial

Fuente: Normas COVENIN

<b>CÓDIGO</b>	<b>NORMA COVENIN</b>	<b>PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO</b>
187 - 2003	Colores, Símbolos y Dimensiones para Señales de Seguridad.	95
200 - 1999	Código Eléctrico Nacional.	89
644 - 1978	Puertas Resistentes al Fuego. Batientes.	58
810 - 1998	Características de los Medios de Escape en Edificaciones según el Tipo de Ocupación.	65
823 - 1988	Guía Instructiva sobre Sistemas de Detección, Alarma y Extinción de Incendios.	43
1040 - 1989	Extintores Portátiles. Generalidades.	59
1041 - 1999	Tablero Central de Detección y Alarma de Incendio.	56
1114 - 2000	Extintores. Determinación del Potencial de Efectividad.	*
1176 - 1980	Detectores. Generalidades.	50
1213 - 1998	Extintores Portátiles. Inspección y Mantenimiento.	*
1764 - 1998	Guía para la Inspección del Sistema de Prevención y Protección contra Incendios para Industria y Comercio.	*
2226 - 1990	Guía para la Elaboración de Planes para el Control de Emergencia.	*
2368 - 1986	Cilindros Metálicos para Extintores de Polvo Químico Seco.	58
2605 - 1989	Extintores Manuales Portátiles de Polvo Químico Seco. Presurización Directa e Indirecta.	71
2733 - 2004	Entorno Urbano y Edificaciones. Accesibilidad para Personas.	53

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

En el marco de un proceso sistemático de registro y evaluación de las obras de concreto armado de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), se realizó la evaluación de los edificios que sirven de sede al Comedor Universitario, aplicando el protocolo establecido por trabajos de investigación anteriores de la misma línea de investigación, del Departamento de Ingeniería Estructural. Dicho protocolo consistió en recopilar información planimétrica, llevar a cabo un levantamiento de daños, recalcular la estructura mediante el programa ETABS (v. 9.7.4) y presentar los resultados de la verificación de las áreas de acero para vigas y Factor de Resistencia ( $F_r$ ) de columnas. A continuación se presentan las conclusiones más relevantes obtenidas durante el desarrollo de este Trabajo Especial de Grado.

Cumpliendo con los objetivos planteados, se pudieron identificar los elementos estructurales que conforman la edificación, destacando que luego del año 1990 se realizó una ampliación a la estructura original del comedor, lo que permitió brindar sus servicios a un mayor número de personas. Esto implica la presencia de elementos que no se encontraban en el proyecto original.

Se realizaron inspecciones a la edificación, donde se pudo identificar los diferentes tipos de daños presentes en las vigas y columnas, y demás elementos arquitectónicos existentes. Internamente la edificación se encuentra en buen estado, salvo lugares puntuales donde en la mayoría de esos elementos se detectaron falta de recubrimiento y corrosión en los segmentos de cabillas que se encontraban totalmente expuestos, además de la falta de mosaicos, debido a su desprendimiento por el paso del tiempo. También se destaca la presencia de carbonatación en las losas y vigas del segundo piso de la ampliación por la humedad que pueda entrar a través de los parasoles, ya que el Comedor es una estructura abierta, debido a que las “paredes” externas son parasoles que

permiten la entrada luz y aire natural, así como la humedad proveniente del ambiente.

Como parte de la realización de los Ensayos no Destructivos, se verificaron las dimensiones de los elementos estructurales, comprobando que dichas dimensiones poseen una pequeña variación con respecto a las dimensiones reflejadas en los planos, esto para el caso de la Estructura Original. Sin embargo, en el caso de la Ampliación, todas dimensiones de las columnas eran mucho mayores a los valores proyectados en los planos, por lo que se consideraron las medidas reales al momento de realizar el modelado de la estructura, una acotación importante dentro de este Trabajo Especial de Grado, ya que de acuerdo a los trabajos realizados anteriormente dentro de esta línea de investigación, el modelado de las estructuras siempre se efectúa de acuerdo a las dimensiones de los planos suministrados por la Casona Ibarra.

De igual manera, en las pruebas realizadas con el Ferroskan a las vigas y columnas de la edificación, se comprobó que estos elementos estructurales no presentan variaciones considerables entre el proyecto original y lo construido. Cabe destacar que en la Ampliación, no se hizo posible realizar esta comparación por la falta de información respecto al armado de las columnas, por lo que el resultado de estos ensayos tuvo que ser usado en el modelado de ese edificio (Ampliación).

Los modelos correspondientes a la Estructura Original alcanzan el 90% de la masa participativa, valor requerido por Norma, antes del tercer modo de vibración. El modelo que representa la Ampliación, alcanza dicho valor de masa participativa en el modo número ocho (8), de los nueve (9) modos planteados, ya que la edificación cuenta con tres (3) niveles.

En cuanto a la verificación del Factor de Resistencia ( $F_r$ ) de las columnas, se pudo observar que gran número de columnas en toda la edificación tienen la resistencia necesaria para soportar las solicitaciones a las que pueda estar sometida.

Por otra parte, se determinó que el edificio de Oficinas y Cocina (Modelo 1) un 35% de las vigas presentes no poseen acero longitudinal suficiente y un 17% requiere de una mayor sección transversal para el acero requerido, al menos en una de las zonas evaluadas (izquierda, centro, derecha). En el caso del edificio de Entrega de Comida (Modelo 2) el 69% no posee el acero necesario para resistir las solicitaciones sísmicas; y un 15% tienen una sección transversal insuficiente para la cantidad de acero requerida. El tercer modelo (Ampliación), en sus niveles -2,00 y +2,00 el 46% de las vigas no cumple con el acero longitudinal requerido según el programa de cálculo, mientras que el 54% si cumple con dicho acero. Igualmente para el caso del nivel +8,00, solo el 25% de las vigas no cumple con el área de acero. En este edificio ninguna de las vigas presentó la condición O/S, es decir que poseen una sección transversal suficiente para el acero requerido.

De la verificación del cumplimiento de las Normas de Seguridad Industrial, se pudo concluir que la edificación no posee accesibilidad para que personas en sillas de ruedas puedan transitar por las áreas de oficinas y cocina. Sin embargo, en las áreas generales tienen el espacio suficiente, incluso como parte de permitir la accesibilidad a las personas en sillas de ruedas, el comedor tiene dispuestas 2 mesas para ocho (8) personas en la PB de la edificación, para uso exclusivo de personas con discapacidad, evitando el difícil tránsito entre los niveles de la Ampliación. De igual manera, la edificación no cumple con la presencia de señales de evacuación en el área de comensales, que es la zona donde se concentra la mayor cantidad de personas.

Como diagnostico general se puede decir que la edificación presenta mayores fallas en la Estructura Original, en comparación con la Ampliación, esto puede deberse a que esta sección es más reciente que la Estructura Original, por lo que los materiales utilizados son más resistentes, además de que se usaron normas para la construcción más recientes que las empleadas en el proyecto original.



## RECOMENDACIONES

Los resultados del recálculo de las estructuras indican que las mismas no cumplen con los requerimientos mínimos exigidos por las Normas venezolanas vigentes, por lo que se recomienda que se ejecute un proyecto de adecuación o refuerzo estructural en los edificios pertenecientes a la Estructura Original, tomando en cuenta los lineamientos establecidos por COPRED, pues se trata de una edificación de carácter patrimonial.

Existen protocolos internacionales (ASCE 41-13) con metodologías de tres (3) fases para la evaluación de estructuras existentes, por lo que para trabajos futuros se recomienda seguir un mismo esquema de estudio, de manera de unificar los resultados y que estos sean procesados por COPRED de manera más eficiente, y así estudiar y aplicar las posibles soluciones que permitan mantener las edificaciones en buen estado.

En el edificio de la Ampliación, que se determinó como nivel de diseño tres (3) (ND3) según la Tabla C-12.1 por el año en que fue construido, no se estudió todo el capítulo referente al nivel de diseño, solo se tomó en cuenta la tabla antes mencionada, por lo que se recomienda realizar un estudio completo referente al nivel de diseño, ya que podrían cambiar los resultados del análisis expuestos en este Trabajo Especial de Grado.

En el estudio queda claro que las amenazas no son solo sísmicas, ya que el edificio puede ser vulnerable a amenazas como el fuego. Por lo tanto, para velar por el cumplimiento de las Normas de Seguridad y Medios de Escape vigentes, se recomienda la colocación de señales de evacuación en las zonas más concurridas, como el área de comensales y señalar las vías que conduzcan a las salidas del edificio.

De igual manera, se recomienda la realización de simulacros de desalojos, ya que son formas de educar a las personas para que se encuentren preparadas a la hora de una amenaza, sea sísmica o de incendio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acero María, Domínguez 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. 2010”. 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. Comercializadora Tudor. (S/F). PS 200 Ferroscon. Disponible: <http://bit.ly/1c7hf6M>. [Consulta: 13/02/2015].
5. FUNVISIS – Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas. Disponible: <http://www.funvisis.gob.ve/amenaza.php>. [Consulta: 13/02/2015].
6. Luis, Renghild; Reigadas, Luis (2006). “Evaluación Estructural del Edificio Sede de la Escuela de Artes, Estadística y Ciencias Actuariales de la Ciudad Universitaria de Caracas”. Trabajo Especial de Grado no publicado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
7. Norma COVENIN 1756 – 2001 “Edificaciones Sismorresistentes”. Norma Venezolana.

8. Norma FONDONORMA 1753 – 2006 “Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural” (1ra. Revisión).
9. Norma COVENIN 187 – 2003 “Colores, Símbolos y Dimensiones de Señales de Seguridad”. Norma Venezolana.
10. Norma COVENIN 200 – 2004 “Código Eléctrico Nacional”. Norma Venezolana.
11. Norma COVENIN 810 – 1998 “Características de los Medios de Escape en Edificaciones según el Tipo de Ocupación”. Norma Venezolana.
12. Norma COVENIN 823 – 2002 “Guía Instructiva sobre Sistemas de Detección, Alarma y Extinción de Incendios”. Norma Venezolana.
13. Nunes Montero, Vasco (2007). “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.
14. UNESCO – Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Disponible: <http://www.unesco.org>. [Consulta: 13/02/2015].
15. Universidad Central de Venezuela. Reseña Histórica. Disponible: <http://www.ucv.ve/sobre-la-ucv/resena-historica.html>. [Consulta: 13/02/2015].
16. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Preservación y Desarrollo COPRED. Disponible: <http://www.ucv.ve/organizacion/rectorado/direcciones/consejo-de-prevencion-y-desarrollo-copred/quienes-somos.html>. [Consulta: 13/02/2015].

## ANEXOS

Anexo 1: Tabla 4.3 de la Norma COVENIN 2002 - 1988

(Tabla 4.3 Pesos unitarios Elementos Constructivos, continuación).

Losas Nervadas	Espesor total cm	Peso kgf/m <sup>2</sup>
<b>3.3.1 Armadas en una dirección</b>	20 .....	270
	25 .....	315
	30 .....	360
	35 .....	415
<b>3.3.2 Armadas en dos direcciones</b>	20 .....	315
	25 .....	375
	30 .....	470
	35 .....	510

5. IMPERMEABILIZACIONES	Peso kgf/m <sup>2</sup>
Acabado de gravilla .....	60
Acabado de panelas .....	80
Filtros de emulsión asfáltica:	
por cada capa de fieltro .....	5
Manto asfáltico en una sola capa, reforzada interiormente y con acabado exterior:	
2 mm de espesor .....	3
3 mm de espesor .....	4
4 mm de espesor .....	5
5 mm de espesor .....	6

**5.2.4 Cargas variables para azoteas y techos**

Las cargas variables verticales sobre azoteas y techos que se considerarán por metro cuadrado de proyección horizontal dependerán del tipo de techo o cubierta y de sus pendientes según se establece a continuación. Los valores que se indican deben sumarse a los producidos por otras acciones debidas a elementos apoyados o suspendidos del techo, y son independientes de las acciones sísmicas o eólicas, debiendo combinarse estas últimas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 3.4.

**5.2.4.1 Azoteas o terrazas destinadas a un uso determinado**

Las cargas variables verticales serán las que corresponden al uso, pero no menores de 100 kgf/m<sup>2</sup>.

**5.2.4.2 Techos inaccesibles salvo con fines de mantenimiento**

Techos metálicos livianos con peso propio

menor de 50 kgf/m<sup>2</sup> ..... 40 kgf/m<sup>2</sup>

Los elementos de techos livianos, como las correas, deben verificarse para una carga concentrada de 80 kgf ubicada en la posición más desfavorable. Esta carga no debe considerarse actuando simultáneamente con la carga uniforme indicada.

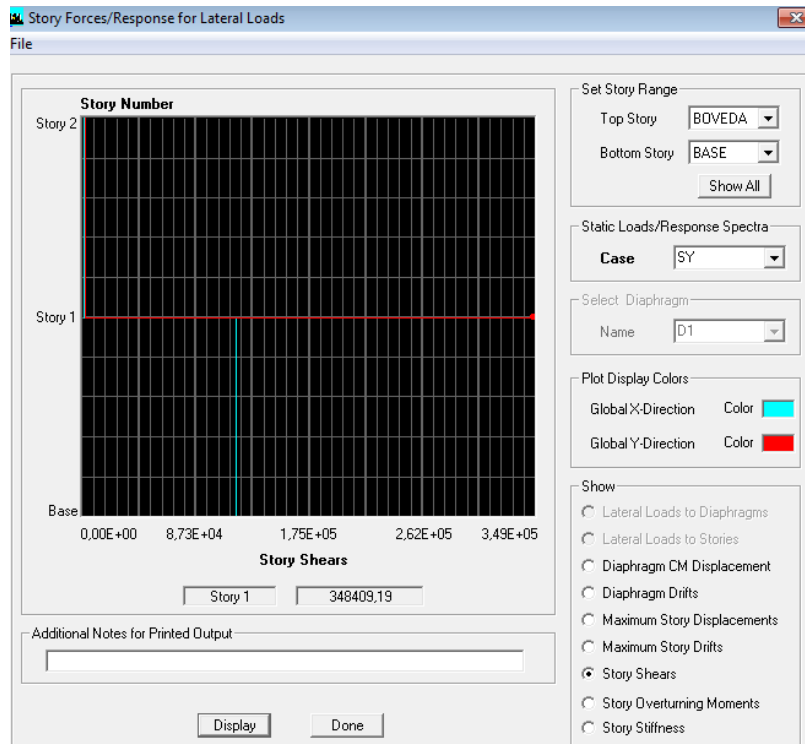
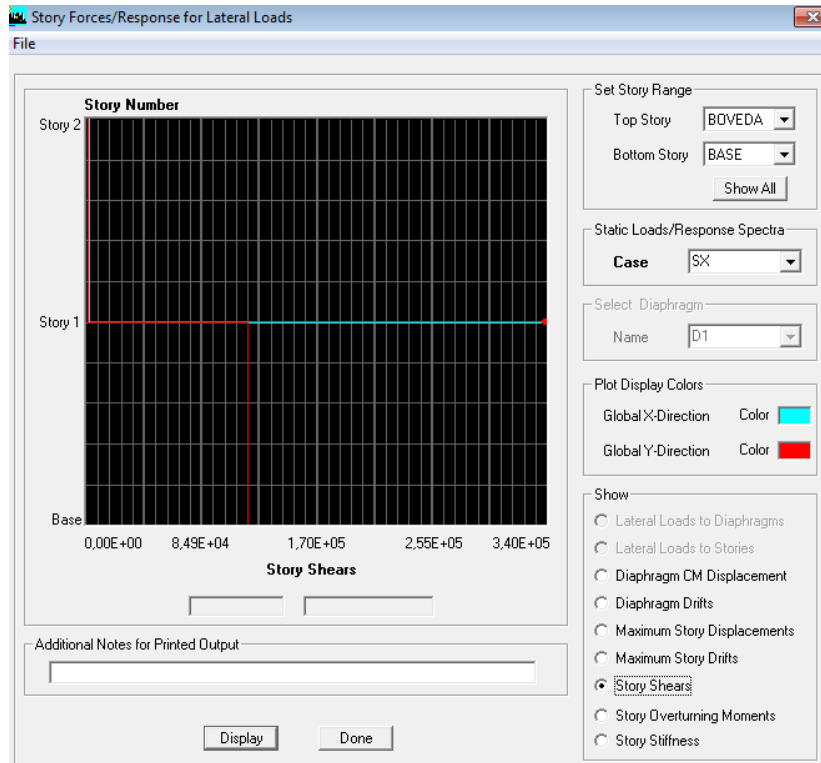
Otros tipos de techos con peso propio

igual o mayor de 50 kgf/m<sup>2</sup>:

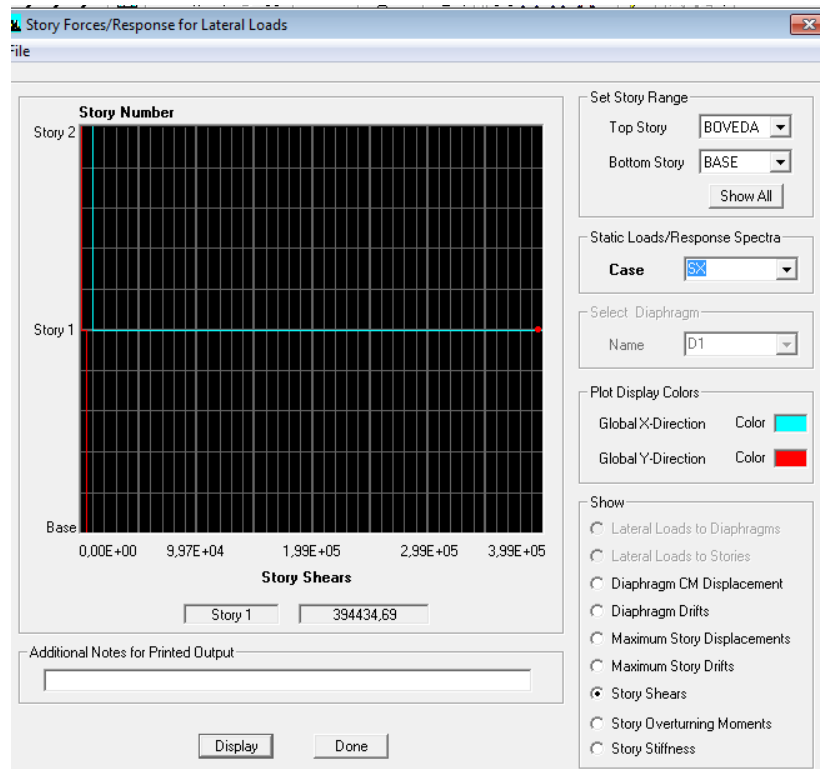
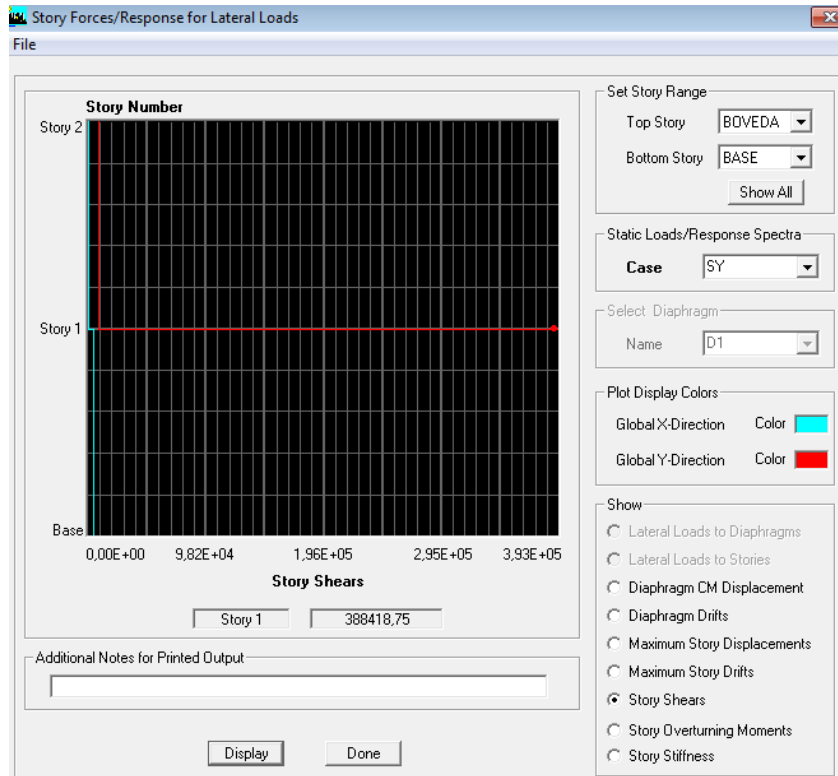
Pendiente igual o menor del 15 % ..... 100 kgf/m<sup>2</sup>

Pendiente mayor del 15 % ..... 50 kgf/m<sup>2</sup>

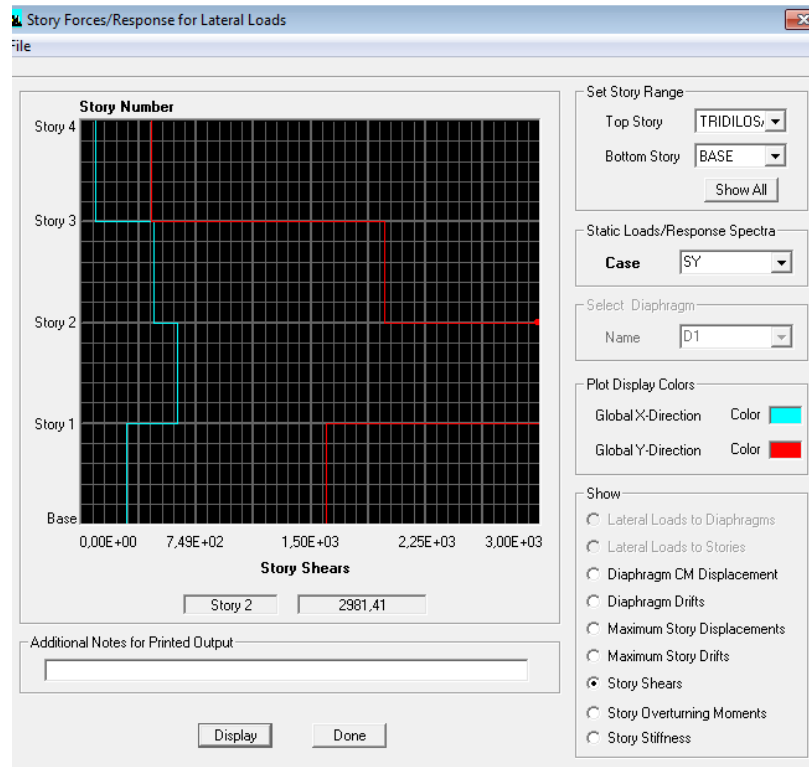
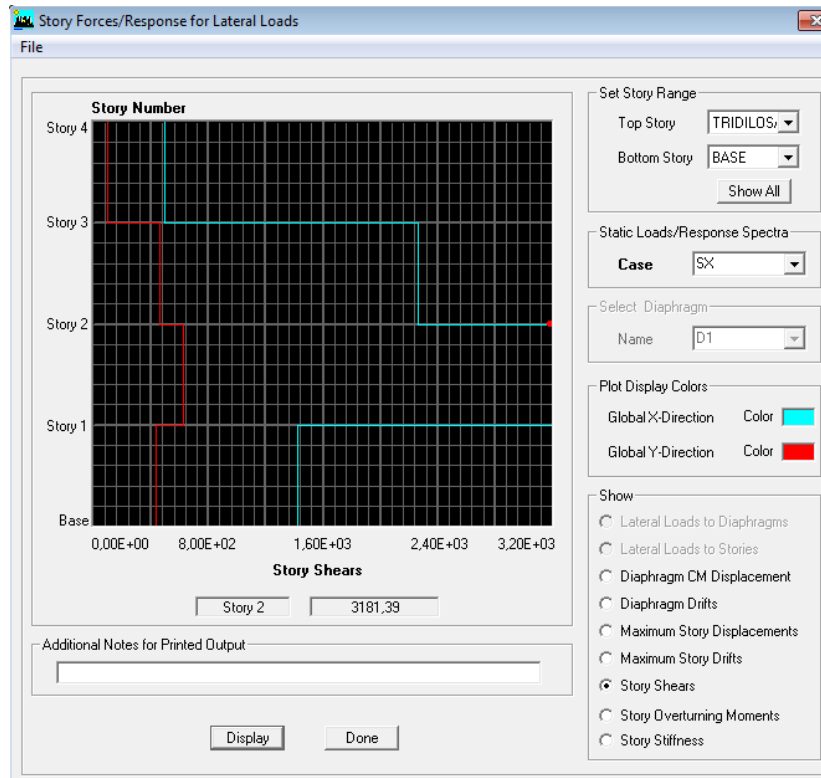
### Anexo 3: Diagrama de cortante basal para ambas direcciones. Modelo 1



### Anexo 3: Diagrama de cortante basal para ambas direcciones. Modelo 2



### Anexo 3: Diagrama de cortante basal para ambas direcciones. Modelo 3





Anexo 4: Forma de los pasamanos de acuerdo a la Norma COVENIN 810 - 1998.



Anexo 5: Puertas de vidrio sin sistema de retorno automático ni apertura manual.



Anexo 6: Señalización de vía de escape en oficina.



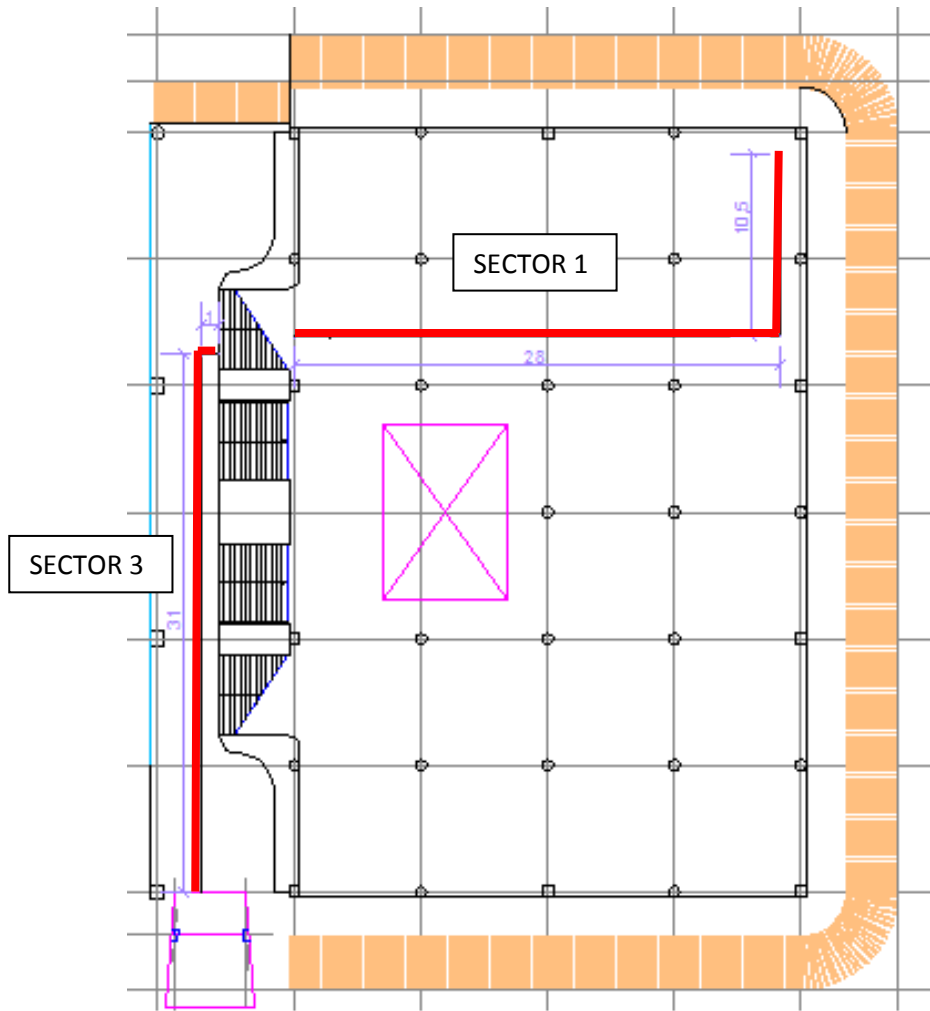
Anexo 6: Señalización en puerta de salida.



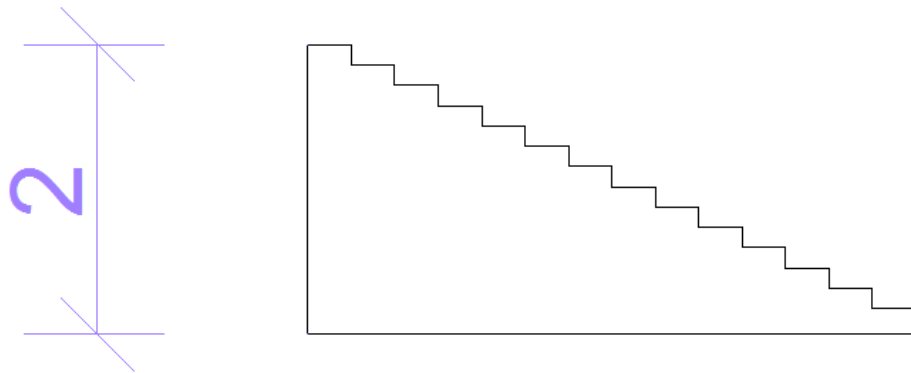
Anexo 7: Separación de niveles en la Ampliación.



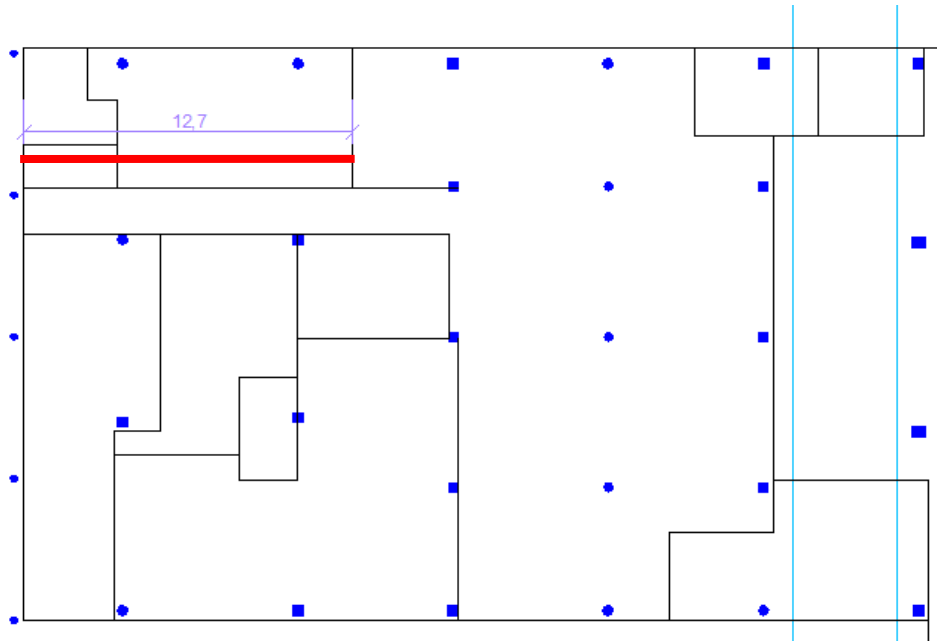
Anexo 8: Distancia de recorrido de sala de comensales. Sector 1 y 3.



Anexo 8: Distancia de recorrido de sala de comensales. Sector 2.



Anexo 9: Distancia de recorrido de oficinas. Sector 3.



Anexo 10: Colores de las señales de seguridad.





Anexo 11: Suiches



Anexo 12: Tablero eléctrico.



Anexo 13: Tablero eléctrico en mal estado.

