

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL Dr. FÉLIX PIFANO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por los Bachilleres:
Goncalves P., Karina Y.
Salas H., Miguel F.

Para optar al título de
Ingeniero Civil

Caracas, Junio 2.007.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL Dr. FÉLIX PIFANO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS

TUTOR ACADÉMICO: Prof. María Eugenia Korody

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por los Bachilleres:
Goncalves P., Karina Y.
Salas H., Miguel F.

Para optar al título de
Ingeniero Civil

Caracas, 2.007.

ACTA

El día 26 de Junio de 2.007 se reunió el jurado formado por los profesores:

María Eugenia Korody
Eliud Hernández
Ronald Torres

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL Dr. FÉLIX PIFANO 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 los bachilleres hicieron de su Trabajo Especial de Grado, este jurado decidió las siguientes calificaciones:

NOMBRE	CALIFICACIÓN	
	Números	Letras
Br. Karina Y. Goncalves P.	20	VEINTE
Br. Miguel F. Salas H.	20	VEINTE

Recomendaciones:

FIRMAS DEL JURADO

María Eugenia Korody
Eliud Hernández
Ronald Torres

Caracas, 26 de Junio de 2.007.

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen, sobre todas las cosas porque sin su bendición y protección este sueño no se hubiera hecho realidad.

A mis Padres, por el inmenso amor que sienten por mí, por todos los sacrificios que han hecho y que hoy comienzan a corresponderse, por enseñarme a ser una persona firme en la vida y por demostrarme que todo en esta vida se puede alcanzar.

A mis Hermanos: Nohemi, María Elena y Juan Pablo, por apoyarme en todo momento y por compartir conmigo todas las alegrías y tristezas que involucra este proyecto.

A mi familia: Abuelos, Tíos, Primos y en especial a mi Madrina, por su paciencia, apoyo y comprensión cuando más lo he necesitado.

A mi compañero de tesis: Miguel, por tu paciencia y perseverancia en el desarrollo de este trabajo.

A mis Amigos de la Universidad y ahora colegas, con los cuales compartí los mejores momentos de la carrera.

Karina Y. Goncalves P.

A Dios y a la Virgen, porque a lo largo de mi vida me han guiado y llevado por el mejor camino y han permitido que logre cumplir todas las metas que me he propuesto, además de ayudarme a mantener la fuerza, paciencia y perseverancia necesaria en todos los proyectos que emprendo.

A mi mamá y mi papá por apoyarme en todas mis decisiones, por inculcarme el sentido de la puntualidad, responsabilidad y orden en todo lo que hago, por ayudarme a encontrar la solución a todos los problemas que se me han presentado; gracias por comprenderme y por ser uno de los motores que me mueven para lograr todo lo que me propongo “sencillamente las limitaciones están en la mente, uno es el arquitecto de su futuro”.

A mi hermana por ser un gran apoyo y por motivarme en todo momento, siendo un ejemplo a seguir por la dedicación y amor que le tiene a su carrera, gracias hermanita por todo.

A mi compañera y amiga Karina Goncalves, por ser un gran apoyo en todo momento, y por servir de complemento para la realización de nuestro trabajo de grado, gracias por todo Kari.

A Marcela por ser una gran amiga, por comprenderme y apoyarme en todo momento. Amiga cuenta conmigo para lo que sea, el éxito y los triunfos serán nuestro futuro y espero que estemos cerca para compartirlos.

Miguel F. Salas H.

AGRADECIMIENTOS

A la casa que vence las sombras por permitirnos formarnos como Ingenieros Civiles Ucevistas.

A nuestra Tutora: María Eugenia Korody, por su paciencia, ayuda incondicional, confianza y por brindarnos su amistad a lo largo de este trabajo.

Al Ingeniero y Profesor Eliud Hernández, por enseñarnos a ser Ingenieros en el campo laboral y por responder pacientemente a todas nuestras inquietudes.

Al IMT, en especial al Dr. Héctor Archedera y al Dr. Jaime Torres por permitirnos ejecutar este proyecto, por brindarnos todo el apoyo e información que necesitamos en todo momento.

A la COPRED, en especial al Señor Iván Luzón y al Arquitecto Luís Felipe Zamora, por ofrecernos información valiosa para el desarrollo de este trabajo.

Al IMME, principalmente al Profesor Oscar López, al Profesor Cesar Peñuela y a los técnicos, por la información y ayuda prestada para la evaluación de la estructura.

A la profesora María Isilda, por brindarnos el apoyo y los conocimientos necesarios en redacción, gramática y otros. Y, a Renghild Luís, por sus consejos y colaboración para la realización de este trabajo.

**Goncalves P., Karina Y.
Salas H., Miguel F.**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL
INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL Dr. FÉLIX PIFANO
DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS**

Tutor Académico: Prof. María Eugenia Korody.

**Trabajo Especial de Grado. Ciudad Universitaria de Caracas, Facultad de
Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil. 2.007, 183 págs.**

Palabras Clave: Evaluación, estructura, concreto, Instituto de Medicina Tropical.

Este Trabajo Especial de Grado tiene por objetivo principal la evaluación estructural del edificio principal del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), desarrollado bajo la línea de investigación que lleva a cabo el Departamento de Ingeniería Estructural y la Comisión de Preservación y Desarrollo (COPRED) de la UCV, quienes se han encargado de estudiar las condiciones actuales en las que se encuentran las edificaciones y obras de la CUC.

Para cumplir con este objetivo se desarrolló una metodología, la cual está dividida en cuatro etapas, la primera corresponde a la información teórica y planimétrica de la CUC e información general de la edificación en estudio. En la segunda se precisan las características de la estructura a analizar, desde los daños y deterioros, hasta la verificación de las características geométricas y funcionales del mismo. Posteriormente se establece el modelo y recálculo de la misma, basados en las normas venezolanas vigentes, utilizando además un (1) programa de cálculo estructural; finalmente se hace el análisis de la estructura recalculada comparando los resultados con los valores obtenidos en las memorias de cálculo.

Una vez analizada la estructura se observó que la deriva y la separación entre módulos no cumplen con la Norma 1.756:2.001. Por otra parte, se encontró un déficit de áreas de acero en el 90% de las vigas y en el 100% de las columnas. Igualmente se observó que el 40% de las vigas y el 100% de las columnas poseen sección insuficiente, por ello se concluye que la estructura es deficiente ya que no cumple con las normas vigentes en el país. Por tal motivo se recomienda realizar un análisis estático no lineal a la estructura y seguido a ello la adecuación estructural de la misma.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
Problema	4
I.1 Planteamiento del Problema	4
I.2 Objetivos	7
I.2.1 Objetivo General.....	7
I.2.2 Objetivos Específicos	7
I.3 Aportes.....	8
I.4 Alcances y Limitaciones	11
CAPÍTULO II	14
Marco Teórico.....	14
II.1 Ciudad Universitaria de Caracas.....	14
II.1.1 Historia de la Universidad Central de Venezuela	14
II.1.2 Propuesta para la Inscripción de la Ciudad Universitaria de Caracas como Patrimonio Mundial ante la UNESCO	17
Justificación de la Inscripción.....	17
Principales Criterios con los que se Justificó su Inscripción en la Lista de Patrimonio Mundial.....	18
II.1.3 Criterios según los cuales se aprobó la inscripción de la Ciudad Universitaria de Caracas como Patrimonio Mundial	21

II.1.4 Evaluación y Recomendación del Instituto Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS)	23
II.1.5 Declaración de la Ciudad Universitaria de Caracas como Patrimonio Cultural Mundial.....	24
II.1.6 Compromisos de un Patrimonio Mundial	25
II.2 Instituto de Medicina Tropical.....	27
II.2.1 Ubicación del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano	27
II.2.2 Reseña Histórica del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano	29
II.2.3 Descripción del Instituto de Medicina Tropical y sus Cuerpos Auxiliares	31
II.2.3.1 Descripción del Edificio Principal del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano	35
II.2.4 Datos Geológicos – Geotécnicos del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano	40
II.3 Normativa	45
CAPÍTULO III	47
Método.....	47
III.1 Fases de la Investigación.....	47
III.1.1 Fase 1. Recopilación de Información Teórica y Planimétrica	47
III.1.2 Fase 2. Identificación de la Estructura a Analizar	49

III.1.3 Fase 3. Modelo y Recálculo de la Estructura del Edificio Basados en las Normas Venezolanas Vigentes.....	50
III.1.4 Fase 4. Análisis de la Estructura Recalculada.....	50
CAPÍTULO IV.....	51
Información Planimétrica	51
IV.1 Características de los Elementos Estructurales del Edificio Principal.....	51
IV.1.1 Columnas	51
IV.1.2 Vigas	56
IV.1.3 Losas.....	63
IV.2 Distribución de Acero.....	63
IV.2.1 Características del Equipo Ferroscon	64
IV.2.2 Distribución de Acero en Columnas	68
IV.3 Estado Actual de la Estructura.....	69
IV.3.1 Clasificación y Tipo de Daños	70
IV.3.1.1 Grietas en Paredes por Asentamientos o Fuerzas Externas	70
IV.3.1.2 Deterioro de Acabados	72
Desprendimiento de Cerámica Vitrificada	72
Desprendimiento de Friso	73
Desprendimiento de Pintura	74
IV.3.1.3 Humedad	75
Tipos de Humedad	75
• Humedad de Construcción y de los Materiales.....	75

• Humedad Exterior	76
• Humedad de Condensación	76
• Humedad Ascendente	76
• Humedades Accidentales	77
IV.3.1.4 Delaminación del Concreto	77
IV.3.1.5 Desgaste de Piso.....	79
IV.3.2 Escala de Daños	80
IV.3.3 Planilla de Daños	81
CAPÍTULO V.....	87
Recálculo de la Estructura	87
V.1 Protocolo de Recálculo	87
V.1.1 Normativa	87
V.1.2 Calidad de los Materiales	88
V.1.3 Métodos de Análisis Estructural	89
V.1.4 Sistema Estructural	89
V.1.5 Cargas Consideradas.....	90
V.1.5.1 Cargas Permanentes (CP).....	90
V.1.5.2 Cargas Variables (CV).....	90
V.1.5.3 Cargas Accidentales (S)	90
V.1.6 Espectro de Diseño	93
V.1.6.1 Características y Factores de la Zona	93

V.1.6.2 Nivel de Diseño de la Estructura.....	93
V.1.6.3 Factor de Reducción de Respuesta.....	94
V.1.7 Combinaciones de Carga.....	97
V.1.8 Modelos Analizados	98
V.2 Resultados y Análisis.....	102
V.2.1 Peso de la Estructura	102
V.2.2 Cortante Basal Estático Mínimo	103
V.2.3 Cortante Basal Dinámico.....	103
V.2.4 Reacciones en las Juntas Estructurales.....	104
V.2.5 Análisis Modal	106
V.2.6 Fuerzas Cortantes.....	111
V.2.7 Deriva.....	111
V.2.8 Áreas de Acero Longitudinal Requeridas	113
V.2.8.1 Columnas.....	114
V.2.8.2 Vigas.....	118
V.2.9 Áreas de Acero Transversal Requeridas en Vigas.....	139
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	142
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	146
ANEXOS	150

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.2.1 Forma Espectral y Factor de Corrección ϕ	42
Tabla II.2.2 Forma Espectral y Coeficiente de Aceleración Horizontal Imperantes en la Ciudad Universitaria de Caracas.	43
Tabla IV.1.3 Dimensiones de las Columnas del Edificio Principal Planta Alta - Módulo I	52
Tabla IV.1.4 Dimensiones de las Columnas del Edificio Principal Planta Alta – Módulo II	53
Tabla IV.1.5 Dimensiones de las Columnas del Edificio Principal Planta Alta – Módulo III.....	53
Tabla IV.1.6 Dimensiones de las Columnas del Edificio Principal Planta Techo – Módulo I.....	54
Tabla IV.1.7 Dimensiones de las Columnas del Edificio Principal Planta Techo – Módulo II.....	55
Tabla IV.1.8 Dimensiones de las Columnas del Edificio Principal Planta Techo – Módulo III.....	55
Tabla IV.1.9 Dimensiones de las Vigas Rectangulares del Edificio Principal Planta Alta – Módulo I	56
Tabla IV.1.10 Dimensiones de las Vigas Rectangulares del Edificio Principal Planta Alta – Módulo II	57

Tabla IV.1.11 Dimensiones de las Vigas Rectangulares del Edificio Principal Planta Alta – Módulo III	58
Tabla IV.1.12 Dimensiones de las Vigas Rectangulares del Edificio Principal Planta Techo – Módulo I	59
Tabla IV.1.13 Dimensiones de las Vigas Rectangulares del Edificio Principal Planta Techo – Módulo II	60
Tabla IV.1.14 Dimensiones de las Vigas Rectangulares del Edificio Principal Planta Techo – Módulo III	61
Tabla IV.1.15 Dimensiones de los Volados del Edificio Principal Planta Alta.....	63
Tabla IV.1.16 Dimensiones de los Volados del Edificio Principal Planta Techo	63
Tabla IV.2.17 Margen de Medición.....	67
Tabla IV.2.18 Separación de los Aceros en Columnas	68
Tabla IV.3.19 Escala de Daños	81
Tabla IV.3.20 Planilla de Daños Usada en Inspección Visual (Planilla Modelo)....	82
Tabla IV.3.21 Planilla de Daños Modificada	83
Tabla V.1.22 Cargas Consideradas en el Recálculo del Edificio Principal	91
Tabla V.1.23 Datos del Espectro de Diseño.....	96
Tabla V.2.24 Peso de la Estructura del Edificio Principal del IMT	102
Tabla V.2.25 Cortante Basal Estático Mínimo	103
Tabla V.2.26 Factores de Escalación y Cortantes Basales Dinámicos	104
Tabla V.2.27 Reacciones en las Juntas de los Módulos I y III	105
Tabla V.2.28 Análisis Modal para el Módulo I de la Edificación	106

Tabla V.2.29 Análisis Modal para el Módulo II de la Edificación	106
Tabla V.2.30 Análisis Modal para el Módulo III de la Edificación	107
Tabla V.2.31 Fuerzas Cortantes en el Edificio Principal del IMT.....	111
Tabla V.2.32 Deriva en el Módulo I del Edificio Principal del IMT	111
Tabla V.2.33 Deriva en el Módulo II del Edificio Principal del IMT	112
Tabla V.2.34 Deriva en el Módulo III del Edificio Principal del IMT	112
Tabla V.2.35 Descripción de las Tablas de Áreas de Acero Requerido.....	113
Tabla V.2.36 Acero Requerido en Columnas del Módulo I – Planta Baja	114
Tabla V.2.37 Acero Requerido en Columnas del Módulo I – Planta Alta	115
Tabla V.2.38 Acero Requerido en Columnas del Módulo II – Planta Baja	115
Tabla V.2.39 Acero Requerido en Columnas del Módulo II – Planta Alta	116
Tabla V.2.40 Acero Requerido en Columnas del Módulo III – Planta Baja	117
Tabla V.2.41 Acero Requerido en Columnas del Módulo III – Planta Alta	117
Tabla V.2.42 Acero Requerido en Vigas del Módulo I – Planta Alta.....	118
Tabla V.2.43 Acero Requerido en Vigas del Módulo I – Planta Techo.....	123
Tabla V.2.44 Acero Requerido en Vigas del Módulo II – Planta Alta.....	127
Tabla V.2.45 Acero Requerido en Vigas del Módulo II – Planta Techo.....	130
Tabla V.2.46 Acero Requerido en Vigas del Módulo III – Planta Alta.....	133
Tabla V.2.47 Acero Requerido en Vigas del Módulo III – Planta Techo.....	136
Tabla V.2.48 Acero Transversal Requerido en Vigas.....	140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1.1 Foto Fachada del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano al Inicio de sus Operaciones	15
Figura II.1.2 Foto del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano Anexo Oeste al Inicio de sus Operaciones.....	16
Figura II.1.3 Documento de la 24 ^a Sesión del Comité del Patrimonio Cultural.....	25
Figura II.2.4 Plano de Ubicación en Planta del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano.....	27
Figura II.2.5 Plano de Ubicación del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano	28
Figura II.2.6 Planta Conjunto del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano	32
Figura II.2.7 Fachada Sur - Pabellón Este del Edificio Principal del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano.....	35
Figura II.2.8 Hall de Entrada del Edificio Principal del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano	36
Figura II.2.9 Fachada Norte del Edificio Principal del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano	36
Figura II.2.10 Corredor de Planta Baja - Pabellón Oeste del Edificio Principal del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano.....	37
Figura II.2.11 Distribución de los Módulos en el Edificio Principal del IMT.....	37

Figura II.2.12 Entrepiso Intermedio Existente en Planta Baja del Edificio Principal	40
Figura II.2.13 Mapa Isópaco de la CUC. Ubicación del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano	44
Figura II.2.14 Mapa Isópaco del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano ...	45
Figura IV.1.15 Volado Acartelado Tipo.....	62
Figura IV.2.16 Ferroskan FS10	64
Figura IV.2.17 Ubicación de Acero en Columna con el Ferroskan FS10	66
Figura IV.2.18 Imagen Modelo en la pantalla del Ferroskan FS10.....	66
Figura IV.3.19 Grieta a 45° en Pared	70
Figura IV.3.20 Desprendimiento de Cerámica Vitrificada	72
Figura IV.3.21 Humedad en Losa de Planta Techo.....	75
Figura IV.3.22 Delaminación del Concreto en Columna.....	77
Figura IV.3.23 Desgaste de Piso de Granito en el Hall de Entrada.....	79
Figura IV.3.24 Codificación de los Planos.....	84
Figura IV.3.25 Deterioro en Junta Interna entre en Módulo I y II en Planta Techo	85
Figura IV.3.26 Deterioro en Junta de Fachada Norte entre Módulo I y II en Planta Alta.....	85
Figura IV.3.27 Junta con Recubrimiento entre el Módulo II y III en Planta Techo	86
Figura V.1.28 Espectro de Diseño.....	97

Figura V.1.29 Módulo I del Edificio Principal Modelado en ETABS v9.0	99
Figura V.1.30 Módulo II del Edificio Principal Modelado en ETABS v9.0	99
Figura V.1.31 Módulo III del Edificio Principal Modelado en ETABS v9.0	100
Figura V.1.32 Identificación de Niveles Empleados en los Modelos	100
Figura V.1.33 Modos de Vibración del Módulo I de la Edificación.....	108
Figura V.1.34 Modos de Vibración del Módulo II de la Edificación.....	109
Figura V.1.35 Modos de Vibración del Módulo III de la Edificación.....	110

INTRODUCCIÓN

Durante el gobierno de Isaías Medina Angarita fue inaugurado el primer complejo universitario de Venezuela, bajo el nombre de Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), ideado por el Arquitecto Carlos Raúl Villanueva, quien logró integrar el arte y la arquitectura con las diferentes necesidades académicas y culturales de la comunidad universitaria. Cincuenta años después, en el año 2.000, ésta majestuosa obra fue reconocida como Patrimonio Cultural de la Humanidad, por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO); otorgándole la responsabilidad a la UCV de preservar todo el complejo desde sus estructuras hasta sus obras de arte.

Tomando en cuenta la necesidad de preservar la CUC, se han llevado a cabo una serie de estudios de vulnerabilidad estructural y análisis de patología en las diferentes edificaciones que forman parte del complejo universitario; éstos se han ejecutado en conjunto entre el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED) de la UCV, la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) y el Departamento de Ingeniería Estructural, siendo éste último el encargado de realizar una serie de trabajos que tienen como línea de investigación el análisis del comportamiento estructural de las edificaciones que conforman a la CUC.

Es por ello, que continuando con el estudio de las diferentes estructuras que están incluidas dentro de la declaración de la UNESCO, se establece como objeto de esta investigación el análisis del comportamiento estructural del edificio principal del Instituto de Medicina Tropical (IMT), el cual fue construido en 1.956, con el objeto de estudiar y analizar enfermedades propias de ambientes tropicales.

El edificio principal del IMT es una estructura de concreto armado de dos niveles con un total de 9,25 m de altura, con pórticos en sus dos direcciones, con vanos de luces semejantes entre sí, y separada en tres módulos por juntas estructurales. Las losas de la edificación son de tipo maciza y armadas en una sola dirección. Es importante destacar que su distribución original se mantuvo en el tiempo, pero algunos usos en sus espacios cambiaron significativamente. Para el análisis de este edificio se estructuró el siguiente trabajo en cinco (5) capítulos, los cuales se describen a continuación:

El Primer Capítulo, denominado Problema, presenta la situación a analizar, se describe y se especifican los objetivos para estudiarla, además de establecer los aportes y limitaciones a encontrarse dentro de la investigación.

El Segundo Capítulo, o Marco teórico, se divide en cuatro partes, primero se presenta una reseña histórica de la CUC; luego se presenta la justificación de la declaración de la CUC como Patrimonio Cultural de la Humanidad, incluyendo

los aspectos más importantes de los requisitos y normativas planteadas por la UNESCO; posteriormente se hace una reseña histórica y descripción del IMT; después se presenta toda la información referente a los datos geológicos de interés para la evaluación del mismo. Por último, dentro de este capítulo se hace referencia a las normas actuales con las que será recalculada la estructura.

El Tercer Capítulo, o El Método, en éste se describen las actividades a realizar para cumplir los objetivos planteados, éstas se resumen en cuatro fases; recopilación de información teórica y planimétrica; identificación de la estructura; modelo y recálculo de la estructura; y análisis de la estructura recalculada.

El Cuarto Capítulo, o Información Planimétrica – Levantamiento, se presenta la información correspondiente a la geometría de los elementos y distribución de acero en los mismos, obtenidos a partir de los planos y memorias de cálculo y descriptiva de la edificación, verificándolas en sitio. Por último, dentro de este capítulo se describen los daños que presenta la estructura producto del desgaste natural y falta de mantenimiento con el pasar de los años.

Finalmente, El Quinto Capítulo, o Recálculo de la Estructura, en éste se presenta toda la metodología utilizada para el recálculo de la misma, bajo el uso de un programa de cálculo estructural, a partir del cual se estudiará el comportamiento de la misma y se analizarán los resultados obtenidos.

CAPÍTULO I

Problema

I.1 Planteamiento del Problema

La Ciudad Universitaria de Caracas (CUC) fue declarada en el año 2.000 Patrimonio Cultural de la Humanidad por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). En tal sentido, la Universidad Central de Venezuela adquiere el compromiso de preservar y garantizar la calidad del quehacer académico que transcurre dentro de sus espacios (García, 2.000).

Para cumplir con dicha obligación se debe conservar y mantener las obras de arte y estructuras en su condición original, por ello se formó el Consejo de Preservación y Desarrollo de la Universidad Central de Venezuela (COPRED). Dicho Consejo en conjunto con el Departamento de Ingeniería Estructural de la Escuela de Ingeniería Civil han llevado a cabo estudios de evaluación estructural de los distintos edificios que conforman la CUC, con el fin de analizar el estado y los riesgos en los que se encuentran las distintas edificaciones de esta mencionada casa de estudio (Arozena, 2.005).

El Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano, objeto de estudio de esta investigación, pertenece al conjunto de edificaciones consideradas en la declaración de la Ciudad Universitaria de Caracas como Patrimonio Mundial, y debido al servicio de atención médica específica que presta resulta de gran importancia preservar su integridad en condiciones normales y de emergencia.

La estructura en estudio está ubicada en el Distrito Capital, el cual se encuentra en una zona de peligro sísmico elevado, según la Norma COVENIN (Comisión Venezolana de las Normas Industriales) 1.756 “Edificaciones Sismorresistentes” del año 2.001.

A lo largo de la historia de Venezuela se han presentado grandes sismos, los cuales marcan una huella importante en la sociedad venezolana, debido a las cuantiosas pérdidas que ocasionaron, en especial el tan devastador terremoto de 1.967 en Caracas y el último ocurrido en Cariaco en 1.997; terremotos que sin duda alguna ponen de manifiesto la poca importancia que se le presta a la vulnerabilidad de las estructuras que se construyen en el país, y mucho menos a la adecuación de estas últimas a las normas sísmicas actuales (Fernández, 2.005; Organización Panamericana de la Salud, 1.999).

Son justamente las escuelas, edificios públicos y hospitales, los que más importancia tienen al momento del estudio de vulnerabilidad, pues, son

edificaciones que según la Normas COVENIN 1.756 “Edificaciones Sismorresistentes” del año 2.001 albergan instalaciones esenciales, de funcionamiento vital en condiciones de emergencia o cuya falla pueda dar lugar a cuantiosas pérdidas humanas o económicas.

Por lo antes expuesto, es necesario preguntarse si la edificación del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano cumple con las exigencias establecidas en las Normas Venezolanas vigentes, y que comportamiento presentaría la estructura al ser analizada bajo las acciones sísmicas establecidas en dichas normas.

I.2 Objetivos

I.2.1 Objetivo General

Evaluar el comportamiento estructural del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano de la Ciudad Universitaria de Caracas.

I.2.2 Objetivos Específicos

I.2.2.1 Recopilar los lineamientos de la UNESCO con respecto a la preservación y desarrollo de la estructura en cuestión.

I.2.2.2 Comparar los planos estructurales originales de la edificación con la información levantada en sitio.

I.2.2.3 Determinar el estado de deterioro físico de la estructura.

I.2.2.4 Realizar el recálculo de la estructura en estudio de acuerdo a las Normas Venezolanas vigentes utilizando un programa de cálculo estructural.

I.2.2.5 Analizar los resultados obtenidos en el recálculo de la estructura.

I.3 Aportes

Una vez acaecido el sismo de Caracas en 1.967 y el de Cariaco en 1.997, se inició la formulación de las normas sísmicas actuales conocidas como COVENIN 1.756: “Edificaciones Sismorresistentes” cuya última revisión se realizó en el año 2.001; actualmente se están evaluando numerosas edificaciones con la finalidad de estimar si cumplen con la norma antes mencionada. Entre estas edificaciones se encuentran principalmente aquellas que fueron construidas antes de la promulgación de la norma sismorresistente.

Esta investigación permitirá conocer si el Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano (IMT) el cual fue construido antes del sismo de Caracas en 1.967, cumple con las Normas Venezolanas vigentes.

El IMT es una Institución que atiende numerosos pacientes de Caracas y de otras partes del país con afecciones muy particulares y específicas que sólo pueden ser tratadas por los especialistas que laboran en esta institución, es por ello que resulta importante garantizar la integridad de su estructura, permitiendo el resguardo de la vida de las personas que allí laboran y que son atendidas en la misma.

Desde la formación del Consejo de Preservación y Desarrollo de la Universidad Central de Venezuela, y a través del Departamento de Ingeniería Estructural se han venido evaluando las distintas edificaciones que conforman esta casa de estudio, con el fin de determinar la vulnerabilidad presente en cada una de ellas y de ser necesario ejecutar restauraciones, una de las edificaciones que aún no ha sido analizada es el Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano.

Los distintos cuerpos que conforman el conjunto de edificios del IMT han cambiado de usos y han sufrido remodelaciones con el pasar de los años, es por ello que esta investigación permitirá conocer los usos, distribución y estado físico actual de los mencionados cuerpos, por lo tanto es indispensable la realización de una inspección visual y la elaboración de planos.

Es necesario destacar que todo trabajo de investigación ofrece innumerables beneficios para las personas involucradas en él, beneficios que sin duda alguna aportarán la experiencia para su desenvolvimiento en el campo laboral. El evaluar el comportamiento estructural del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano representa un reto, pues su complejidad amerita la experticia técnica para modelar el edificio en un programa de análisis estructural. Por lo tanto, esta investigación contribuirá a consolidar conocimientos adquiridos durante la carrera, y más aún permitirá el desarrollo de destrezas en el uso de programas

asistidos por computadora, para el análisis de estructuras ante solicitaciones sísmicas.

I.4 Alcances y Limitaciones

Para continuar ampliando los diferentes estudios de análisis estructural y condiciones de deterioro que viene ejecutando el Consejo de Preservación y Desarrollo de la Universidad Central de Venezuela (COPRED) y el Departamento de Ingeniería Estructural, en las diferentes estructuras de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), este trabajo de investigación busca analizar el Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano (IMT) ante solicitaciones sísmicas, la cual forma parte de ésta, considerando que además es una institución esencial y de funcionamiento vital, pues su posible colapso causaría cuantiosas pérdidas humanas y materiales.

El Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano nació como un centro de investigación y enseñanza sobre bioclimatología, fisiografía, microbiología clínica, diagnóstico, profilaxia y tratamiento de las enfermedades tropicales. Siendo ésta una Institución diseñada para mantener separadas las actividades de docencia e investigación, pero relacionadas entre sí para la obtención de nuevas herramientas en el campo de la medicina, por lo que sin duda alguna la edificación en estudio es una de las instituciones más importantes del país, por lo relevante que son las investigaciones que en ella se suceden (IMT, 2.006).

Además este trabajo de investigación permitirá establecer los posibles daños que ocurrirán en la estructura después de acaecido un sismo, tomando en cuenta las condiciones de deterioro de la estructura en cada uno de sus elementos, se estima que es más vulnerable ante este tipo de solicitaciones, precisando la debilidad de la misma en ciertas zonas.

El estudio de las Normas Sismorresistentes vigentes (COVENIN 1.756:2.001), permitirá determinar si la estructura cumple con las condiciones mínimas para una zona de alto riesgo sísmico como lo es Caracas, comparándose la edificación con las exigencias de esta Norma, estableciendo así un precedente sobre las condiciones en las que se encuentra la estructura en estudio.

Es necesario señalar, que el Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano (IMT) cuenta con varias edificaciones, las cuales no serán todas analizadas en este trabajo de investigación, debido a la complejidad de éstas y el tiempo requerido para la ejecución del mismo. El edificio a analizar es: El cuerpo principal del IMT.

Por otra parte, la edificación antes mencionada se le realizará un análisis del estado físico actual de la estructura, describiendo las características funcionales y el deterioro que pueda presentar producto del transcurso del tiempo. Sin embargo, estas características obtenidas y el estudio de su infraestructura no

serán tomados en cuenta para el recálculo estructural original del edificio al aplicar el protocolo ya establecido.

CAPÍTULO II

Marco Teórico

II.1 Ciudad Universitaria de Caracas

II.1.1 Historia de la Universidad Central de Venezuela

La Universidad Central de Venezuela surge el 22 de diciembre de 1.721 como La Real Pontificia Universidad de Santiago de León de Caracas cuando el Monarca Felipe V firmó la Real Cédula que transformó el Colegio de Estudios existente en Universidad (Molina, 1.967). Ésta tenía sede en el Seminario de Santa Rosa de Lima, ubicado en la Plaza Mayor de la mencionada ciudad (Jaua, 1.999).

En 1.827 se decretaron nuevos estatutos para la Universidad en el que se permitía adicionar nuevas cátedras y laboratorios, también se eliminó la discriminación para ingresar a la misma, entre otros. Es necesario destacar que a partir de esta fecha la Universidad comienza a llamarse Universidad Central de Venezuela (Leal, 1.981).

Debido al aumento de la población estudiantil en 1.942 resultó necesario cambiar la sede de la Universidad Central de Venezuela y con ésta llegó la modernización de la Institución para ello se seleccionó los terrenos de la Hacienda Ibarra, lo cuales se encuentran ubicados al Este de Caracas y constan de 173 Hectáreas de terreno, los mismos en su mayoría son planos y son de buena calidad para las fundaciones (Plaza, 1.986).

Seguido de ello, en Octubre de 1.943 se decretó la creación del Instituto de la Ciudad Universitaria de Caracas (IUC) siendo el principal elemento el Hospital Universitario de Caracas, esto fue declarado por el presidente Isaías Medina Angarita (Plaza, 1.986).

Es en 1.945 cuando se inicia la construcción de las edificaciones que conforman actualmente la Ciudad Universitaria de Caracas, las cuales abarcan un área total de 203,53 Hectáreas sobre los terrenos de la Hacienda Ibarra y otros cercanos a ésta (Plaza, 1.986).



Figura II.1.1 Foto Fachada del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano al Inicio de sus Operaciones

Fuente: www.caibco.ucv.ve

Es necesario señalar que una comisión en la cual participaba el Arquitecto Carlos Raúl Villanueva y otros representantes del gobierno decidieron que todas las estructuras a construir debían tener un solo conjunto arquitectónico para lograr ello un solo arquitecto planeó y diseñó los mismos, el encargado de esta magna obra fue el arquitecto Carlos Raúl Villanueva (Jaua, 1.999).

Tal y como fue mencionado anteriormente, el eje principal de la Ciudad Universitaria de Caracas es el Hospital Universitario de Caracas, él mismo está ubicado al Oeste del complejo. En el Este se encuentra el Centro Directivo Cultural, conformado por: el Aula Magna, Plaza Cubierta y la Biblioteca Central; alrededor se localizan las distintas facultades y servicios culminando con el centro deportivo (estadios), y al norte se ubica el Jardín Botánico (Jaua, 1.999).



Figura II.1.2 Foto del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano Anexo Oeste al Inicio de sus Operaciones

Fuente: www.caibco.ucv.ve

II.1.2 Propuesta para la Inscripción de la Ciudad Universitaria de Caracas como Patrimonio Mundial ante la UNESCO

Justificación de la Inscripción

Por lo establecido en la Convención de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) del año 1.999 y en conjunto con los estatutos operacionales de esta organización, se considera como Patrimonio Mundial al conjunto de la Ciudad Universitaria de Caracas ya que corresponde a los "Conjuntos de edificaciones: grupos de edificaciones aisladas o conectadas cuya arquitectura, homogeneidad o integración en el paisaje, son de un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia" ("Groups of buildings: groups of separate or connected buildings which because of their architecture, their homogeneity or their place in the landscape, are of outstanding universal value from the point of view of history, art or science".)

Por igual se considera que el Jardín Botánico, el cual forma parte de este conjunto, corresponde a "los paisajes culturales que representan el trabajo combinado de la naturaleza y el hombre" ("Cultural landscape that represent the combined work of nature and of man").

“Específicamente a la primera categoría: La más fácil identificación es la del paisaje claramente definido, diseñado e intencionalmente creado por el hombre.

Esto admite jardines y paisajes boscosos contruidos por razones estéticas las cuales están por lo general (no siempre) asociados con monumentos religiosos u otras edificaciones y ensambles monumentales". ("The most easily identifiable is the clearly defined landscape designed and created intentionally by man. This embraces garden and parkland landsscape constructed for aesthetic reasons which are often (but not always) associated with religious or other monumental buildings and ensambles").

Principales Criterios con los que se Justificó su Inscripción en la Lista de Patrimonio Mundial

I. REPRESENTA UNA OBRA MAESTRA DEL GENIO CREATIVO HUMANO:

“La Ciudad Universitaria de Caracas representa indudablemente una obra de arte que constituye una obra maestra del genio creador humano. Ese es su valor más trascendente. Los espacios urbanos y arquitectónicos creados por Carlos Raúl Villanueva, a los que se integran las obras de arte de los artistas participantes en el proyecto Síntesis de las Artes Mayores, son de una calidad y de unas características inigualables. Su esencia está en el mensaje y en la emoción estética que sus autores desearon transmitir”.

II. MANIFESTACIÓN DE UN IMPORTANTE INTERCAMBIO DE VALORES HUMANOS, SOBRE UN DETERMINADO PERÍODO DE TIEMPO EN UN ÁREA CULTURAL ESPECÍFICA DEL MUNDO, EN EL DESARROLLO DE LA ARQUITECTURA O LA TECNOLOGÍA, DE LAS ARTES MONUMENTALES, LA PLANIFICACIÓN URBANA O EL DISEÑO PAISAJÍSTICO.

“La Ciudad Universitaria de Caracas representa la realización en América Latina de una gran parte de los planteamientos propuestos por las vanguardias artísticas y arquitectónicas a comienzos del siglo XX en Europa. Constituyó la posibilidad de construir, en un pequeño recinto, el mundo utópico propuesto en aquel momento:

- Representa con una calidad sobresaliente las ideas urbanas modernas, trascendiendo la zonificación puramente funcionalista con un organismo complejo y orgánico de una gran riqueza.
- Representa la aplicación del desarrollo tecnológico a la arquitectura con la utilización del concreto armado, no solamente desde el punto de vista estrictamente técnico, sino principalmente como material susceptible de crear audaces y escultóricas formas estructurales.
- Representa la creación de novedosas formas abstractas propuestas por el arte y la arquitectura moderna para expresar el espíritu de los nuevos tiempos.
- Representa la elaboración del espacio como objetivo principal de la arquitectura, exhibiendo la integración espacial y la consideración de la cuarta

dimensión, el tiempo, como dimensión esencial para disfrutar plenamente del espacio arquitectónico.

- Es el mejor ejemplo existente de la Integración de las Artes propuesta por las vanguardias artísticas modernas, al incorporar a los espacios, como parte inseparable de su concepción, un conjunto de obras de algunos de los artistas más importantes del momento y de un grupo de jóvenes artistas venezolanos. En la Ciudad Universitaria de Caracas las obras de arte fueron concebidas o elegidas por Villanueva en conjunto con los mismos artistas y son parte esencial de su funcionamiento, de sus acabados y de la estructura y caracterización de sus espacios”.

III. APORTA UN TESTIMONIO DE SINGULARIDAD O AL MENOS EXCEPCIONAL DE UNA TRADICIÓN CULTURAL O DE UNA CIVILIZACIÓN QUE SIGUE VIVA O QUE DESAPARECIÓ.

“Es un testimonio excepcional y modélico de un urbanismo, una arquitectura y un arte modernos y a la vez íntimamente ligados a nuestra cultura y a nuestras condiciones locales. Constituye una interpretación magistral de los conceptos y espacios de nuestras tradiciones coloniales y un ejemplo de lo que debe ser una arquitectura abierta, ventilada y protegida, complemente apropiada para nuestro particular clima tropical”.

IV. ES UN EJEMPLO SOBRESALIENTE DE UNA TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN O CONJUNTO ARQUITECTÓNICO O ENSAMBLE TECNOLÓGICO O PAISAJÍSTICO QUE ILUSTRA UNA O VARIAS ETAPAS SIGNIFICATIVAS DE LA HISTORIA DE LA HUMANIDAD.

“Es ejemplo sobresaliente, uno de los mejores existentes en el mundo, de los conceptos urbanos, arquitectónicos y artísticos modernos, y por lo tanto ilustra magníficamente ese período tan importante de la historia de la humanidad”.

II.1.3 Criterios según los cuales se aprobó la inscripción de la Ciudad Universitaria de Caracas como Patrimonio Mundial

Por lo establecido en la Convención de 1.999 la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), inscribió el conjunto de la Ciudad Universitaria de Caracas en el listado de Patrimonio Mundial de acuerdo a los siguientes criterios:

Criterio i: *Representar una obra de arte del genio creador humano.*

La Ciudad Universitaria de Caracas es una obra maestra de planeamiento moderno, arquitectura y arte, creada por el arquitecto venezolano Carlos Raúl Villanueva y un grupo de distinguidos artistas vanguardistas.

Original en Inglés: *“The Ciudad Universitaria de Caracas is a masterpiece of modern city planning, architecture and art, created by the Venezuelan architect Carlos Raúl Villanueva and a group of distinguished avant-garde artists”.*

Criterio iv: *Ser un ejemplo eminentemente de un tipo de construcción o de un conjunto arquitectónico o tecnológico o de paisaje que ilustre uno o más períodos significativos de la historia humana.*

La Ciudad Universitaria de Caracas es un ejemplo excelente de la realización coherente de los ideales urbanos, arquitectónicos, y artísticos del siglo XX. Constituye una interpretación ingeniosa de los conceptos y espacios de tradiciones coloniales y un ejemplo de solución de apertura y ventilación, apropiado para su entorno tropical.

Original en Inglés: *“The Ciudad Universitaria de Caracas is an outstanding example of the coherent realization of the urban, architectural, and artistic ideals of the early 20th century. It constitutes an ingenious interpretation of the concepts and spaces of colonial traditions and an example of an open and ventilated solution, appropriate for its tropical environment”.*

En la XXIV edición de la Convención de fecha 30 de noviembre de 2.000 en Australia culmina el proceso de evaluación de las propuestas por parte del Comité

de Patrimonio Mundial, inscribiéndose a la Ciudad Universitaria de Caracas en el listado de Patrimonio Mundial, de conformidad con los términos de la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural de la UNESCO. La inscripción se hizo oficial el 2 de diciembre del mismo año, confirmándose su valor excepcional y universal como sitio cultural que debe ser protegido para beneficio de la Humanidad.

II.1.4 Evaluación y Recomendación del Instituto Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS)

El Instituto Internacional de Monumentos y Sitios es una organización no gubernamental fundada en el año 1.965 con la finalidad de incentivar las doctrinas y técnicas de la conservación. Igualmente se encarga de proveer al Comité del Patrimonio Cultural de evaluaciones de las propiedades con valores culturales propuestos para la inscripción en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO, además realiza estudios comparativos, asistencia técnica y elabora evaluaciones sobre el estado de conservación de los bienes inscritos.

Este Instituto intervino en la realización de la postulación de la Ciudad Universitaria de Caracas, tanto en sesiones de análisis del documento como en reuniones con el equipo que lo elaboró; y realizó sugerencias para la versión final del informe escrito. En la evaluación del sitio realizada por Louise Noelle Gras por

el Centro del Patrimonio Mundial, el mencionado Instituto participó en visitas conjuntas al sitio propuesto, reuniones interinstitucionales de trabajo y una reunión privada durante el año 2.000.

Una vez finalizada la evaluación completa, se consideraron como criterios básicos para la colocación de la Ciudad Universitaria de Caracas en la Lista del Patrimonio Mundial, los criterios numerados como “i” y “iv” antes descritos, de los cuatro criterios propuestos dentro del proyecto original de la Ciudad Universitaria de Caracas.

II.1.5 Declaración de la Ciudad Universitaria de Caracas como Patrimonio Cultural Mundial

La declaración de la Ciudad Universitaria de Caracas se encuentra en el documento 24ª Sesión del Comité del Patrimonio Cultural realizada en Australia en el año 2.000, presentado a continuación:

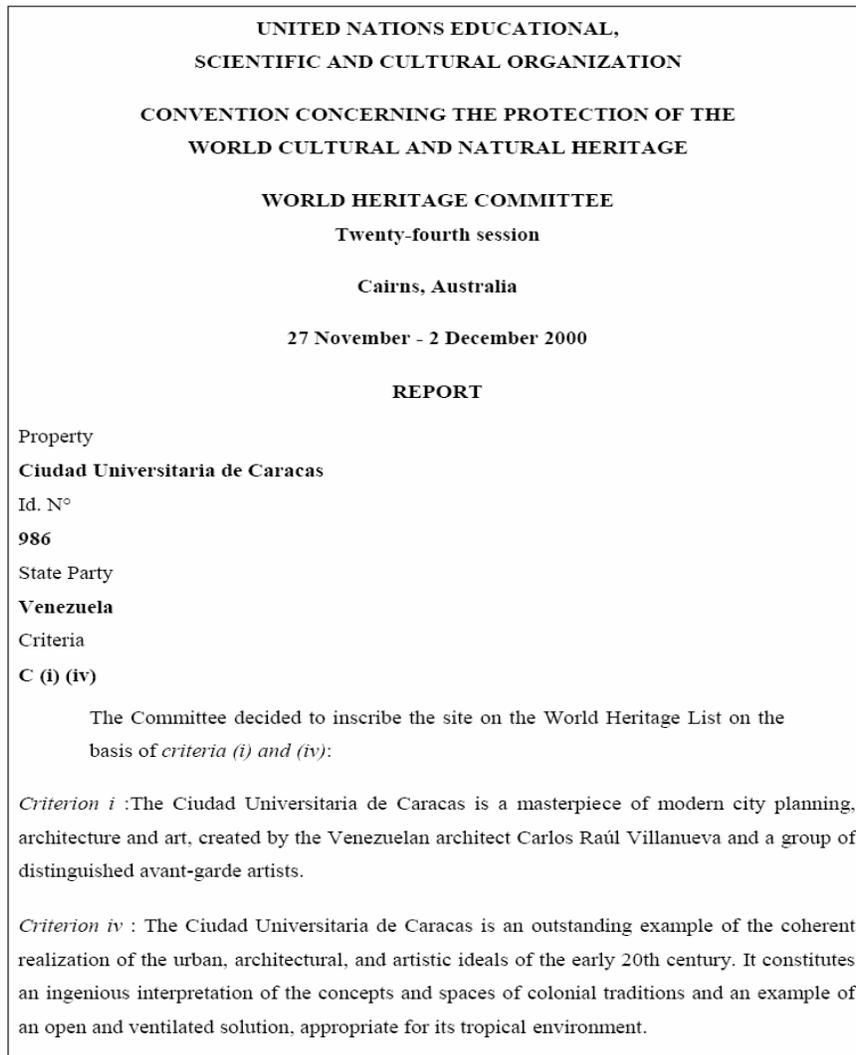


Figura II.1.3 Documento de la 24ª Sesión del Comité del Patrimonio Cultural
Fuente: “Evaluación del Comportamiento Estructural del Edificio de Ingeniería Sanitaria de la Ciudad Universitaria de Caracas”, 2.005. Arozena, E.

II.1.6 Compromisos de un Patrimonio Mundial

Cuando una propiedad es inscrita en el listado de Patrimonio Mundial, el Estado o los Institutos relacionados al mismo se comprometen a preservar todos

sus bienes, de no cumplirse con las obligaciones establecidas el bien puede ser retirado de la lista antes citada.

Estas obligaciones son indicadas en el documento de Pautas Operacionales para la Implementación de la Convención del Patrimonio Mundial (2.005), en el aparte IV del Proceso de Monitoreo del Estado de Conservación de las Propiedades del Patrimonio Mundial se establece lo siguiente:

“Cuando hay evidencia de que la propiedad está deteriorada al punto donde tiene pérdidas irrecuperables de las características que determinaron su inscripción en la lista, el Comité puede decidir eliminar la propiedad de la lista. Antes de tomar cualquier decisión, la Secretaría informará al Estado en cuestión” (Arozena, 2.005).

Original en Inglés: “When there is evidence that de property has deteriorated to the point where it has irrtreivably lost those characteristics which determined its inscription on the List, the Committee may decide to delete the property from the List. Before any such action is taken, the Secretariat will inform the State Party concerned”.

II.2 Instituto de Medicina Tropical

II.2.1 Ubicación del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano



Figura II.2.4 Plano de Ubicación en Planta del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano

Fuente: www.centenariovillanueva.web.ve



Figura II.2.5 Plano de Ubicación del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano

Fuente: www.centenariovillanueva.web.ve

El Instituto de Medicina Tropical se encuentra ubicado al Noreste de la Ciudad Universitaria, y tiene como linderos, al Jardín Botánico al Norte, a la Escuela de Medicina “Luís Razzetti” y el Instituto Anatómico al Sur y al Sureste se encuentra el centro directivo cultural, conformado por: el Aula Magna, Plaza Cubierta y la Biblioteca Central (ver figura II.2.4 y II.2.5).

II.2.2 Reseña Histórica del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano

En los inicios del siglo XX se institucionalizó la Medicina Tropical como campo de investigación y docencia para continuar con los avances acaecidos en Europa. Es en 1.941 cuando el Doctor Pifano concursó por la cátedra de Medicina Tropical en la Universidad Central de Venezuela con la finalidad de fundar un Instituto en el que se estudiaran las enfermedades tropicales existentes en el país, pero debido a la falta de recursos, de estructura física y a la poca importancia que se le daba a este tipo de investigación el Doctor Pifano no logró su objetivo.

En 1.945 la Junta Revolucionaria de Gobierno decretó la creación del Instituto de Medicina Tropical (IMT), por igual se estableció que la Escuela de Medicina estaría integrada por dos agrupaciones y tres Institutos, estos son: Instituto de Medicina Tropical, Microbiología e Higiene. Seguido de ello, en 1.947 el Instituto de Medicina Tropical fue creado por decreto del Consejo Universitario.

Dado a que el Instituto de Medicina Tropical no poseía estructura física, el Doctor Pifano laboraba en el Ministerio de Educación ubicado para ese momento en los Palos Grandes.

Por medio de la intervención del gobierno de Rómulo Betancourt se inició la construcción de una edificación para el Instituto de Medicina Tropical dentro del

complejo de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC) y él mismo nombró al Doctor Pifano como director del mencionado Instituto. La dotación de equipos e instrumentos fue aprobado en el gobierno de Rómulo Gallegos y fue recibida en el mandato de Pérez Jiménez; finalmente, es en 1.956 cuando el Instituto se termina de construir y seguido a ello abrió sus puertas.

Según memorias de cálculo, memorias descriptivas y pliegos de licitación encontrados, el Instituto de Medicina Tropical fue diseñado por el Arquitecto Carlos Raúl Villanueva y construido por el Ingeniero Eduardo González, la adjudicación para la construcción de la obra se realizó por licitación en la cual participaron cinco empresas, resultando elegida la empresa dirigida por el ingeniero antes mencionado. El costo total de la obra fue de Bs900.000,⁰⁰ aproximadamente, este costo incluía la construcción del Cuerpo Principal del IMT y el Auditórium; el período de ejecución de tales obras fue de 10 meses. Se desconoce el costo de construcción de los demás cuerpos que conforman el IMT.

Actualmente el Instituto posee el nombre de Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano, esta designación fue realizada después que el Dr. Félix Pifano abandona el cargo de director del mencionado Instituto.

Las funciones básicas de este Instituto son: la docencia y la investigación, las cuales están separadas dentro de la edificación principal del mismo. La

docencia se desarrolla en la planta baja mientras que en los laboratorios se lleva a cabo los trabajos de investigación; cumpliéndose así el motivo principal del diseño de la edificación en estudio. Es necesario señalar que dentro del área de la investigación también se realizan trabajos de extensión atendiendo a personas con afecciones particulares.

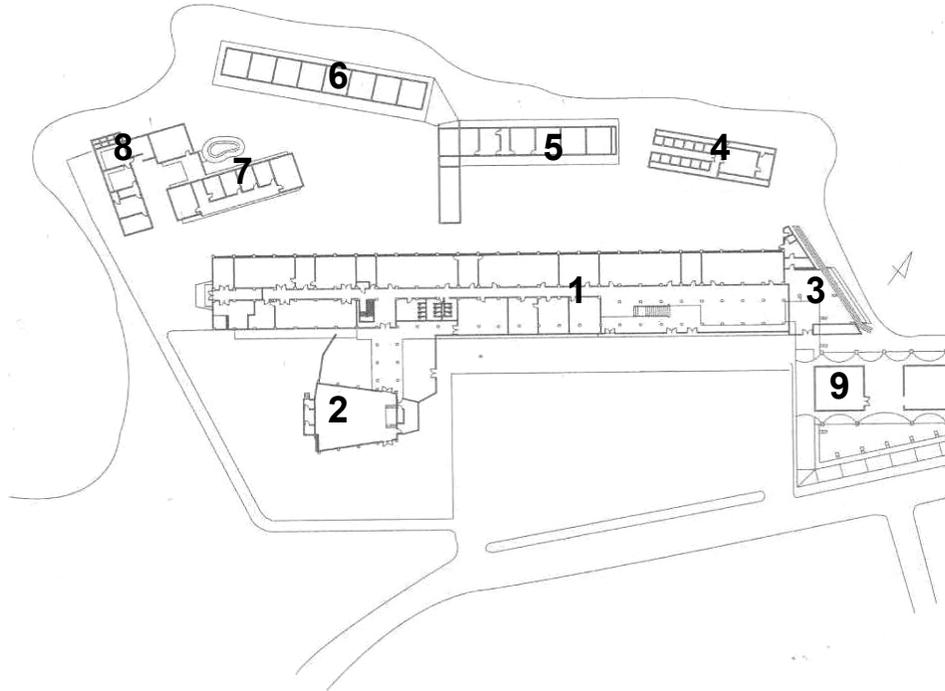
II.2.3 Descripción del Instituto de Medicina Tropical y sus Cuerpos Auxiliares

El cuerpo principal del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano posee un sencillo esquema volumétrico, en donde resalta como primer plano un gran hall a doble altura en el que se encuentra a su vez la escalera que permite la accesibilidad a la planta superior sin interrumpir ésta el paso por el corredor de la planta baja (Zamora s/f).

El edificio principal del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano es un paralelepípedo de concreto con dos plantas alargadas, en la fachada principal se fusionaron los elementos necesarios para permitir la iluminación y ventilación (Zamora, s/f).

El Instituto cuenta con un auditorio en forma trapezoidal, el cual tiene un período de construcción de 1.952 a 1.955 en el que se incluye el proyecto; él

mismo se une a la edificación principal por medio de un pasillo perpendicular a éste último (Zamora, s/f).



1. Instituto de Medicina Tropical (1.949 - 1.952)
2. Auditorio (1.952 - 1.955)
3. Cafetería (1.959 - 1.960)
4. Serpentario Este (1.959 - 1.960)
5. Insectario (1.959)
6. Bioterio
7. Serpentario Oeste (1.949 - 1.951)
8. Laboratorio de Cardiología Animal (1.964)
9. Sala de Bombas (1.954 - 1.955)

Figura II.2.6 Planta Conjunto del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano

Fuente: "Conservación de las Áreas de Servicio en el Patrimonio Moderno. Adaptación a Nuevas tecnologías y/o Requerimientos. Caso: Instituto de Medicina Tropical", S/f. Zamora L.

El edificio principal y el auditorio son los encargados de representar este Instituto ante la Universidad, detrás de ellos se esconden los cuerpos auxiliares. Dichos cuerpos auxiliares se construyeron de acuerdo a las necesidades existentes; los mismos se describen a continuación:

- Serpentario Oeste, él mismo fue construido en 1.949 y 1.951. Es una estructura de concreto, cuyo techo es plano, él mismo está formado por dos volúmenes que se intersectan y forman una “L” y se encuentra treinta grados inclinado con respecto al cuerpo principal. Actualmente se conoce como laboratorio de Cardiología Animal (Zamora, s/f).
- Sala de Bombas, fue construida en el año 1.954 se encuentra ubicada al final del pasillo que proviene de la entrada de Plaza Venezuela, la estructura que la conforma es de concreto armado en forma abovedada (Zamora, s/f).
- Serpentario Este, construido en 1.959. Por igual es una estructura de concreto, con pórticos y armada en una sola dirección, el techo es a dos aguas y él mismo se divide en dos partes: una cumbrera en la parte superior y en la parte inferior aleros y gárgolas (Zamora, s/f).

- Cafetín, fue construido en el mismo año que el Serpentario Este, éste crea una forma crepuscular en la que se modera la luz solar mediante paneles de concreto y vigas con poca separación entre sí que inician en las jardineras (Zamora, s/f).

- Laboratorio de Cardiología Animal, fue construido en 1.964. Al igual que las edificaciones anteriores es de concreto y el techo es a dos aguas del cual sobresalen dos aleros invertidos que fungen como canales del mismo (Zamora, s/f).

- Insectario, se desconoce el período de construcción de esta edificación, se encuentra ubicado perpendicularmente al cuerpo principal del complejo, es una estructura en obra limpia con techo a dos aguas (Zamora, s/f).

- Bioterio de Mamíferos, al igual que el anterior también se desconoce el año de construcción, posee forma rectangular y su estructura es de concreto (Zamora, s/f).

A continuación se describe más detalladamente la edificación que es objeto de esta investigación:

II.2.3.1 Descripción del Edificio Principal del Instituto de Medicina Tropical

Dr. Félix Pifano

El cuerpo principal del IMT fue construido desde 1.949 a 1.952, el mismo posee dos plantas alargadas que forman un cuerpo prismático, de cubierta plana con diversos voladizos a ambos lados y pequeños quiebres en su fachada principal de 112m de largo. Se encuentra orientado en dirección Este – Oeste, su fachada Sur es la principal (ver figura II.2.7) y hacia el pabellón Este la fachada se abre y en ella se observa el hall de entrada, el cual posee un sencillo esquema volumétrico, en el que se destacan cuatro columnas circulares a doble altura y una amplia escalera que se encuentra paralela al eje de circulación (ver figura II.2.8). Hacia el pabellón Oeste la fachada se abre otra vez, observándose la escalera secundaria y el pasillo abierto que comunica esta edificación con el auditorio.



Figura II.2.7 Fachada Sur - Pabellón Este del Edificio Principal del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano



Figura II.2.8 Hall de Entrada del Edificio Principal del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano

La fachada Norte, escasamente observada por el público posee ventanas metálicas acompañadas por aleros para la protección solar, prácticamente no posee interrupciones (ver figura II.2.9). La fachada Este en planta baja posee una puerta metálica que permite la comunicación con el cafetín y en planta alta posee una ventana metálica. También la fachada Oeste posee una puerta metálica en planta baja y una ventana del mismo material en planta alta; en esta fachada existe un volado en forma trapezoidal.



Figura II.2.9 Fachada Norte del Edificio Principal del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano

Los pasillos o corredores en ambos niveles son uniformes en toda su longitud, excepto la salida Oeste que posee una rampa.



Figura II.2.10 Corredor de Planta Baja - Pabellón Oeste del Edificio Principal del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano

La edificación posee un área de ubicación de 2.000m² y un área de construcción de 4.000m² aproximadamente, ésta se encuentra dividida en tres módulos los cuales se encuentran separados por juntas estructurales.

Los módulos antes mencionados poseen pórticos en sus dos direcciones, con vanos de luces semejantes entre sí. A continuación se presenta la distribución de los módulos:

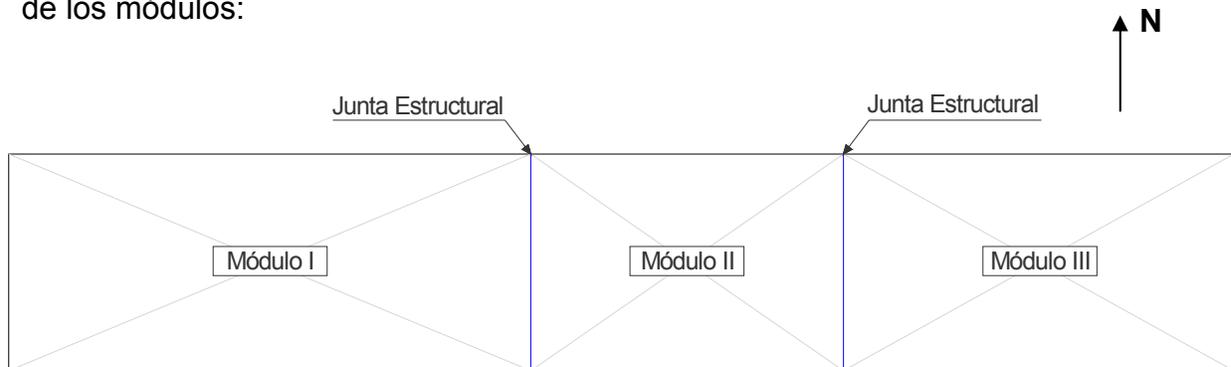


Figura II.2.11 Distribución de los Módulos en el Edificio Principal del IMT

Módulo I: Está formado por doce (12) pórticos en la dirección Oeste – Este y transversalmente por cuatro (4) pórticos. En planta baja se encuentra: la consulta externa, la biblioteca, la sala de lectura, sanitarios, laboratorios, oficinas, depósitos, el montacargas y la escalera secundaria. En planta alta se ubican actualmente: laboratorios, depósitos, oficinas, sanitarios, la secretaría del IMT, el montacargas y la escalera secundaria. Este módulo posee dos salidas en planta baja, las cuales se ubican: en la fachada Oeste y en la fachada Sur.

Módulo II: Posee ocho (8) pórticos en la dirección Oeste – Este y cuatro (4) pórticos en la dirección Norte – Sur, posee en planta baja dos salidas, una que comunica el auditorio con éste y la otra que se encuentra cerrada, comunica la sala de máquinas con el auditorio a través de un pasillo abierto. En planta baja se ubican actualmente: laboratorios, oficinas, aulas y la sala de máquinas. En planta alta se encuentra: la dirección del IMT, depósitos, laboratorios y oficinas.

Módulo III: Está formado por nueve (9) pórticos en la dirección Oeste – Este y cuatro (4) pórticos en la dirección Norte – Sur. En planta baja se encuentra: el hall de entrada, laboratorios, oficinas y la escalera principal. En planta alta se encuentra: laboratorios, oficinas, depósitos, la escalera principal y la continuación del hall de entrada. Este módulo posee tres salidas, una comunica esta edificación con el cafetín y las otras dos con el estacionamiento.

En los tres módulos se observan diversos acabados como: mosaicos vitrificados en paredes y columnas; bloques calados en paredes perimetrales; pintura de caucho o aceite en paredes, losas y vigas; granito y cerámica en pisos. Igualmente se observa en los laboratorios y oficinas distintos tipos de tabiquería liviana y mezaninas en estructura metálica, las cuales no se encontraban en el diseño original de la edificación. Es necesario señalar que algunos de los ambientes de la edificación han cambiado de uso, tal y como es el caso del área donde se ubica la consulta externa actualmente, dicha área fue diseñada para ser un museo.

En 1.956 se construyó una pared protectora para defender del sol la fachada principal del edificio y el corredor que comunica con el auditorio; por igual hace que el edificio sea más seguro. Dicha pared protectora está constituida por bloques calados de concreto, estableciendo una relación distinta entre el interior y el exterior, ya que permiten la mirada a través de ellos desde adentro y la observación del movimiento en el interior del edificio desde afuera.

Por otra parte, el cuerpo principal del IMT posee una altura total de 9,25m siendo 4,00m la altura libre de entrepiso en planta alta, en planta baja existe un entrepiso intermedio (ver figura II.2.12), en el cual se encuentran las instalaciones eléctricas, las tuberías de gas, entre otros. Dicho entrepiso posee una altura de 1,00m aproximadamente y él mismo no se observa en toda la edificación, sólo se

encuentra en el pasillo central y en el módulo III de la edificación, siendo la altura libre de entrepiso de esa área 3,00m. La altura libre de entrepiso de las áreas restantes es de 4,00m. El hall de entrada posee una altura de 8,00m aproximadamente.



Figura II.2.12 Entrepiso Intermedio Existente en Planta Baja del Edificio Principal

II.2.4 Datos Geológicos – Geotécnicos del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano

La CUC se ubica al Norte de Venezuela, específicamente en la Zona Centro Sur del Valle de la Ciudad de Caracas a unos cientos metros del Cordón Montañoso Sur, comprendida entre la intersección de dos ríos: El Valle (al Sur) y El Güaire (al Norte) (Acero, M. H. & Domínguez, J, 2.005).

El Trabajo Especial de Grado realizado en el año 2.005, titulado: *“Estudio Geológico – Geotécnico y Evaluación de las Condiciones del Terreno que*

Constituye el Campus de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC)”, Acero, M. H. & Domínguez, J., tuvo como propósito fundamental realizar una evaluación geológica y geotécnica del terreno de la CUC, y para ello se recopiló información antigua y moderna sobre ensayos de suelos efectuados para la construcción de la misma.

La recopilación de las propiedades geotécnicas de los sedimentos existentes en la CUC se llevó a cabo a partir de los estudios realizados durante la construcción de la misma, archivados principalmente en la Casona Ibarra, ubicada dentro del recinto universitario, en dicha recopilación se obtuvo como resultado que los suelos de la CUC están conformados principalmente de material denso – duro y rígido, caracterizado por arcillas de baja plasticidad arenosas (SCL) y arenas con alto contenido de finos de baja plasticidad (SM-SC); el cual se estima como un subsuelo de predominio cohesivo. La distribución de la mineralogía está caracterizada principalmente por un predominio de esquisto calcáreo – cuarzoso – micáceo.

Según la Norma Venezolana de Edificaciones Sismorresistentes COVENIN 1.756 del año 2.001 la respuesta dinámica del perfil del suelo y su forma espectral se clasifica según la Tabla de Forma Espectral y Factor de Corrección, la cual se muestra a continuación:

Tabla II.2.1 Forma Espectral y Factor de Corrección ϕ .

Fuente: "Norma Venezolana de Edificaciones Sismorresistentes", COVENIN 1.756:2.001

Material	Vsp (m/s)	H (m)	Zonas Sísmicas 1 a 4		Zonas Sísmicas 5 a 7	
			Forma Espectral	ϕ	Forma Espectral	ϕ
Roca sana/fracturada	>500	---	S1	0,85	S1	1,00
Roca blanda o meteorizada y suelos muy duros o muy densos	>400	<30	S1	0,85	S1	1,00
		30-50	S2	0,80	S2	0,90
		>50	S3	0,70	S2	0,90
Suelos duros o densos	250-400	<15	S1	0,80	S1	1,00
		15-50	S2	0,80	S2	0,90
		>50	S3	0,75	S2	0,90
Suelos firmes/medio densos	170-250	≤ 50	S3	0,70	S2	0,95
		>50	S3 (a)	0,70	S3	0,75
Suelos blandos/sueltos	<170	≤ 15	S3	0,70	S2	0,90
		>15	S3 (a)	0,70	S3	0,80
Suelos blandos o sueltos intercalados con suelos más rígidos (b)	---	H1	S2 (c)	0,65	S2	0,70

(a) Si $A_0 \leq 0,15$, úsese S4(b) El espesor de los estratos blandos o sueltos ($V_{sp} < 170 \text{ m/s}$) debe ser mayor que $0,1H$ (c) Si $H1 \geq 0,25H$ y $A_0 \leq 0,20$ úsese S3

Con los datos extraídos de la tabla anterior y los suministrados del estudio de velocidades, se tiene que las formas espectrales que dominan en la zona se clasifican en dos (2) una forma espectral S1 con coeficiente de corrección de aceleración horizontal 1 m/s^2 a las profundidades de $<15 \text{ m}$; y S2 con coeficientes de corrección de aceleración horizontal $0,90$ y $0,95 \text{ m/s}^2$ a las profundidades de $15 - 50 \text{ m}$ y ≤ 50 ; considerando un manto de meteorización de 10 m y la ubicación de la CUC en una zona sísmica de 5, según la Norma anteriormente mencionada.

**Tabla II.2.2 Forma Espectral y Coeficiente de Aceleración Horizontal
Imperantes en la Ciudad Universitaria de Caracas.**

Fuente: "Estudio Geológico – Geotécnico y Evaluación de las Condiciones del Terreno que Constituye el Campus de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC)", 2.005. Acero, M. H. & Domínguez, J.

Material	Forma Espectral	φ	H (m)
Suelo duro o denso	S1	1,00	< 15
Suelo duro o denso	S2	0,90	15 - 50
Suelo firme / medio	S2	0,95	> 50

Por otra parte, es necesario conocer la profundidad a la que se encuentra la roca para así definir el tipo de forma espectral correspondiente a la estructura en estudio. Para ello, se empleó un plano isópaco de roca, el cual fue extraído del mismo Trabajo Especial de Grado antes citado (Acero, M. & Domínguez, J. 2.005). En el mapa que se presenta a continuación se observa la profundidad a la que se encuentra la roca, según la información contenida en las planillas de perforación de la base de datos.

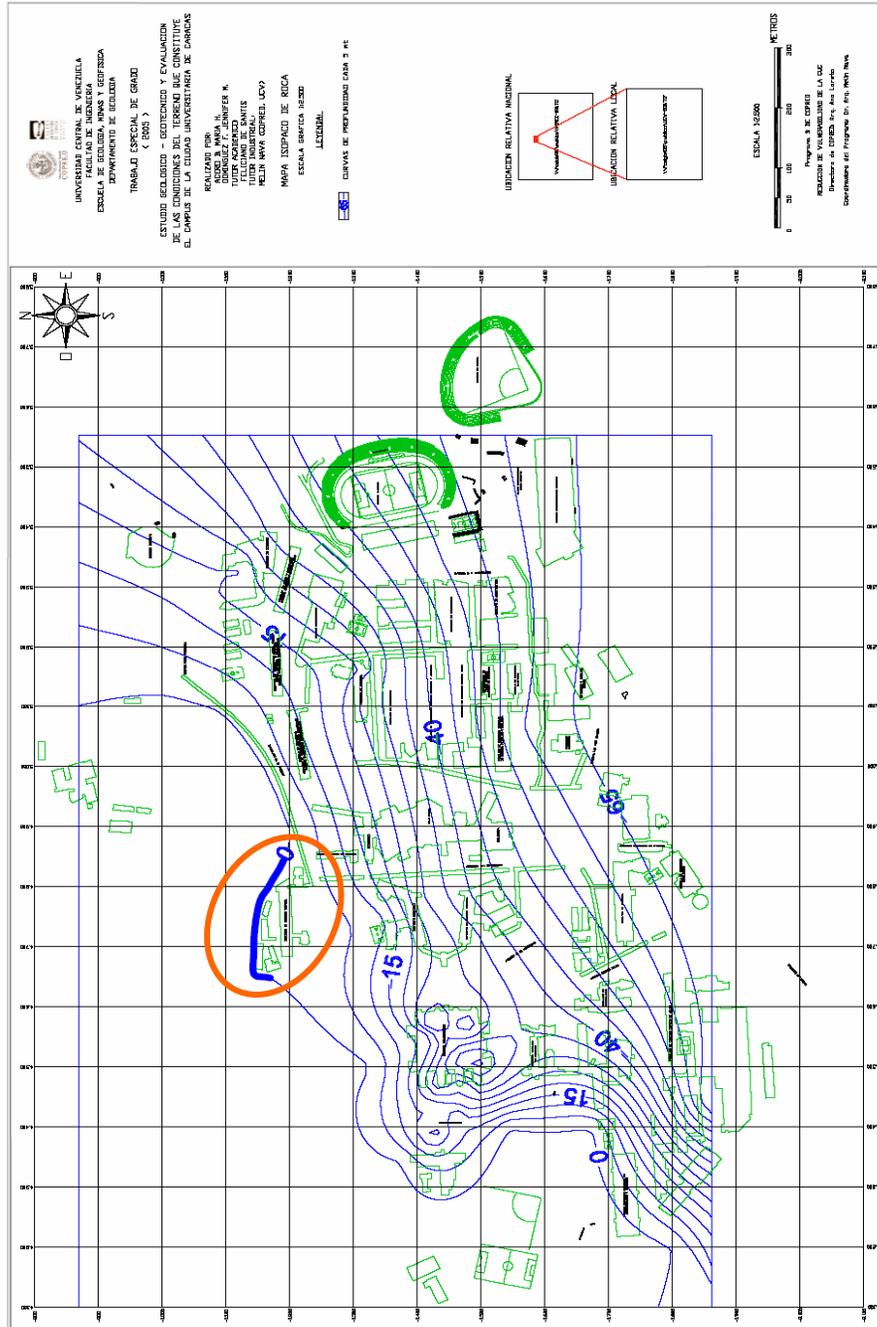


Figura II.2.13 Mapa Isópaco de la CUC. Ubicación del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano

Fuente: “Estudio Geológico – Geotécnico y Evaluación de las Condiciones del Terreno que Constituye el Campus de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC)”, 2.005. Acero, M. H. & Domínguez, J.

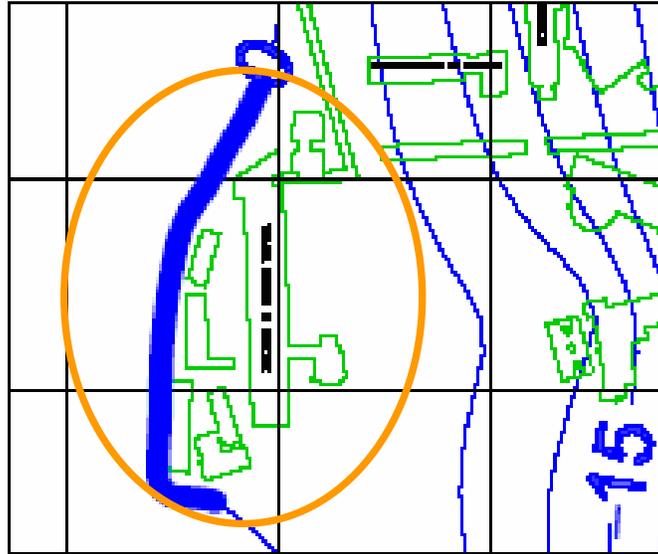


Figura II.2.14 Mapa Isópaco del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano

Fuente: "Estudio Geológico – Geotécnico y Evaluación de las Condiciones del Terreno que Constituye el Campus de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC)", 2.005. Acero, M. H. & Domínguez, J.

En el mapa de la figura II.2.14, se puede observar que la profundidad de la roca en el Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano es variable, de magnitudes que van desde 0 m hasta un valor máximo de -5 m.

II.3 Normativa

Para realizar el estudio y recálculo de este edificio de la CUC, se emplearán las normas vigentes referentes a estructuras de concreto armado, mencionadas a continuación:

II.3.1 COVENIN – MINDUR 1.753-1.987. “Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones, Análisis y Diseño”.

II.3.2 COVENIN – MINDUR 2.002-1.988. “Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones”.

II.3.3 COVENIN 1.756-2.001. “Edificaciones Sismorresistentes”.

CAPÍTULO III

Método

III.1 Fases de la Investigación

La naturaleza del presente Trabajo Especial de Grado es de tipo analítica y experimental. Para llevar a cabo el mencionado análisis es imprescindible seguir una serie de procedimientos previos que van desde conocer los requerimientos que mantiene la UNESCO y la COPRED para declarar y mantener a la Ciudad Universitaria de Caracas como Patrimonio Cultural de la Humanidad, hasta la recopilación de toda la información relacionada con la estructura del edificio a analizar, en cuanto a memorias de cálculo y planos originales de la misma. Con la finalidad de comparar toda la información obtenida con el recálculo de la estructura y además analizar el comportamiento estructural del edificio.

El método a seguir se divide en cuatro (4) fases las cuales se presentan a continuación:

III.1.1 Fase 1. Recopilación de Información Teórica y Planimétrica

1.1. Búsqueda de información relacionada con la UNESCO y los requerimientos para ser Patrimonio Mundial de la Humanidad.

En esta etapa se recopiló toda la información relacionada con la UNESCO, sus funciones y los requerimientos necesarios para que una propiedad pueda ser nombrada como Patrimonio Cultural de la Humanidad. Por medio de esta información se destaca la importancia del reconocimiento de la Ciudad Universitaria de Caracas como Patrimonio Cultural de la Humanidad y se justifica la relevancia de preservar las estructuras y obras que conforman el Patrimonio.

1.2. Obtención de información en cuanto a los requerimientos de la COPRED para preservar a la Ciudad Universitaria de Caracas como Patrimonio.

En conjunto con el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED) de la Ciudad Universitaria de Caracas se recopilaron todos los lineamientos que esta organización establece para el mantenimiento o preservación de la Ciudad Universitaria y de sus estructuras, como Patrimonio Cultural de la Humanidad. Seguido de esto, se planteó la evaluación estructural de la edificación en estudio.

1.3. Recopilación de planos originales y reseña histórica del edificio que sirve de sede al Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano.

En esta etapa se recopiló y organizó toda la información planimétrica, memoria descriptiva, memoria de cálculo y reseña histórica del Instituto de Medicina Tropical de Caracas de la CUC para el momento de su construcción,

incluyendo el cronograma de ejecución del proyecto y su construcción, los ingenieros y arquitectos involucrados en el mismo, entre otros.

III.1.2 Fase 2. Identificación de la Estructura a Analizar

2.1. Descripción del deterioro actual de la estructura en estudio.

Debido a que la estructura posee 50 años de servicio se realizó una inspección visual de la misma, para comparar con los planos originales los cambios físicos y deterioros que ha sufrido la estructura por los servicios que presta. Y se complementó la información faltante en los planos originales con instrumentos.

2.2. Verificación y comparación de la información recopilada con las características geométricas y funcionales del edificio.

La información obtenida en la inspección visual realizada a la estructura en estudio fue comparada con la información planimétrica recopilada anteriormente, con el fin de señalar las diferencias geométricas y funcionales que presenta la edificación en estos momentos.

2.3. Verificación de información existente en los planos originales mediante estudios en sitio.

Para verificar la información encontrada en los planos originales se realizó estudios en sitio, los cuales permitieron además obtener información adicional a la recopilada, para ello se empleó el instrumento de medición conocido como Ferroskan.

III.1.3 Fase 3. Modelo y Recálculo de la Estructura del Edificio Basados en las Normas Venezolanas Vigentes.

Una vez recopilada y verificada toda la información planimétrica de la estructura se realizó el recálculo de la misma siguiendo un protocolo basado en las Normas COVENIN 1.753 y 1.756. Para ello, se empleó un programa de cálculo estructural comercial, como lo es el ETABS v9.0.

III.1.4 Fase 4. Análisis de la Estructura Recalculada

Finalmente en esta etapa se compararon los resultados obtenidos en el recálculo de la estructura en base a las normas actuales (COVENIN 1.756:2.001 y COVENIN 1.753:1.987) con los valores obtenidos en las memorias de cálculo originales, utilizando tablas y gráficos diseñados.

CAPÍTULO IV

Información Planimétrica

En los planos originales del Edificio Principal, se describe el detallado de las losas de entrepiso y techo, detallado de columnas, detallado de vigas, envigado de las plantas, entre otros.

Con los planos recopilados antes mencionados se obtuvieron las dimensiones de columnas, luces de vanos, dimensiones de vigas, alturas de entrepiso, losas y dimensiones de algunos elementos no estructurales como la mampostería. Tales dimensiones se verificaron en sitio y también se tomaron las dimensiones de aquellos elementos que no se encuentran en los planos originales (ver anexo C).

IV.1 Características de los Elementos Estructurales del Edificio Principal

IV.1.1 Columnas

En los tres módulos existentes en esta edificación se encuentran columnas de forma circular, rectangular y cuadradas. Las dimensiones obtenidas en los

planos originales corresponden con las encontradas en sitio, las mismas se muestran a continuación:

Tabla IV.1.3 Dimensiones de las Columnas del Edificio Principal Planta Alta - Módulo I

TIPO	EJES	TIPO DE SECCIÓN	DIMENSIONES (cm)	TIPO	EJES	TIPO DE SECCIÓN	DIMENSIONES (cm)
10C	A1	RECTANGULAR	30 x 70	12C	C1	CUADRADA	40 x 40
10C	A2	RECTANGULAR	30 x 70	13C	C2	CUADRADA	40 x 40
10C	A3	RECTANGULAR	30 x 70	13C	C3	CUADRADA	40 x 40
10C	A4	RECTANGULAR	30 x 70	13C	C4	CUADRADA	40 x 40
10C	A5	RECTANGULAR	30 x 70	13C	C5	CUADRADA	40 x 40
10C	A6	RECTANGULAR	30 x 70	13C	C6	CUADRADA	40 x 40
10C	A7	RECTANGULAR	30 x 70	13C	C7	CUADRADA	40 x 40
10C	A8	RECTANGULAR	30 x 70	22C	C8	CUADRADA	40 x 40
10C	A9	RECTANGULAR	30 x 70	16C	C9	CIRCULAR	Ø 42
10C	A10	RECTANGULAR	30 x 70	13C	C10	CUADRADA	40 x 40
10C	A11	RECTANGULAR	30 x 70	13C	C11	CUADRADA	40 x 40
10C	A12	RECTANGULAR	30 x 70	13C	C12	CUADRADA	40 x 40
12C	B1	CUADRADA	40 x 40	13C	E1	CUADRADA	40 x 40
13C	B2	CUADRADA	40 x 40	13C	E2	CUADRADA	40 x 40
13C	B3	CUADRADA	40 x 40	13C	E3	CUADRADA	40 x 40
13C	B4	CUADRADA	40 x 40	13C	E4	CUADRADA	40 x 40
13C	B5	CUADRADA	40 x 40	13C	E5	CUADRADA	40 x 40
13C	B6	CUADRADA	40 x 40	13C	E6	CUADRADA	40 x 40
13C	B7	CUADRADA	40 x 40	13C	E7	CUADRADA	40 x 40
14C	B8	CUADRADA	40 x 40	13C	E8	CUADRADA	40 x 40
13C	B9	CUADRADA	40 x 40	21C	E9	CIRCULAR	Ø 42
13C	B10	CUADRADA	40 x 40	16C	E10	CIRCULAR	Ø 42
13C	B11	CUADRADA	40 x 40	16C	E11	CIRCULAR	Ø 42
13C	B12	CUADRADA	40 x 40	16C	E12	CIRCULAR	Ø 42

Tabla IV.1.4 Dimensiones de las Columnas del Edificio Principal Planta Alta – Módulo II

TIPO	EJES	TIPO DE SECCIÓN	DIMENSIONES (cm)	TIPO	EJES	TIPO DE SECCIÓN	DIMENSIONES (cm)
10C	A13	RECTANGULAR	30 x 70	13C	C13	CUADRADA	40 x 40
10C	A14	RECTANGULAR	30 x 70	13C	C14	CUADRADA	40 x 40
10C	A15	RECTANGULAR	30 x 70	13C	C15	CUADRADA	40 x 40
10C	A16	RECTANGULAR	30 x 70	13C	C16	CUADRADA	40 x 40
10C	A17	RECTANGULAR	30 x 70	13C	C17	CUADRADA	40 x 40
10C	A18	RECTANGULAR	30 x 70	13C	C18	CUADRADA	40 x 40
10C	A19	RECTANGULAR	30 x 70	13C	C19	CUADRADA	40 x 40
10C	A20	RECTANGULAR	30 x 70	13C	C20	CUADRADA	40 x 40
13C	B13	CUADRADA	40 x 40	13C	E13	CUADRADA	40 x 40
13C	B14	CUADRADA	40 x 40	16C	E14	CIRCULAR	Ø 42
13C	B15	CUADRADA	40 x 40	16C	E15	CIRCULAR	Ø 42
13C	B16	CUADRADA	40 x 40	16C	E16	CIRCULAR	Ø 42
13C	B17	CUADRADA	40 x 40	13C	E17	CUADRADA	40 x 40
13C	B18	CUADRADA	40 x 40	16C	E18	CIRCULAR	Ø 42
13C	B19	CUADRADA	40 x 40	16C	E19	CIRCULAR	Ø 42
13C	B20	CUADRADA	40 x 40	13C	E20	CUADRADA	40 x 40

Tabla IV.1.5 Dimensiones de las Columnas del Edificio Principal Planta Alta – Módulo III

TIPO	EJES	TIPO DE SECCIÓN	DIMENSIONES (cm)	TIPO	EJES	TIPO DE SECCIÓN	DIMENSIONES (cm)
10C	A21	RECTANGULAR	30 x 70	21C	D21	CIRCULAR	Ø 42
10C	A22	RECTANGULAR	30 x 70	16C	D22	CIRCULAR	Ø 42
10C	A23	RECTANGULAR	30 x 70	16C	D23	CIRCULAR	Ø 42
10C	A24	RECTANGULAR	30 x 70	16C	D24	CIRCULAR	Ø 42
10C	A25	RECTANGULAR	30 x 70	16C	D25	CIRCULAR	Ø 42
10C	A26	RECTANGULAR	30 x 70	16C	D26	CIRCULAR	Ø 42
10C	A27	RECTANGULAR	30 x 70	16C	D27	CIRCULAR	Ø 42
10C	A28	RECTANGULAR	30 x 70	16C	D28	CIRCULAR	Ø 42
10C	A29	RECTANGULAR	30 x 70	16C	D29	CIRCULAR	Ø 42
13C	B21	CUADRADA	40 x 40	7C	E21	CIRCULAR	Ø 42
13C	B22	CUADRADA	40 x 40	7C	E22	CIRCULAR	Ø 42
13C	B23	CUADRADA	40 x 40	7C	E23	CIRCULAR	Ø 42
13C	B24	CUADRADA	40 x 40	7C	E24	CIRCULAR	Ø 42
13C	B25	CUADRADA	40 x 40	16C	E25	CIRCULAR	Ø 42

13C	B26	CUADRADA	40 x 40	16C	E26	CIRCULAR	Ø 42
13C	B27	CUADRADA	40 x 40	16C	E27	CIRCULAR	Ø 42
13C	B28	CUADRADA	40 x 40	16C	E28	CIRCULAR	Ø 42
13C	B29	CUADRADA	40 x 40	16C	E29	CIRCULAR	Ø 42

Tabla IV.1.6 Dimensiones de las Columnas del Edificio Principal Planta Techo – Módulo I

TIPO	EJES	TIPO DE SECCIÓN	DIMENSIONES (cm)	TIPO	EJES	TIPO DE SECCIÓN	DIMENSIONES (cm)
1C	A1	RECTANGULAR	30 x 70	3C	C1	CUADRADA	30 x 30
1C	A2	RECTANGULAR	30 x 70	3C	C2	CUADRADA	30 x 30
1C	A3	RECTANGULAR	30 x 70	3C	C3	CUADRADA	30 x 30
1C	A4	RECTANGULAR	30 x 70	3C	C4	CUADRADA	30 x 30
1C	A5	RECTANGULAR	30 x 70	3C	C5	CUADRADA	30 x 30
1C	A6	RECTANGULAR	30 x 70	3C	C6	CUADRADA	30 x 30
1C	A7	RECTANGULAR	30 x 70	3C	C7	CUADRADA	30 x 30
1C	A8	RECTANGULAR	30 x 70	4C	C8	CIRCULAR	Ø 35
1C	A9	RECTANGULAR	30 x 70	4C	C9	CIRCULAR	Ø 35
1C	A10	RECTANGULAR	30 x 70	3C	C10	CUADRADA	30 x 30
1C	A11	RECTANGULAR	30 x 70	3C	C11	CUADRADA	30 x 30
1C	A12	RECTANGULAR	30 x 70	3C	C12	CUADRADA	30 x 30
3C	B1	CUADRADA	30 x 30	3C	E1	CUADRADA	30 x 30
3C	B2	CUADRADA	30 x 30	3C	E2	CUADRADA	30 x 30
3C	B3	CUADRADA	30 x 30	3C	E3	CUADRADA	30 x 30
3C	B4	CUADRADA	30 x 30	3C	E4	CUADRADA	30 x 30
3C	B5	CUADRADA	30 x 30	3C	E5	CUADRADA	30 x 30
3C	B6	CUADRADA	30 x 30	3C	E6	CUADRADA	30 x 30
3C	B7	CUADRADA	30 x 30	3C	E7	CUADRADA	30 x 30
3C	B8	CUADRADA	30 x 30	3C	E8	CUADRADA	30 x 30
3C	B9	CUADRADA	30 x 30	3C	E9	CUADRADA	30 x 30
3C	B10	CUADRADA	30 x 30	3C	E10	CUADRADA	30 x 30
3C	B11	CUADRADA	30 x 30	3C	E11	CUADRADA	30 x 30
3C	B12	CUADRADA	30 x 30	3C	E12	CUADRADA	30 x 30

Tabla IV.1.7 Dimensiones de las Columnas del Edificio Principal Planta Techo – Módulo II

TIPO	EJES	TIPO DE SECCIÓN	DIMENSIONES (cm)	TIPO	EJES	TIPO DE SECCIÓN	DIMENSIONES (cm)
1C	A13	RECTANGULAR	30 x 70	3C	C13	CUADRADA	30 x 30
1C	A14	RECTANGULAR	30 x 70	3C	C14	CUADRADA	30 x 30
1C	A15	RECTANGULAR	30 x 70	3C	C15	CUADRADA	30 x 30
1C	A16	RECTANGULAR	30 x 70	3C	C16	CUADRADA	30 x 30
1C	A17	RECTANGULAR	30 x 70	3C	C17	CUADRADA	30 x 30
1C	A18	RECTANGULAR	30 x 70	3C	C18	CUADRADA	30 x 30
1C	A19	RECTANGULAR	30 x 70	3C	C19	CUADRADA	30 x 30
1C	A20	RECTANGULAR	30 x 70	3C	C20	CUADRADA	30 x 30
3C	B13	CUADRADA	30 x 30	3C	E13	CUADRADA	30 x 30
3C	B14	CUADRADA	30 x 30	3C	E14	CUADRADA	30 x 30
3C	B15	CUADRADA	30 x 30	3C	E15	CUADRADA	30 x 30
3C	B16	CUADRADA	30 x 30	3C	E16	CUADRADA	30 x 30
3C	B17	CUADRADA	30 x 30	3C	E17	CUADRADA	30 x 30
3C	B18	CUADRADA	30 x 30	3C	E18	CUADRADA	30 x 30
3C	B19	CUADRADA	30 x 30	3C	E19	CUADRADA	30 x 30
3C	B20	CUADRADA	30 x 30	3C	E20	CUADRADA	30 x 30

Tabla IV.1.8 Dimensiones de las Columnas del Edificio Principal Planta Techo – Módulo III

TIPO	EJES	TIPO DE SECCIÓN	DIMENSIONES (cm)	TIPO	EJES	TIPO DE SECCIÓN	DIMENSIONES (cm)
1C	A21	RECTANGULAR	30 x 70	4C	D21	CIRCULAR	Ø 35
1C	A22	RECTANGULAR	30 x 70	4C	D22	CIRCULAR	Ø 35
1C	A23	RECTANGULAR	30 x 70	4C	D23	CIRCULAR	Ø 35
1C	A24	RECTANGULAR	30 x 70	4C	D24	CIRCULAR	Ø 35
1C	A25	RECTANGULAR	30 x 70	3C	D25	CUADRADA	30 x 30
1C	A26	RECTANGULAR	30 x 70	3C	D26	CUADRADA	30 x 30
1C	A27	RECTANGULAR	30 x 70	3C	D27	CUADRADA	30 x 30
1C	A28	RECTANGULAR	30 x 70	3C	D28	CUADRADA	30 x 30
1C	A29	RECTANGULAR	30 x 70	3C	D29	CUADRADA	30 x 30
3C	B21	CUADRADA	30 x 30	7C	E21	CIRCULAR	Ø 42
3C	B22	CUADRADA	30 x 30	7C	E22	CIRCULAR	Ø 42
3C	B23	CUADRADA	30 x 30	7C	E23	CIRCULAR	Ø 42
3C	B24	CUADRADA	30 x 30	7C	E24	CIRCULAR	Ø 42
3C	B25	CUADRADA	30 x 30	3C	E25	CUADRADA	30 x 30

3C	B26	CUADRADA	30 x 30	3C	E26	CUADRADA	30 x 30
3C	B27	CUADRADA	30 x 30	3C	E27	CUADRADA	30 x 30
3C	B28	CUADRADA	30 x 30	3C	E28	CUADRADA	30 x 30
3C	B29	CUADRADA	30 x 30	3C	E29	CUADRADA	30 x 30

Cada columna y viga según los planos originales están agrupadas por tipo según la distribución de acero y sus dimensiones, la nomenclatura utilizada para esta designación fue extraída de los detalles originales del edificio.

IV.1.2 Vigas

Las vigas son de sección rectangular en los tres módulos presentes en el edificio principal, las dimensiones presentes en sitio no presentan diferencias notables con las existentes en los planos originales, en las tablas que se muestran a continuación se observan las dimensiones de éstas:

**Tabla IV.1.9 Dimensiones de las Vigas Rectangulares del Edificio Principal
Planta Alta – Módulo I**

TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	B (cm)	H (cm)	TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	B (cm)	H (cm)
1	A	1 - 2	19	45	17	E	9 - 10	19	125
2	A	2 - 3	19	45	16	E	10 - 11	19	125
2	A	3 - 4	19	45	15	E	11 - 12	19	125
2	A	4 - 5	19	45	18	E	12 - 13	19	125
2	A	5 - 6	19	45	150	MC	1 - 2	25	45
2	A	6 - 7	19	45	151	MC	C - E	20	45
2	A	7 - 8	19	45	103	1	A - B	30	75
2	A	8 - 9	19	45	103	1	B - C	30	75
2	A	9 - 10	19	45	103	1	C - E	30	75
2	A	10 - 11	19	45	5	1	B - V	30	50

2	A	11 - 12	19	45	5	1	B - V	30	50
3	A	12 - 13	19	45	109	2	A - B	30	75
6	B	1 - 2	30	45	109	2	B - C	30	75
7	B	2 - 3	30	45	109	2	C - E	30	75
7	B	3 - 4	30	45	103	3	A - B	30	75
7	B	4 - 5	30	45	103	3	B - C	30	75
7	B	5 - 6	30	45	103	3	C - E	30	75
7	B	6 - 7	30	45	103	4	A - B	30	75
7	B	7 - 8	30	45	103	4	B - C	30	75
7	B	8 - 9	30	45	103	4	C - E	30	75
7	B	9 - 10	30	45	103	5	A - B	30	75
7	B	10 - 11	30	45	103	5	B - C	30	75
7	B	11 - 12	30	45	103	5	C - E	30	75
9	B	12 - 13	30	45	103	6	A - B	30	75
6	C	1 - 2	30	45	103	6	B - C	30	75
7	C	2 - 3	30	45	103	6	C - E	30	75
7	C	3 - 4	30	45	103	7	A - B	30	75
7	C	4 - 5	30	45	103	7	B - C	30	75
7	C	5 - 6	30	45	103	7	C - E	30	75
7	C	6 - 7	30	45	104	8	A - B	30	75
7	C	7 - 8	30	45	104	8	B - C	30	75
8	C	8 - 9	30	45	104	8	C - E	30	75
7	C	9 - 10	30	45	110	9	A - B	30	75
7	C	10 - 11	30	45	110	9	B - C	30	75
7	C	11 - 12	30	45	110	9	C - E	30	75
9	C	12 - 13	30	45	103	10	A - B	30	75
14	E	1 - 2	30	125	103	10	B - C	30	75
15	E	2 - 3	19	125	103	10	C - E	30	75
15	E	3 - 4	19	125	103	11	A - B	30	75
15	E	4 - 5	19	125	103	11	B - C	30	75
15	E	5 - 6	19	125	103	11	C - E	30	75
15	E	6 - 7	19	125	103	12	A - B	30	75
15	E	7 - 8	19	125	103	12	B - C	30	75
16	E	8 - 9	19	125	103	12	C - E	30	75

**Tabla IV.1.10 Dimensiones de las Vigas Rectangulares del Edificio Principal
Planta Alta – Módulo II**

TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	B (cm)	H (cm)	TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	B (cm)	H (cm)
4	A	13 - 14	19	45	105	13	C - E	30	75
2	A	14 - 15	19	45	105	13	E - E'	30	75

2	A	15 - 16	19	45	105	14	A - B	30	75
2	A	16 - 17	19	45	105	14	B - C	30	75
2	A	17 - 18	19	45	105	14	C - E	30	75
2	A	18 - 19	19	45	105	14	E - E'	30	75
4	A	19 - 20	19	45	105	15	A - B	30	75
10	B	13 - 14	30	45	105	15	B - C	30	75
7	B	14 - 15	30	45	105	15	C - E	30	75
7	B	15 - 16	30	45	105	15	E - E'	30	75
7	B	16 - 17	30	45	105	16	A - B	30	75
7	B	17 - 18	30	45	105	16	B - C	30	75
7	B	18 - 19	30	45	105	16	C - E	30	75
10	B	19 - 20	30	45	105	16	E - E'	30	75
10	C	13 - 14	30	45	105	17	A - B	30	75
7	C	14 - 15	30	45	105	17	B - C	30	75
7	C	15 - 16	30	45	105	17	C - E	30	75
7	C	16 - 17	30	45	105	17	E - E'	30	75
7	C	17 - 18	30	45	105	18	A - B	30	75
7	C	18 - 19	30	45	105	18	B - C	30	75
11	C	19 - 20	30	45	105	18	C - E	30	75
25	E'	13 - 14	15	75	105	18	E - E'	30	75
26	E'	14 - 15	15	75	105	19	A - B	30	75
26	E'	15 - 16	15	75	105	19	B - C	30	75
26	E'	16 - 17	15	75	105	19	C - E	30	75
26	E'	17 - 18	15	75	105	19	E - E'	30	75
26	E'	18 - 19	15	75	105	20	A - B	30	75
25	E'	19 - 20	15	75	105	20	B - C	30	75
105	13	A - B	30	75	105	20	C - E	30	75
105	13	B - C	30	75	105	20	E - E'	30	75

**Tabla IV.1.11 Dimensiones de las Vigas Rectangulares del Edificio Principal
Planta Alta – Módulo III**

TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	B (cm)	H (cm)	TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	B (cm)	H (cm)
3	A	20 - 21	19	45	23	E	26 - 27	19	125
2	A	21 - 22	19	45	23	E	27 - 28	19	125
2	A	22 - 23	19	45	22	E	28 - 29	19	125
2	A	23 - 24	19	45	106	21	A - B	30	75
2	A	24 - 25	19	45	106	21	B - D	30	75
2	A	25 - 26	19	45	106	21	D - D'	30	75
2	A	26 - 27	19	45	107	22	A - B	30	75

2	A	27 - 28	19	45	107	22	B - D	30	75
1	A	28 - 29	19	45	107	23	A - B	30	75
9	B	20 - 21	30	45	107	23	B - D	30	75
7	B	21 - 22	30	45	107	24	A - B	30	75
7	B	22 - 23	30	45	107	24	B - D	30	75
7	B	23 - 24	30	45	108	25	A - B	30	75
7	B	24 - 25	30	45	108	25	B - D	30	75
7	B	25 - 26	30	45	108	25	D - E	30	75
7	B	26 - 27	30	45	108	26	A - B	30	75
7	B	27 - 28	30	45	108	26	B - D	30	75
11	B	28 - 29	30	45	108	26	D - E	30	75
9	D	20 - 21	30	45	108	27	A - B	30	75
7	D	21 - 22	30	45	108	27	B - D	30	75
7	D	22 - 23	30	45	108	27	D - E	30	75
7	D	23 - 24	30	45	108	28	A - B	30	75
7	D	24 - 25	30	45	108	28	B - D	30	75
7	D	25 - 26	30	45	108	28	D - E	30	75
7	D	26 - 27	30	45	108	29	A - B	30	75
7	D	27 - 28	30	45	108	29	B - D	30	75
11	D	28 - 29	30	45	108	29	D - E	30	75
22	E	25 - 26	19	125	31	ESC	21 - 25	10	100
					31	ESC	20 - 24	10	100

**Tabla IV.1.12 Dimensiones de las Vigas Rectangulares del Edificio Principal
Planta Techo – Módulo I**

TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	B (cm)	H (cm)	TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	B (cm)	H (cm)
1	A	1 - 2	19	40	11	E	7 - 8	19	125
2	A	2 - 3	19	40	11	E	8 - 9	19	125
2	A	3 - 4	19	40	11	E	9 - 10	19	125
2	A	4 - 5	19	40	11	E	10 - 11	19	125
2	A	5 - 6	19	40	11	E	11 - 12	19	125
2	A	6 - 7	19	40	12	E	12 - 13	19	125
2	A	7 - 8	19	40	101	1	A - B	30	60
2	A	8 - 9	19	40	101	1	B - C	30	60
2	A	9 - 10	19	40	101	1	C - E	30	60
2	A	10 - 11	19	40	100	2	A - B	30	60
2	A	11 - 12	19	40	100	2	B - C	30	60
3	A	12 - 13	19	40	100	2	C - E	30	60

5	B	1 - 2	30	45	101	3	A - B	30	60
6	B	2 - 3	30	45	101	3	B - C	30	60
6	B	3 - 4	30	45	101	3	C - E	30	60
6	B	4 - 5	30	45	101	4	A - B	30	60
6	B	5 - 6	30	45	101	4	B - C	30	60
6	B	6 - 7	30	45	101	4	C - E	30	60
6	B	7 - 8	30	45	101	5	A - B	30	60
6	B	8 - 9	30	45	101	5	B - C	30	60
6	B	9 - 10	30	45	101	5	C - E	30	60
6	B	10 - 11	30	45	101	6	A - B	30	60
6	B	11 - 12	30	45	101	6	B - C	30	60
7	B	12 - 13	30	45	101	6	C - E	30	60
5	C	1 - 2	30	45	101	7	A - B	30	60
6	C	2 - 3	30	45	101	7	B - C	30	60
6	C	3 - 4	30	45	101	7	C - E	30	60
6	C	4 - 5	30	45	101	8	A - B	30	60
6	C	5 - 6	30	45	101	8	B - C	30	60
6	C	6 - 7	30	45	101	8	C - E	30	60
6	C	7 - 8	30	45	101	9	A - B	30	60
6	C	8 - 9	30	45	101	9	B - C	30	60
6	C	9 - 10	30	45	101	9	C - E	30	60
6	C	10 - 11	30	45	101	10	A - B	30	60
6	C	11 - 12	30	45	101	10	B - C	30	60
7	C	12 - 13	30	45	101	10	C - E	30	60
10	E	1 - 2	19	125	101	11	A - B	30	60
11	E	2 - 3	19	125	101	11	B - C	30	60
11	E	3 - 4	19	125	101	11	C - E	30	60
11	E	4 - 5	19	125	101	12	A - B	30	60
11	E	5 - 6	19	125	101	12	B - C	30	60
11	E	6 - 7	19	125	101	12	C - E	30	60

**Tabla IV.1.13 Dimensiones de las Vigas Rectangulares del Edificio Principal
Planta Techo – Módulo II**

TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	B (cm)	H (cm)	TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	B (cm)	H (cm)
4	A	13 - 14	19	40	11	E	18 - 19	19	125
2	A	14 - 15	19	40	13	E	19 - 20	19	125
2	A	15 - 16	19	40	101	13	A - B	30	60
2	A	16 - 17	19	40	101	13	B - C	30	60
2	A	17 - 18	19	40	101	13	C - E	30	60

2	A	18 - 19	19	40	101	14	A - B	30	60
4	A	19 - 20	19	40	101	14	B - C	30	60
8	B	13 - 14	30	45	101	14	C - E	30	60
6	B	14 - 15	30	45	101	15	A - B	30	60
6	B	15 - 16	30	45	101	15	B - C	30	60
6	B	16 - 17	30	45	101	15	C - E	30	60
6	B	17 - 18	30	45	101	16	A - B	30	60
6	B	18 - 19	30	45	101	16	B - C	30	60
8	B	19 - 20	30	45	101	16	C - E	30	60
8	C	13 - 14	30	45	101	17	A - B	30	60
6	C	14 - 15	30	45	101	17	B - C	30	60
6	C	15 - 16	30	45	101	17	C - E	30	60
6	C	16 - 17	30	45	101	18	A - B	30	60
6	C	17 - 18	30	45	101	18	B - C	30	60
6	C	18 - 19	30	45	101	18	C - E	30	60
5	C	19 - 20	30	45	101	19	A - B	30	60
13	E	13 - 14	19	125	101	19	B - C	30	60
11	E	14 - 15	19	125	101	19	C - E	30	60
11	E	15 - 16	19	125	101	20	A - B	30	60
11	E	16 - 17	19	125	101	20	B - C	30	60
11	E	17 - 18	19	125	101	20	C - E	30	60

**Tabla IV.1.14 Dimensiones de las Vigas Rectangulares del Edificio Principal
Planta Techo – Módulo III**

TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	B (cm)	H (cm)	TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	B (cm)	H (cm)
3	A	20 - 21	19	40	11	E	24 - 25	19	125
2	A	21 - 22	19	40	11	E	25 - 26	19	125
2	A	22 - 23	19	40	11	E	26 - 27	19	125
2	A	23 - 24	19	40	11	E	27 - 28	19	125
2	A	24 - 25	19	40	14	E	28 - 29	19	125
2	A	25 - 26	19	40	102	21	A - B	30	60
2	A	26 - 27	19	40	102	21	B - D	30	60
2	A	27 - 28	19	40	102	21	D - E	30	60
1	A	28 - 29	19	40	102	22	A - B	30	60
7	B	20 - 21	30	45	102	22	B - D	30	60
6	B	21 - 22	30	45	102	22	D - E	30	60
6	B	22 - 23	30	45	102	23	A - B	30	60
6	B	23 - 24	30	45	102	23	B - D	30	60

6	B	24 - 25	30	45	102	23	D - E	30	60
6	B	25 - 26	30	45	102	24	A - B	30	60
6	B	26 - 27	30	45	102	24	B - D	30	60
6	B	27 - 28	30	45	102	24	D - E	30	60
5	B	28 - 29	30	45	102	25	A - B	30	60
7	D	20 - 21	30	45	102	25	B - D	30	60
6	D	21 - 22	30	45	102	25	D - E	30	60
6	D	22 - 23	30	45	102	26	A - B	30	60
6	D	23 - 24	30	45	102	26	B - D	30	60
6	D	24 - 25	30	45	102	26	D - E	30	60
6	D	25 - 26	30	45	102	27	A - B	30	60
6	D	26 - 27	30	45	102	27	B - D	30	60
6	D	27 - 28	30	45	102	27	D - E	30	60
5	D	28 - 29	30	45	102	28	A - B	30	60
12	E	20 - 21	19	125	102	28	B - D	30	60
11	E	21 - 22	19	125	102	28	D - E	30	60
11	E	22 - 23	19	125	102	29	A - B	30	60
11	E	23 - 24	19	125	102	29	B - D	30	60
					102	29	D - E	30	60

Todos los volados existentes en esta edificación son acartelados, el esquema de los mismos se presenta en la figura IV.1.15 y las dimensiones en las tablas IV.1.15 y IV.1.16.

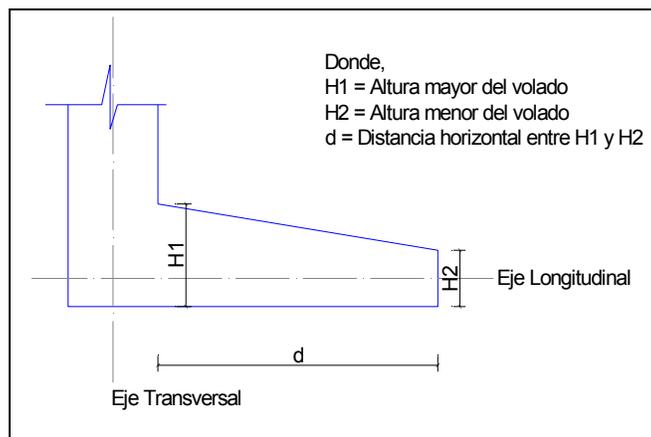


Figura IV.1.15 Volado Acartelado Tipo

Tabla IV.1.15 Dimensiones de los Volados del Edificio Principal Planta Alta

MÓDULO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	H1 (cm)	H2 (cm)	LUZ (m)
MÓDULO I	A	1 - 13	16	8	1,50
	E	2 - 9	15	10	1,50
	E	9 - 10	15	10	0,50
	E	10 - 13	15	10	1,50
	1	B - C	20	20	3,78
MÓDULO II	A	13 - 20	16	8	1,50
MÓDULO III	A	20 - 29	16	8	1,50

Tabla IV.1.16 Dimensiones de los Volados del Edificio Principal Planta Techo

MÓDULO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	H1 (cm)	H2 (cm)	LUZ (m)
MÓDULO I	A	1 - 13	16	8	1,50
	E	2 - 13	15	10	1,50
MÓDULO II	A	13 - 20	16	8	1,50
	E	13 - 20	15	10	1,50
MÓDULO III	A	20 - 29	16	8	1,50
	E	20 - 29	15	10	1,50

IV.1.3 Losas

Las losas son macizas de 15cm de espesor y se encuentran armadas en una sola dirección en los tres módulos existentes (ver planos del 7 al 12).

IV.2 Distribución de Acero

Con la finalidad de verificar la disposición y cantidad del acero de refuerzo se realizó una exploración de algunos elementos estructurales, específicamente

columnas, para ello se seleccionaron las más representativas de la edificación. Para dicha exploración se empleó el Ferroskan FS10 y se contó con la asistencia y apoyo del Instituto de Modelos y Materiales Estructurales (IMME) (ver figura IV.2.16).

IV.2.1 Características del Equipo Ferroskan

Es un sistema de detección portátil para visualizar la armadura de los elementos inmediatamente mediante un campo magnético. Para ello el equipo cuenta con dos partes principales: una sonda de evaluación (Scanner RS10) y un módulo de evaluación (Monitor RV10); ambas partes están conectadas mediante un cable.



Figura IV.2.16 Ferroskan FS10

Las principales aplicaciones del equipo son:

- Control de calidad de estructuras de concreto.
- Examen del recubrimiento del concreto.
- Evitar tocar o dañar el armado de la estructura.
- Evitar tocar encontrar cabillas en la extracción de núcleos.
- Reduce el desgaste de brocas y motores cuando se perfora a través de refuerzo.
- Reduce los tiempos de taladrado.

El sistema funciona con dos modalidades, las cuales se detallan a continuación: Sistema Quick Scan o mejor conocido como Sistema de Detección Rápida Sonora, con esta modalidad se determina la profundidad del acero de refuerzo, para ello el sistema realiza una detección perpendicular a la dirección de exploración.

La segunda modalidad consiste en la exploración de una imagen la cual genera una radiografía del acero presente en el elemento para ello se emplea una cuadrícula de papel de 600x600mm, la misma se emplea como guía para realizar el escaneo en dos direcciones ortogonales (ver figura IV.2.17).



Figura IV.2.17 Ubicación de Acero en Columna con el Ferroskan FS10

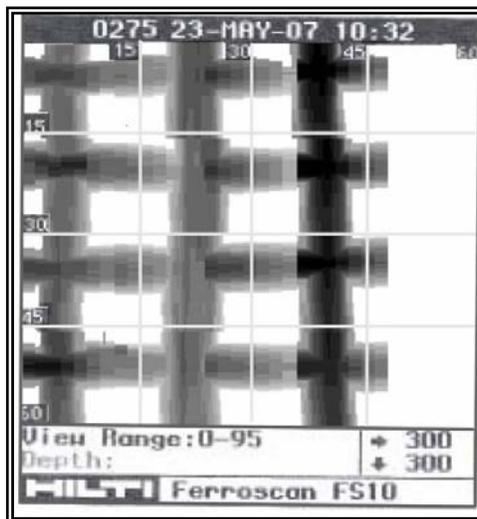


Figura IV.2.18 Imagen Modelo en la pantalla del Ferroskan FS10

Al emplear esta modalidad, el módulo de evaluación o monitor refleja una cuadrícula similar a la de papel antes descrita, la cual indica la ubicación del escáner en el elemento. Los resultados son más óptimos al colocar la cuadrícula de papel lo más paralela posible al acero de refuerzo. Una vez finalizado el

escaneo en toda el área de la cuadrícula se observa en el monitor la imagen de los aceros detectados (ver figura IV.2.18).

Con el sistema también es posible determinar tanto el diámetro como la profundidad del acero en un punto cualquiera. La unidad del diámetro de las barras depende de la calibración del equipo, él mismo puede expresarlo en milímetros o según los números estándar de la Norma Americana ACI.

El FS10 solo identifica el diámetro cuando la distancia entre las barras de refuerzo es el doble del recubrimiento pero no mayor de 60mm. El margen de medición del Ferroskan se muestra en la siguiente tabla, la cual se obtuvo de las especificaciones del equipo.

Tabla IV.2.17 Margen de Medición

Fuente: "Manual de Instrucciones Ferroskan FS10"

	Diámetros (pulgadas) según la Norma ACI 318-106									Precisión
	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10	# 11	
	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/8"	1 1/4"	1 3/8"	
Máxima profundidad para el proceso de la imagen (mm)	141	150	160	160	160	160	165	173	180	$d/T \geq 1$
Máxima. prof. para la determinación de la cobertura (mm)	97	103	110	110	110	110	121	135	149	0,10
Máxima prof. para la determinación del diámetro (mm)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	$d/T \geq 2$

Donde:

d= Separación entre barras.

T= Cobertura o Profundidad.

Es necesario señalar que no fue posible determinar ni el diámetro ni la profundidad del acero de la mayoría de las columnas analizadas debido a que dichas opciones del equipo no funcionaban correctamente.

IV.2.2 Distribución de Acero en Columnas

En el Instituto de Medicina Tropical existe un total de once (11) tipos de columnas, que varían en sus dimensiones, forma geométrica y distribución de acero, distribuidos en 232 columnas, en las 2 plantas del edificio en estudio. Tomando en consideración la accesibilidad y la escogencia de los elementos más representativos se analizaron un 64% de los tipos de columnas existentes, estudiando 58 columnas con la utilización del equipo Ferroskan FS10, a partir del cual se determinaron las separaciones de los aceros longitudinales y transversales de las mismas. Obteniendo ciertas diferencias respecto a los planos originales y se representaron en la siguiente tabla:

Tabla IV.2.18 Separación de los Aceros en Columnas

LEYENDA:

	Sin Diferencias		Diferencia de 4cm.
	Diferencia de 1cm.		Diferencia de 5cm.
	Diferencia de 2cm.		Diferencia de 6cm.
	Diferencia de 3cm.		Diferencia en aceros detectados.

Tipo	Sección	Distribución Original		Distribución Existente		OBSERVACIONES
		Acero Longitudinal	Acero Transversal	Acero Longitudinal	Acero Transversal	
21C	φ 42	@ 11 cm	@ 15 cm	@ 16 cm	@ 14 cm	No se pudo determinar el diámetro de los aceros.
16C	φ 42	@ 15 cm	@ 15 cm	@ 16 cm	@ 14 cm	No se pudo determinar el diámetro de los aceros.
13C	40 x 40	@ 18 cm	@ 20 cm	@ 18 cm	@ 20 cm	No se pudo determinar el diámetro de los aceros.
10C	30 x 70	@ 12 cm	1/4"@14 cm	@ 18 cm	3/8"@16 cm	No se pudo determinar el acero longitudinal.
7C	φ 42	@ 15 cm	@ 15 cm	@ 20 cm	@ 15 cm	No se pudo determinar el diámetro de los aceros.
4C	φ 35	1/2"@10 cm	1/4"@ 15 cm	1/2"@10 cm	3/8"@15 cm	Acero long. exist. es de menor calibre que el original.
3C	30 x 30	@ 25 cm	@ 15 cm	@ 20 cm	@ 14 cm	No se pudo determinar el acero longitudinal.

IV.3 Estado Actual de la Estructura

Para la determinación del estado actual de la estructura se realizó una inspección visual en la que se evaluaron los distintos daños presentes en los elementos estructurales y no estructurales; para tal fin se empleó una planilla cuyo diseño está basado en investigaciones anteriores; dicha planilla se encuentra sustentada con un registro fotográfico.

Es importante mencionar que al momento de realizar el levantamiento de daños se iniciaron trabajos de remodelación del edificio principal, en donde se mitigaron algunos de los daños clasificados en las planillas antes mencionadas.

IV.3.1 Clasificación y Tipo de Daños

El alcance de esta investigación no es realizar un diagnóstico sobre la patología de la estructura sino describir en rasgos generales los posibles deterioros que posee la edificación en estudio. Los daños observados en la edificación se muestran a continuación:

IV.3.1.1 Grietas en Paredes por Asentamientos o Fuerzas Externas



Figura IV.3.19 Grieta a 45° en Pared

Se llama grieta a la hendidura estrecha y prolongada que se produce en la superficie de un elemento, la separación entre sus bordes debe superar el milímetro o milímetro y medio, si ésta es menor a la mencionada se le denomina

fisura (Fernández, 1.994), puede ocurrir por múltiples causas entre las que se destacan:

- Diferenciales de temperatura que ocurren durante el día y en diferentes épocas del año, que generan contracciones y dilataciones de distintas proporciones entre el friso y el elemento estructural produciendo el fisuramiento del mismo en su capa más externa. Este tipo de grieta no afecta peligrosamente la estabilidad de la estructura, es típica en fachadas y partes externas de la estructura, se presentan en una dirección ascendente ligeramente oblicua o diagonal, rara vez sobrepasan los 2 mm, y con el tiempo la grieta se detiene y deja de avanzar (Fernández, 1.994).

- Por asentamientos diferenciales o como consecuencia de acciones sísmicas, las cuales afectan considerablemente la estabilidad de la estructura, debido a que por su tamaño y dirección pueden debilitar el elemento estructural en el sentido resistente del mismo, además, si la estructura a sido víctima de un acontecimiento sísmico ésta presenta condiciones muy diferentes a las originales, por lo cual ya su capacidad resistente se ve minorada. Todas estas grietas se presentan en los elementos estructurales bien a 90 grados o bien a 45 grados en elementos de mampostería (Fernández, 1.994).

IV.3.1.2 Deterioro de Acabados

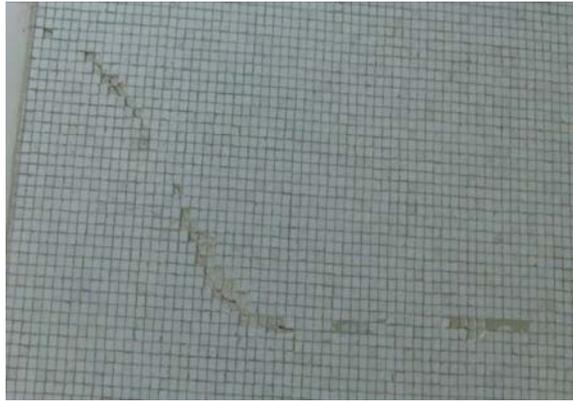


Figura IV.3.20 Desprendimiento de Cerámica Vitrificada

Desprendimiento de Cerámica Vitrificada

El proceso de desprendimiento de la cerámica vitrificada puede ocurrir por varias razones fundamentales pero sin duda la más importante es la debida al exceso de juntas que existe entre ellas, que forman un cuadrículado, dificultando el cumplimiento de las condiciones de impermeabilización exigible a todo revestimiento, las dilataciones a las que son sometidas las baldosas, los materiales de agarre y el soporte, pueden provocar retracciones y expansiones que afectan al ancho original de las juntas. Este fenómeno dará ocasión, a su vez, a la aparición de pequeñas resquebrajaduras y agrietamiento invisibles a cierta vista, pero que permitirán la penetración de humedad y del agua, la cual alcanzará el interior del elemento, alojándose en los huecos que existen entre este último y

el reverso de la cerámica, aprovechándose del hecho de que en un importante porcentaje de cerámicas el material adhesivo no ocupa la totalidad de su superficie de contacto disponible.

Otras de las posibles causas del desprendimiento es por la presencia de grietas en la estructura que ocasionen el resquebrajamiento del revestimiento de cerámica que forma parte del enlucido de la estructura. O también puede ocurrir dicho fallo por la mala adherencia entre el friso y el material de pega con que se instala la cerámica en el elemento estructural.

Desprendimiento de Friso

Es el desprendimiento o pérdida de la capa más superficial que recubre un elemento o pared; se produce siempre por un fallo de adherencia, del material que se desprende del elemento. Los motivos de este daño pueden ser muy variados:

- Mala Calidad de los materiales que componen la mezcla, o una dosificación incorrecta de las mismas.
- Problemas de adherencia con el elemento a recubrir, bien por la falta de poros o rugosidad en los mismos.
- Presencia de humedades internas que afectan a los elementos, favorecida por una acción continúa o intensa de agua de lluvia.

- Fallos en la ejecución del proceso frisado, lo que perjudicaría tanto a la adherencia como a la resistencia que oponga a los impactos (Fernández, 1.994).

Desprendimiento de Pintura

También conocido como proceso de exfoliación y desconchamiento de la capa de pintura, es uno de los principales fallos que afectan a las edificaciones, y es consecuencia directa de la mala aplicación de la misma. Este proceso se inicia con la exfoliación de la capa, la cual se cuarteo y genera desconchamiento o desprendimiento de ésta, dejando a la intemperie el friso que cubre el elemento estructural, todo esto por la falta de adherencia entre la capa de pintura y el material de soporte. Al cuartearse la capa de pintura ésta se rompe en pedazos irregulares y relativamente menudos, cuyos bordes posteriormente se deforman y se desprenden más fácilmente. Suele ocurrir en pinturas de tipo rígida, tales como pinturas de cal, y al cemento, emulsiones, preparados a base de resina sintética, las cuales forman una capa dura que no permite la flexibilidad, consecuentemente al tener diferente comportamiento al friso que la soporta, ésta tenderá a agrietarse y desconcharse (Fernández, 1.994).

IV.3.1.3 Humedad



Figura IV.3.21 Humedad en Losa de Planta Techo

Es una de las principales patologías que más frecuentemente afectan a un elemento de concreto, pueden ser debidas a múltiples causas, y se reconocen fácilmente, ya que van desde simples manchas en los elementos afectados, justo alrededor de las filtraciones, hasta pérdida de friso y descubrimiento de acero. Constituyéndose como un posible y potencial activante de corrosión en cualquier elemento de concreto armado (Echeverría, 2.006).

Tipos de Humedad

- ***Humedad de Construcción y de los Materiales:*** Es el agua empleada en el proceso constructivo de una estructura, ésta permanece en los elementos (columnas, vigas, losas, paredes, etc.) por algún tiempo, dicho tiempo varía de acuerdo a las condiciones atmosféricas y climáticas del lugar. Esta

humedad se conoce como humedad de equilibrio, ya que se mantiene en un ambiente determinado (Echeverría, 2.006).

- **Humedad Exterior:** Es originada por la acción de la lluvia y del viento; el agua que moja la fachada penetra en los elementos a través de la porosidad de los materiales que los forman; al cambiar las condiciones climatológicas, ésta regresa a la atmósfera por evaporación quedando en los elementos las sales de la misma. El viento proyecta el agua hacia los elementos de la fachada favoreciendo la situación antes descrita (Echeverría, 2.006).

- **Humedad de Condensación:** Es el agua que se condensa en la parte interior de los elementos (paredes), cuando su temperatura es menor a la de saturación, se produce principalmente en las cámaras de aire de los bloques que constituyen las paredes, en los aislantes térmicos, en zonas oscuras y poco ventiladas entre otros (Echeverría, 2.006).

- **Humedad Ascendente:** Se produce principalmente en la parte inferior de las paredes y muros, debido a que el agua presente en el subsuelo o en el terreno (agua de lluvia, infiltración, descargas superficiales o del nivel freático) satura las obras de infraestructura y sube por capilaridad a los elementos antes mencionados (Echeverría, 2.006).

- **Humedades Accidentales:** Son aquellas que se originan por la ruptura de tuberías de aguas blancas o servidas, las cuales por lo general se encuentran embutidas en las paredes o losas. Este tipo de humedad se detecta inmediatamente, puesto que saturan los materiales que recubren y luego se presentan manchas húmedas en la superficie de las paredes o losas.

Si la falla ocurre en las tuberías de aducción de las aguas blancas o servidas no se observa en la superficie hasta no saturan completamente el suelo; por ello este tipo de humedad es la más peligrosa (Echeverría, 2006).

IV.3.1.4 Delaminación del Concreto



Figura IV.3.22 Delaminación del Concreto en Columna

El proceso de delaminación del concreto, se presenta como la pérdida de la capa de recubrimiento en elementos estructurales debido a la acción de la corrosión interna de los aceros de refuerzo.

La corrosión en elementos estructurales de concreto armado presenta como primer síntoma la aparición de fisuras en la dirección de los aceros longitudinales del elemento. Estas fisuras en principio capilares provocadas por las tensiones originadas por la herrumbre expansiva formada alrededor de las barras, va abriéndose con el paso del tiempo, a la vez que empiezan a aparecer otras coincidiendo con el plano de los estribos. La velocidad con que va avanzando el proceso de corrosión en el elemento depende del grado de carbonatación que presente el concreto armado, de la permeabilidad del mismo al oxígeno, humedad e iones de cloro, que sin duda son los que mantienen activo este proceso de desgaste de las barras de acero.

Al llegar a un valor determinado de corrosión y luego de soportar muchas tensiones internas se produce el desprendimiento de las esquinas de los elementos estructurales o de todo el recubrimiento (si la cuantía de acero es muy grande), y se origina el proceso de delaminación del elemento de concreto armado. Trayendo como consecuencia la reducción de la capacidad resistente de la estructura, primero por la pérdida de sección del acero que la forma y del

elemento en general, así como también la falta de adherencia del mismo al elemento estructural.

Al quedar expuestos los aceros de refuerzo, la corrosión puede avanzar con mayor velocidad, y puede de esta forma debilitar gravemente al elemento. Es importante destacar que el proceso de corrosión del elemento depende de varios factores entre los que se encuentran: la porosidad del concreto armado, el espesor de los recubrimientos, y por supuesto las posibles medidas de protección que deben ser aplicadas al momento de construir la estructura (Fernández, 1.994).

IV.3.1.5 Desgaste de Piso



Figura IV.3.23 Desgaste de Piso de Granito en el Hall de Entrada

El desgaste de piso se refiere al trato inadecuado que se le haga al mismo soportando un peso excesivo, bien de cargas fijas o bien de cargas que por

encima del mismo transiten repetidamente, dañando no solo la capa decorativa de la baldosa, sino la baldosa entera, incluso llegando a destrozar toda la superficie del piso.

El daño se presenta cuando el piso ha sido objeto de un revestimiento apto para un tránsito normal y sin embargo se dedica al paso de un tránsito mayor o bien cargas importantes en tránsito de objetos más pesados. Otra razón fundamental para el deterioro del piso puede ocurrir por la acumulación de agua sobre el mismo lo que debilita la capa más externa, y la vuelve vulnerable a cualquier daño y deterioro (Fernández, 1.994).

IV.3.2 Escala de Daños

Con la finalidad de clasificar los daños presentes en los elementos se elaboró una escala de daños con niveles que van desde “1” (uno) hasta “5” (cinco) asociado a unos códigos de colores según los niveles utilizados; siendo uno (verde claro) el deterioro mínimo y cinco (naranja intenso) el máximo. Para cada tipo de daño se describe cada uno de los niveles; tales características se muestran en la siguiente tabla:

Tabla IV.3.19 Escala de Daños

Nº	TIPO DE DAÑO	ESCALA DE DANOS				
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
1	Grietas en paredes por asentamiento o fuerzas externas	Presenta pocas	Presenta en algunas zonas y muy pequeñas	Presenta en más zonas pero pequeñas	Presenta en más zonas pero de tamaño mediano	Presenta en más zonas pero de tamaño considerable.
2	Desprendimiento de Cerámica Vitrificada, Deterioro de Pintura y Frisos	Presencia de menos del 10% de daños en el elemento	Presencia de 10% - 35% de daños en el elemento	Presencia de 35% - 60% de daños en el elemento	Presencia de 60% - 85% de daños en el elemento	Presencia de 85% - 100% de daños en el elemento
3	Humedad	Presencia de menos del 10% de humedad en el elemento	Presencia de 10% - 35% de humedad en el elemento	Presencia de 35% - 60% de humedad en el elemento	Presencia de 60% - 85% de humedad en el elemento	Presencia de 85% - 100% de humedad en el elemento
4	Delaminación del concreto	Presenta pequeñas fisuras el elemento	Presencia de grietas pequeñas en la zona cercana al acero	Presencia de grietas visibles en ciertas partes del elemento	Presencia de grietas y abultamiento del recubrimiento de concreto en varias zonas del elemento	Desprendimiento total del concreto, aceros corroídos a la vista.
5	Desgaste de Piso	Presencia de menos del 10% de daños en el elemento	Presencia de 10% - 35% de daños en el elemento	Presencia de 35% - 60% de daños en el elemento	Presencia de 60% - 85% de daños en el elemento	Presencia de 85% - 100% de daños en el elemento

Los porcentajes mencionados en cada nivel son aproximados, solo permiten establecer diferencias entre los niveles y proporcionar una visión de los daños presentes en la edificación.

IV.3.3 Planilla de Daños

Para la evaluación de los elementos estructurales y no estructurales se elaboró una planilla en la que se señala el tipo de elemento, la ubicación del

mismo, los daños observados identificando el nivel en el que se encuentra y la fotografía del daño. Seguidamente se muestra el modelo de planilla empleado en la inspección:

Tabla IV.3.20 Planilla de Daños Usada en Inspección Visual (Planilla Modelo)

PLANILLA DE DAÑOS INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL							
ELEMENTO	PISO	UBICACIÓN DEL ELEMENTO	PRESENTA DAÑO TIPO	NIVEL DE DISEÑO	UBICACIÓN DEL DAÑO EN EL ELEMENTO	FOTOGRAFÍA	OBSERVACIONES
Columna			Tipo 1	Nivel 1			
Viga			Tipo 2	Nivel 2			
Losa			Tipo 3	Nivel 3			
Pared			Tipo 4	Nivel 4			
			Tipo 5	Nivel 5			
Columna			Tipo 1	Nivel 1			
Viga			Tipo 2	Nivel 2			
Losa			Tipo 3	Nivel 3			
Pared			Tipo 4	Nivel 4			
			Tipo 5	Nivel 5			
Columna			Tipo 1	Nivel 1			
Viga			Tipo 2	Nivel 2			
Losa			Tipo 3	Nivel 3			
Pared			Tipo 4	Nivel 4			
			Tipo 5	Nivel 5			

Dicha evaluación se realizó en la mayoría de los elementos (vigas, columnas, losas, piso, etc.) ya que debido a las actividades desempeñadas en algunos laboratorios no fue posible realizar la inspección en la totalidad de los mismos (ver planillas de daños en anexo A).

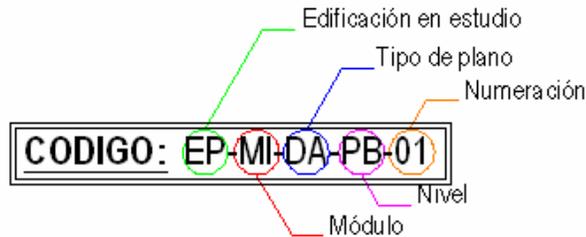
Para efectos de identificación del deterioro en las fotos resultó necesario modificar el formato de la planilla, resultando el siguiente formato:

Tabla IV.3.21 Planilla de Daños Modificada

PLANILLA DE DAÑOS INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL					
1		<u>Elemento:</u>	2		<u>Elemento:</u>
		<u>Piso:</u>			<u>Piso:</u>
		<u>Ubicación:</u>			<u>Ubicación:</u>
		<u>Tipo de Daño:</u>			<u>Tipo de Daño:</u>
		<u>Nivel de Daño:</u>			<u>Nivel de Daño:</u>
		<u>Observaciones:</u>			<u>Observaciones:</u>
3		<u>Elemento:</u>	4		<u>Elemento:</u>
		<u>Piso:</u>			<u>Piso:</u>
		<u>Ubicación:</u>			<u>Ubicación:</u>
		<u>Tipo de Daño:</u>			<u>Tipo de Daño:</u>
		<u>Nivel de Daño:</u>			<u>Nivel de Daño:</u>
		<u>Observaciones:</u>			<u>Observaciones:</u>
5		<u>Elemento:</u>	6		<u>Elemento:</u>
		<u>Piso:</u>			<u>Piso:</u>
		<u>Ubicación:</u>			<u>Ubicación:</u>
		<u>Tipo de Daño:</u>			<u>Tipo de Daño:</u>
		<u>Nivel de Daño:</u>			<u>Nivel de Daño:</u>
		<u>Observaciones:</u>			<u>Observaciones:</u>

Con la finalidad de identificar con mayor facilidad los daños encontrados en la edificación se realizaron planos de daños (ver anexo D) en los que se identifica por elemento: la ubicación, el tipo de daño y el nivel del mismo. Es necesario señalar que todos los planos realizados para este trabajo de investigación cuentan

con una codificación para facilitar e identificar cada uno de éstos, la misma se muestra a continuación:



Edificación en estudio:	- EP= Edificio Principal
Módulo:	- Módulo I - Módulo II - Módulo III
Tipo de plano:	- DA= Distribucion Actual - EV= Envigado - FA= Fachada - PD= Planos de Daños
Nivel:	- PT= Planta Techo - PA= Planta Alta - PB= Planta Baja
Numeración:	Numeración consecutiva (01-23)

Figura IV.3.24 Codificación de los Planos

La mayor parte de los elementos presentan deterioros que se ubican en el nivel más leve (uno); predominando la presencia de humedad debida a filtraciones ocasionadas por la falta de impermeabilización de planta techo por un lapso no menor de dos años.

En relación a las juntas estructurales que delimitan cada uno de los módulos en el Edificio Principal del IMT se observa que algunas de éstas se encuentran deterioradas ya que presentan humedad, pérdida de recubrimiento y óxido, posiblemente por la falta de mantenimiento en las mismas. Por otra parte, es necesario señalar que algunas de las juntas han sido recubiertas con pintura, y las que se ubican en la fachada norte de la edificación carecen de fleje metálico.



Figura IV.3.25 Deterioro en Junta Interna entre en Módulo I y II en Planta Techo



Figura IV.3.26 Deterioro en Junta de Fachada Norte entre Módulo I y II en Planta Alta



Figura IV.3.27 Junta con Recubrimiento entre el Módulo II y III en Planta Techo

CAPÍTULO V

Recálculo de la Estructura

V.1 Protocolo de Recálculo

El recálculo de la estructura tiene como finalidad determinar las áreas de acero de refuerzo requeridas en los elementos estructurales, tomando la geometría existente y mediante modelos analizados con el uso de un programa de cálculo estructural. Por igual se analizaron parámetros como el período de la estructura, los desplazamientos, la deriva, entre otros.

El programa de cálculo estructural (ETABS v9.0) empleado para el análisis de la estructura fue diseñado bajo las Normas Americanas ACI, por tal motivo los valores arrojados por el mismo fueron adaptados a las Normas Venezolanas vigentes.

V.1.1 Normativa

El protocolo de recálculo consistió en el análisis de la estructura basado en las Normas Venezolanas COVENIN y Americanas ACI vigentes, entre ellas se destacan:

- Norma COVENIN – MINDUR 1.753:1.987 *“Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones. Análisis y Diseño”*.
- Norma COVENIN 1.756:2.001 *“Edificaciones Sismorresistentes”*.
- Norma COVENIN – MINDUR 2.002:1.988 *“Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones”*.
- Norma Americana ACI318:2.005 *“Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural”*.
- Norma PDVSA A-261:2.001 *“Criterios y Acciones Mínimas para el Diseño de Estructuras Industriales”*.

V.1.2 Calidad de los Materiales

De acuerdo a la información encontrada en memorias de cálculo y en los planos originales la resistencia del concreto ($f'c$) usada es de 140kg/cm^2 , al ser la Ciudad Universitaria de Caracas Patrimonio Cultural de la Humanidad se establece una limitante para la realización de ensayos destructivos sobre las estructuras que forman parte de ella, por tal razón no se pudo verificar el valor de $f'c$ suministrado en las memorias de cálculo.

En relación a la resistencia cedente del acero se conoce que el valor usado en los cálculos de la edificación es de 2800kg/cm^2 , dicho valor se encontró en las memorias de cálculo y en los planos originales.

V.1.3 Métodos de Análisis Estructural

Según lo establecido en la Norma COVENIN 1.756 del año 2.001, en su capítulo 9 (tabla 9.1), se debe realizar como mínimo un Análisis Estático de la Estructura, donde los efectos traslacionales se determinan con el Método Estático Equivalente (artículo 9.3 de la referida Norma) y los torsionales con el Método de la Torsión Estática Equivalente (artículo 9.5). Con el fin de refinar el recálculo de la estructura se decidió sustituir el método antes especificado por el Análisis Dinámico Espacial (artículo 9.6 de la Norma antes citada).

V.1.4 Sistema Estructural

Según la Norma para Edificaciones Sismorresistentes (COVENIN 1.756:2.001) la estructura en estudio posee un sistema estructural Tipo I, ya que está conformada por pórticos que poseen vigas en dos direcciones y columnas que resisten la totalidad de las acciones sísmicas.

V.1.5 Cargas Consideradas

Las cargas sobre la estructura se determinaron en base a las indicaciones de la Norma COVENIN 2.002 del año 1.988, por lo cual se consideran las siguientes acciones:

V.1.5.1 Cargas Permanentes (CP): En este tipo de carga se incluye el peso propio de la losa, vigas, columnas, tabiquería, acabados y recubrimientos.

V.1.5.2 Cargas Variables (CV): Esta acción se determinó para cada ambiente de las edificaciones, de acuerdo a la tabla 5.1 de la Norma antes citada, por igual se consideraron cargas particulares como los estantes móviles que se encuentran en la biblioteca del Edificio Principal del IMT y que no están contemplados dentro del diseño original.

V.1.5.3 Cargas Accidentales (S): Las acciones sísmicas se consideraron según lo establecido en la Norma COVENIN 1.756:2.001 en su capítulo 7, para ello resultó necesario construir un espectro de diseño de acuerdo a las características geológicas y geotécnicas que posee el Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano.

Tabla V.1.22 Cargas Consideradas en el Recálculo del Edificio Principal

CARGAS DISTRIBUIDAS VARIABLES SOBRE ENTREPISOS kgf/m²

USO DE LA EDIFICACIÓN	2. EDIFICACIONES EDUCACIONALES (ESCUELAS, LICEOS, UNIVERSIDADES, INSTITUTOS TECNICOS Y SIMILARES).			
	NIVELES			
AMBIENTES	PLANTA BAJA	PLANTA INTERMEDIA	PLANTA ALTA	PLANTA TECHO
A. AREAS PUBLICAS: pasillos comedores, vestuarios, salas de estar	400		400	
B. AREAS PRIVADAS: oficinas, aulas, quirófanos, cocinas, lavanderías, servicios y mantenimiento	300		300	
C. AREAS CON ASIENTOS FIJOS	400			
E. AZOTEAS O TERRAZAS		100		100
F. VOLADOS			100	100
G. BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y SIMILARES: Salas de lectura	300			
G. BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y SIMILARES: Estantes sobre rieles	2200			
H. ESCALERAS Y ESCALERAS DE ESCAPE	500		500	
L. AREAS CON CARGAS LIVIANAS DE MAQUINAS	600		600	
N. DEPOSITOS EN GENERAL	1000		1000	

CARGAS DISTRIBUIDAS PERMANENTES SOBRE ENTREPISOS kgf/m²

	NIVELES			
	PLANTA BAJA	PLANTA INTERMEDIA	PLANTA ALTA	PLANTA TECHO
LOSA MACIZA DE 15cm DE ESPESOR			375	375
LOSA MACIZA DE 10cm DE ESPESOR		240		
CIELO RASO COLGANTE DE PANELES LIVIANOS			20	20
TABICUERÍA Y PAREDES DE MAMPOSTERIA	150		150	
GRANITO ARTIFICIAL CON UN ESPESOR TOTAL DE 5cm Y CERÁMICA SOBRE MORTERO DE 3cm DE ESPESOR	100		100	
IMPERMEABILIZACIÓN: 2 CAPAS				10
FRISOS Y REVESTIMIENTO DE PAREDES DE ESPESOR 2,5cm	55	55	55	55
MORTERO DE PENDIENTE 5cm				110
TUBERÍAS PARA SERVICIOS DE DIAMETROS VARIABLES		150		
TOTAL	305	445	700	570

Es necesario señalar que la tabiquería perimetral (bloques de concreto frisados por ambas caras) se consideró como una carga lineal de $330\text{kgf/m}^2/\text{m}^2$ de pared, las cuales se apoyan directamente sobre las vigas perimetrales. En el caso de los brocales ubicados en planta techo se modelaron como una carga lineal (275kg/ml) sobre las vigas perimetrales, de acuerdo a sus dimensiones y a la densidad del concreto.

En planta techo existen compresores de los aires acondicionados, los cuales se consideraron en el modelo como cargas puntuales (100kg) aplicadas directamente sobre las vigas.

Por otra parte, en la edificación en estudio se han realizado remodelaciones y cambios de uso, entre las cuales se destacan dos mezaninas en estructura metálica ubicadas en la sección de biología molecular, específicamente se encuentran en el: módulo I entre los pórticos 11 – 12 / C – E y módulo III entre los pórticos 28 – 29 / D – E (ver planos 4 y 6). Para las mismas se estimó la carga permanente y carga variable, siendo éstas: 160kg/m^2 y 300kg/m^2 respectivamente, dichas cargas se adicionaron en la ubicación antes mencionada.

V.1.6 Espectro de Diseño

V.1.6.1 Características y Factores de la Zona

La edificación fue construida en una zona de elevado peligro sísmico (Zona Sísmica: 5), por lo tanto el coeficiente de aceleración horizontal (A_0) es igual a $0,30\text{m/seg}^2$. El suelo posee una forma espectral S2 con un factor de corrección de la aceleración horizontal (ϕ) $0,95\text{m/seg}^2$ (ver tabla II.2.2). La estructura según su uso pertenece al grupo A por lo que posee un factor de importancia (α) de 1,30.

V.1.6.2 Nivel de Diseño de la Estructura

Según la Norma COVENIN 1.753 la estructura en estudio satisface las características del Nivel de Diseño 1, salvo por la ausencia de ligaduras en los nodos. Por otra parte, en el comentario del capítulo 12 de la Norma 1.756 en la tabla C-12.1, se establece a modo de orientación los niveles de diseño presentes en estructuras de concreto armado construidas en zonas donde se esperan movimientos sísmicos intensos, de acuerdo al año de ejecución del proyecto de la estructura (1.953) y a las características de la misma (con pórticos y 3 niveles), por ello se deduce de dicha tabla y por lo antes expuesto, que el nivel de diseño presente en la edificación es uno (1).

V.1.6.3 Factor de Reducción de Respuesta

De acuerdo al sistema estructural de la edificación en cuestión, el valor máximo de reducción de respuesta (R) de la estructura en estudio es dos (2), esta consideración la establece la Norma COVENIN 1.756 en la tabla 6.4.

Por otra parte, es necesario señalar que según estudios realizados por el Instituto de Modelos y Materiales Estructurales (IMME) a diferentes escuelas ubicadas en el Estado Sucre, luego del terremoto de Cariaco, las cuales poseen características similares al IMT, el factor de ductilidad que se corresponde no es mayor que dos (2) (López, 2.004).

Por lo observado en planos y memorias de cálculo de la estructura todas las columnas cumplen con las condiciones geométricas establecidas en la Norma COVENIN 1.753 del año 1.987 en su artículo 18.3.1, en relación a la cuantía de acero se evidencia que las mismas poseen aproximadamente 1,00‰ del área gruesa de la sección, siendo éste el valor mínimo establecido en la norma antes citada. El acero transversal (ligaduras) se encuentran con la misma separación en toda la altura del elemento, él mismo no cumple con los espaciamientos y áreas establecidas en el artículo 18.3.4 de la misma norma.

En cuanto a las vigas, aproximadamente el 60% de las mismas cumplen con las condiciones geométricas establecidas en el artículo 18.2.1 de la norma COVENIN 1.753. En lo que respecta al acero transversal se observa que no se cumplen las separaciones mínimas establecidas en la referida norma. Es importante señalar que aproximadamente el 80% de las vigas no cumplen con el acero mínimo y aproximadamente el 20% sobrepasa la cuantía máxima de armadura, ambas consideraciones se encuentran establecidas en el capítulo 18.2.2.1

Por la verificación de los elementos estructurales en planos se constató la ausencia de refuerzo transversal en las juntas. De la observación en campo se comprobó la presencia de columnas “cortas”, debido a la existencia de paredes adosadas a las mismas, las cuales disminuyen aún más la ductilidad de la estructura y precipitan posibles fallas frágiles por cortante (López, 2.004).

Conviene señalar que, cuando la obra fue proyectada se permitía el uso de concretos con resistencias tan bajas como 100kg/cm^2 , por lo tanto el valor de 140kg/cm^2 no representa un incumplimiento de las normas de diseño de esa época (López, 2.004).

Es por todo lo antes expuesto que se decidió seleccionar como factor de reducción de respuesta (R) el valor de 1,5, debido a que la estructura no asegura

una capacidad de absorción y disipación de energía, especialmente debido al limitado refuerzo transversal y a la presencia de columnas cortas.

Para la construcción del espectro de diseño se emplearon los datos antes mencionados y el capítulo 7 de la Norma 1.756 del año 2.001, a continuación se muestra una tabla que engloba los datos empleados (tabla V.1.23) y el espectro de diseño se muestra en la figura V.1.28:

Tabla V.1.23 Datos del Espectro de Diseño

DATOS	VALOR	NORMA COVENIN 1.756
Tipo de Sistema Estructural Resistente a Sismo	I	Artículo 6.3.1
Nivel de Diseño	ND1	Artículo 6.2.1
Clasificación según el Uso	Grupo A	Artículo 6.1.1
Zona Sísmica	5	Tabla 4.1
Forma Espectral	S2	Tabla 5.1
Coefficiente de Aceleración Horizontal, A_0	0,30	Tabla 4.1
Factor de Corrección de A_0 , φ	0,95	Tabla 5.1
Factor de Importancia, α	0,30	Tabla 6.1
Factor de Reducción de Respuesta, R	1,5	Tabla 6.4
Máximo Período donde el Espectro tiene Valores Constantes, T^*	0,70s	Tabla 7.1
Factor de Magnificación Promedio, β	2,60	Tabla 7.1
Exponente que define la Rama Descendente del Espectro	1,00	Tabla 7.1
Período Característico de Variación de Respuesta Dúctil, T^+	0,00s	Tabla 7.2
Período a partir del cual el Espectro tiene un Valor Constante	0,175s	Artículo 7.2

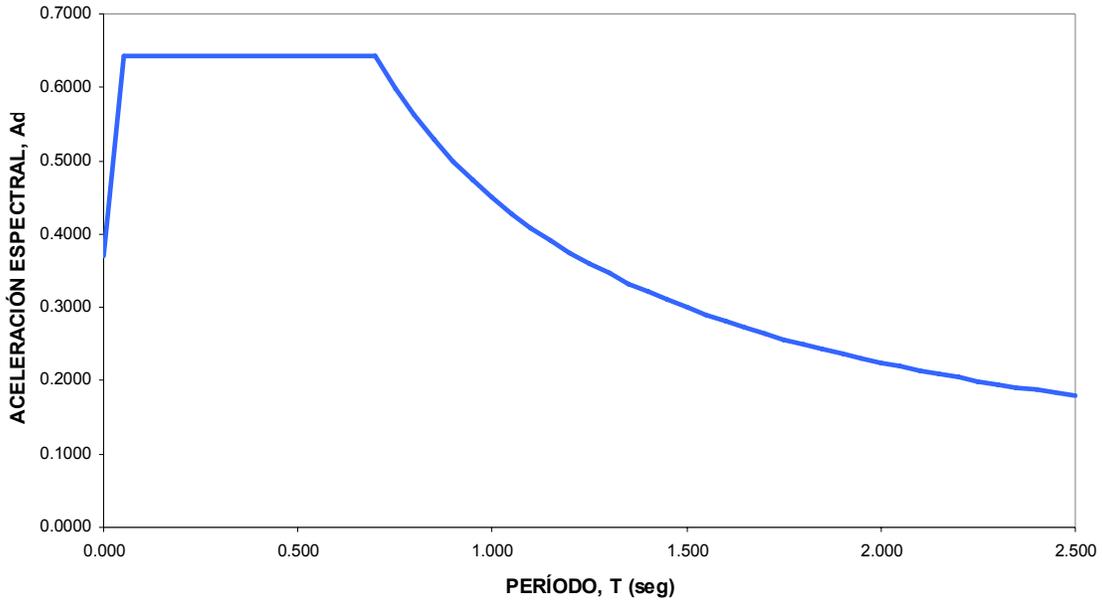


Figura V.1.28 Espectro de Diseño

V.1.7 Combinaciones de Carga

Según lo establecido en el artículo 9.2 de la Norma COVENIN 1.753 del año 1.987, la resistencia requerida para resistir la carga permanente (CP) y carga variable (CV) será la obtenida por la siguiente combinación:

$$U = 1,4CP + 1,7CV$$

Dado a que se consideró la acción del sismo (S), se empelaron las siguientes combinaciones también, las cuales fueron extraídas de la norma antes referida:

$$U = 0,75(1,4CP + 1,7CV) + 1,0S$$

$$U = 0,9CP + 1,0S$$

La estructura se recalculó bajo la acción simultánea de dos componentes sísmicas horizontales (S_x y S_y), tal y como lo establece la Norma COVENIN 1.756:2.001 en su artículo 8.6, según el siguiente criterio: “el valor absoluto de las solicitaciones debidas a sismo en una dirección más 0,30 del valor absoluto de las solicitaciones debidas a sismo en la dirección ortogonal y viceversa”.

Las solicitaciones sísmicas se consideraron alternadamente con los signos + y – para efectos de su combinación con la carga permanente (CP) y la carga variable (CV).

V.1.8 Modelos Analizados

El estudio de la edificación se realizó mediante tres (3) modelos estructurales, los cuales fueron evaluados con el Nivel de Diseño (ND) y el Factor de Reducción de Respuesta (R) antes mencionado, con la finalidad de comparar las áreas de acero con las existentes en los planos y evaluar su comportamiento

estructural. Los modelos estructurales empleados fueron arreglados de acuerdo a los lineamientos establecidos en el capítulo 8 de la Norma 1.756, los mismos se muestran a continuación:

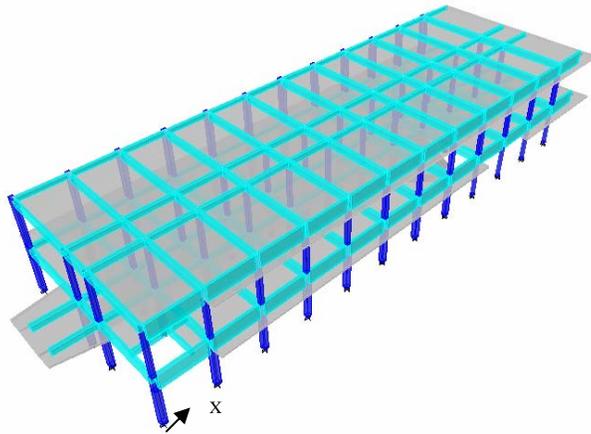


Figura V.1.29 Módulo I del Edificio Principal Modelado en ETABS v9.0

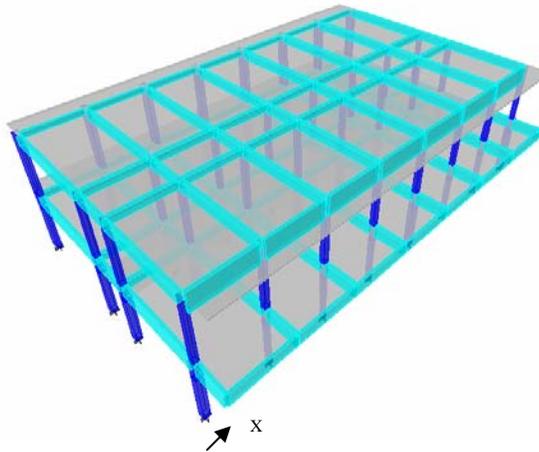


Figura V.1.30 Módulo II del Edificio Principal Modelado en ETABS v9.0

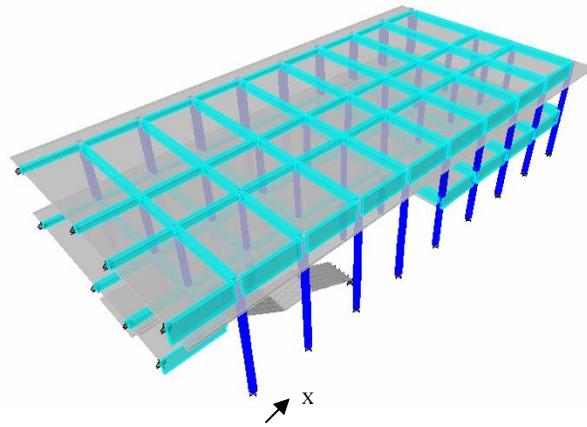


Figura V.1.31 Módulo III del Edificio Principal Modelado en ETABS v9.0

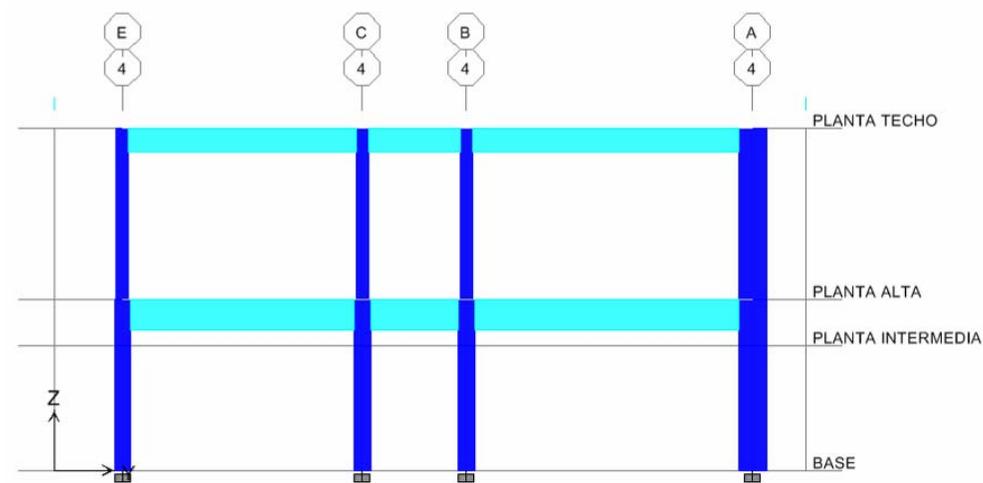


Figura V.1.32 Identificación de Niveles Empleados en los Modelos

Es necesario señalar que, se conocen por los planos originales las áreas de acero longitudinal de las columnas, éstas se incluyeron en los modelos de los tres módulos de la estructura con la finalidad de que el programa de cálculo estructural

empleado chequeara tales áreas y en el caso de ser insuficientes el mismo proporcionará tales áreas de acero.

En relación a los volados acartelados (ver figura IV.1.15), éstos se modelaron con la mayor dimensión (h_1) con la finalidad de simplificar el modelo y dado a que la diferencia entre ambas dimensiones es poca.

Por otra parte, según el artículo 8.3.3 de la Norma COVENIN 1.756:2.001 se consideró que los niveles planta alta y planta techo actúan como diafragmas indeformables en su plano, ya que son capaces de transmitir las fuerzas a los elementos verticales. En cambio, la planta intermedia no posee suficiente rigidez por lo tanto se consideró como diafragma flexible en el análisis y diseño de la estructura.

V.2 Resultados y Análisis

Una vez analizados los modelos antes planteados para la evaluación estructural de la edificación, se obtuvieron valores correspondientes a las propiedades estáticas y dinámicas de ésta, las cuales se muestran a continuación:

V.2.1 Peso de la Estructura

De acuerdo a la Norma 1.756 del año 2.001 en su capítulo 7 y al uso que posee la edificación, el peso total de la edificación por encima del nivel base (W) se determinó con la totalidad de las acciones permanentes más el 50% de las acciones variables.

Tabla V.2.24 Peso de la Estructura del Edificio Principal del IMT

MÓDULO	NIVEL	MASA (ton)	PESO, W (ton)	CENTRO DE MASA, CM (m)		CENTRO DE RIGIDEZ, CR (m)	
				X _{CM} (m)	Y _{CM} (m)	X _{CR} (m)	Y _{CR} (m)
I	PLANTA TECHO	64,88	636,52	23,56	7,22	21,98	8,29
	PLANTA ALTA	172,90	1.696,14	23,02	7,57	21,79	6,96
	TOTAL =	237,78	2.332,65				
II	PLANTA TECHO	39,75	389,99	14,04	9,86	14,00	11,04
	PLANTA ALTA	101,06	991,38	14,21	9,73	14,01	9,86
	TOTAL =	140,81	1.381,37				
III	PLANTA TECHO	52,04	510,51	18,15	7,58	19,44	7,26
	PLANTA ALTA	120,82	1.185,29	19,209	8,44	18,96	4,62
	TOTAL =	172,86	1.695,80				

V.2.2 Cortante Basal Estático Mínimo

La fuerza cortante basal (V_o), en cada dirección se determinó de acuerdo con el Método Estático Equivalente establecido en el capítulo 9 de la Norma 1.756:2.001 para un período $T = 1,6T_a$. Para ello, se empleó una hoja de cálculo elaborada para tal fin (ver hoja de cálculo en anexo B), con la misma se obtuvo los siguientes cortantes:

Tabla V.2.25 Cortante Basal Estático Mínimo

MÓDULO	T_a (s)	T (s)	Ad	μ	V_o (ton)
I	0,37	0,59	0,64	0,96	1.433,18
II					848,72
III					1.041,90

V.2.3 Cortante Basal Dinámico

De acuerdo con lo establecido en el artículo 9.6.2.1 de la Norma 1.756 del año 2.001 en cada dirección el corte basal (V_{ox} y V_{oy}) obtenido de la combinación modal debe ser mayor al cortante basal mínimo (V_o).

En el caso de que el corte basal en alguna de las direcciones (X y Y) sea menor al mínimo los valores de diseño se mayoraron con los siguiente factores: V_o/V_{ox} y V_o/V_{oy} respectivamente, hasta garantizar que todos los cortantes basales fuesen mayores a los del Método Estático Equivalente.

Del análisis de la estructura, se obtuvo los cortantes basales dinámicos, los cuales eran menores al estático, por lo tanto se escaló la respuesta espectral en función de los factores antes mencionados. Los factores de escalación de la respuesta espectral (tales factores incluyen la gravedad) y los cortantes basales dinámicos obtenidos se muestran a continuación:

Tabla V.2.26 Factores de Escalación y Cortantes Basales Dinámicos

MÓDULO	$(V_o/V_{ox}) \times g$	$(V_o/V_{oy}) \times g$	Vox (ton)	Voy (ton)
I	14,47	16,45	1.444,42	1.443,42
II	14,52	14,52	848,91	848,74
III	17,93	15,36	1.049,88	1.051,88

V.2.4 Reacciones en las Juntas Estructurales

Tal y como se mencionó en la descripción de la edificación, ésta se encuentra dividida en tres módulos (ver figura II.2.11) los cuales se encuentran

separados por juntas estructurales. De acuerdo a los planos originales y por observación directa, se verificó que los Módulos I y III se apoyan mediante ménsulas en el Módulo II. Por tal motivo en los modelos I y III se restringieron todos los desplazamientos verticales en donde se encuentra dicha junta, una vez analizado tales módulos se adicionaron las reacciones verticales generadas en el modelo II. Dichas reacciones se muestran en la siguiente tabla:

Tabla V.2.27 Reacciones en las Juntas de los Módulos I y III

NIVEL	CARGA	MODULO I			MODULO III		
		NODO	UBICACIÓN	FZ (kg)	NODO	UBICACIÓN	FZ (kg)
PLANTA TECHO	CP	49	A - JE	1.792,17	37	A - JE	2.531,87
PLANTA TECHO	SCP	49		1.200,66	37		613,13
PLANTA TECHO	CVT	49		423,00	37		1.541,23
PLANTA ALTA	CP	49		2.577,12	37		2.555,22
PLANTA ALTA	CV	49		1.492,24	37		1.448,52
PLANTA ALTA	SCP	49		3.471,42	37		3.395,90
PLANTA TECHO	CP	50	B - JE	3.261,89	38	B - JE	3.341,25
PLANTA TECHO	SCP	50		1.494,39	38		769,65
PLANTA TECHO	CVT	50		746,04	38		1.565,65
PLANTA ALTA	CP	50		2.924,59	38		3.085,20
PLANTA ALTA	CV	50		2.076,97	38		2.405,96
PLANTA ALTA	SCP	50		2.190,20	38		2.432,04
PLANTA TECHO	CP	51	C - JE	2.460,64	39	D - JE	2.579,63
PLANTA TECHO	SCP	51		1.093,71	39		544,64
PLANTA TECHO	CVT	51		538,19	39		1.108,48
PLANTA ALTA	CP	51		2.385,63	39		3.047,73
PLANTA ALTA	CV	51		2.234,26	39		1.763,47
PLANTA ALTA	SCP	51		1.712,31	39		1.421,56
PLANTA TECHO	CP	52	E - JE	4.200,66	66	E - JE	3.537,53
PLANTA TECHO	SCP	52		2.244,40	66		691,92
PLANTA TECHO	CVT	52		783,55	66		1.733,80
PLANTA ALTA	CP	52		3.751,43	65		2.399,54
PLANTA ALTA	CV	52		1.897,43	65		878,67
PLANTA ALTA	SCP	52		3.935,46	65		897,91

V.2.5 Análisis Modal

Según lo establecido en la Norma 1.756 del año 2.001, el número mínimo de modos de vibración (N_3) 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.

En las siguientes tablas se muestran los modos de vibración que cumplen con la consideración antes mencionada, igualmente se observan los períodos de vibración obtenidos para cada modo.

Tabla V.2.28 Análisis Modal para el Módulo I de la Edificación

MODO	PERÍODO (s)	MASA PARTICIPATIVA (%)			
		DIRECCIÓN X	SUMATORIA X	DIRECCIÓN Y	SUMATORIA Y
1	0,559	82,05	82,00	0,08	0,00
2	0,504	1,11	83,00	32,29	32,00
3	0,456	0,24	83,00	50,70	83,00
4	0,265	16,27	100,00	0,00	83,00
5	0,209	0,01	100,00	3,34	36,00
6	0,193	0,00	100,00	13,29	100,00

Tabla V.2.29 Análisis Modal para el Módulo II de la Edificación

MODO	PERÍODO (s)	MASA PARTICIPATIVA (%)			
		DIRECCIÓN X	SUMATORIA X	DIRECCIÓN Y	SUMATORIA Y
1	0,564	82,73	83,00	0,00	0,00
2	0,453	0,02	83,00	82,29	82,00
3	0,431	1,78	85,00	0,64	83,00

4	0,251	15,20	100,00	0,00	83,00
5	0,184	0,00	100,00	15,73	99,00
6	0,175	0,03	100,00	1,13	100,00

Tabla V.2.30 Análisis Modal para el Módulo III de la Edificación

MODO	PERÍODO (s)	MASA PARTICIPATIVA (%)			
		DIRECCIÓN X	SUMATORIA X	DIRECCIÓN Y	SUMATORIA Y
1	0,549	41,64	42,00	9,56	10,00
2	0,505	23,04	65,00	48,09	58,00
3	0,486	7,78	72,00	25,20	83,00
4	0,233	17,02	89,00	0,00	83,00
5	0,201	2,23	92,00	11,45	94,00
6	0,185	6,80	99,00	4,76	99,00

Al estudiar los modos de vibración para cada uno de los módulos de la estructura se observa que presentan mayor masa participativa los modos correspondientes a los movimientos de traslación en dirección “X” y “Y”, presentando menor participación de masa los modos torsionales (T), en las figuras siguientes se muestran los modos de vibración:

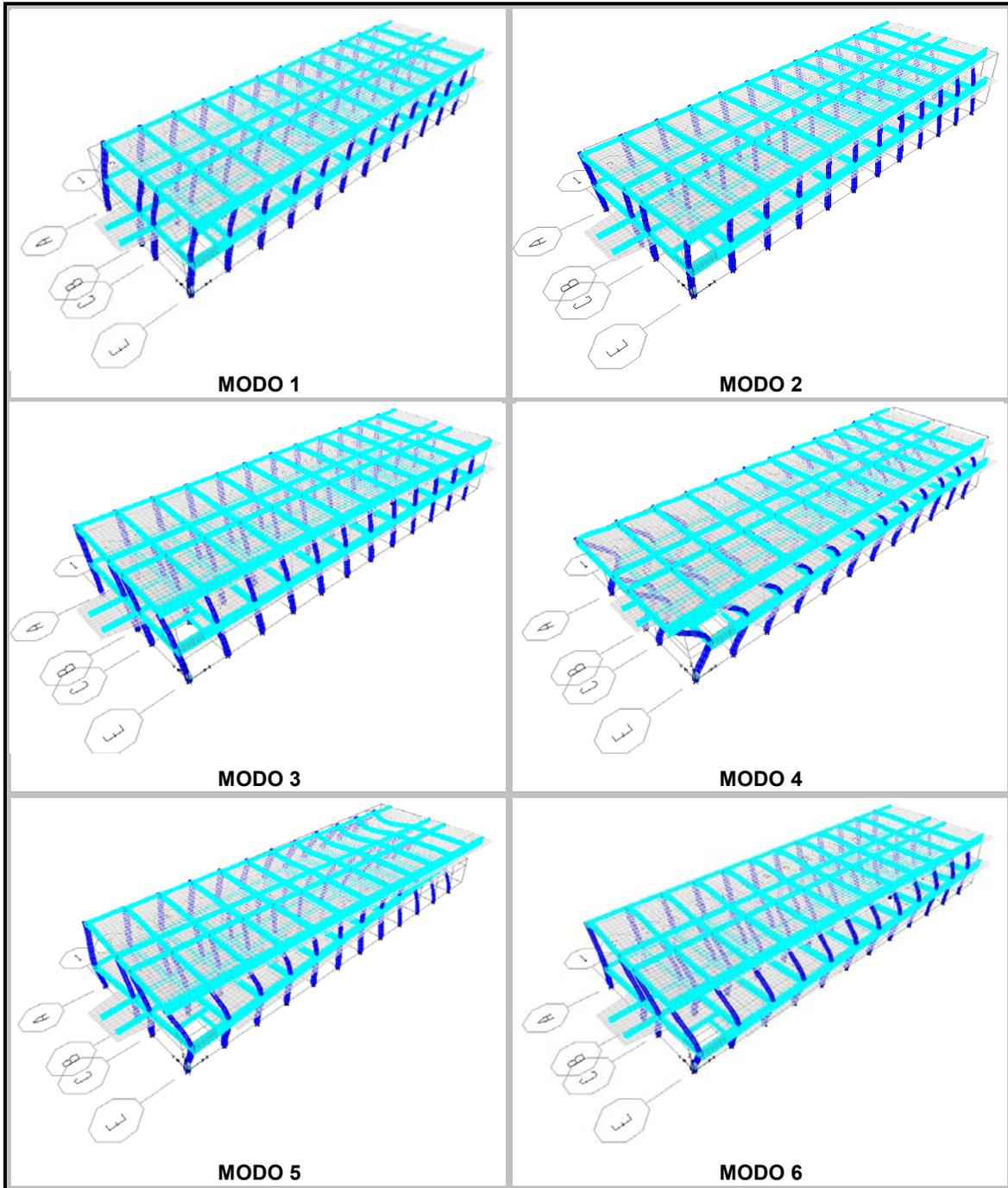


Figura V.1.33 Modos de Vibración del Módulo I de la Edificación

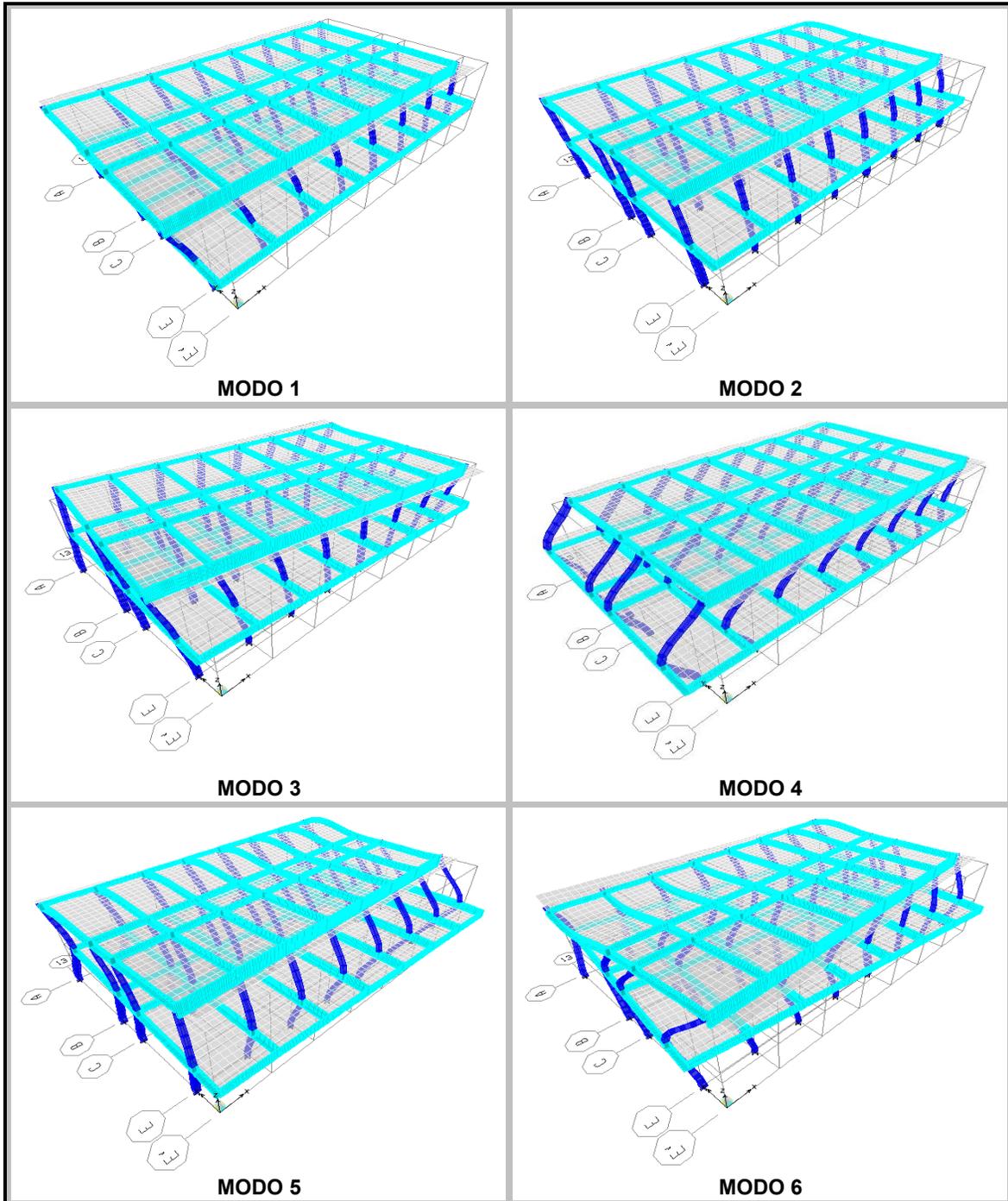


Figura V.1.34 Modos de Vibración del Módulo II de la Edificación

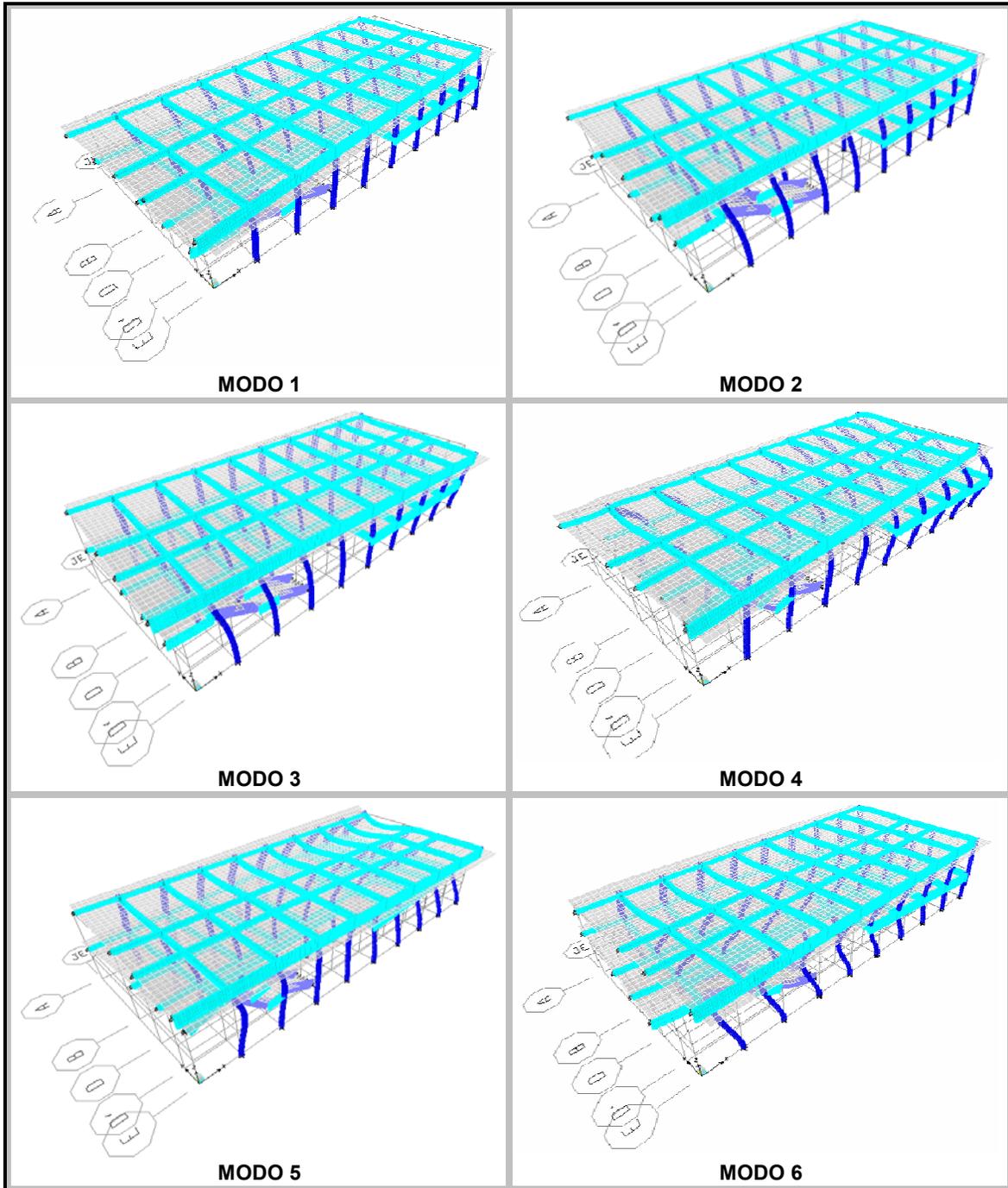


Figura V.1.35 Modos de Vibración del Módulo III de la Edificación

V.2.6 Fuerzas Cortantes

Tabla V.2.31 Fuerzas Cortantes en el Edificio Principal del IMT

MÓDULO	NIVEL	CORTANTE DE PISO		Fx (ton)	Fy (ton)
		Sx	Sy		
I	PLANTA TECHO	829,14	824,65	829,14	824,65
	PLANTA ALTA	1.396,24	1.399,17	567,10	574,52
	PLANTA INTERMEDIA	1.444,42	1.438,25	48,18	39,08
II	PLANTA TECHO	496,34	506,02	496,34	506,02
	PLANTA ALTA	820,34	821,14	324,00	315,11
	PLANTA INTERMEDIA	847,91	848,74	27,57	27,60
III	PLANTA TECHO	673,90	628,78	673,90	628,78
	PLANTA ALTA	989,52	990,11	315,62	361,33
	PLANTA INTERMEDIA	1.049,88	1.051,88	60,36	61,76

V.2.7 Deriva

Tabla V.2.32 Deriva en el Módulo I del Edificio Principal del IMT

NIVEL	CARGA	ALTURA (m)	DESPLAZAMIENTO Δ_i (m)		DERIVA δ_i (m)		VALOR LIMITE (‰)	
			X	Y	X	Y	X	Y
PLANTA TECHO	SX	8,50	0,01489		0,0179		17,868	
	SX			0,004525		0,0054		5,430
	SY		0,005023		0,0060		6,028	
	SY			0,01705		0,0205		20,460
PLANTA ALTA	SX	4,25	0,009892		0,0119		11,870	
	SX			0,002801		0,0034		3,361
	SY		0,003902		0,0047		4,682	
	SY			0,014552		0,0175		17,462
PLANTA INTERMEDIA	SX	3,10	0,011482		0,0138		13,778	
	SX			0,002644		0,0032		3,173
	SY		0,004594		0,0055		5,513	
	SY			0,014103		0,0169		16,924

Tabla V.2.33 Deriva en el Módulo II del Edificio Principal del IMT

NIVEL	CARGA	ALTURA (m)	DESPLAZAMIENTO Δi (m)		DERIVA δi (m)		VALOR LÍMITE (‰)	
			X	Y	X	Y	X	Y
PLANTA TECHO	SX	8,50	0,015737		0,0189		18,884	
	SX			0,004755		0,0057	5,706	
	SY		0,00177		0,0021		2,124	
	SY			0,011221		0,0135	13,465	
PLANTA ALTA	SX	4,25	0,012941		0,0155		15,529	
	SX			0,003458		0,0041	4,150	
	SY		0,001494		0,0018		1,793	
	SY			0,010187		0,0122	12,224	
PLANTA INTERMEDIA	SX	3,10	0,011465		0,0138		13,758	
	SX			0,003158		0,0038	3,790	
	SY		0,001659		0,0020		1,991	
	SY			0,009734		0,0117	11,681	

Tabla V.2.34 Deriva en el Módulo III del Edificio Principal del IMT

NIVEL	CARGA	ALTURA (m)	DESPLAZAMIENTO Δi (m)		DERIVA δi (m)		VALOR LÍMITE (‰)	
			X	Y	X	Y	X	Y
PLANTA TECHO	SX	8,50	0,0165		0,0197		19,750	
	SX			0,0141		0,0169	16,866	
	SY		0,0059		0,0070		7,034	
	SY			0,0156		0,0188	18,750	
PLANTA ALTA	SX	4,25	0,0117		0,0141		14,083	
	SX			0,0142		0,0170	16,981	
	SY		0,0049		0,0059		5,866	
	SY			0,0160		0,0192	19,174	
PLANTA INTERMEDIA	SX	3,10	0,0117		0,0141		14,060	
	SX			0,0106		0,0127	12,689	
	SY		0,0057		0,0068		6,796	
	SY			0,0136		0,0163	16,333	

De acuerdo con la tabla 10.1 de la Norma 1.756 del año 2.001 para edificaciones pertenecientes al grupo A y susceptibles a sufrir daños por deformaciones de la estructura, el valor límite permitido es de 12‰. Siendo el 55% aproximadamente de los valores límites analizados los que superan el valor antes mencionado.

La separación mínima establecida en el artículo 10.3.1 de la Norma antes citada para edificaciones adyacentes es de 6cm, dicho valor se obtuvo del mayor desplazamiento lateral elástico del último nivel en dirección X para los módulos de la estructura, de acuerdo a la separación (3cm aproximadamente) observada en los planos y en memorias de cálculo se determina que no se cumplen las exigencias mínimas establecidas en la norma.

V.2.8 Áreas de Acero Longitudinal Requeridas

En las tablas V.2.36 a V.2.47 se observan las áreas de acero obtenidas en el análisis de la estructura para vigas y columnas, para mayor comprensión se presenta una leyenda de dichas tablas:

Tabla V.2.35 Descripción de las Tablas de Áreas de Acero Requerido

ACERO EXIST. (cm²)	Acero longitudinal existente en el elemento (viga y columna)
ACERO LONG. (cm²)	Acero longitudinal requerido en el elemento por análisis (viga y columna)
ACERO TRANSV. ó ACERO TRANSV. EXIST. (cm²)	Acero transversal existente en el elemento (viga y columna)
ACERO TRANSV. REQ. (cm²/cm)	Acero transversal requerido en el elemento (viga)
ÁREA DE ACERO (cm²)	Área de acero transversal requerido por estribo
S ó S EXIST. (cm)	Separación existente del acero transversal
S REQ. (cm)	Separación requerida del acero transversal
SI	Sección insuficiente

V.2.8.1 Columnas

Tabla V.2.36 Acero Requerido en Columnas del Módulo I – Planta Baja

TIPO	EJES	ACERO EXIST. (cm ²)	ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)	TIPO	EJES	ACERO EXIST. (cm ²)	ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)
10C	A1	22,80	1,42	16,00	SI	12C	C1	22,80	0,64	20,00	SI
10C	A2	22,80	1,42	16,00	SI	13C	C2	17,10	0,64	20,00	SI
10C	A3	22,80	1,42	16,00	SI	13C	C3	17,10	0,64	20,00	SI
10C	A4	22,80	1,42	16,00	SI	13C	C4	17,10	0,64	20,00	SI
10C	A5	22,80	1,42	16,00	SI	13C	C5	17,10	0,64	20,00	SI
10C	A6	22,80	1,42	16,00	SI	13C	C6	17,10	0,64	20,00	SI
10C	A7	22,80	1,42	16,00	SI	13C	C7	17,10	0,64	20,00	SI
10C	A8	22,80	1,42	16,00	SI	22C	C8	30,40	0,64	20,00	SI
10C	A9	22,80	1,42	16,00	SI	16C	C9	15,83	0,64	15,00	SI
10C	A10	22,80	1,42	16,00	SI	13C	C10	17,10	0,64	20,00	SI
10C	A11	22,80	1,42	16,00	SI	13C	C11	17,10	0,64	20,00	SI
10C	A12	22,80	1,42	16,00	SI	13C	C12	17,10	0,64	20,00	SI
12C	B1	22,80	1,42	16,00	SI	13C	E1	17,10	0,64	20,00	SI
13C	B2	17,10	0,64	20,00	SI	13C	E2	17,10	0,64	20,00	SI
13C	B3	17,10	0,64	20,00	SI	13C	E3	17,10	0,64	20,00	SI
13C	B4	17,10	0,64	20,00	SI	13C	E4	17,10	0,64	20,00	SI
13C	B5	17,10	0,64	20,00	SI	13C	E5	17,10	0,64	20,00	SI
13C	B6	17,10	0,64	20,00	SI	13C	E6	17,10	0,64	20,00	SI
13C	B7	17,10	0,64	20,00	SI	13C	E7	17,10	0,64	20,00	SI
14C	B8	31,67	0,64	20,00	SI	13C	E8	17,10	0,64	20,00	SI
13C	B9	17,10	0,64	20,00	SI	21C	E9	55,74	0,64	15,00	SI
13C	B10	17,10	0,64	20,00	SI	16C	E10	15,83	0,64	15,00	SI
13C	B11	17,10	0,64	20,00	SI	16C	E11	15,83	0,64	15,00	SI
13C	B12	17,10	0,64	20,00	SI	16C	E12	15,83	0,64	15,00	SI

Tabla V.2.37 Acero Requerido en Columnas del Módulo I – Planta Alta

TIPO	EJES	ACERO EXIST. (cm ²)	ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)	TIPO	EJES	ACERO EXIST. (cm ²)	ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)
1C	A1	22,80	1,42	16,00	SI	3C	C1	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A2	22,80	1,42	16,00	SI	3C	C2	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A3	22,80	1,42	16,00	SI	3C	C3	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A4	22,80	1,42	16,00	SI	3C	C4	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A5	22,80	1,42	16,00	SI	3C	C5	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A6	22,80	1,42	16,00	SI	3C	C6	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A7	22,80	1,42	16,00	SI	3C	C7	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A8	22,80	1,42	16,00	SI	4C	C8	10,14	0,64	15,00	SI
1C	A9	22,80	1,42	16,00	SI	4C	C9	10,14	0,64	15,00	SI
1C	A10	22,80	1,42	16,00	SI	3C	C10	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A11	22,80	1,42	16,00	SI	3C	C11	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A12	22,80	1,42	16,00	SI	3C	C12	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B1	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E1	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B2	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E2	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B3	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E3	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B4	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E4	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B5	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E5	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B6	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E6	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B7	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E7	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B8	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E8	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B9	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E9	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B10	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E10	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B11	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E11	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B12	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E12	11,40	0,64	15,00	SI

Tabla V.2.38 Acero Requerido en Columnas del Módulo II – Planta Baja

TIPO	EJES	ACERO EXIST. (cm ²)	ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)	TIPO	EJES	ACERO EXIST. (cm ²)	ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)
10C	A13	22,80	1,42	16,00	SI	13C	C13	17,10	0,64	20,00	SI
10C	A14	22,80	1,42	16,00	SI	13C	C14	17,10	0,64	20,00	SI
10C	A15	22,80	1,42	16,00	SI	13C	C15	17,10	0,64	20,00	SI
10C	A16	22,80	1,42	16,00	SI	13C	C16	17,10	0,64	20,00	SI
10C	A17	22,80	1,42	16,00	SI	13C	C17	17,10	0,64	20,00	SI

10C	A18	22,80	1,42	16,00	SI	13C	C18	17,10	0,64	20,00	SI
10C	A19	22,80	1,42	16,00	SI	13C	C19	17,10	0,64	20,00	SI
10C	A20	22,80	1,42	16,00	SI	13C	C20	17,10	0,64	20,00	SI
13C	B13	17,10	0,64	20,00	SI	13C	E13	17,10	0,64	20,00	SI
13C	B14	17,10	0,64	20,00	SI	16C	E14	15,83	0,64	15,00	SI
13C	B15	17,10	0,64	20,00	SI	16C	E15	15,83	0,64	15,00	SI
13C	B16	17,10	0,64	20,00	SI	16C	E16	15,83	0,64	15,00	SI
13C	B17	17,10	0,64	20,00	SI	13C	E17	17,10	0,64	20,00	SI
13C	B18	17,10	0,64	20,00	SI	16C	E18	15,83	0,64	15,00	SI
13C	B19	17,10	0,64	20,00	SI	16C	E19	15,83	0,64	15,00	SI
13C	B20	17,10	0,64	20,00	SI	13C	E20	17,10	0,64	20,00	SI

Tabla V.2.39 Acero Requerido en Columnas del Módulo II – Planta Alta

TIPO	EJES	ACERO EXIST. (cm ²)	ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)	TIPO	EJES	ACERO EXIST. (cm ²)	ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)
1C	A13	22,80	1,42	16,00	SI	3C	C13	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A14	22,80	1,42	16,00	SI	3C	C14	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A15	22,80	1,42	16,00	SI	3C	C15	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A16	22,80	1,42	16,00	SI	3C	C16	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A17	22,80	1,42	16,00	SI	3C	C17	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A18	22,80	1,42	16,00	SI	3C	C18	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A19	22,80	1,42	16,00	SI	3C	C19	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A20	22,80	1,42	16,00	SI	3C	C20	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B13	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E13	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B14	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E14	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B15	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E15	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B16	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E16	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B17	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E17	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B18	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E18	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B19	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E19	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B20	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E20	11,40	0,64	15,00	SI

Tabla V.2.40 Acero Requerido en Columnas del Módulo III – Planta Baja

TIPO	EJES	ACERO EXIST. (cm ²)	ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)	TIPO	EJES	ACERO EXIST. (cm ²)	ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)
10C	A21	22,80	1,42	16,00	SI	21C	D21	55,74	0,64	15,00	SI
10C	A22	22,80	1,42	16,00	SI	16C	D22	15,83	0,64	15,00	SI
10C	A23	22,80	1,42	16,00	SI	16C	D23	15,83	0,64	15,00	SI
10C	A24	22,80	1,42	16,00	SI	16C	D24	15,83	0,64	15,00	SI
10C	A25	22,80	1,42	16,00	SI	16C	D25	15,83	0,64	15,00	SI
10C	A26	22,80	1,42	16,00	SI	16C	D26	15,83	0,64	15,00	SI
10C	A27	22,80	1,42	16,00	SI	16C	D27	15,83	0,64	15,00	SI
10C	A28	22,80	1,42	16,00	SI	16C	D28	15,83	0,64	15,00	SI
10C	A29	22,80	1,42	16,00	SI	16C	D29	15,83	0,64	15,00	SI
13C	B21	17,10	0,64	20,00	SI	7C	E21	15,83	0,64	15,00	SI
13C	B22	17,10	0,64	20,00	SI	7C	E22	15,83	0,64	15,00	SI
13C	B23	17,10	0,64	20,00	SI	7C	E23	15,83	0,64	15,00	SI
13C	B24	17,10	0,64	20,00	SI	7C	E24	15,83	0,64	15,00	SI
13C	B25	17,10	0,64	20,00	SI	16C	E25	15,83	0,64	15,00	SI
13C	B26	17,10	0,64	20,00	SI	16C	E26	15,83	0,64	15,00	SI
13C	B27	17,10	0,64	20,00	SI	16C	E27	15,83	0,64	15,00	SI
13C	B28	17,10	0,64	20,00	SI	16C	E28	15,83	0,64	15,00	SI
13C	B29	17,10	0,64	20,00	SI	16C	E29	15,83	0,64	15,00	SI

Tabla V.2.41 Acero Requerido en Columnas del Módulo III – Planta Alta

TIPO	EJES	ACERO EXIST. (cm ²)	ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)	TIPO	EJES	ACERO EXIST. (cm ²)	ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)
1C	A21	22,80	1,42	16,00	SI	4C	D21	10,14	0,64	15,00	SI
1C	A22	22,80	1,42	16,00	SI	4C	D22	10,14	0,64	15,00	SI
1C	A23	22,80	1,42	16,00	SI	4C	D23	10,14	0,64	15,00	SI
1C	A24	22,80	1,42	16,00	SI	4C	D24	10,14	0,64	15,00	SI
1C	A25	22,80	1,42	16,00	SI	3C	D25	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A26	22,80	1,42	16,00	SI	3C	D26	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A27	22,80	1,42	16,00	SI	3C	D27	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A28	22,80	1,42	16,00	SI	3C	D28	11,40	0,64	15,00	SI
1C	A29	22,80	1,42	16,00	SI	3C	D29	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B21	11,40	0,64	15,00	SI	7C	E21	15,83	0,64	15,00	SI

3C	B22	11,40	0,64	15,00	SI	7C	E22	15,83	0,64	15,00	SI
3C	B23	11,40	0,64	15,00	SI	7C	E23	15,83	0,64	15,00	SI
3C	B24	11,40	0,64	15,00	SI	7C	E24	15,83	0,64	15,00	SI
3C	B25	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E25	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B26	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E26	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B27	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E27	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B28	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E28	11,40	0,64	15,00	SI
3C	B29	11,40	0,64	15,00	SI	3C	E29	11,40	0,64	15,00	SI

Según los resultados obtenidos, se puede observar que el 100% de las columnas poseen un acero inferior al requerido por el análisis realizado, el mismo porcentaje de ellas posee sección insuficiente, es necesario señalar que todas las columnas cumplen con las condiciones geométricas y con el acero mínimo establecido en la Norma 1.753 del año 1.987.

V.2.8.2 Vigas

Tabla V.2.42 Acero Requerido en Vigas del Módulo I – Planta Alta

TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d	i	m	d
1	A	1 - 2	Sup.	5,38	2,53	7,92	1,42	16,00	SI	19,24	SI
			Inf.	5,70	8,55	14,25			SI	SI	SI
2	A	2 - 3	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	8,94	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	10,54	SI
2	A	3 - 4	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	8,82	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	10,70	SI
2	A	4 - 5	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	8,65	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	10,32	SI

TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d	i	m	d
2	A	5 - 6	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	8,60	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	10,37	SI
2	A	6 - 7	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	9,12	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	10,82	SI
2	A	7 - 8	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	8,90	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	10,69	SI
2	A	8 - 9	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	9,23	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	9,66	SI
2	A	9 - 10	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	8,90	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	10,56	SI
2	A	10 - 11	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	8,93	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	10,74	SI
2	A	11 - 12	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	12,86	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	13,43	SI
3	A	12 - 13	Sup.	5,38	2,53	5,38	1,42	16,00	SI	11,79	4,04
			Inf.	5,70	8,55	5,70			SI	13,84	4,70
6	B	1 - 2	Sup.	35,23	30,16	13,85	1,42	19,00	SI	22,78	SI
			Inf.	16,07	9,89	7,92			SI	20,34	SI
7	B	2 - 3	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,61	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			30,41	10,15	30,88
7	B	3 - 4	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,64	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			31,55	9,83	31,57
7	B	4 - 5	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,33	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			31,27	9,77	31,20
7	B	5 - 6	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,92	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			31,81	10,35	SI
7	B	6 - 7	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	9,96	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			31,15	11,40	SI
7	B	7 - 8	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	10,05	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			SI	11,51	SI
7	B	8 - 9	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	11,48	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			30,99	12,51	29,56
7	B	9 - 10	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	9,42	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			SI	11,10	SI
7	B	10 - 11	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,31	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			30,57	9,73	30,15
7	B	11 - 12	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	11,98	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			SI	12,74	SI
9	B	12 - 13	Sup.	11,00	2,53	6,49	0,64	14,00	25,01	11,22	6,38
			Inf.	5,94	9,89	5,94			20,59	14,09	6,40

TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d	i	m	d
6	C	1 - 2	Sup.	35,23	30,16	13,85	1,42	19,00	SI	22,22	SI
			Inf.	16,07	9,89	7,92			SI	20,08	SI
7	C	2 - 3	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,41	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			30,24	SI	30,50
7	C	3 - 4	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,46	31,33
			Inf.	7,92	9,89	5,94			30,99	9,43	31,03
7	C	4 - 5	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,16	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			30,73	9,58	30,73
7	C	5 - 6	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,17	30,12
			Inf.	7,92	9,89	5,94			30,61	9,53	30,53
7	C	6 - 7	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,83	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			31,22	10,17	31,75
7	C	7 - 8	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,60	29,18
			Inf.	7,92	9,89	5,94			29,47	10,27	25,92
8	C	8 - 9	Sup.	8,23	2,53	8,23	0,64	14,00	SI	30,75	23,20
			Inf.	8,55	14,25	8,55			SI	SI	17,50
7	C	9 - 10	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,69	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			30,85	10,46	29,88
7	C	10 - 11	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,55	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			30,91	9,66	29,86
7	C	11 - 12	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	11,42	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			SI	13,04	SI
9	C	12 - 13	Sup.	11,00	2,53	6,49	0,64	14,00	25,32	10,99	6,38
			Inf.	5,94	9,89	5,94			20,21	13,18	6,38
14	E	1 - 2	Sup.	8,55	8,55	8,55	0,64	14,00	32,11	18,46	18,46
			Inf.	11,40	11,40	11,40			33,31	18,68	18,46
15	E	2 - 3	Sup.	14,25	5,70	5,70	0,64	14,00	17,41	11,64	17,06
			Inf.	11,40	11,40	11,40			14,24	11,64	14,89
15	E	3 - 4	Sup.	14,25	5,70	5,70	0,64	14,00	16,77	11,64	16,47
			Inf.	11,40	11,40	11,40			13,72	11,64	13,97
15	E	4 - 5	Sup.	14,25	5,70	5,70	0,64	14,00	16,37	11,64	16,31
			Inf.	11,40	11,40	11,40			13,96	11,64	13,95
15	E	5 - 6	Sup.	14,25	5,70	5,70	0,64	14,00	16,37	11,64	16,30
			Inf.	11,40	11,40	11,40			13,97	11,64	13,97
15	E	6 - 7	Sup.	14,25	5,7	5,7	0,64	14,00	16,33	11,64	16,24
			Inf.	11,4	11,4	11,4			13,97	11,64	13,94
15	E	7 - 8	Sup.	14,25	5,7	5,7	0,64	14,00	16,20	11,64	16,62
			Inf.	11,4	11,4	11,4			14,00	11,64	14,98
16	E	8 - 9	Sup.	5,7	5,7	5,7	1,42	14,00	16,51	11,64	16,62
			Inf.	11,4	11,4	11,4			13,40	11,64	13,67

TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d	i	m	d
17	E	9 - 10	Sup.	5,7	5,7	5,7	1,42	14,00	14,96	11,64	16,18
			Inf.	11,4	11,4	11,4			13,14	11,64	13,14
16	E	10 - 11	Sup.	5,7	5,7	5,7	1,42	14,00	16,22	11,64	16,53
			Inf.	11,4	11,4	11,4			12,94	11,64	13,04
15	E	11 - 12	Sup.	14,25	5,7	5,7	0,64	14,00	15,85	11,64	17,92
			Inf.	11,4	11,4	11,4			12,77	11,64	16,10
18	E	12 - 13	Sup.	5,7	5,7	5,7	1,42	15,00	13,38	11,64	11,64
			Inf.	11,4	11,4	11,4			12,26	11,69	11,64
150	MC	1 - 2	Sup.	5,07	2,53	5,07	0,64	20,00	5,34	5,31	5,31
			Inf.	2,53	5,07	2,53			5,31	5,31	5,31
151	MC	C - E	Sup.	3,8	3,8	3,8	0,64	20,00	5,77	4,69	4,27
			Inf.	3,8	3,8	3,8			4,85	5,60	4,94
103	1	A - B	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	SI	SI	SI
			Inf.	30,4	35,47	35,47			SI	SI	SI
103	1	B - C	Sup.	35,47	35,47	30,4	1,42	12,00	10,92	22,53	30,36
			Inf.	35,47	2,53	20,27			10,88	11,84	16,78
103	1	C - E	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	45,29	24,59	SI
			Inf.	30,4	35,47	35,47			37,31	34,08	SI
5	1	B - VOLADO	Sup.	10,13	15,2	25,34	1,42	17,00	7,13	7,13	13,25
			Inf.	2,53	12,66	12,66			7,13	7,13	7,13
5	1	C - VOLADO	Sup.	10,13	15,2	25,34	1,42	17,00	7,13	7,13	13,66
			Inf.	2,53	12,66	12,66			7,13	7,13	7,13
109	2	A - B	Sup.	20,27	2,53	40,54	1,42	12,00	SI	SI	SI
			Inf.	30,4	35,47	30,4			SI	SI	52,58
109	2	B - C	Sup.	30,4	35,47	30,4	1,42	12,00	10,92	25,87	34,58
			Inf.	40,54	2,53	20,27			10,88	11,58	16,98
109	2	C - E	Sup.	20,27	2,53	40,54	1,42	12,00	40,47	20,13	49,73
			Inf.	30,4	35,47	30,4			28,41	33,71	47,95
103	3	C - E	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	36,28	18,42	46,04
			Inf.	30,4	35,47	35,47			24,92	29,18	43,94
103	4	A - B	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	SI	47,67	SI
			Inf.	30,4	35,47	35,47			SI	SI	42,55
103	4	B - C	Sup.	35,47	35,47	30,4	1,42	12,00	10,92	18,43	24,08
			Inf.	35,47	2,53	20,27			10,88	10,92	12,53
103	4	C - E	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	30,93	16,07	42,16
			Inf.	30,4	35,47	35,47			21,65	23,82	39,78
103	5	A - B	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	SI	43,26	50,38
			Inf.	30,4	35,47	35,47			SI	51,87	38,40
103	5	B - C	Sup.	35,47	35,47	30,4	1,42	12,00	10,92	17,00	21,94
			Inf.	35,47	2,53	20,27			10,88	10,88	10,92

TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV	ACERO EXIST. (cm ²)				ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)		
			Sup.	Inf.	Sup.	Inf.			Sup.	Inf.	Sup.
103	5	C - E	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	27,64	14,13	38,73
			Inf.	30,4	35,47	35,47			18,81	21,59	36,23
103	6	C - E	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	24,97	12,67	36,02
			Inf.	30,4	35,47	35,47			16,51	19,93	33,32
103	7	C - E	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	25,82	12,95	36,71
			Inf.	30,4	35,47	35,47			17,25	20,15	33,96
104	8	A - B	Sup.	15,2	2,53	35,47	1,42	12,00	SI	44,43	51,56
			Inf.	30,4	40,54	35,47			SI	53,21	39,26
104	8	B - C	Sup.	35,47	40,54	30,4	1,42	12,00	10,92	14,64	18,15
			Inf.	35,47	2,53	15,2			10,88	10,92	11,64
104	8	C - E	Sup.	15,2	2,53	35,47	1,42	12,00	26,01	17,01	40,75
			Inf.	30,4	40,54	35,47			21,85	20,10	37,59
110	9	A - B	Sup.	20,27	2,53	45,6	1,42	12,00	SI	49,25	SI
			Inf.	30,4	35,47	25,34			SI	SI	43,81
110	9	B - C	Sup.	25,34	35,47	30,4	1,42	12,00	10,92	15,36	21,77
			Inf.	45,6	2,53	20,27			10,88	10,92	15,25
110	9	C - E	Sup.	20,27	2,53	45,6	1,42	12,00	26,16	14,59	39,80
			Inf.	30,4	35,47	25,34			20,56	19,36	36,45
103	10	A - B	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	SI	SI	SI
			Inf.	30,4	35,47	35,47			SI	SI	49,07
103	10	B - C	Sup.	35,47	35,47	30,4	1,42	12,00	10,92	23,76	32,04
			Inf.	35,47	2,53	20,27			10,88	12,20	17,83
103	10	C - E	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	33,43	13,65	43,60
			Inf.	30,4	35,47	35,47			22,57	22,73	40,35
103	11	A - B	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	SI	SI	SI
			Inf.	30,4	35,47	35,47			SI	SI	SI
103	11	B - C	Sup.	35,47	35,47	30,4	1,42	12,00	10,92	27,09	35,95
			Inf.	35,47	2,53	20,27			10,88	14,20	20,73
103	11	C - E	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	36,77	15,50	48,27
			Inf.	30,4	35,47	35,47			25,79	25,62	44,22
103	12	A - B	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	SI	SI	SI
			Inf.	30,4	35,47	35,47			SI	SI	SI
103	12	B - C	Sup.	35,47	35,47	30,4	1,42	12,00	11,31	31,95	40,04
			Inf.	35,47	2,53	20,27			10,88	15,36	23,03
103	12	C - E	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	40,41	16,73	52,29
			Inf.	30,4	35,47	35,47			29,29	29,64	48,47

Tabla V.2.43 Acero Requerido en Vigas del Módulo I – Planta Techo

TIPO	EJE LONG	EJE TRANSV	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d	i	m	d
1	A	1 - 2	Sup.	5,07	2,53	6,33	0,64	11,00	SI	14,25	SI
			Inf.	2,53	5,07	5,07			SI	15,71	SI
2	A	2 - 3	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	6,64	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	7,25	SI
2	A	3 - 4	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	6,47	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	7,24	SI
2	A	4 - 5	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	6,42	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	7,10	SI
2	A	5 - 6	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	6,47	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	7,13	SI
2	A	6 - 7	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	6,42	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	7,15	SI
2	A	7 - 8	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	6,66	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	7,33	SI
2	A	8 - 9	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	6,57	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	7,32	SI
2	A	9 - 10	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	6,50	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	7,22	SI
2	A	10 - 11	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	6,46	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	7,22	SI
2	A	11 - 12	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	9,14	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	9,51	SI
3	A	12 - 13	Sup.	2,53	2,53	2,53	0,64	11,00	16,61	8,44	3,56
			Inf.	5,07	5,07	5,07			15,05	9,81	3,56
5	B	1 - 2	Sup.	5,07	2,53	7,60	0,64	25,00	19,37	6,80	14,23
			Inf.	2,53	5,07	5,07			21,69	10,73	9,59
6	B	2 - 3	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	10,78	6,38	11,31
			Inf.	5,07	5,07	5,07			6,40	6,38	8,71
6	B	3 - 4	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,47	6,38	11,71
			Inf.	5,07	5,07	5,07			9,03	6,38	8,70
6	B	4 - 5	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,50	6,38	11,59
			Inf.	5,07	5,07	5,07			8,52	6,38	8,69
6	B	5 - 6	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,52	6,38	11,79
			Inf.	5,07	5,07	5,07			8,69	6,38	8,83
6	B	6 - 7	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,48	6,38	11,57
			Inf.	5,07	5,07	5,07			8,61	6,38	8,64

TIPO	EJE LONG	EJE TRANSV	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d	i	m	d
6	B	7 - 8	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,63	6,38	11,66
			Inf.	5,07	5,07	5,07			8,72	6,38	8,76
6	B	8 - 9	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,57	6,38	11,47
			Inf.	5,07	5,07	5,07			8,72	6,38	8,59
6	B	9 - 10	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,45	6,38	11,52
			Inf.	5,07	5,07	5,07			8,62	6,38	8,60
7	B	12 - 13	Sup.	7,60	2,53	5,07	0,64	25,00	11,59	6,38	11,40
			Inf.	5,07	5,07	2,53			8,75	6,38	8,38
5	C	1 - 2	Sup.	5,07	2,53	7,60	0,64	25,00	11,87	6,38	14,33
			Inf.	2,53	5,07	5,07			8,79	6,38	11,16
6	C	1 - 2	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	8,89	6,38	6,38
			Inf.	5,07	5,07	5,07			7,22	6,40	6,38
6	C	3 - 4	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	19,97	6,73	14,15
			Inf.	5,07	5,07	5,07			21,92	10,42	9,84
6	C	4 - 5	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,16	6,38	11,58
			Inf.	5,07	5,07	5,07			7,03	6,38	9,01
6	C	5 - 6	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,96	6,38	12,08
			Inf.	5,07	5,07	5,07			9,60	6,38	9,05
6	C	6 - 7	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	12,08	6,38	11,81
			Inf.	5,07	5,07	5,07			9,06	6,38	9,01
6	C	7 - 8	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,98	6,38	12,15
			Inf.	5,07	5,07	5,07			9,22	6,38	9,24
6	C	8 - 9	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,82	6,38	11,31
			Inf.	5,07	5,07	5,07			8,97	6,38	8,69
6	C	9 - 10	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	12,22	6,38	13,26
			Inf.	5,07	5,07	5,07			9,60	6,38	10,00
6	C	10 - 11	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,35	6,38	10,90
			Inf.	5,07	5,07	5,07			8,33	6,38	8,23
6	C	11 - 12	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	12,59	6,38	12,38
			Inf.	5,07	5,07	5,07			9,75	6,38	9,56
7	C	12 - 13	Sup.	7,60	2,53	5,07	0,64	25,00	11,44	6,38	11,68
			Inf.	5,07	5,07	2,53			8,73	6,38	8,79
10	E	1 - 2	Sup.	11,40	8,55	14,25	0,64	14,00	12,23	11,64	14,59
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,73
11	E	2 - 3	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
11	E	3 - 4	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,69	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,69	11,64	11,64
11	E	4 - 5	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64

TIPO	EJE LONG	EJE TRANSV	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d	i	m	d
11	E	5 - 6	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
11	E	6 - 7	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
11	E	7 - 8	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
11	E	8 - 9	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
11	E	9 - 10	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
11	E	10 - 11	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
11	E	11 - 12	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
12	E	12 - 13	Sup.	5,70	5,70	5,70	0,64	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
101	1	A - B	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	SI	42,51	39,64
			Inf.	15,83	10,77	15,83			SI	SI	32,99
101	1	B - C	Sup.	15,83	10,77	15,83	0,64	15,00	16,28	15,31	15,66
			Inf.	8,55	23,80	20,27			8,66	8,66	8,66
101	1	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	14,59	8,66	21,75
			Inf.	15,83	10,77	15,83			10,69	12,55	21,58
100	2	A - B	Sup.	20,27	2,53	20,27	0,64	15,00	SI	36,08	37,90
			Inf.	8,55	18,68	13,62			SI	SI	28,24
100	2	B - C	Sup.	13,62	18,70	8,55	0,64	15,00	18,16	16,03	15,41
			Inf.	20,27	2,53	20,27			8,63	8,63	8,63
100	2	C - E	Sup.	20,27	2,53	20,27	0,64	15,00	13,53	8,66	8,63
			Inf.	8,55	18,68	13,62			11,34	19,40	18,03
101	3	A - B	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	SI	32,73	34,96
			Inf.	15,83	10,77	15,83			SI	40,47	25,08
101	3	B - C	Sup.	15,83	10,77	15,83	0,64	15,00	16,65	14,77	14,30
			Inf.	8,55	23,80	20,27			8,63	8,63	8,63
101	3	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	12,36	8,63	17,70
			Inf.	15,83	10,77	15,83			8,66	10,08	15,55
101	4	A - B	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	SI	29,64	32,28
			Inf.	15,83	10,77	15,83			SI	37,42	21,62
101	4	B - C	Sup.	15,83	10,77	15,83	0,64	15,00	15,32	13,65	13,53
			Inf.	8,55	23,80	20,27			8,63	8,63	8,63
101	4	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	11,59	8,63	15,84
			Inf.	15,83	10,77	15,83			8,63	9,30	13,76

TIPO	EJE LONG	EJE TRANSV	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d	i	m	d
101	5	A - B	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	8,63	27,00	30,14
			Inf.	15,83	10,77	15,83			SI	34,83	18,75
101	5	B - C	Sup.	15,83	10,77	15,83	0,64	15,00	14,33	12,78	12,74
			Inf.	8,55	23,80	20,27			8,63	8,63	8,63
101	5	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	10,64	8,63	14,35
			Inf.	15,83	10,77	15,83			8,63	8,66	12,30
101	6	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	10,05	8,63	13,25
			Inf.	15,83	10,77	15,83			8,63	8,66	11,19
101	7	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	10,10	8,63	13,40
			Inf.	15,83	10,77	15,83			8,63	8,66	11,32
101	8	A - B	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	SI	27,50	30,70
			Inf.	15,83	10,77	15,83			SI	35,52	19,70
101	8	B - C	Sup.	15,83	10,77	15,83	0,64	15,00	14,62	13,06	13,17
			Inf.	8,55	23,80	20,27			8,63	8,63	8,63
101	8	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	11,32	8,63	14,59
			Inf.	15,83	10,77	15,83			8,63	8,76	12,66
101	9	A - B	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	SI	30,30	32,75
			Inf.	15,83	10,77	15,83			SI	38,33	22,24
101	9	B - C	Sup.	15,83	10,77	15,83	0,64	15,00	15,31	13,78	14,18
			Inf.	8,55	23,80	20,27			8,63	8,63	8,63
101	9	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	11,74	8,63	16,24
			Inf.	15,83	10,77	15,83			8,63	9,42	14,10
101	10	A - B	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	SI	33,54	35,93
			Inf.	15,83	10,77	15,83			SI	41,64	26,28
101	10	B - C	Sup.	15,83	10,77	15,83	0,64	15,00	17,07	15,13	14,62
			Inf.	8,55	23,80	20,27			8,63	8,63	8,63
101	10	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	13,03	8,63	18,46
			Inf.	15,83	10,77	15,83			16,05	10,21	8,66
101	11	A - B	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	SI	37,24	38,93
			Inf.	15,83	10,77	15,83			SI	SI	29,44
101	11	B - C	Sup.	15,83	10,77	15,83	0,64	15,00	18,50	16,39	15,81
			Inf.	8,55	23,80	20,27			8,63	8,63	8,63
101	11	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	14,26	8,63	20,62
			Inf.	15,83	10,77	15,83			8,86	11,10	18,21
101	12	A - B	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	SI	39,26	41,79
			Inf.	15,83	10,77	15,83			SI	SI	31,02
101	12	B - C	Sup.	15,83	10,77	15,83	0,64	15,00	20,11	18,00	17,74
			Inf.	8,55	23,80	20,27			8,63	8,63	8,63
101	12	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	15,59	8,63	22,47
			Inf.	15,83	10,77	15,83			20,34	12,20	9,87

Tabla V.2.44 Acero Requerido en Vigas del Módulo II – Planta Alta

TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d	i	m	d
4	A	13 - 14	Sup.	12,18	2,53	12,18	1,42	16,00	SI	14,60	SI
			Inf.	5,70	8,55	5,70			SI	17,81	SI
2	A	14 - 15	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	7,95	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	9,53	SI
2	A	15 - 16	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	7,93	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	9,69	SI
2	A	16 - 17	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	7,58	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	9,20	SI
2	A	17 - 18	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	7,91	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	9,66	SI
2	A	18 - 19	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	7,97	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	9,56	SI
4	A	19 - 20	Sup.	12,18	2,53	12,18	1,42	16,00	SI	14,61	SI
			Inf.	5,70	8,55	5,70			SI	17,81	SI
10	B	13 - 14	Sup.	8,47	2,53	12,98	0,64	14,00	SI	16,11	SI
			Inf.	11,87	9,89	5,94			SI	20,26	SI
7	B	14 - 15	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,56	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			28,32	9,87	30,10
7	B	15 - 16	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,46	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			31,32	9,95	30,99
7	B	16 - 17	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,23	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			30,67	9,64	30,70
7	B	17 - 18	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,42	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			30,88	9,86	31,30
7	B	18 - 19	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,57	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			30,06	9,85	28,36
10	B	19 - 20	Sup.	8,47	2,53	12,98	0,64	14,00	SI	16,04	SI
			Inf.	11,87	9,89	5,94			SI	SI	SI
10	C	13 - 14	Sup.	8,47	2,53	12,98	0,64	14,00	SI	16,65	SI
			Inf.	11,87	9,89	5,94			SI	21,31	SI
7	C	14 - 15	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	9,42	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			29,97	10,71	SI
7	C	15 - 16	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	9,21	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			SI	10,69	SI
7	C	16 - 17	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	8,96	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			SI	10,11	SI

TIPO	EJE LONG	EJE TRANSV	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d	i	m	d
7	C	17 - 18	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	9,04	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			SI	11,19	SI
7	C	18 - 19	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	9,12	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			31,56	10,87	29,71
11	C	19 - 20	Sup.	11,00	2,53	6,49	0,64	14,00	SI	17,62	SI
			Inf.	7,92	3,96	7,92			SI	21,11	SI
25	E'	13 - 14	Sup.	14,25	5,70	5,70	0,64	16,00	10,70	8,06	5,46
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,49	10,21	5,44
26	E'	14 - 15	Sup.	14,25	5,70	5,70	0,64	16,00	5,46	5,44	5,46
			Inf.	11,40	11,40	11,40			5,44	5,44	5,44
26	E'	15 - 16	Sup.	14,25	5,70	5,70	0,64	16,00	5,46	5,44	5,46
			Inf.	11,40	11,40	11,40			5,44	5,44	5,44
26	E'	16 - 17	Sup.	14,25	5,70	5,70	0,64	16,00	5,46	5,44	5,98
			Inf.	11,40	11,40	11,40			5,44	5,44	5,46
26	E'	17 - 18	Sup.	14,25	5,70	5,70	0,64	16,00	5,63	5,44	5,46
			Inf.	11,40	11,40	11,40			5,46	5,46	5,44
26	E'	18 - 19	Sup.	14,25	5,70	5,70	0,64	16,00	5,46	5,44	5,46
			Inf.	11,40	11,40	11,40			5,44	5,44	5,44
25	E'	19 - 20	Sup.	14,25	5,70	5,70	0,64	16,00	5,46	8,06	10,74
			Inf.	11,40	11,40	11,40			5,44	10,02	11,43
105	13	A - B	Sup.	25,34	35,47	30,40	1,42	12,00	SI	49,17	51,43
			Inf.	45,60	2,53	20,27			SI	SI	43,85
105	13	B - C	Sup.	25,34	35,47	30,40	1,42	12,00	10,88	16,21	21,61
			Inf.	45,60	2,53	20,27			10,88	11,15	16,05
105	13	C - E	Sup.	20,27	2,53	45,6	1,42	12,00	26,34	21,33	44,83
			Inf.	30,4	35,47	25,34			23,63	22,21	37,91
105	13	E - E'	Sup.	25,34	35,47	30,4	1,42	12,00	10,92	10,88	10,88
			Inf.	45,6	2,53	20,27			10,88	10,88	10,88
105	14	A - B	Sup.	20,27	2,53	45,6	1,42	12,00	SI	43,82	51,05
			Inf.	30,4	35,47	25,34			SI	52,49	38,76
105	14	B - C	Sup.	25,34	35,47	30,4	1,42	12,00	10,92	17,95	23,28
			Inf.	45,6	2,53	20,27			10,88	10,92	13,65
105	14	C - E	Sup.	20,27	2,53	45,6	1,42	12,00	24,19	17,64	15,82
			Inf.	30,4	35,47	25,34			17,94	42,59	28,70
105	14	E - E'	Sup.	25,34	35,47	30,4	1,42	12,00	10,92	10,88	10,88
			Inf.	45,6	2,53	20,27			10,88	10,88	10,88
105	15	A - B	Sup.	20,27	2,53	45,6	1,42	12,00	SI	40,29	47,46
			Inf.	30,4	35,47	25,34			SI	48,80	35,42
105	15	B - C	Sup.	25,34	35,47	30,4	1,42	12,00	10,92	16,55	21,11
			Inf.	45,6	2,53	20,27			10,88	10,92	11,87

TIPO	EJE LONG	EJE TRANSV	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d	i	m	d
105	15	C - E	Sup.	20,27	2,53	45,6	1,42	12,00	21,71	13,74	38,49
			Inf.	30,4	35,47	25,34			15,39	15,78	23,77
105	15	E - E'	Sup.	25,34	35,47	30,4	1,42	12,00	10,92	10,88	10,88
			Inf.	45,6	2,53	20,27			10,88	10,88	10,88
105	16	A - B	Sup.	20,27	2,53	45,6	1,42	12,00	SI	36,71	44,31
			Inf.	30,4	35,47	25,34			SI	45,24	31,53
105	16	B - C	Sup.	25,34	35,47	30,4	1,42	12,00	10,92	15,45	19,71
			Inf.	45,6	2,53	20,27			10,88	10,88	10,92
105	16	C - E	Sup.	20,27	2,53	45,6	1,42	12,00	20,03	12,48	35,97
			Inf.	30,4	35,47	25,34			13,85	14,65	21,03
105	16	E - E'	Sup.	25,34	35,47	30,4	1,42	12,00	10,88	10,88	10,88
			Inf.	45,6	2,53	20,27			10,88	10,88	10,88
105	17	A - B	Sup.	20,27	2,53	45,6	1,42	12,00	SI	37,10	44,62
			Inf.	30,4	35,47	25,34			SI	45,63	32,02
105	17	B - C	Sup.	25,34	35,47	30,4	1,42	12,00	10,92	15,98	20,23
			Inf.	45,6	2,53	20,27			10,88	10,88	10,92
105	17	C - E	Sup.	20,27	2,53	45,6	1,42	12,00	23,01	14,91	41,95
			Inf.	30,4	35,47	25,34			15,28	17,74	25,68
105	17	E - E'	Sup.	25,34	35,47	30,4	1,42	12,00	11,26	10,88	10,88
			Inf.	45,6	2,53	20,27			10,88	10,88	10,88
105	18	A - B	Sup.	20,27	2,53	45,6	1,42	12,00	SI	41,47	48,59
			Inf.	30,4	35,47	25,34			SI	50,00	36,59
105	18	B - C	Sup.	25,34	35,47	30,4	1,42	12,00	10,92	20,11	26,26
			Inf.	45,6	2,53	20,27			10,88	10,92	12,58
105	18	C - E	Sup.	20,27	2,53	45,6	1,42	12,00	26,53	14,56	43,75
			Inf.	30,4	35,47	25,34			16,34	18,68	25,28
105	18	E - E'	Sup.	25,34	35,47	30,4	1,42	12,00	14,70	10,92	10,88
			Inf.	45,6	2,53	20,27			10,88	10,88	10,88
105	19	A - B	Sup.	20,27	2,53	45,6	1,42	12,00	SI	45,75	52,86
			Inf.	30,4	35,47	25,34			SI	SI	40,59
105	19	B - C	Sup.	25,34	35,47	30,4	1,42	12,00	10,92	20,21	26,55
			Inf.	45,6	2,53	20,27			10,88	10,92	14,61
105	19	C - E	Sup.	20,27	2,53	45,6	1,42	12,00	27,34	16,74	46,03
			Inf.	30,4	35,47	25,34			18,78	19,87	30,79
105	19	E - E'	Sup.	25,34	35,47	30,4	1,42	12,00	11,84	10,88	10,88
			Inf.	45,6	2,53	20,27			10,88	10,88	10,88
105	20	A - B	Sup.	20,27	2,53	45,6	1,42	12,00	SI	51,95	54,11
			Inf.	30,4	35,47	25,34			SI	SI	46,35
105	20	B - C	Sup.	25,34	35,47	30,4	1,42	12,00	10,88	15,79	21,03
			Inf.	45,6	2,53	20,27			10,88	12,57	18,09

105	20	C - E	Sup.	20,27	2,53	45,6	1,42	12,00	27,69	22,91	46,58
			Inf.	30,4	35,47	25,34			25,98	23,67	40,26
105	20	E - E'	Sup.	25,34	35,47	30,4	1,42	12,00	10,92	10,88	10,88
			Inf.	45,6	2,53	20,27			10,88	10,88	10,88

Tabla V.2.45 Acero Requerido en Vigas del Módulo II – Planta Techo

TIPO	EJE LONG	EJE TRANSV.	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d	i	m	d
4	A	13 - 14	Sup.	2,53	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	7,53	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	10,13	SI
2	A	14 - 15	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	4,03	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			16,12	4,87	17,71
2	A	15 - 16	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	3,96	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	4,85	SI
2	A	16 - 17	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	3,84	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	4,71	SI
2	A	17 - 18	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	3,94	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	4,83	SI
2	A	18 - 19	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	4,05	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			17,63	4,89	16,19
4	A	19 - 20	Sup.	2,53	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	7,54	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	10,14	SI
8	B	13 - 14	Sup.	5,07	2,53	7,60	0,64	25,00	18,31	6,40	12,35
			Inf.	5,07	5,07	5,07			20,18	8,74	9,48
6	B	14 - 15	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	9,53	6,38	11,08
			Inf.	5,07	5,07	5,07			6,40	6,38	8,23
6	B	15 - 16	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,29	6,38	11,16
			Inf.	5,07	5,07	5,07			8,44	6,38	8,30
6	B	16 - 17	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,08	6,38	11,12
			Inf.	5,07	5,07	5,07			8,24	6,38	8,26
6	B	17 - 18	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,10	6,38	11,32
			Inf.	5,07	5,07	5,07			8,26	6,38	8,45
6	B	18 - 19	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,11	6,38	9,59
			Inf.	5,07	5,07	5,07			8,23	6,38	6,41
8	B	19 - 20	Sup.	5,07	2,53	7,60	0,64	25,00	12,38	6,40	18,29
			Inf.	5,07	5,07	5,07			9,42	8,75	20,21

CAPÍTULO V. Recálculo de la Estructura

TIPO	EJE LONG	EJE TRANSV.	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d	i	m	d
8	C	13 - 14	Sup.	5,07	2,53	7,60	0,64	25,00	19,45	6,40	13,07
			Inf.	5,07	5,07	5,07			20,88	8,57	10,06
6	C	14 - 15	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	10,43	6,38	11,57
			Inf.	5,07	5,07	5,07			7,26	6,38	8,80
6	C	15 - 16	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	12,07	6,38	11,91
			Inf.	5,07	5,07	5,07			9,23	6,38	9,01
6	C	16 - 17	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,93	6,38	11,79
			Inf.	5,07	5,07	5,07			9,02	6,38	8,96
6	C	17 - 18	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,79	6,38	11,81
			Inf.	5,07	5,07	5,07			8,89	6,38	9,20
6	C	18 - 19	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	11,48	6,38	10,52
			Inf.	5,07	5,07	5,07			8,88	6,38	7,32
5	C	19 - 20	Sup.	5,07	2,53	7,60	0,64	25,00	12,99	6,40	19,45
			Inf.	2,53	5,07	5,07			10,04	8,56	20,87
13	E	13 - 14	Sup.	5,70	5,70	5,70	0,64	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,69	11,64	11,64
11	E	14 - 15	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
11	E	15 - 16	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
11	E	16 - 17	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
11	E	17 - 18	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
11	E	18 - 19	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
13	E	19 - 20	Sup.	5,70	5,70	5,70	0,64	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,69
101	13	A - B	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	SI	32,11	31,24
			Inf.	15,83	10,77	15,83			SI	37,37	24,44
101	13	B - C	Sup.	15,83	10,77	15,83	0,64	15,00	12,69	11,79	11,50
			Inf.	8,55	23,80	20,27			8,63	8,63	8,63
101	13	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	10,74	8,63	15,69
			Inf.	15,83	10,77	15,83			8,66	8,72	14,56
101	14	A - B	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	SI	27,84	30,43
			Inf.	15,83	10,77	15,83			SI	34,91	19,76
101	14	B - C	Sup.	15,83	10,77	15,83	0,64	15,00	14,39	12,80	12,81
			Inf.	8,55	23,80	20,27			8,63	8,63	8,63
101	14	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	11,21	8,63	14,45
			Inf.	15,83	10,77	15,83			8,63	8,78	12,71

TIPO	EJE LONG	EJE TRANSV.	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d		i	m
101	15	A - B	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	SI	25,53	28,60
			Inf.	15,83	10,77	15,83			SI	32,70	17,64
101	15	B - C	Sup.	15,83	10,77	15,83	0,64	15,00	37,62	12,16	12,18
			Inf.	8,55	23,80	20,27			8,63	8,63	8,63
101	15	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	10,60	8,63	13,13
			Inf.	15,83	10,77	15,83			8,63	8,66	11,60
101	16	A - B	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	SI	22,13	26,82
			Inf.	15,83	10,77	15,83			SI	30,51	15,44
101	16	B - C	Sup.	15,83	10,77	15,83	0,64	15,00	12,83	11,44	11,48
			Inf.	8,55	23,80	20,27			8,63	8,63	8,63
101	16	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	9,81	8,63	11,93
			Inf.	15,83	10,77	15,83			8,63	8,66	10,40
101	17	A - B	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	SI	22,41	27,14
			Inf.	15,83	10,77	15,83			SI	30,73	15,55
101	17	B - C	Sup.	15,83	10,77	15,83	0,64	15,00	13,05	11,58	11,43
			Inf.	8,55	23,80	20,27			8,63	8,63	8,63
101	17	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	9,65	8,63	12,00
			Inf.	15,83	10,77	15,83			8,63	8,66	10,92
101	18	A - B	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	SI	26,19	29,46
			Inf.	15,83	10,77	15,83			SI	33,35	18,28
101	18	B - C	Sup.	15,83	10,77	15,83	0,64	15,00	14,20	12,54	12,06
			Inf.	8,55	23,80	20,27			8,63	8,63	8,63
101	18	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	10,42	8,63	13,52
			Inf.	15,83	10,77	15,83			8,63	8,66	11,91
101	19	A - B	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	SI	28,92	31,48
			Inf.	15,83	10,77	15,83			SI	35,97	20,93
101	19	B - C	Sup.	15,83	10,77	15,83	0,64	15,00	14,93	13,21	12,93
			Inf.	8,55	23,80	20,27			8,63	8,63	8,63
101	19	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	11,47	8,63	15,12
			Inf.	15,83	10,77	15,83			8,63	9,02	13,29
101	20	A - B	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	SI	33,68	32,54
			Inf.	15,83	10,77	15,83			SI	38,91	26,15
101	20	B - C	Sup.	15,83	10,77	15,83	0,64	15,00	13,02	11,84	10,71
			Inf.	8,55	23,80	20,27			8,63	8,66	8,66
101	20	C - E	Sup.	20,27	23,75	8,55	0,64	15,00	11,15	8,63	16,50
			Inf.	15,83	10,77	15,83			8,76	8,88	15,50

Tabla V.2.46 Acero Requerido en Vigas del Módulo III – Planta Alta

TIPO	EJE LONG.	EJE TRANSV.	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d	i	m	d
3	A	20 - 21	Sup.	5,38	2,53	5,38	1,42	16,00	4,04	13,46	SI
			Inf.	5,70	8,55	5,70			4,95	15,35	SI
2	A	21 - 22	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	14,09	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	14,66	SI
2	A	22 - 23	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	9,91	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	11,93	SI
2	A	23 - 24	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	10,00	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	11,65	SI
2	A	24 - 25	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	9,79	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	11,72	SI
2	A	25 - 26	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	9,87	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	11,53	SI
2	A	26 - 27	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	9,97	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	12,26	SI
2	A	27 - 28	Sup.	7,92	2,53	2,53	1,42	16,00	SI	10,28	SI
			Inf.	8,55	8,55	8,55			SI	11,64	SI
1	A	28 - 29	Sup.	5,38	2,53	7,92	1,42	16,00	SI	SI	SI
			Inf.	5,70	8,55	14,25			SI	SI	SI
9	B	20 - 21	Sup.	11,00	2,53	6,49	0,64	14,00	6,38	9,60	23,65
			Inf.	5,94	9,89	5,94			6,40	12,67	19,12
7	B	21 - 22	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	11,48	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			SI	12,15	SI
7	B	22 - 23	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	31,48	7,48	31,81
			Inf.	7,92	9,89	5,94			27,09	9,17	28,35
7	B	23 - 24	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	7,54	SI
			Inf.	7,92	9,89	5,94			28,33	8,87	28,49
7	B	24 - 25	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	SI	7,32	31,58
			Inf.	7,92	9,89	5,94			27,71	8,72	28,03
7	B	25 - 26	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	31,64	7,18	31,06
			Inf.	7,92	9,89	5,94			27,22	8,59	27,49
7	B	26 - 27	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	31,79	7,22	31,21
			Inf.	7,92	9,89	5,94			27,23	9,01	28,03
7	B	27 - 28	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	31,53	7,60	31,61
			Inf.	7,92	9,89	5,94			27,43	8,63	26,69
11	B	28 - 29	Sup.	11,00	2,53	6,49	0,64	14,00	SI	17,38	SI
			Inf.	7,92	3,96	7,92			31,27	22,63	SI

TIPO	EJE LONG	EJE TRANSV.	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d	i	m	d
9	D	20 - 21	Sup.	11,00	2,53	6,49	0,64	14,00	6,38	17,29	27,57
			Inf.	5,94	9,89	5,94			6,40	21,15	21,87
7	D	21 - 22	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	29,89	8,08	30,05
			Inf.	7,92	9,89	5,94			25,55	10,12	24,74
7	D	22 - 23	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	28,24	6,38	29,85
			Inf.	7,92	9,89	5,94			22,80	6,40	25,81
7	D	23 - 24	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	29,13	6,38	29,04
			Inf.	7,92	9,89	5,94			24,39	6,40	25,07
7	D	24 - 25	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	29,46	6,38	25,73
			Inf.	7,92	9,89	5,94			24,76	6,40	22,34
7	D	25 - 26	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	26,89	6,38	26,67
			Inf.	7,92	9,89	5,94			21,81	6,55	22,21
7	D	26 - 27	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	27,68	6,38	27,11
			Inf.	7,92	9,89	5,94			22,47	6,42	22,68
7	D	27 - 28	Sup.	12,42	2,53	11,00	0,64	14,00	27,15	6,38	26,47
			Inf.	7,92	9,89	5,94			22,06	6,40	21,48
11	D	28 - 29	Sup.	11,00	2,53	6,49	0,64	14,00	30,85	10,08	SI
			Inf.	7,92	3,96	7,92			24,26	14,51	31,38
22	E	25 - 26	Sup.	4,51	2,53	2,53	0,64	20,00	21,66	11,64	12,85
			Inf.	3,96	3,96	3,96			21,87	11,69	11,69
23	E	26 - 27	Sup.	2,53	2,53	2,53	0,64	20,00	11,69	11,64	12,33
			Inf.	3,96	3,96	3,96			11,69	11,64	11,69
23	E	27 - 28	Sup.	2,53	2,53	2,53	0,64	20,00	12,93	11,64	11,92
			Inf.	3,96	3,96	3,96			11,69	11,64	11,69
22	E	28 - 29	Sup.	4,51	2,53	2,53	0,64	20,00	12,44	11,69	22,23
			Inf.	3,96	3,96	3,96			11,69	13,06	23,19
106	21	A - B	Sup.	25,34	2,53	35,47	1,42	12,00	SI	SI	SI
			Inf.	25,34	35,47	25,34			SI	SI	51,44
106	21	B - D	Sup.	25,34	35,47	25,34	1,42	12,00	19,68	SI	SI
			Inf.	35,47	2,53	25,34			10,88	SI	SI
106	21	D - D'	Sup.	25,34	2,53	35,47	1,42	12,00	SI	SI	10,92
			Inf.	25,34	35,47	25,34			SI	SI	10,92
107	22	A - B	Sup.	15,2	2,53	30,4	1,42	12,00	SI	SI	SI
			Inf.	25,34	30,4	25,34			SI	SI	49,65
107	22	B - D	Sup.	25,34	30,4	25,34	1,42	12,00	11,59	33,40	47,11
			Inf.	30,4	2,53	15,2			10,88	30,20	44,39
107	23	A - B	Sup.	15,2	2,53	30,4	1,42	12,00	SI	51,83	SI
			Inf.	25,34	30,4	25,34			SI	SI	44,45
107	23	B - D	Sup.	15,2	2,53	30,4	1,42	12,00	10,92	27,40	41,40
			Inf.	25,34	30,4	25,34			10,88	25,25	39,35

TIPO	EJE LONG	EJE TRANSV.	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d	i	m	d
107	24	A - B	Sup.	25,34	30,4	25,34	1,42	12,00	SI	46,39	52,76
			Inf.	30,4	2,53	15,2			SI	SI	39,62
107	24	B - D	Sup.	15,2	2,53	30,4	1,42	12,00	10,92	22,90	36,59
			Inf.	25,34	30,4	25,34			10,88	21,22	34,84
108	25	A - B	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	SI	41,88	51,39
			Inf.	25,34	35,47	30,4			SI	51,12	38,32
108	25	B - D	Sup.	30,4	35,47	25,34	1,42	12,00	10,92	10,92	16,70
			Inf.	35,47	2,53	20,27			10,88	10,88	12,96
108	25	B - E	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	22,90	16,02	35,35
			Inf.	25,34	35,47	30,4			19,58	18,70	32,75
108	26	A - B	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	SI	44,60	53,57
			Inf.	25,34	35,47	30,4			SI	53,75	40,62
108	26	B - D	Sup.	30,4	35,47	25,34	1,42	12,00	10,92	12,17	19,80
			Inf.	35,47	2,53	20,27			10,88	10,92	14,37
108	26	D - E	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	26,04	14,76	35,41
			Inf.	25,34	35,47	30,4			19,80	19,98	32,18
108	27	A - B	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	SI	49,59	SI
			Inf.	25,34	35,47	30,4			SI	SI	45,25
108	27	B - D	Sup.	30,4	35,47	25,34	1,42	12,00	10,92	13,43	21,79
			Inf.	35,47	2,53	20,27			10,88	10,92	16,25
108	27	D - E	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	29,32	16,62	38,40
			Inf.	25,34	35,47	30,4			22,70	22,09	35,83
108	28	A - B	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	SI	SI	SI
			Inf.	25,34	35,47	30,4			SI	SI	50,99
108	28	B - D	Sup.	30,4	35,47	25,34	1,42	12,00	14,94	15,66	24,77
			Inf.	35,47	2,53	20,27			10,88	11,01	18,97
108	28	D - E	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	33,83	19,41	43,09
			Inf.	25,34	35,47	30,4			26,54	25,92	40,39
108	29	A - B	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	SI	SI	SI
			Inf.	25,34	35,47	30,4			SI	SI	SI
108	29	B - D	Sup.	30,4	35,47	25,34	1,42	12,00	15,10	17,44	28,04
			Inf.	35,47	2,53	20,27			10,88	12,94	22,19
108	29	D - E	Sup.	20,27	2,53	35,47	1,42	12,00	37,59	24,55	49,48
			Inf.	25,34	35,47	30,4			32,42	31,21	47,20
31	ESC	21 - 25	Sup.	19,95	19,95	19,95	0,64	15,00	SI	5,30	4,90
			Inf.	19,95	19,95	19,95			SI	4,90	4,88
31	ESC	20 - 21	Sup.	19,95	19,95	19,95	0,64	15,00	9,25	SI	SI
			Inf.	19,95	19,95	19,95			10,53	SI	SI

Tabla V.2.47 Acero Requerido en Vigas del Módulo III – Planta Techo

TIPO	EJE LONG	EJE TRANSV.	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d	i	m	d
3	A	20 - 21	Sup.	2,53	2,53	2,53	0,64	11,00	3,56	7,72	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			3,58	9,36	16,78
2	A	21 - 22	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	7,99	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	8,67	SI
2	A	22 - 23	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	5,57	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	6,57	SI
2	A	23 - 24	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	5,55	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	6,44	SI
2	A	24 - 25	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	5,48	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	6,44	SI
2	A	25 - 26	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	5,51	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	6,42	SI
2	A	26 - 27	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	5,58	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	6,55	SI
2	A	27 - 28	Sup.	6,33	2,53	2,53	0,64	11,00	SI	5,80	SI
			Inf.	5,07	5,07	5,07			SI	6,62	SI
1	A	28 - 29	Sup.	5,07	2,53	6,33	0,64	11,00	SI	13,75	SI
			Inf.	2,53	5,07	5,07			SI	15,68	SI
7	B	20 - 21	Sup.	7,60	2,53	5,07	0,64	25,00	6,38	6,38	9,65
			Inf.	5,07	5,07	2,53			6,38	6,70	8,01
6	B	21 - 22	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	14,49	6,38	14,34
			Inf.	5,07	5,07	5,07			14,21	6,40	10,92
6	B	22 - 23	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	13,10	13,67	13,39
			Inf.	5,07	5,07	5,07			9,65	6,38	10,34
6	B	23 - 24	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	13,42	6,38	13,48
			Inf.	5,07	5,07	5,07			10,24	6,38	10,35
6	B	24 - 25	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	13,48	6,38	13,33
			Inf.	5,07	5,07	5,07			13,37	6,38	10,23
6	B	25 - 26	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	13,31	6,38	13,26
			Inf.	5,07	5,07	5,07			10,06	6,38	10,15
6	B	26 - 27	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	13,37	6,38	13,80
			Inf.	5,07	5,07	5,07			10,12	6,38	10,65
6	B	27 - 28	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	13,27	6,38	11,61
			Inf.	5,07	5,07	5,07			9,95	6,38	7,85
5	B	28 - 29	Sup.	5,07	2,53	7,60	0,64	25,00	15,84	8,06	22,61
			Inf.	2,53	5,07	5,07			11,53	11,92	24,10

CAPÍTULO V. Recálculo de la Estructura

TIPO	EJE LONG	EJE TRANSV.	ACERO EXIST. (cm ²)			ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)			
				i	m			d	i	m	d
7	D	20 - 21	Sup.	7,60	2,53	5,07	0,64	25,00	6,38	6,89	18,64
			Inf.	5,07	5,07	2,53			6,38	9,58	15,61
6	D	21 - 22	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	14,07	6,38	14,46
			Inf.	5,07	5,07	5,07			11,04	6,38	9,93
6	D	22 - 23	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	20,77	6,38	18,03
			Inf.	5,07	5,07	5,07			16,03	6,38	13,86
6	D	23 - 24	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	17,49	6,38	17,74
			Inf.	5,07	5,07	5,07			13,22	6,38	13,47
6	D	24 - 25	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	17,77	6,38	13,58
			Inf.	5,07	5,07	5,07			13,35	6,38	10,57
6	D	25 - 26	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	13,38	6,38	13,13
			Inf.	5,07	5,07	5,07			10,18	6,38	10,36
6	D	26 - 27	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	13,38	6,38	13,66
			Inf.	5,07	5,07	5,07			10,46	6,38	10,76
6	D	27 - 28	Sup.	7,60	2,53	7,60	0,64	25,00	13,15	6,38	11,80
			Inf.	5,07	5,07	5,07			10,13	6,38	8,14
5	D	28 - 29	Sup.	5,07	2,53	7,60	0,64	25,00	16,05	8,01	22,70
			Inf.	2,53	5,07	5,07			11,88	11,42	23,90
12	E	20 - 21	Sup.	5,70	5,70	5,70	0,64	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
11	E	23 - 24	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,69	11,64	11,69
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
11	E	24 - 25	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,69	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
11	E	25 - 26	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
11	E	26 - 27	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
11	E	27 - 28	Sup.	14,25	5,70	5,70	1,42	14,00	11,64	11,64	11,64
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	11,64
14	E	28 - 29	Sup.	5,70	5,70	8,55	1,42	14,00	11,64	11,64	11,69
			Inf.	11,40	11,40	11,40			11,64	11,64	12,10
102	21	A - B	Sup.	20,27	2,53	15,83	0,64	15,00	SI	40,55	42,10
			Inf.	13,62	18,68	21,53			SI	SI	31,34
102	21	B - D	Sup.	21,53	18,70	13,62	0,64	15,00	16,74	11,76	14,07
			Inf.	15,83	2,53	20,27			8,63	8,66	10,38
102	21	D - E	Sup.	20,27	2,53	15,83	0,64	15,00	21,34	14,90	34,46
			Inf.	13,62	18,68	21,53			19,30	17,69	30,43
102	22	A - B	Sup.	20,27	2,53	15,83	0,64	15,00	SI	37,95	39,30
			Inf.	13,62	18,68	21,53			SI	SI	30,35

TIPO	EJE LONG	EJE TRANSV.	ACERO EXIST. (cm ²)				ACERO TRANSV. (cm ²)	S (cm)	ACERO LONG. (cm ²)		
				i	m	d			i	m	d
102	22	B - D	Sup.	21,53	18,70	13,62	0,64	15,00	15,80	10,68	8,96
			Inf.	15,83	2,53	20,27			8,63	8,63	8,63
102	22	D - E	Sup.	20,27	2,53	15,83	0,64	15,00	21,86	13,81	32,25
			Inf.	13,62	18,68	21,53			18,54	16,13	28,40
102	23	A - B	Sup.	20,27	2,53	15,83	0,64	15,00	SI	33,80	35,82
			Inf.	13,62	18,68	21,53			SI	41,29	26,94
102	23	B - D	Sup.	21,53	18,70	13,62	0,64	15,00	14,27	9,66	8,66
			Inf.	15,83	2,53	20,27			8,63	8,63	8,63
102	23	D - E	Sup.	20,27	2,53	15,83	0,64	15,00	19,13	11,94	29,30
			Inf.	13,62	18,68	21,53			24,83	14,08	15,93
102	24	A - B	Sup.	20,27	2,53	15,83	0,64	15,00	SI	29,97	32,53
			Inf.	13,62	18,68	21,53			SI	37,42	22,40
102	24	B - D	Sup.	21,53	18,70	13,62	0,64	15,00	12,93	8,80	8,66
			Inf.	15,83	2,53	20,27			8,63	8,63	8,63
102	24	D - E	Sup.	20,27	2,53	15,83	0,64	15,00	16,57	10,06	26,15
			Inf.	13,62	18,68	21,53			13,39	12,19	20,79
102	25	A - B	Sup.	20,27	2,53	15,83	0,64	15,00	SI	26,40	29,30
			Inf.	13,62	18,68	21,53			SI	33,94	17,87
102	25	B - D	Sup.	21,53	18,70	13,62	0,64	15,00	11,61	8,66	8,66
			Inf.	15,83	2,53	20,27			8,63	8,63	8,63
102	25	D - E	Sup.	20,27	2,53	15,83	0,64	15,00	10,65	8,63	15,55
			Inf.	13,62	18,68	21,53			8,66	8,66	13,29
102	26	A - B	Sup.	20,27	2,53	15,83	0,64	15,00	SI	27,20	29,81
			Inf.	13,62	18,68	21,53			SI	34,55	18,40
102	26	B - D	Sup.	21,53	18,70	13,62	0,64	15,00	11,77	8,66	8,66
			Inf.	15,83	2,53	20,27			8,63	8,63	8,63
102	26	D - E	Sup.	20,27	2,53	15,83	0,64	15,00	10,61	8,63	15,70
			Inf.	13,62	18,68	21,53			8,66	8,66	13,45
102	27	A - B	Sup.	20,27	2,53	15,83	0,64	15,00	SI	29,27	31,43
			Inf.	13,62	18,68	21,53			SI	36,56	20,58
102	27	B - D	Sup.	21,53	18,70	13,62	0,64	15,00	12,28	8,97	9,17
			Inf.	15,83	2,53	20,27			8,63	8,63	8,63
102	27	D - E	Sup.	20,27	2,53	15,83	0,64	15,00	11,50	8,63	17,05
			Inf.	13,62	18,68	21,53			9,29	8,66	14,78
102	28	A - B	Sup.	20,27	2,53	15,83	0,64	15,00	SI	32,13	33,51
			Inf.	13,62	18,68	21,53			SI	39,33	33,45
102	29	A - B	Sup.	21,53	18,70	13,62	0,64	15,00	12,66	9,46	10,13
			Inf.	15,83	2,53	20,27			8,63	8,63	8,63
102	29	B - D	Sup.	20,27	2,53	15,83	0,64	15,00	12,95	8,63	19,12
			Inf.	13,62	18,68	21,53			10,49	8,66	16,69

102	29	D - E	Sup.	20,27	2,53	15,83	0,64	15,00	SI	38,28	35,78
			Inf.	13,62	18,68	21,53			SI	SI	29,35
102	29	D - E	Sup.	21,53	18,70	13,62	0,64	15,00	11,64	9,84	10,54
			Inf.	15,83	2,53	20,27			8,63	8,63	8,66
102	29	D - E	Sup.	20,27	2,53	15,83	0,64	15,00	8,63	8,63	21,85
			Inf.	13,62	18,68	21,53			13,03	29,33	20,22

Según los resultados obtenidos, se puede observar que el 90% de las vigas poseen un acero inferior al requerido por el análisis realizado, mientras el 40% de la totalidad de ellas poseen sección insuficiente, es necesario señalar que el 60% de todas las vigas cumplen con las condiciones geométricas y el 80% de la totalidad de éstas no cumplen con el acero mínimo establecido en la Norma 1.753 del año 1.987.

V.2.9 Áreas de Acero Transversal Requeridas en Vigas

Para el cálculo de las áreas de acero transversal requeridas en vigas se eligieron aleatoriamente dos pórticos ortogonales por módulo, seguido de ello se extrajeron del programa de cálculo estructural empleado los cortantes obtenidos en el análisis de la estructura para cada viga seleccionada.

Para la determinación de las áreas y la separación del acero transversal se emplearon los capítulos 11 y 18 de la Norma COVENIN 1.753:1.987. La separación empleada es la mínima establecida en la Norma antes citada en zonas confinadas. Para mayor comprensión de la siguiente tabla ver tabla V.2.35.

Tabla V.2.48 Acero Transversal Requerido en Vigas

MÓDULO	PÓRTICO	EJES TRANSV.	CORTANTE DE ANÁLISIS (kg)	ACERO TRANSV. REQ. (cm ² /cm)	S REQ. (cm)	AREA DE ACERO (cm ²)	ACERO TRANSV. EXIST. (cm ²)	S EXIST. (cm)
I	A	1-2	59.969,08	0,504	10,00	5,04	1,42	16,00
		2-3	10.316,81	0,087	10,00	0,87		
		3-4	10.793,55	0,091	10,00	0,91		
		4-5	17.065,81	0,143	10,00	1,43		
		5-6	16.992,37	0,143	10,00	1,43		
		6-7	55.839,50	0,469	10,00	4,69		
		7-8	52.018,47	0,437	10,00	4,37		
		8-9	38.368,94	0,322	10,00	3,22		
		9-10	32.690,81	0,275	10,00	2,75		
		10-11	33.145,30	0,279	10,00	2,79		
		11-12	38.632,98	0,325	10,00	3,25		
		12-JE	3.299,66	0,028	10,00	0,28		
	6	A-B	36.231,88	0,178	10,00	1,78	1,42	2,00
B-C		18.392,88	0,091	10,00	0,91			
C-E		29.677,00	0,146	10,00	1,46			
II	C	13-14	26.914,70	0,226	10,00	2,26	0,64	14,00
		14-15	27.489,94	0,231	10,00	2,31		
		15-16	28.724,84	0,241	10,00	2,41		
		16-17	27.849,37	0,234	10,00	2,34		
		17-18	29.269,91	0,246	10,00	2,46		
		18-19	26.626,67	0,224	10,00	2,24		
		19-20	88.302,95	0,742	10,00	7,42		
	16	A-B	20.979,43	0,103	10,00	1,03	1,42	12,00
		B-C	15.996,97	0,079	10,00	0,79		
		C-E	18.125,61	0,089	10,00	0,89		
E-E'		6.191,41	0,030	10,00	0,30			
III	D	JE-21	7.534,28	0,063	10,00	0,63	0,64	14,00
		21-22	5.391,16	0,045	10,00	0,45		
		22-23	28.046,74	0,236	10,00	2,36		
		23-24	26.034,08	0,219	10,00	2,19		
		24-25	10.079,74	0,085	10,00	0,85		
		25-26	24.567,20	0,206	10,00	2,06		
		26-27	43.320,26	0,364	10,00	3,64		
		27-28	23.508,40	0,198	10,00	1,98		
		28-29	19.869,49	0,167	10,00	1,67		
	27	A-B	17.926,00	0,088	10,00	0,88	1,42	12,00
		B-D	17.972,49	0,089	10,00	0,89		
		D-E	61.233,66	0,302	10,00	3,02		

En la tabla anterior se observa que el 100% de las vigas analizadas no posee las áreas acero transversal y las separaciones requeridas según las Normas Venezolanas vigentes. Aún cuando no se recalcularon las áreas de acero transversal para todas las vigas de la estructura se puede inferir que el incumplimiento de tales áreas ocurre en la totalidad de las mismas, porque al observar las tablas V.2.42 a V.2.47, las áreas de acero transversal y las separaciones existentes son similares a los pórticos seleccionados para el recálculo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Posterior a la aplicación de las fases del método, al cumplimiento de los objetivos planteados y al análisis de la estructura que sirve como sede del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano, se exponen a continuación las conclusiones más importantes encontradas durante el desarrollo del estudio.

El Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano fue construido de acuerdo a la filosofía de diseño de la Ciudad Universitaria de Caracas, por lo tanto se encuentra dentro de las estructuras que fueron incluidas en la declaración de Patrimonio Cultural de la Humanidad realizada por la UNESCO en el año 2.000.

De acuerdo con la inspección visual realizada en sitio y los planos originales de la estructura, las dimensiones de los elementos (vigas y columnas) no presentan diferencias significativas.

Por medio de la detección del acero de refuerzo con el sistema Ferroskan FS10 se determinaron las separaciones de acero longitudinal y ligaduras existentes en columnas, las cuales difieren hasta 6cm con respecto a las observadas en los planos originales. Debido a problemas técnicos con el equipo no fue posible determinar el diámetro de las barras en la mayoría de los elementos analizados.

Se observó que la estructura presenta daños en mampostería y diferentes elementos, afectando aproximadamente al: 27% de paredes, 33% de las losas, 85% de los volados, 14% de las columnas, 2% de las vigas, y 20% del piso. Tomando en cuenta que los daños más frecuentes en los mismos son: la humedad exterior y ascendente; pérdida de material (friso, recubrimiento y cerámica); grietas y desgaste de piso.

Dentro de los modos de vibración analizados para cada módulo se constató que los movimientos traslacionales poseen la mayor masa participativa y constituyen el primer y tercer modo. Es importante señalar, que los seis (6) primeros modos sobrepasan el 90% de la masa participativa establecida en la Norma 1.756 del año 2.001.

Por otra parte, del análisis de la estructura se obtuvo que el 55% de los valores analizados sobrepasan el valor límite para la deriva (12‰) establecido en la Norma COVENIN “Edificaciones Sismorresistente” 1.756:2.001.

En relación al acero longitudinal de vigas y columnas se obtuvo: para las vigas un déficit de áreas de acero en el 90% de dichos elementos, mientras que para las columnas se obtuvo un déficit de 100%; lo cual puede ser originado por los factores empleados en el recálculo de la estructura (factor de reducción de respuesta, nivel de diseño, entre otros).

El 100% de las columnas evaluadas, presentaron secciones insuficientes para la cantidad de acero requerido en estado dinámico utilizando la combinación más desfavorable, a pesar de que las mismas cumplen con las condiciones geométricas establecidas en el capítulo 18 de la norma 1.753 del año 1.987.

En relación a las vigas el 40% poseen geometría insuficiente, aún cuando el 60% de todas las vigas existentes cumplen con las condiciones geométricas establecidas en la Norma. Por otra parte, el 100% de las vigas y columnas no cumplen con los espaciamientos mínimos para el acero transversal establecidos en la Norma antes mencionada.

En la totalidad de columnas y vigas las áreas de acero transversal son insuficientes, de acuerdo con los criterios establecidos en la Norma 1.753 del año 1.987.

La utilización de programas de cálculo estructural requiere de mucha pericia, puesto que la entrada de datos de: topología, geometría, cargas, diafragmas, entre otros, juegan un papel importante en la veracidad de los resultados emitidos por dichos programas.

Se recomienda la realización de talleres, cursos y asesoramientos para utilizar con mayor eficacia programas de cálculo estructural tanto en trabajos de investigación similares a éste como en el campo laboral.

Los resultados del análisis de la estructura indican que la misma es deficiente puesto que no se cumplen las condiciones establecidas en las Normas vigentes en el país, es por ello que se recomienda la adecuación estructural de la misma.

Previo a la realización del proyecto de adecuación estructural de la edificación se recomienda realizar un análisis estático no lineal con el fin de determinar la capacidad real de la estructura.

Se recomienda que el proyecto de adecuación de la estructura se realice de acuerdo a los lineamientos establecidos por la COPRED, ya que la misma es Patrimonio Cultural de la Humanidad.

Finalmente, se recomienda realizar la evaluación estructural de las demás edificaciones que pertenecen al Instituto de Medicina Tropical.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acero, M., Domínguez J. (2.005). *Estudio Geológico – Geotécnico y Evaluación de las Condiciones del Terreno que Constituye el Campus de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC)*. Trabajo de Grado, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

Arozena, E. (2.005). *Evaluación del Comportamiento Estructural del Edificio de Ingeniería Sanitaria de la Ciudad Universitaria de Caracas*. Trabajo de Grado no publicado, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

Ciudad Universitaria de Caracas: Patrimonio Mundial (2.002). Caracas: Ediciones Cromotip.

Cusa, J. (1.991). *Reparación de Lesiones en Edificios*. Barcelona, España: Ediciones CEAC.

Echeverría, A., Romero A. (2.006). *Prevención y Diagnóstico de las Humedades en la Construcción*. Caracas, Venezuela.

Fernández, M. (1.994). *Patología y Terapéutica del Hormigón Armado*. Madrid, España: Editorial El Dossat.

Fernández, N. (2.005). *El terremoto no tiene antesala*. Recuperado en Junio 27, 2.006, de la base de datos de El Universal.

García, C. (2.000). Ciudad Universitaria de Caracas: Patrimonio Cultural de la Humanidad. *Cuadernos del Cendes*, Vol. 17 - N 45, Pág. 149. Recuperado en junio 27, 2.006, de

http://www.revele.com.ve//pdf/cuadernos_del_cendes/vol17-n45/pag149.pdf

Gassette, B. (2.002). *Un Estudio para el Diagnostico del Desprendimiento de la Cerámica Vitrificada de la Ciudad Universitaria de Caracas*. Trabajo de Grado no Publicado, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

Hernández, E. (2.006). *Guía Teórico – Práctica del Programa SAP2000 v9*. Caracas, Venezuela.

Hernández, S. (2.006). *En Busca de lo Sublime, Villanueva y la Ciudad Universitaria de Caracas*. Caracas: Editorial El Arte.

Instituto de Medicina Tropical (2.006). Recuperado en Agosto 22, 2.006, de <http://caibco.ucv.ve/caibco/CAIBCO/Vitae/VitaeDos/Personajes/Pifano/pifano4.htm>

Jaua, M. (1.999). *Expediente de Postulación de la Ciudad Universitaria de Caracas a la lista de Patrimonio Mundial. Proyecto Ciudad Universitaria de Caracas-Patrimonio*. Recuperado en Julio 6, 2.006, de <http://www.centenariovillanueva.web.ve/CUC/Introduccion/FramesIntroduccion.htm>

Leal, I. (1.981). *Historia de la Universidad Central de Venezuela 1.721 – 1.981*. Caracas: Ediciones Rectorado de la UCV.

López, O., Hernández, J., Re, G. y Puig, J. (2.004, Noviembre). Reducción del Riesgo Sísmico en Escuelas de Venezuela. *Boletín Técnico del IMME, Volumen 42 N° 3; 33-56*.

Luís, R., Reigadas, L. (2.006). *Evaluación Estructural del Edificio Sede de las Escuelas de Artes, Estadística y Ciencias Actuariales de la Ciudad Universitaria de Caracas*. Trabajo de Grado no publicado, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

Molina, L. (1.967). *Universidad Central de Venezuela: Síntesis Histórica*. Catálogo de Cursos, Caracas: Universidad Central de Venezuela.

Norma Americana ACI318:2.005 *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*.

Norma COVENIN 1.756 – 2.001. *Edificaciones Sismorresistentes*.

Norma COVENIN – MINDUR 1.753 - 1.987. *Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones, Análisis y Diseño*.

Norma COVENIN – MINDUR 2.002 – 1.988. *Criterio y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones*.

Norma PDVSA A-261 (2.001). *Criterios y Acciones Mínimas para el Diseño de Estructuras Industriales*.

Organización Panamericana de la Salud (1.999). *Crónicas de Desastres: Terremoto de Cariaco, Venezuela, julio 1.997*. Quito, Ecuador: Rángel, A.

Recuperado de:

<http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc11406/doc11406.pdf>

Zamora, L. (s/f). *Conservación de las Áreas de Servicio en el Patrimonio Moderno. Adaptación a Nuevas Tecnologías y/o Requerimientos. Caso: Instituto de Medicina Tropical*. Caracas: COPRED.

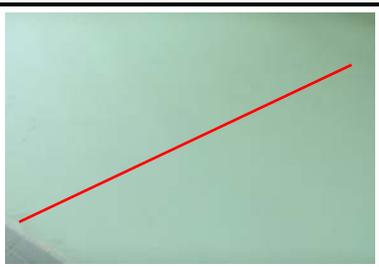
ANEXOS

ANEXO A

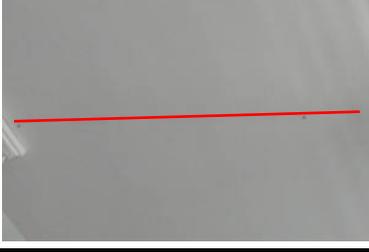
*Planilla de Daños del Edificio Principal del Instituto de Medicina
Tropical Dr. Félix Pifano*

Nº	TIPO DE DAÑO	ESCALA DE DAÑOS				
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
1	Grietas en paredes por asentamiento o fuerzas externas	Presenta pocas	Presenta en algunas zonas y muy pequeñas	Presenta en más zonas pero pequeñas	Presenta en más zonas pero de tamaño mediano	Presenta en más zonas pero de tamaño considerable
2	Desprendimiento de Cerámica Vitrificada, Deterioro de Pintura y Frisos	Presencia de menos del 10% de daños en el elemento	Presencia de 10% - 35% de daños en el elemento	Presencia de 35% - 60% de daños en el elemento	Presencia de 60% - 85% de daños en el elemento	Presencia de 85% - 100% de daños en el elemento
3	Humedad	Presencia de menos del 10% de humedad en el elemento	Presencia de 10% - 35% de humedad en el elemento	Presencia de 35% - 60% de humedad en el elemento	Presencia de 60% - 85% de humedad en el elemento	Presencia de 85% - 100% de humedad en el elemento
4	Delaminación del concreto	Presenta pequeñas fisuras el elemento	Presencia de grietas pequeñas en la zona cercana al acero	Presencia de grietas visibles en ciertas partes del elemento	Presencia de grietas y abultamiento del recubrimiento de concreto en varias zonas del elemento	Desprendimiento total del concreto, aceros corroído a la vista
5	Desgaste de Piso	Presencia de menos del 10% de daños en el elemento	Presencia de 10% - 35% de daños en el elemento	Presencia de 35% - 60% de daños en el elemento	Presencia de 60% - 85% de daños en el elemento	Presencia de 85% - 100% de daños en el elemento

PLANILLA DE DAÑOS DEL EDIFICIO PRINCIPAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL

<p align="center">1</p> 	<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: 28 (A-B) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 2 Observaciones: Grieta en 45° en toda la altura de la pared y en ambas caras.</p>	<p align="center">2</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (28-29)(A-B) Tipo de Daño: 3 Nivel de Daño: 3 Observaciones: Humedad en losa y zonas aledañas a los bajantes de agua de lluvia.</p>
<p align="center">3</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (26-28)(A-B) Tipo de Daño: 3 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Humedad en losa, reparada, pero reincidente</p>	<p align="center">4</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (25-26)(A-B) Tipo de Daño: 3 Nivel de Daño: 2 Observaciones: Humedad en losa, y en bajantes de agua de lluvia</p>
<p align="center">5</p> 	<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: 27 (A-B) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Grieta en 45° presente solo en pared y no baja a la cerámica.</p>	<p align="center">6</p> 	<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: 25 (A-B) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 2 Observaciones: Grieta 45° a partir de marco de puerta.</p>
<p align="center">7</p> 	<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: B (26-27) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 2 Observaciones: Grieta 45° a partir de marco de ventanas.</p>	<p align="center">8</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (23-24)(A-B) Tipo de Daño: 2 y 3 Nivel de Daño: 3 Observaciones: Humedad en losa, pérdida de friso y pintura.</p>
<p align="center">9</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (23-24)(A-B) Tipo de Daño: 4 Nivel de Daño: 4 Observaciones: Delaminación y corrosión de una zona de la losa.</p>	<p align="center">10</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (21-23)(A-B) Tipo de Daño: 3 Nivel de Daño: 2 Observaciones: Humedad reparada en techo.</p>
<p align="center">11</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (20-21)(A-B) Tipo de Daño: 3 Nivel de Daño: 2 Observaciones: Oxido en junta, por filtración y humedad.</p>	<p align="center">12</p> 	<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: 4 (A-B) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 2 Observaciones: Grieta a 45° en pared, desde el marco de la puerta.</p>

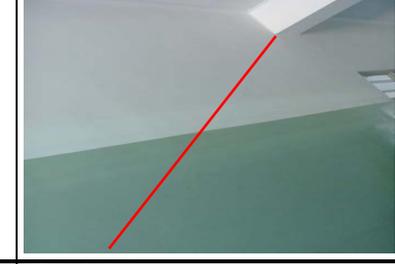
PLANILLA DE DAÑOS DEL EDIFICIO PRINCIPAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL

<p>13</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (3-4)(A-B) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 2 Observaciones:</p> <p>Grieta en piso de granito.</p>	<p>14</p> 	<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: A (1-2) Tipo de Daño: 2 Nivel de Daño: 1 Observaciones:</p> <p>Desprendimiento de cerámica en pared.</p>
<p>15</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (5-6)(A-B) Tipo de Daño: 2 y 3 Nivel de Daño: 3 Observaciones:</p> <p>Humedad y pérdida de friso en losa de techo.</p>	<p>16</p> 	<p>Elemento: VIGA Piso: PA-EP Ubicación: B (5-6) Tipo de Daño: 2 y 4 Nivel de Daño: 1 Observaciones:</p> <p>Grieta y delaminación en viga.</p>
<p>17</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (6-8)(A-B) Tipo de Daño: 3 Nivel de Daño: 2 Observaciones:</p> <p>Humedad en losa de techo no se veía por cielo raso.</p>	<p>18</p> 	<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: B (2-3) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 2 Observaciones:</p> <p>Grieta a 45° en pared comienza en marco de ventana.</p>
<p>19</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (2-3)(A-B) Tipo de Daño: 3 Nivel de Daño: 2 Observaciones:</p> <p>Humedad en losa de techo</p>	<p>20</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (5-6)(C-E) Tipo de Daño: 3 Nivel de Daño: 4 Observaciones:</p> <p>Humedad en losa, vista desde cielo raso.</p>
<p>21</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (6-7)(A-B) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 2 Observaciones:</p> <p>Grieta en losa de piso de granito.</p>	<p>22</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (4-5)(A-B) Tipo de Daño: 3 Nivel de Daño: 1 Observaciones:</p> <p>Humedad en losa, vista desde cielo raso.</p>
<p>23</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (9-10)(A-B) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 1 Observaciones:</p> <p>Grieta en losa de techo.</p>	<p>24</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (9-10)(A-B) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 1 Observaciones:</p> <p>Grieta en losa de piso.</p>

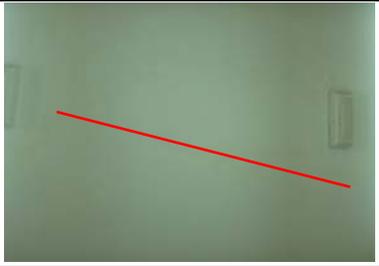
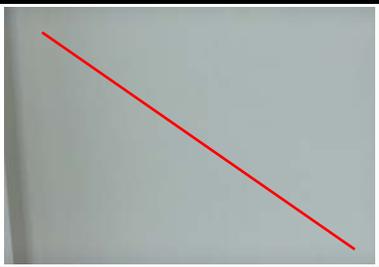
PLANILLA DE DAÑOS DEL EDIFICIO PRINCIPAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL

<p align="center">25</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (10-11)(A-B) Tipo de Daño: 2 y 3 Nivel de Daño: 3 Observaciones: Humedad en losa con pérdida de friso y pintura.</p>	<p align="center">26</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (10-11)(A-B) Tipo de Daño: 4 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Presencia de delaminación en ciertas zonas, debido a filtraciones.</p>
<p align="center">27</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (10-11)(A-B) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Grieta en piso de granito.</p>	<p align="center">28</p> 	<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: C (2-3) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Grieta a 45° desde el marco de la ventana hasta piso.</p>
<p align="center">29</p> 	<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: C (4-5) Tipo de Daño: 1 y 2 Nivel de Daño: 2 Observaciones: Grieta a 45° desde el marco de la ventana, con desprendimiento de friso.</p>	<p align="center">30</p> 	<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: C (10-11) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 2 Observaciones: Grieta en pared, con desprendimiento de friso.</p>
<p align="center">31</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (10-11)(B-C) Tipo de Daño: 2 y 3 Nivel de Daño: 3 Observaciones: Desprendimiento de friso por humedad en losa de techo.</p>	<p align="center">32</p> 	<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: C (10-11) Tipo de Daño: 2 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Desprendimiento de pintura.</p>
<p align="center">33</p> 	<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: C (11-12) Tipo de Daño: 1 y 2 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Grieta en 45° pared, con desprendimiento de pintura, desde techo hasta piso.</p>	<p align="center">34</p> 	<p>Elemento: VIGA Piso: PA-EP Ubicación: 12 (B-C) Tipo de Daño: 1 y 2 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Grietas transversales, con desprendimiento de friso.</p>
<p align="center">35</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (1-29)(B-C) Tipo de Daño: 2 Nivel de Daño: 3 Observaciones: Desprendimiento de cerámica en todas las áreas comunes.</p>	<p align="center">36</p> 	<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: 13 (A-C) Tipo de Daño: 3 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Humedad en losa, junta oxidada.</p>

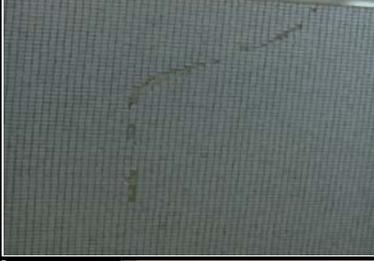
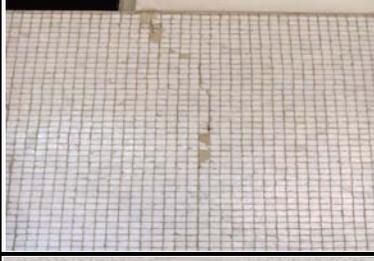
PLANILLA DE DAÑOS DEL EDIFICIO PRINCIPAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL

37		<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: B (13-14) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Grieta 90° en pared, desde marco de la ventana.</p>	38		<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: C (13-14) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Grieta 45° en pared, desde marco de la ventana, hasta el piso.</p>
39		<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: C (14-15) Tipo de Daño: 1 y 4 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Grieta 45° y delaminación en pared, desde marco de la ventana, hasta el techo.</p>	40		<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: B (13-14) Tipo de Daño: 4 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Delaminación en pared, a partir de grieta.</p>
41		<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: B (14-15) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Grieta 45° en pared, desde marco de la ventana, hasta el techo.</p>	42		<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: C (15-16) Tipo de Daño: 3 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Humedad en pared, por filtraciones en losa.</p>
43		<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (20-21)(B-E) Tipo de Daño: 3 Nivel de Daño: 2 Observaciones: Óxido en junta, humedad en losa de techo.</p>	44		<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: C (27-28) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Grieta 45°, desde el viga hasta la piso.</p>
45		<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: B (27-28) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Grieta 90°, desde el marco de la ventana hasta el piso.</p>	46		<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: B (25-26) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Grieta 90°, desde el marco de la ventana hasta el piso.</p>
47		<p>Elemento: VIGA Piso: PA-EP Ubicación: B (8-9) Tipo de Daño: 2 y 3 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Desprendimiento de friso y humedad.</p>	48		<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: B (9-10) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Grieta de 90° de tope a base en el elemento.</p>

PLANILLA DE DAÑOS DEL EDIFICIO PRINCIPAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL

49		<p>Elemento: VIGA Piso: PA-EP Ubicación: C (5-6) Tipo de Daño: 2 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Desprendimiento de friso y humedad.</p>	50		<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: C (6-7) Tipo de Daño: 2 y 3 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Desprendimiento de friso y humedad.</p>
51		<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: B (2-3) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 2 Observaciones: Grieta 45° en pared, desde marco de la ventana, hasta el techo.</p>	52		<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: C (2-1) Tipo de Daño: 1 y 2 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Grieta 45° en pared, desde marco de la ventana, hasta el techo.</p>
53		<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (13-15)(C-E) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Grieta en losa.</p>	54		<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (26-27)(A-B) Tipo de Daño: 2 y 3 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Desprendimiento de pintura con humedad.</p>
55		<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: 25 (A-B) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Grieta en pared a 45° de techo a piso.</p>	56		<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (25-26)(A-B) Tipo de Daño: 1 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Grieta en losa de piso.</p>
57		<p>Elemento: PARED Piso: PA-EP Ubicación: 20 (C-E) Tipo de Daño: 1 y 2 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Grieta a 45° y desprendimiento de friso desde viga hasta piso.</p>	58		<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (19-20)(C-E) Tipo de Daño: 2 y 3 Nivel de Daño: 1 Observaciones: Humedad y desprendimiento de friso en losa de techo.</p>
59		<p>Elemento: VOLADO Piso: PA-EP Ubicación: A (1-29) Tipo de Daño: 2 y 3 Nivel de Daño: 2 Observaciones: Humedad y desprendimiento de friso en todo el volado de la fachada norte.</p>	60		<p>Elemento: LOSA Piso: PA-EP Ubicación: (17-19)(C-E) Tipo de Daño: 2 y 3 Nivel de Daño: 4 Observaciones: Humedad y desprendimiento de friso en toda la losa de techo.</p>

PLANILLA DE DAÑOS DEL EDIFICIO PRINCIPAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL

61		Elemento: PARED	62		Elemento: PARED
		Piso: PB-EP			Piso: PB-EP
		Ubicación: B (2-3)			Ubicación: C (2-3)
		Tipo de Daño: 2			Tipo de Daño: 2
		Nivel de Daño: 1			Nivel de Daño: 1
Observaciones: Grieta 90° con desprendimiento de cerámica vitrificada.		Observaciones: Grieta 45° con desprendimiento de cerámica vitrificada de tope a base en pared.			
63		Elemento: PARED	64		Elemento: PARED
		Piso: PB-EP			Piso: PB-EP
		Ubicación: B (2-3)			Ubicación: C (2-3)
		Tipo de Daño: 1			Tipo de Daño: 1
		Nivel de Daño: 1			Nivel de Daño: 1
Observaciones: Grieta 90° desde marco de ventana hasta el piso.		Observaciones: Grieta 45° desde marco de ventana a piso.			
65		Elemento: PARED	66		Elemento: PARED
		Piso: PB-EP			Piso: PB-EP
		Ubicación: B (26-27)			Ubicación: B (27-28)
		Tipo de Daño: 2 y 1			Tipo de Daño: 2 y 1
		Nivel de Daño: 1			Nivel de Daño: 1
Observaciones: Grieta 45° con desprendimiento de cerámica vitrificada desde ventana a piso.		Observaciones: Grieta 45° con desprendimiento de cerámica vitrificada desde ventana a piso.			
67		Elemento: PARED	68		Elemento: COLUM.
		Piso: PB-EP			Piso: PB-EP
		Ubicación: B (28-29)			Ubicación: E27
		Tipo de Daño: 2 y 1			Tipo de Daño: 2
		Nivel de Daño: 1			Nivel de Daño: 1
Observaciones: Desprendimiento de cerámica, friso a causa de grieta desde marco de ventana a piso.		Observaciones: Desprendimiento de recubrimiento en el tope de la columna.			
69		Elemento: COLUM.	70		Elemento: LOSA
		Piso: PB-EP			Piso: PB-EP
		Ubicación: E26			Ubicación: (20-29)(B-E)
		Tipo de Daño: 2			Tipo de Daño: 5
		Nivel de Daño: 2			Nivel de Daño: 3
Observaciones: Desprendimiento del recubrimiento en el tope de la columna.		Observaciones: Piso de granito del lobby, con alto grado deterioro.			
71		Elemento: ESCAL.	72		Elemento: PARED
		Piso: PB-EP			Piso: PB-EP
		Ubicación: (21-24)(D-E)			Ubicación: C (19-20)
		Tipo de Daño: 2			Tipo de Daño: 1
		Nivel de Daño: 1			Nivel de Daño: 1
Observaciones: Desprendimiento de capa de pintura, en escalera principal.		Observaciones: Grieta 45° desde marco de ventana a piso.			

PLANILLA DE DAÑOS DEL EDIFICIO PRINCIPAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL

73		<p>Elemento: PARED</p> <p>Piso: PB-EP</p> <p>Ubicación: E (17-18)</p> <p>Tipo de Daño: 2</p> <p>Nivel de Daño: 1</p> <p>Observaciones:</p> <p>Desprendimiento de friso por humedad en pared.</p>	74		<p>Elemento: PARED</p> <p>Piso: PB-EP</p> <p>Ubicación: A (14-15)</p> <p>Tipo de Daño: 4 y 2</p> <p>Nivel de Daño: 1</p> <p>Observaciones:</p> <p>Desprendimiento de cerámica con delaminación de concreto.</p>
75		<p>Elemento: PARED</p> <p>Piso: PB-EP</p> <p>Ubicación: A (14-18)</p> <p>Tipo de Daño: 2</p> <p>Nivel de Daño: 1</p> <p>Observaciones:</p> <p>Desprendimiento de cerámica.</p>	76		<p>Elemento: PARED</p> <p>Piso: PB-EP</p> <p>Ubicación: C (12-13)</p> <p>Tipo de Daño: 2</p> <p>Nivel de Daño: 1</p> <p>Observaciones:</p> <p>Desprendimiento de friso por humedad en elemento</p>
77		<p>Elemento: COLUMNS.</p> <p>Piso: PB-EP</p> <p>Ubicación: A (1-29)</p> <p>Tipo de Daño: 4</p> <p>Nivel de Daño: 1</p> <p>Observaciones:</p> <p>Delaminación en columna.</p>	78		<p>Elemento: COLUMNS.</p> <p>Piso: PB-EP</p> <p>Ubicación: A (1-2)</p> <p>Tipo de Daño: 2</p> <p>Nivel de Daño: 2</p> <p>Observaciones:</p> <p>Desprendimiento de friso en columna.</p>
79		<p>Elemento: COLUMNS.</p> <p>Piso: PB-EP</p> <p>Ubicación: A (1-29)</p> <p>Tipo de Daño: 3</p> <p>Nivel de Daño: 2</p> <p>Observaciones:</p> <p>Humedad en parte baja de la columna.</p>	80		<p>Elemento: COLUMNS.</p> <p>Piso: PB-EP</p> <p>Ubicación: A (3-29)</p> <p>Tipo de Daño: 2</p> <p>Nivel de Daño: 1</p> <p>Observaciones:</p> <p>Desprendimiento de friso en todas las zonas bajas de las columnas de la fachada norte.</p>
81		<p>Elemento: PARED</p> <p>Piso: PB-EP</p> <p>Ubicación: A (1-29)</p> <p>Tipo de Daño: 2</p> <p>Nivel de Daño: 2</p> <p>Observaciones:</p> <p>Humedad en todas las zonas bajas de las paredes de la fachada norte.</p>	82		<p>Elemento: VOLADO</p> <p>Piso: PB-EP</p> <p>Ubicación: (1-29)(A-V)</p> <p>Tipo de Daño: 2</p> <p>Nivel de Daño: 1</p> <p>Observaciones:</p> <p>Desprendimiento de pintura en todo el volado de fachada norte.</p>
83		<p>Elemento: VOLADO</p> <p>Piso: PB-EP</p> <p>Ubicación: (1-29)(A-V)</p> <p>Tipo de Daño: 1, 2 y 3</p> <p>Nivel de Daño: 2</p> <p>Observaciones:</p> <p>Grietas, humedad y desprendimiento de friso en todo el volado de la fachada norte.</p>	84		<p>Elemento: VOLADO</p> <p>Piso: PA-EP</p> <p>Ubicación: (1-29)(A-V)</p> <p>Tipo de Daño: 1</p> <p>Nivel de Daño: 2</p> <p>Observaciones:</p> <p>Grietas, en todo el volado de la fachada norte.</p>

ANEXO B

Hoja de Cálculo del Cortante Basal

CALCULO DEL CORTANTE BASAL

DATOS DE LA EDIFICACIÓN	
Tipo de Estructura de Concreto	
Tipo de Estructura	I
Nivel de Diseño	
ND	ND1
Factor de Importancia (Uso)	
Grupo	A
Aceleración de la Zona	
Zona	5
Forma Espectral	
Forma Espectral	S2
Número de Niveles	
N	2
Altura de la Estructura	
hn (m)	9,25

RESULTADOS	
Masa de la Estructura	
Mx = My	237.783,29

Peso Total de la Edificación	
W _{TOTAL} (kg)	2.332.654,07
Periodo Estimado	
Ta (seg)	0,371
Ecuación =	$T = Ct \cdot h_n^{0,75}$
Periodo de la Estructura	
T (seg)	0,594
Ecuación =	$T = 1,6 T_a$
Aceleración para el Periodo T	
Ad	0,64
Factor de Minoración	
μ	0,96
Ecuación =	$\mu = 1,4 \left[\frac{N+9}{2N+12} \right]$ $\mu = 0,8 + \frac{1}{20} \left[\frac{T}{T^*} - 1 \right]$

FACTORES	
Factor de Importancia (Uso)	
α	1,30
Aceleración de la Zona	
Ao	0,30
Factor de Reducción	
R	1,5
Valor Máximo del Periodo	
T* (seg)	0,70

Cortante basal Mínimo:	
Vo (kgf)	1.433.182,66
Ecuación =	$V_o = \mu \cdot A_d \cdot W$

Coefficiente Sísmico Mínimo	
αxAo/R	26,00%
Vo/W _{TOTAL} =	61,44%
Observación =	Si Cumple

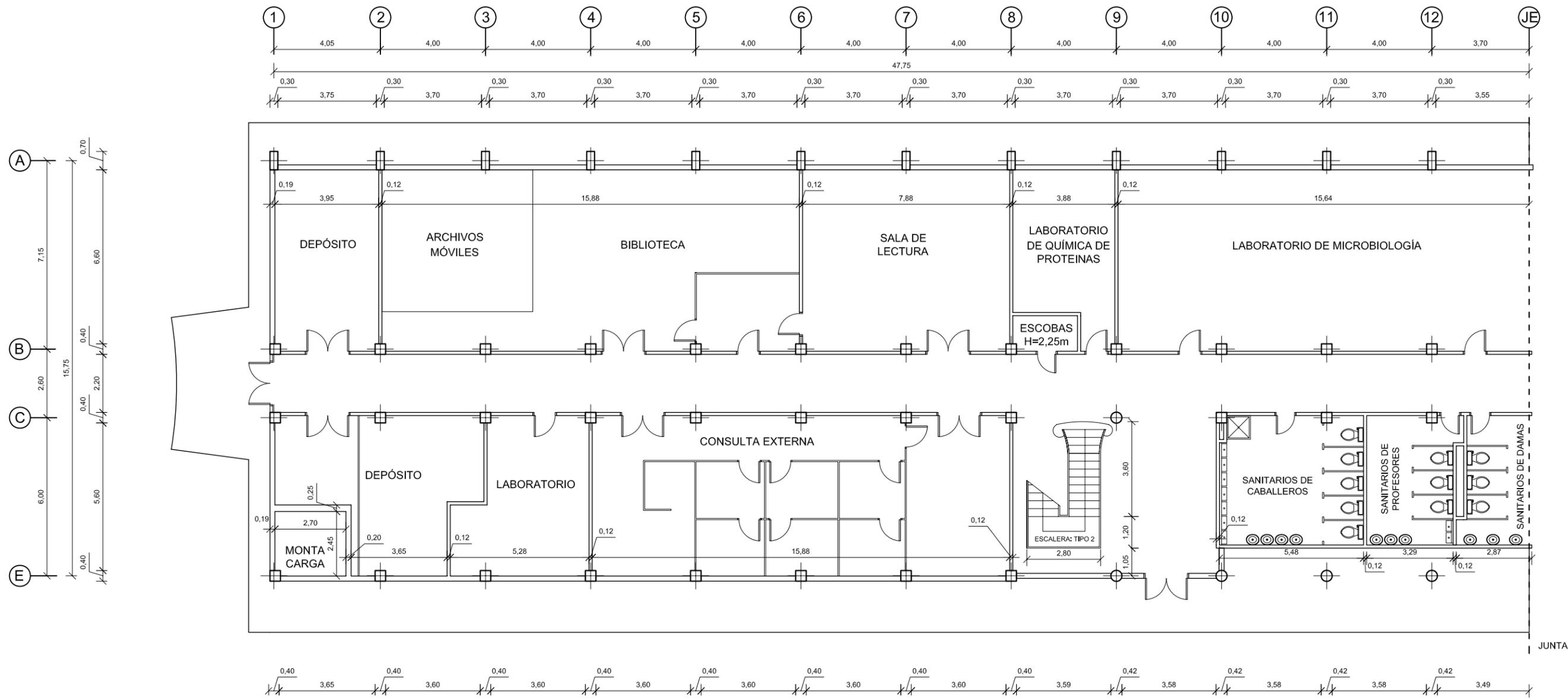
Del análisis se obtiene:	
Vox (kgf)	979.534,63
Voy (kgf)	860.918,13

Factores de Mayoración	
Vo/Vox	1,46
Vo/Voy	1,66

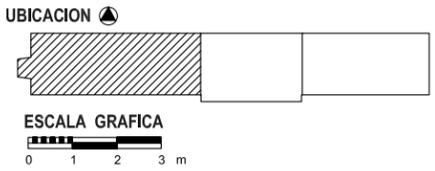
ANEXO C

*Planos de Arquitectura y Estructura del Edificio Principal del Instituto
de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano*

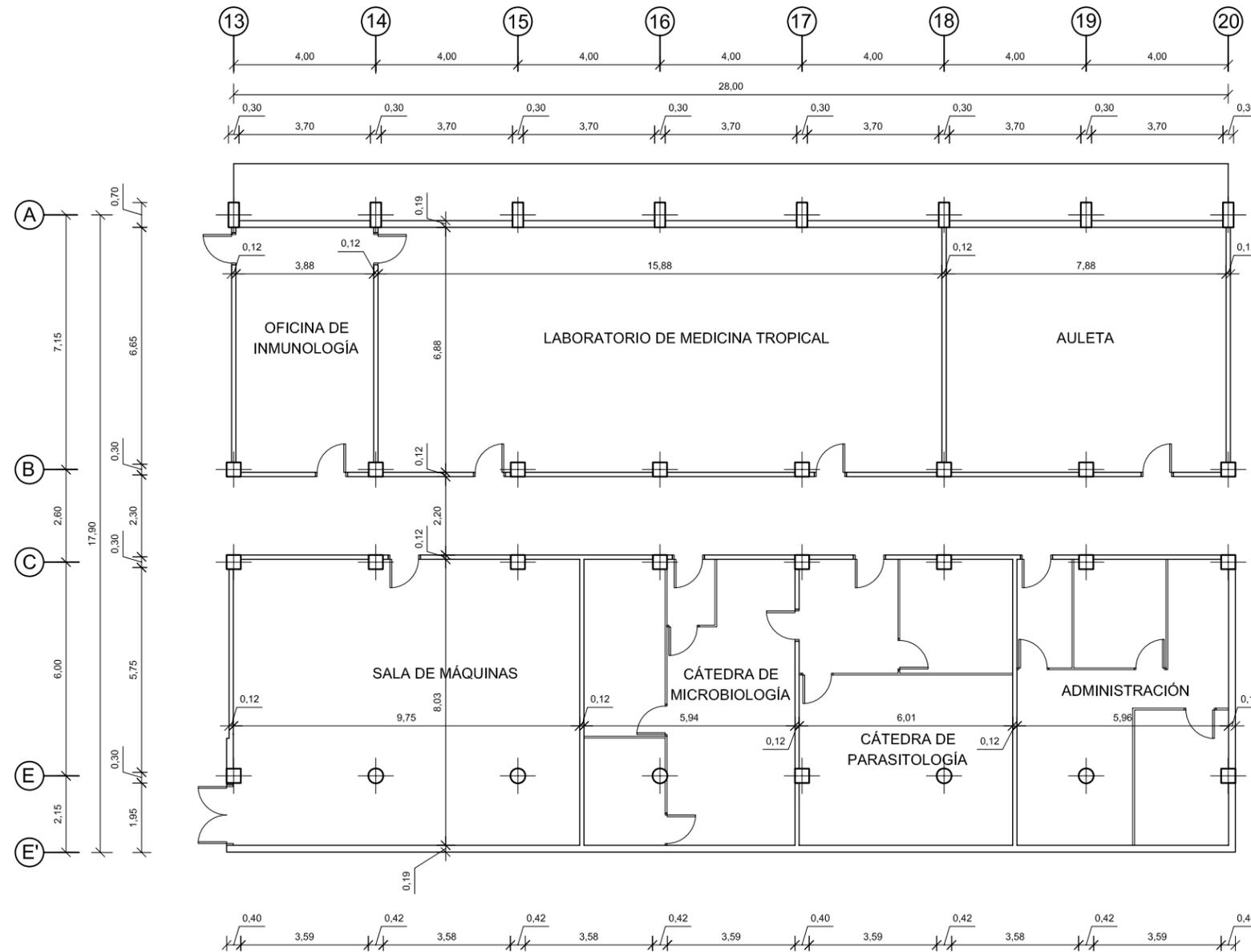
ÍNDICE DE PLANOS	
CÓDIGO	TÍTULO
EP-MI-DA-PB-01	Arquitectura - Edificio Principal, Módulo I - Planta Baja
EP-MII-DA-PB-02	Arquitectura - Edificio Principal, Módulo II - Planta Baja
EP-MIII-DA-PB-03	Arquitectura - Edificio Principal, Módulo III - Planta Baja
EP-MI-DA-PA-04	Arquitectura - Edificio Principal, Módulo I - Planta Alta
EP-MII-DA-PA-05	Arquitectura - Edificio Principal, Módulo II - Planta Alta
EP-MIII-DA-PA-06	Arquitectura - Edificio Principal, Módulo III - Planta Alta
EP-MI-EV-PA-07	Envigado - Edificio Principal, Módulo I - Planta Alta
EP-MII-EV-PA-08	Envigado - Edificio Principal, Módulo II - Planta Alta
EP-MIII-EV-PA-09	Envigado - Edificio Principal, Módulo III - Planta Alta
EP-MI-EV-PA-10	Envigado - Edificio Principal, Módulo I - Planta Techo
EP-MII-EV-PA-11	Envigado - Edificio Principal, Módulo II - Planta Techo
EP-MIII-EV-PA-12	Envigado - Edificio Principal, Módulo III - Planta Techo
EP-FA-CB-13	Edificio Principal - Corte eje B
EP-FA-FA-14	Edificio Principal - Fachada A (Norte)
EP-FA-CE-15	Edificio Principal - Corte eje E
EP-FA-FE-16	Edificio Principal - Fachada E (Sur)
EP-FA-CT-17	Edificio Principal - Cortes Transversales
EP-MI-DP-PA-18	Daños Edificio Principal, Módulo I - Planta Alta
EP-MII-DP-PA-19	Daños Edificio Principal, Módulo II - Planta Alta
EP-MIII-DP-PA-20	Daños Edificio Principal, Módulo III - Planta Alta
EP-MI-DP-PB-21	Daños Edificio Principal, Módulo I - Planta Baja
EP-MII-DP-PB-22	Daños Edificio Principal, Módulo II - Planta Baja
EP-MIII-DP-PB-23	Daños Edificio Principal, Módulo III - Planta Baja



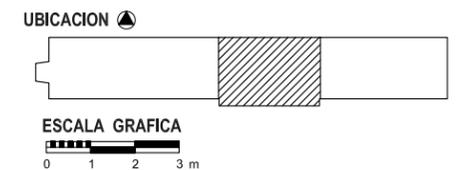
MODULO I



TRABAJO ESPECIAL DE GRADO - KARINA GONCALVES - MIGUEL F. SALAS	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL Dr. FÉLIX PIFANO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS	PLANO: Arquitectura - Edificio Principal, Módulo I - Planta Baja	FECHA: Junio 2007	ESCALA: 1:150 CODIGO: EP-MI-DA-PB-01
---	--	---	-----------------------------	---



MODULO II



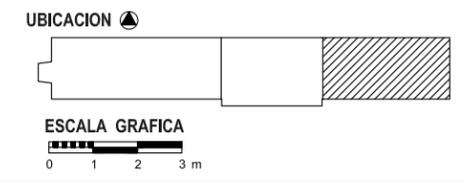
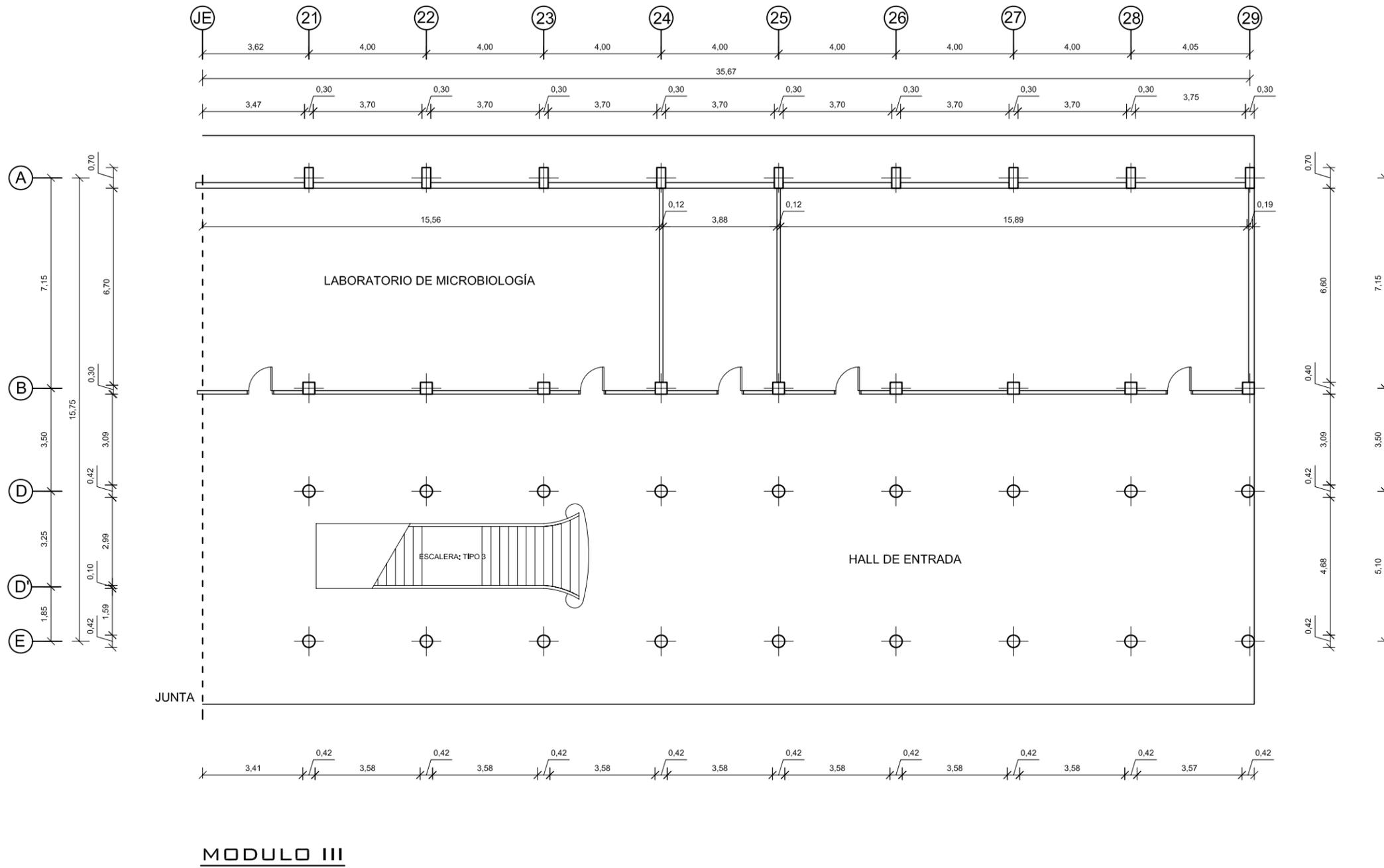
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO - KARINA GONCALVES
- MIGUEL F. SALAS

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL Dr. FÉLIX PIFANO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS

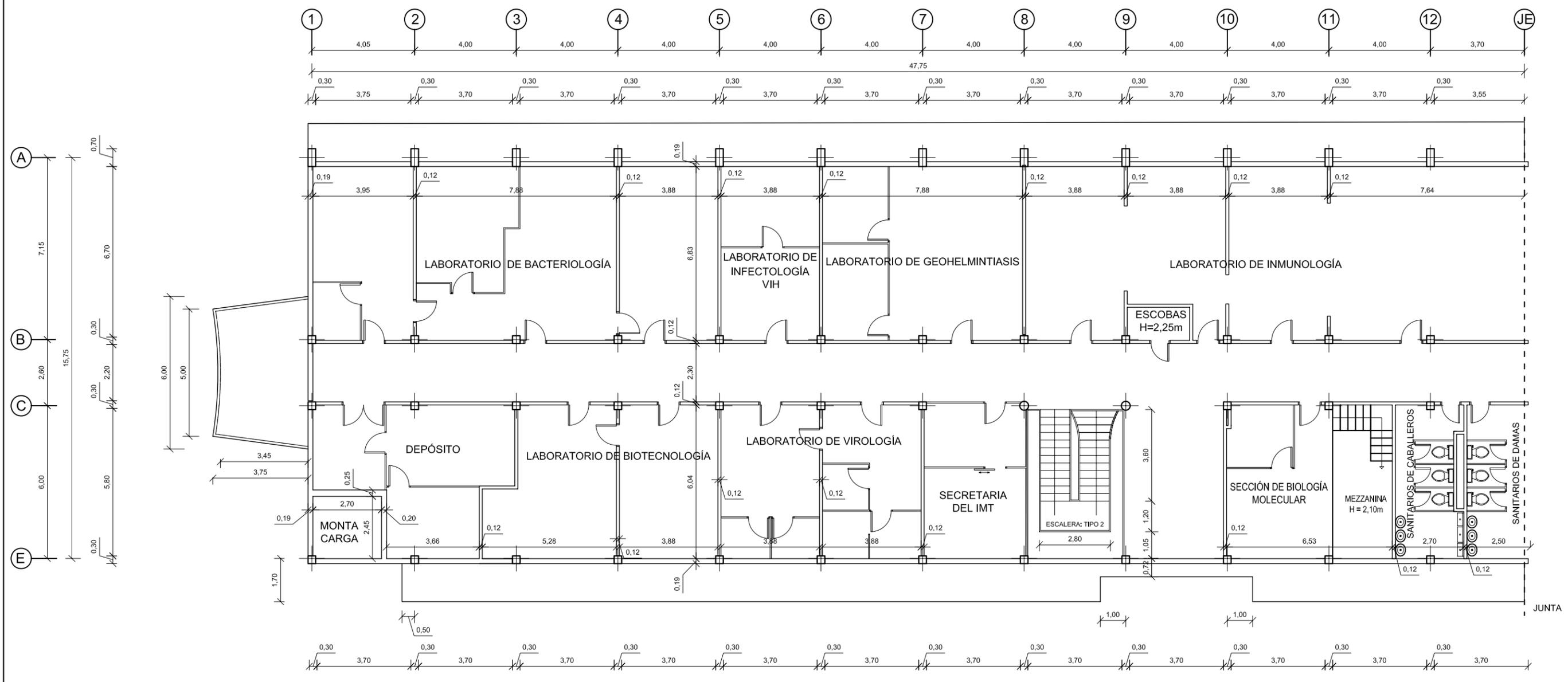
PLANO: Arquitectura - Edificio Principal, Módulo II - Planta Baja

FECHA: Junio 2007

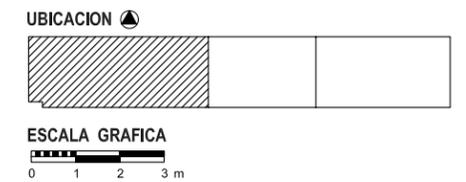
ESCALA: 1:150
CODIGO: EP-MII-DA-PB-02



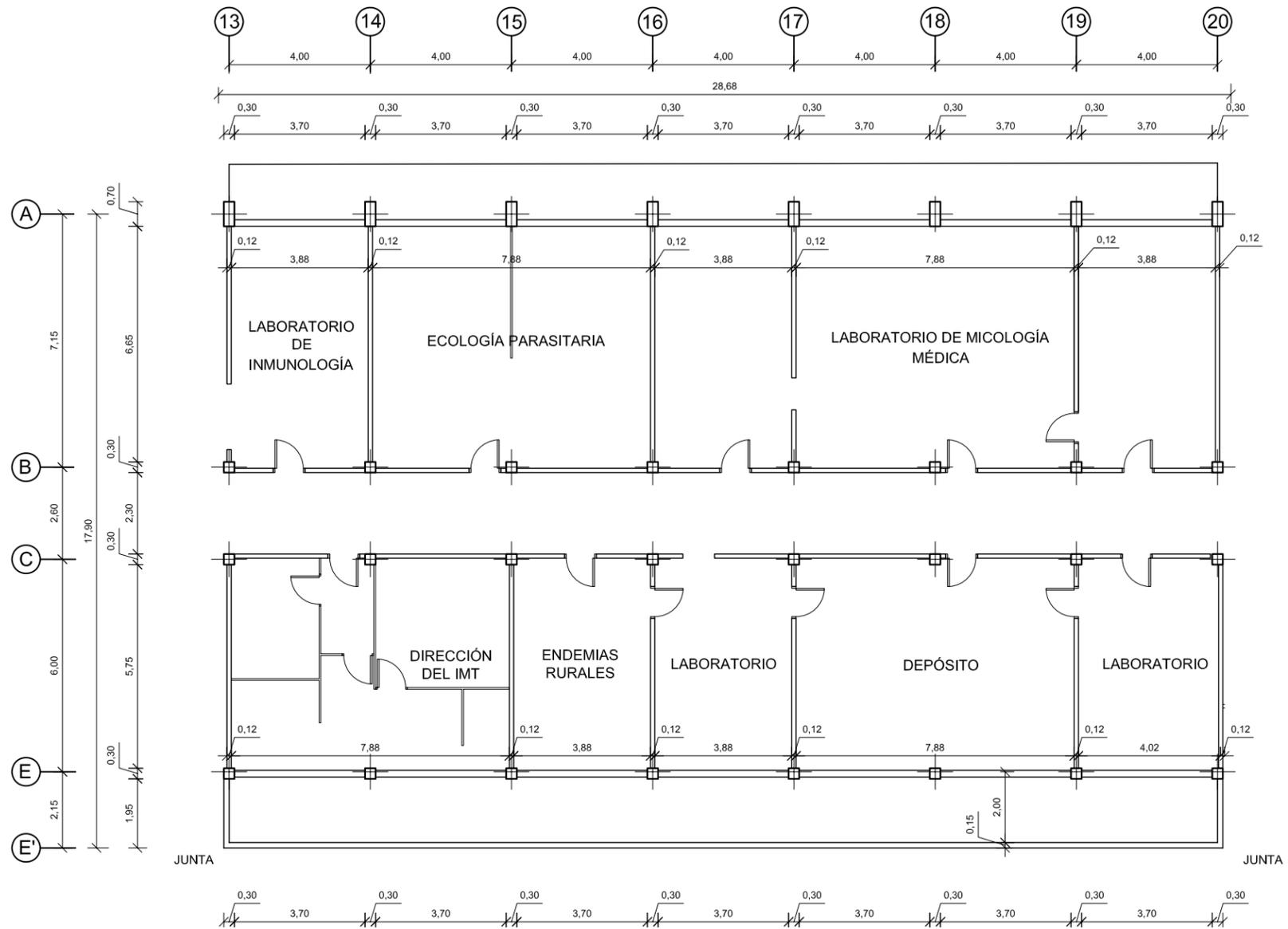
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO - KARINA GONCALVES - MIGUEL F. SALAS	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL Dr. FÉLIX PIFANO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS	PLANO: Arquitectura - Edificio Principal, Módulo III - Planta Baja	FECHA: Junio 2007	ESCALA: 1:150 CODIGO: EP-MIII-DA-PB-03
---	--	--	-----------------------------	---



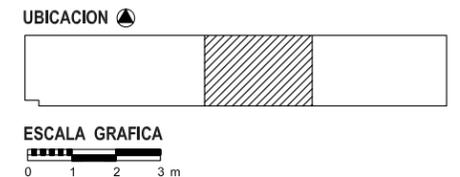
MODULO I

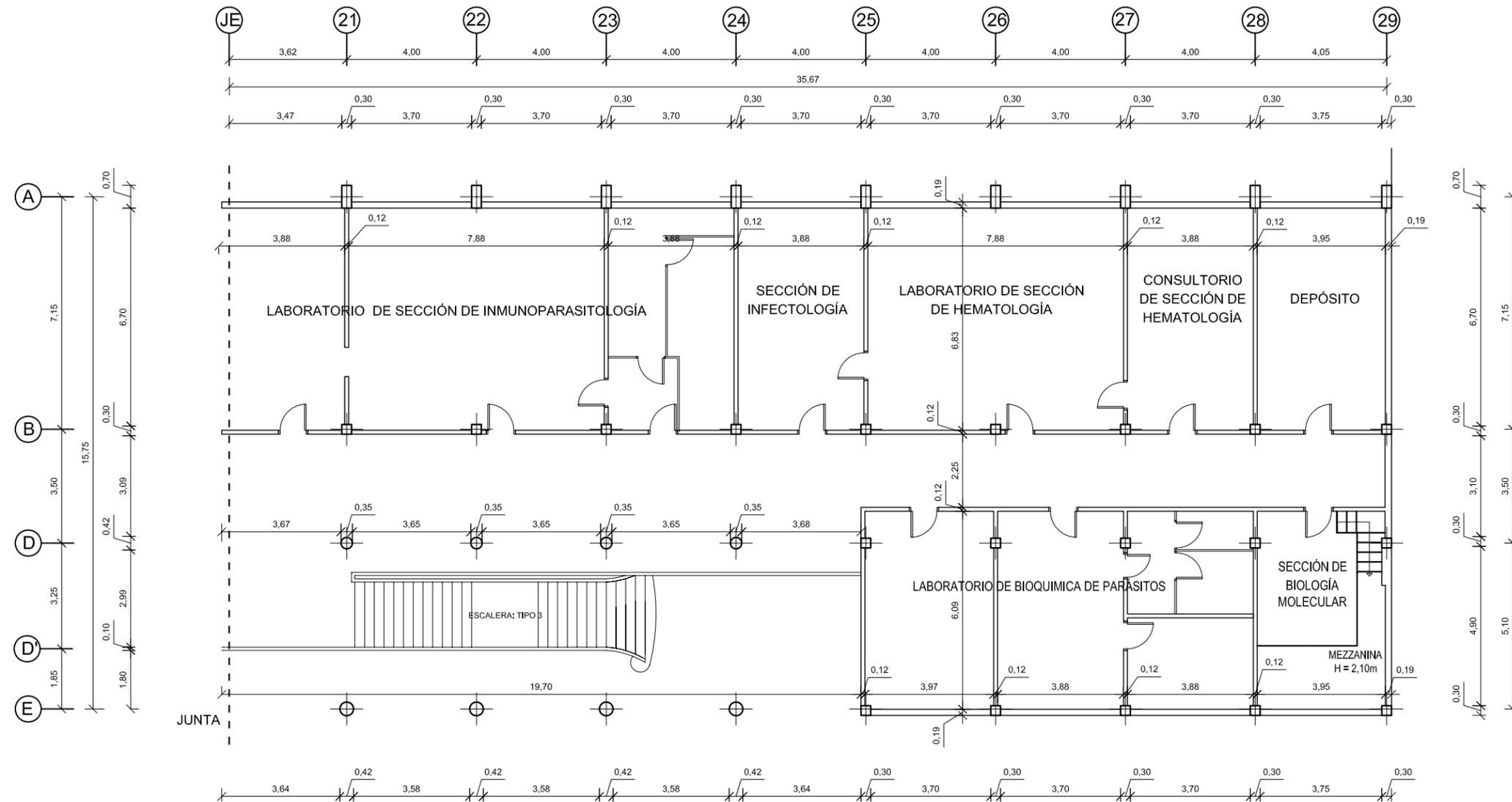


<p>TRABAJO ESPECIAL DE GRADO - KARINA GONCALVES - MIGUEL F. SALAS</p>	<p>EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL Dr. FÉLIX PIFANO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS</p>	<p>PLANO: Arquitectura - Edificio Principal, Módulo I - Planta Alta</p>	<p>FECHA: Junio 2007</p>	<p>ESCALA: 1:150 CODIGO: EP-MI-DA-PA-04</p>
--	---	--	---------------------------------	---

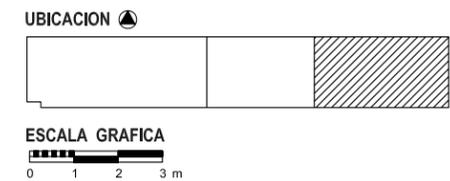


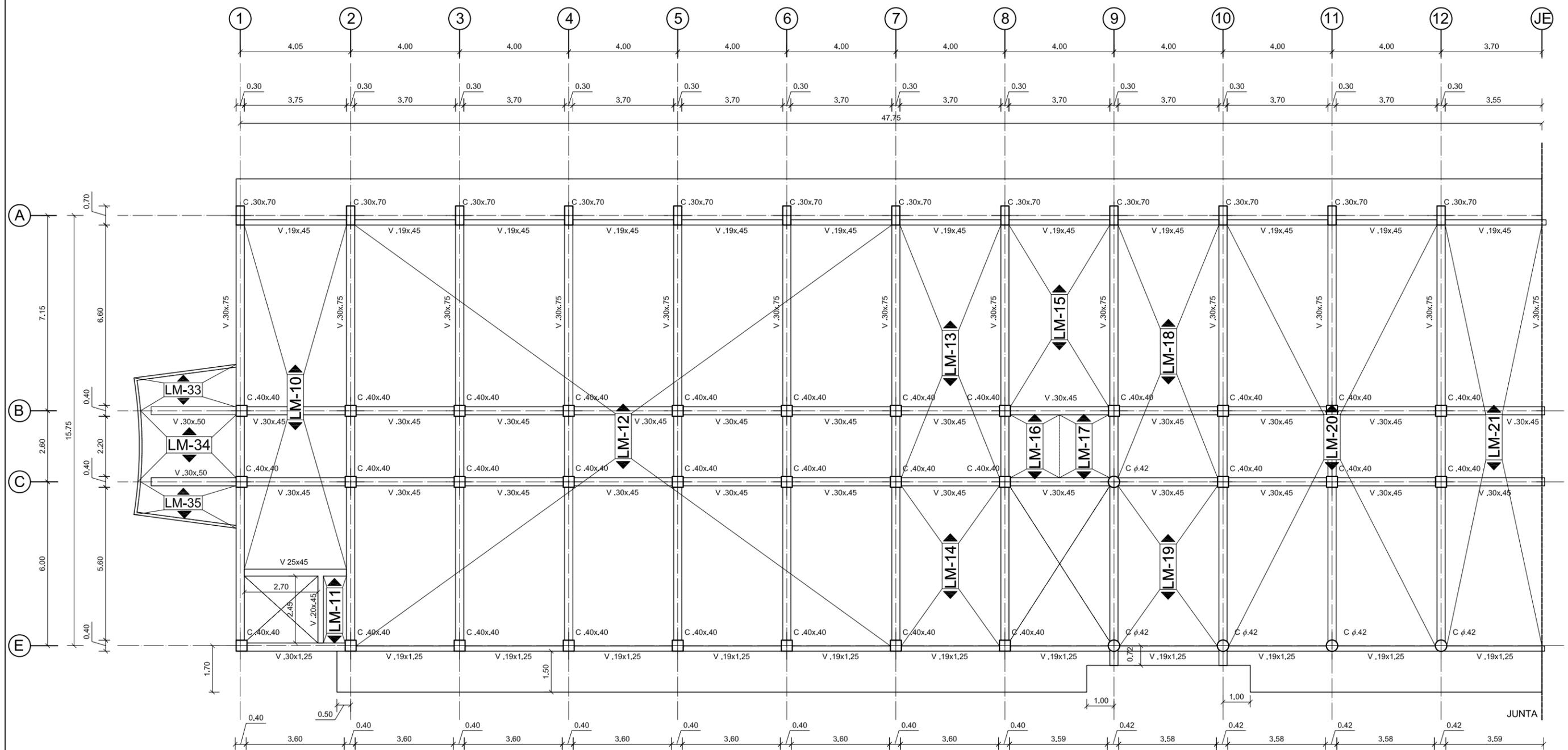
MODULO II





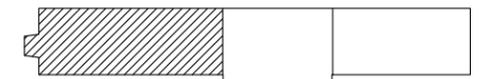
MÓDULO III





MODULO I

UBICACION



ESCALA GRAFICA



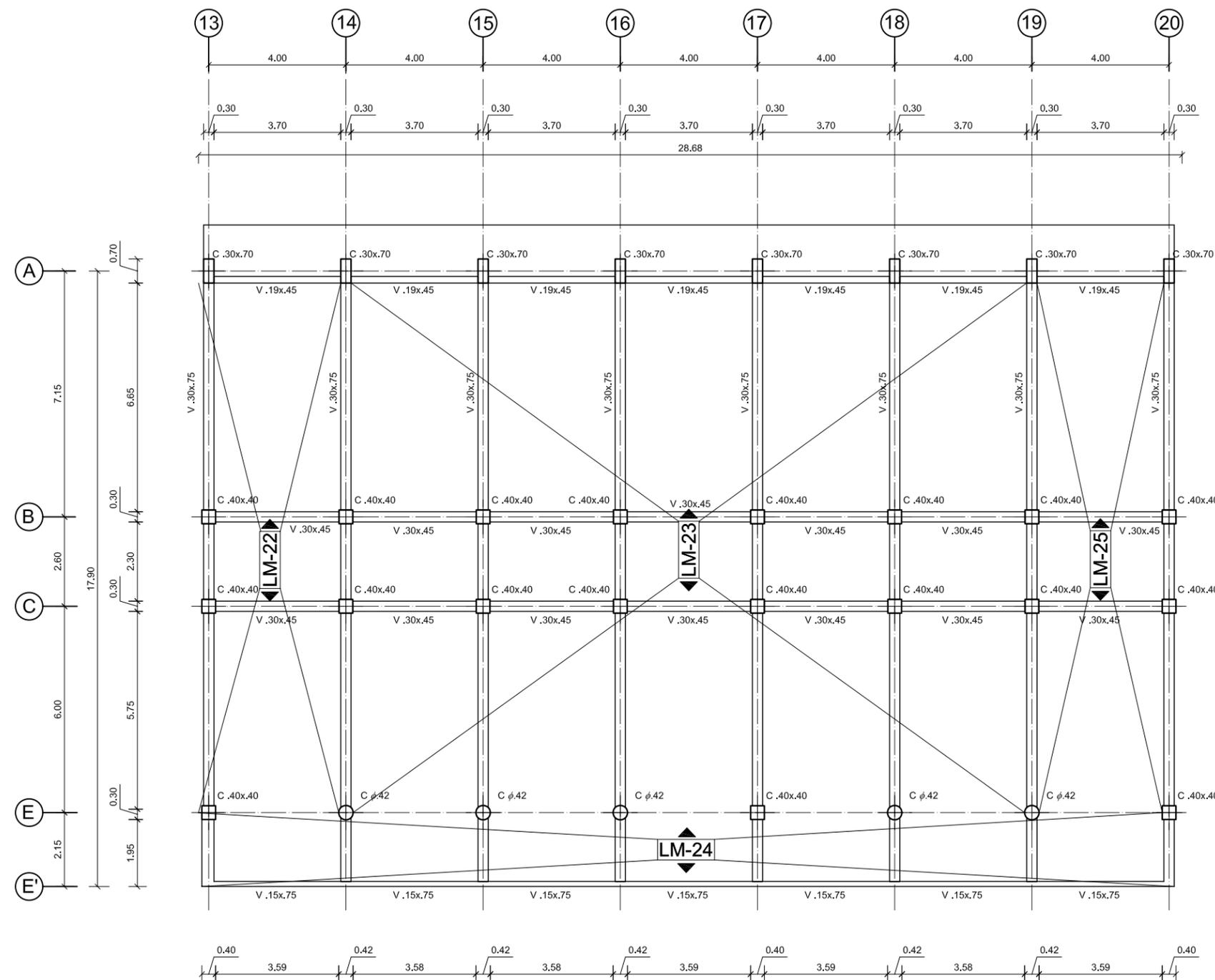
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO - KARINA GONCALVES
- MIGUEL F. SALAS

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL Dr. FÉLIX PIFANO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS

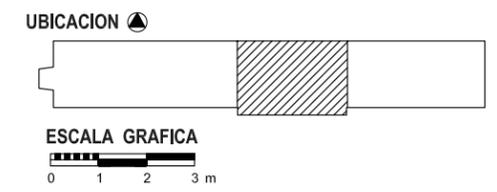
PLANO: Envigado - Edificio Principal,
Módulo I - Planta Alta

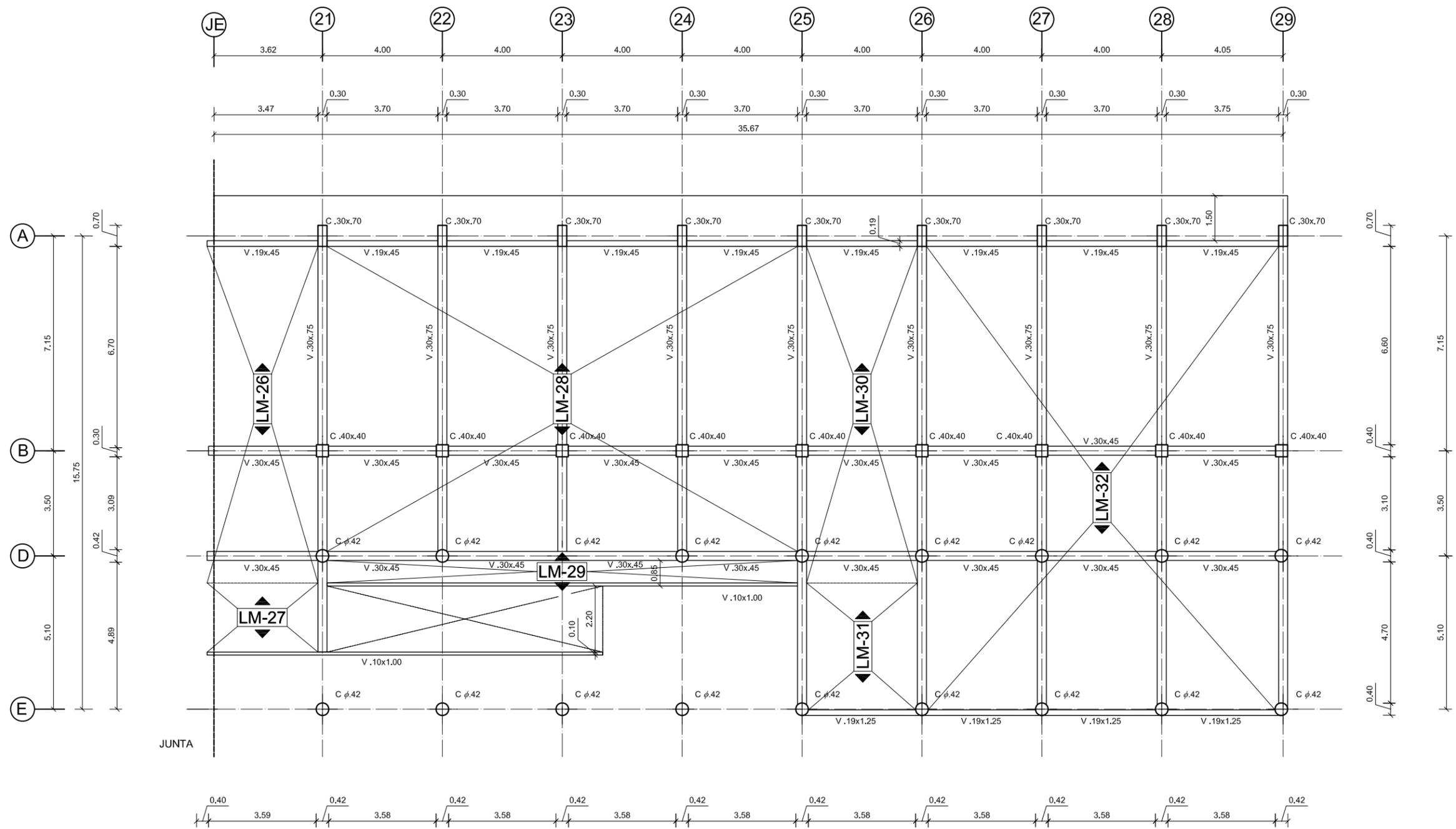
FECHA:
Junio 2007

ESCALA: 1:150
CODIGO: EP-MI-EV-PA-07



MODULO II





MODULO III

UBICACION ▲



ESCALA GRAFICA



TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

- KARINA GONCALVES
- MIGUEL F. SALAS

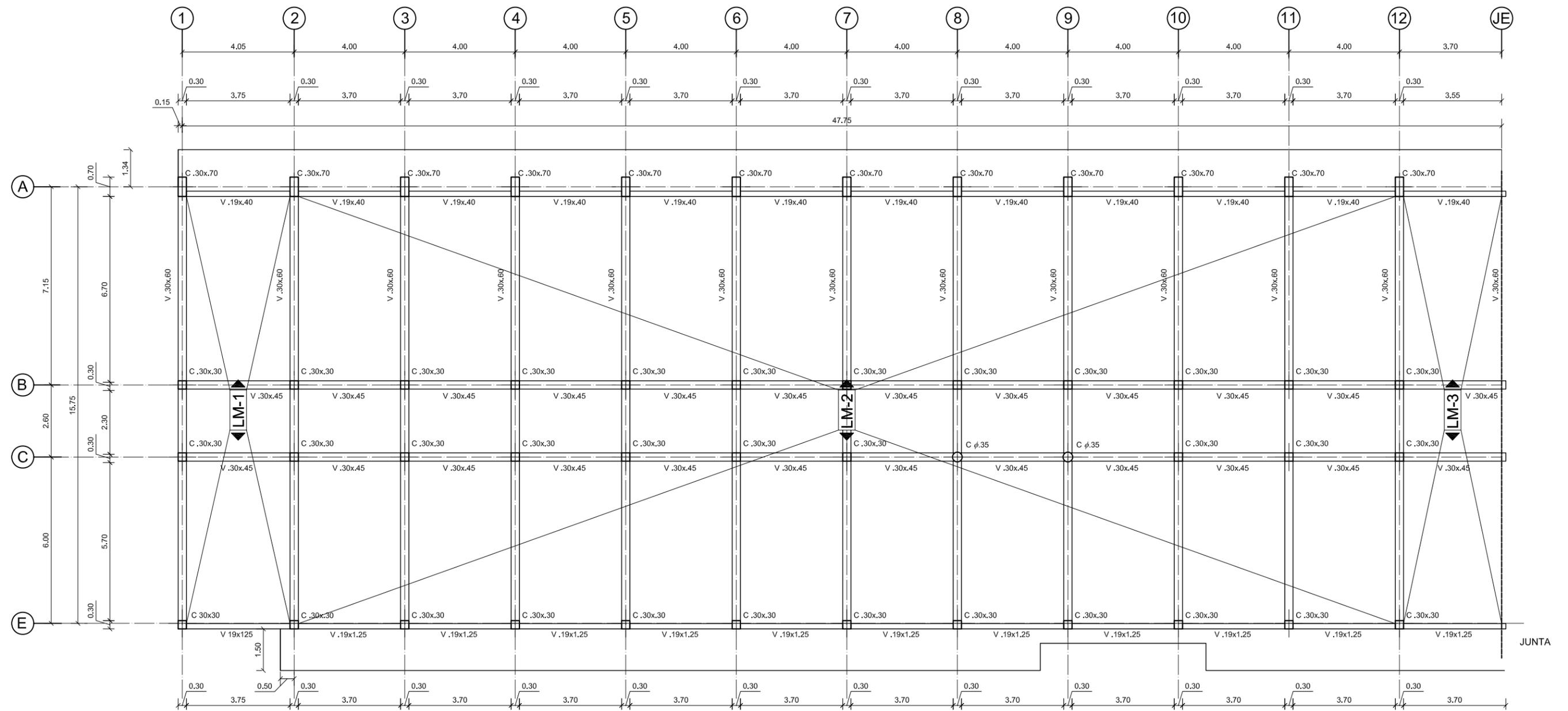
EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL Dr. FÉLIX PIFANO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS

PLANO: Envigado - Edificio Principal,
Módulo III - Planta Alta

FECHA:
Junio 2007

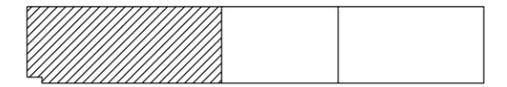
ESCALA: 1:150

CODIGO: EP-MIII-EV-PA-09



MODULO I

UBICACION



ESCALA GRAFICA



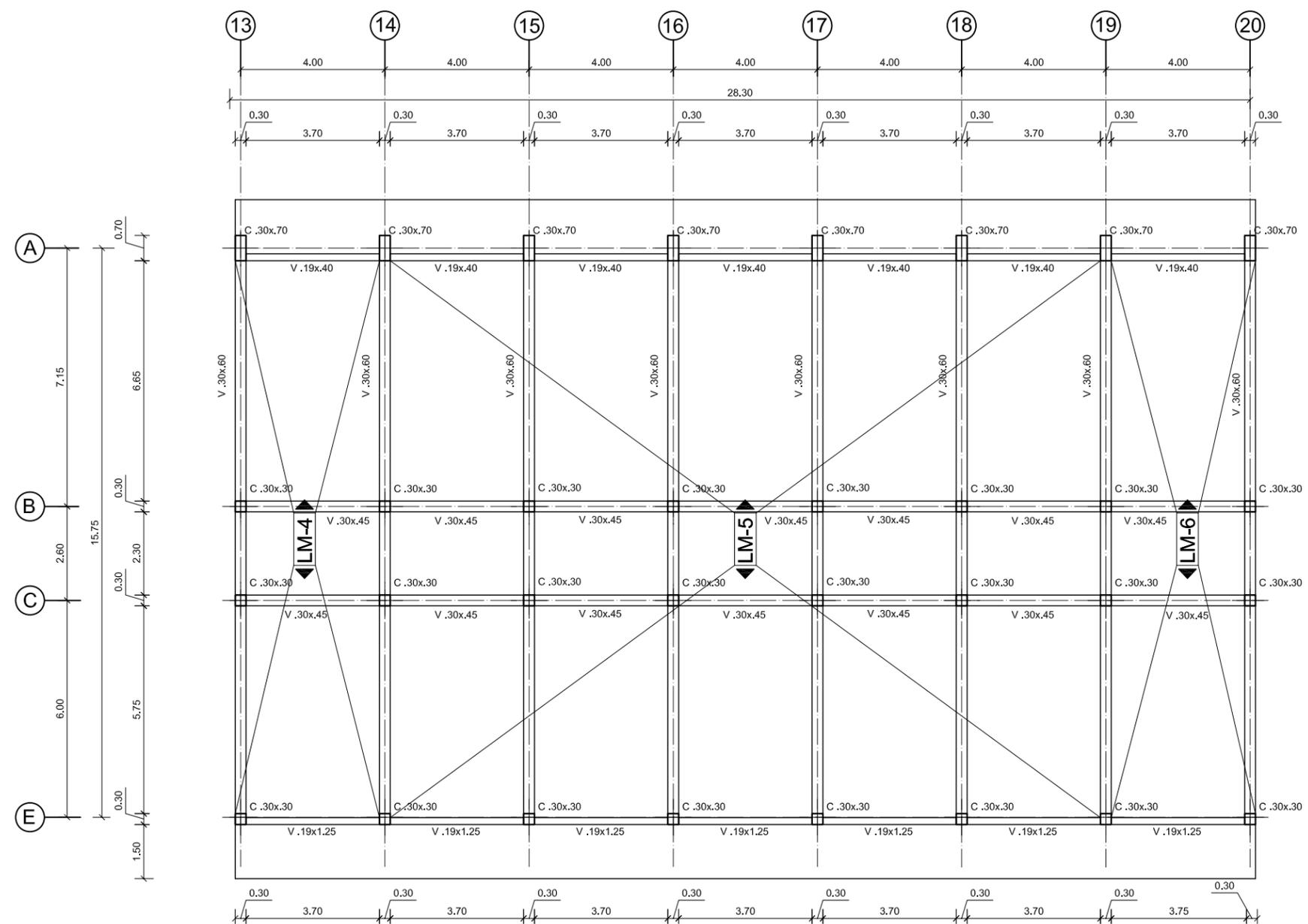
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO - KARINA GONCALVES
- MIGUEL F. SALAS

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL Dr. FÉLIX PIFANO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS

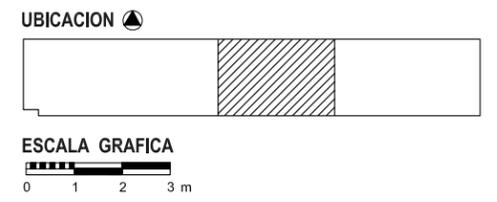
PLANO: Envigado - Edificio Principal,
Módulo I - Planta Techo.

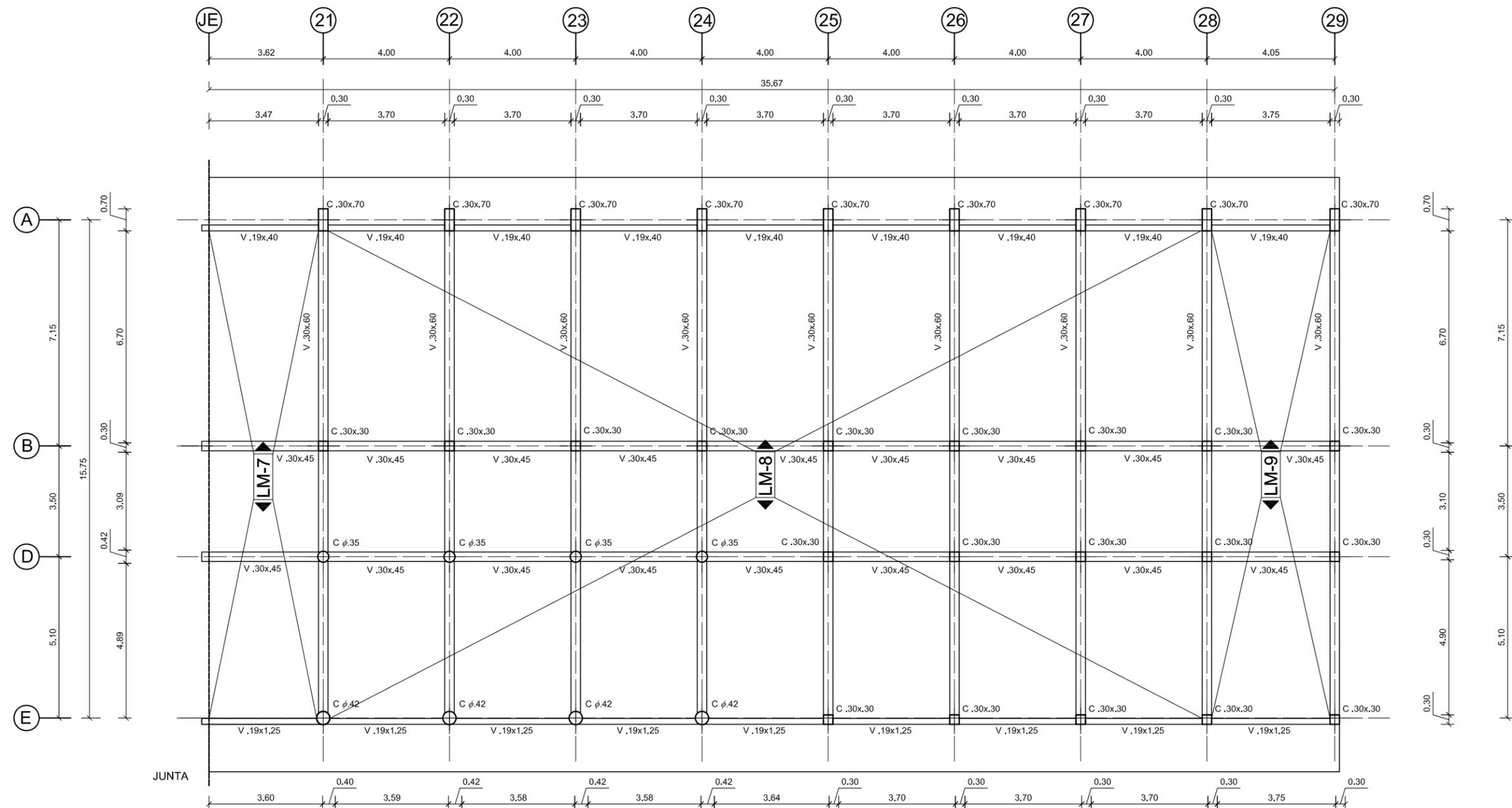
FECHA:
Junio 2007

ESCALA: 1:150
CODIGO: EP-MI-EV-PT-10



MODULO II



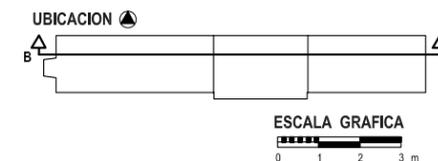
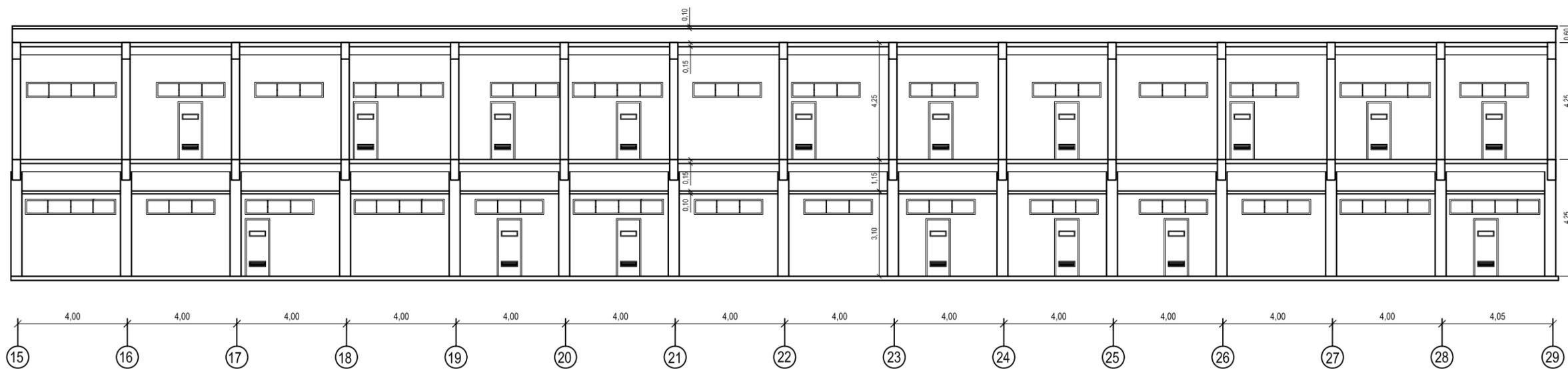
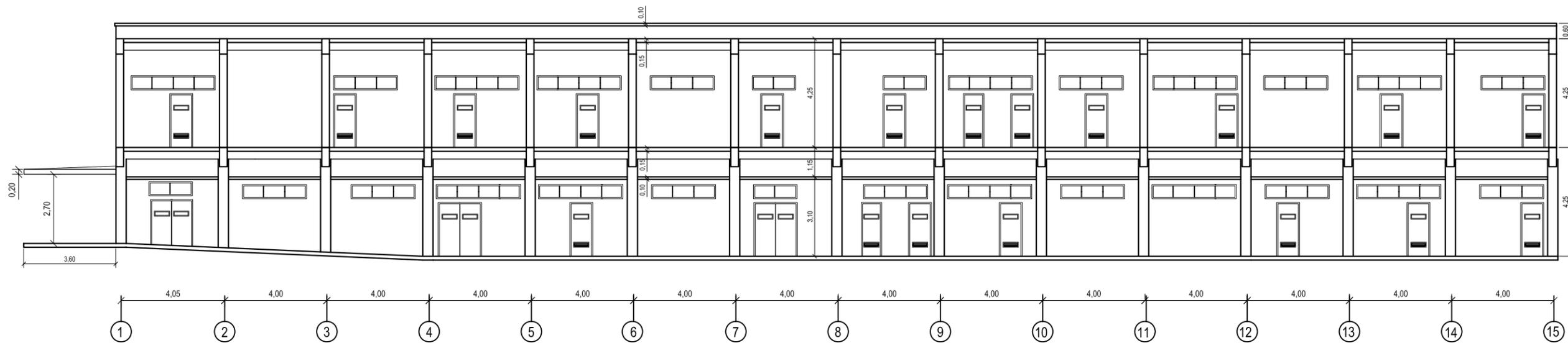


MODULO III

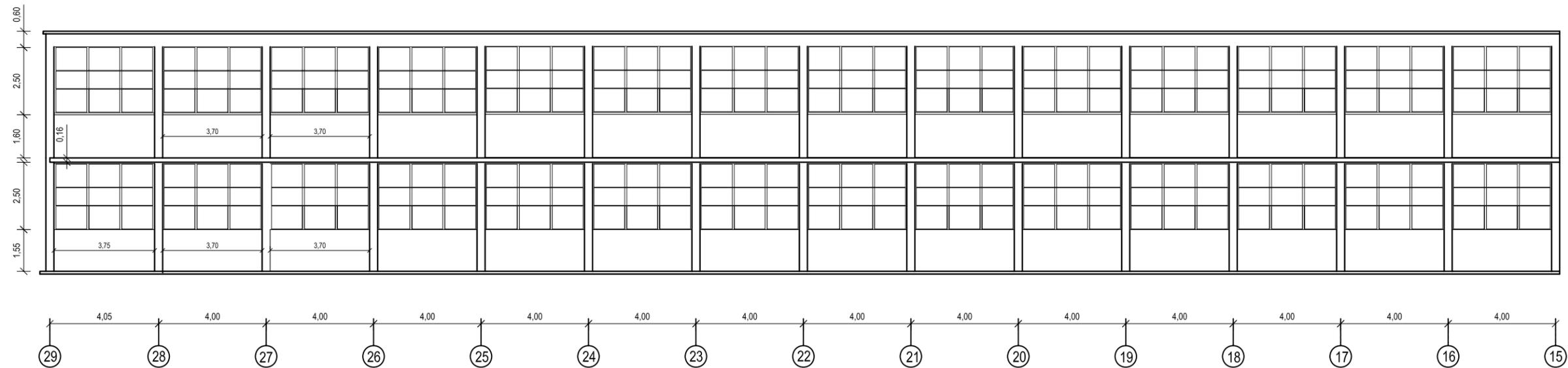
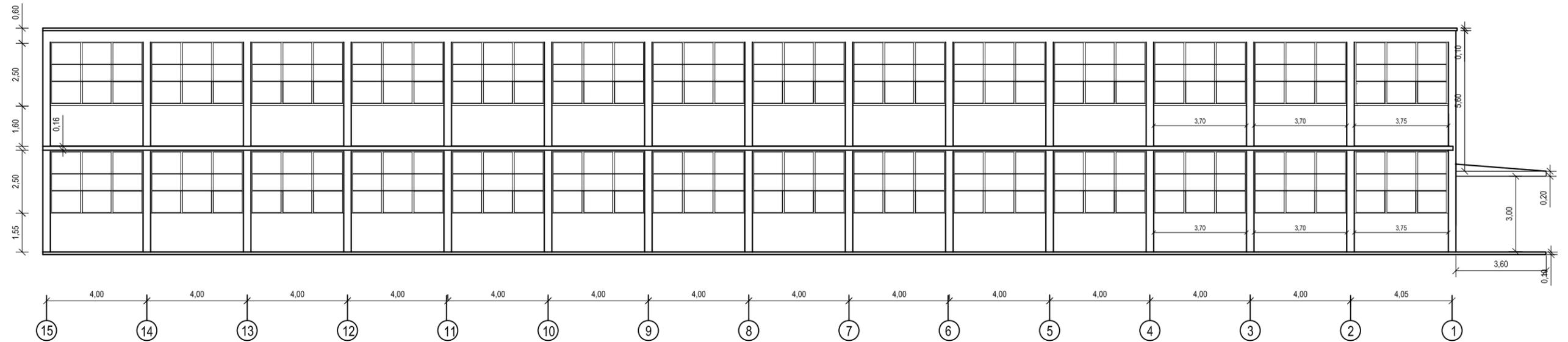
UBICACION

ESCALA GRAFICA

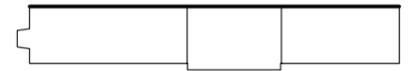
CORTE EJE B



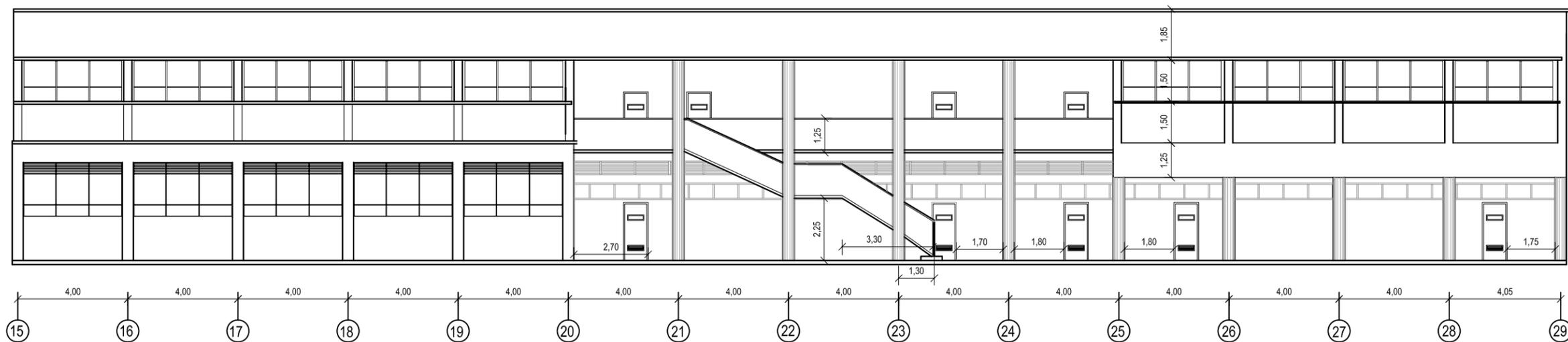
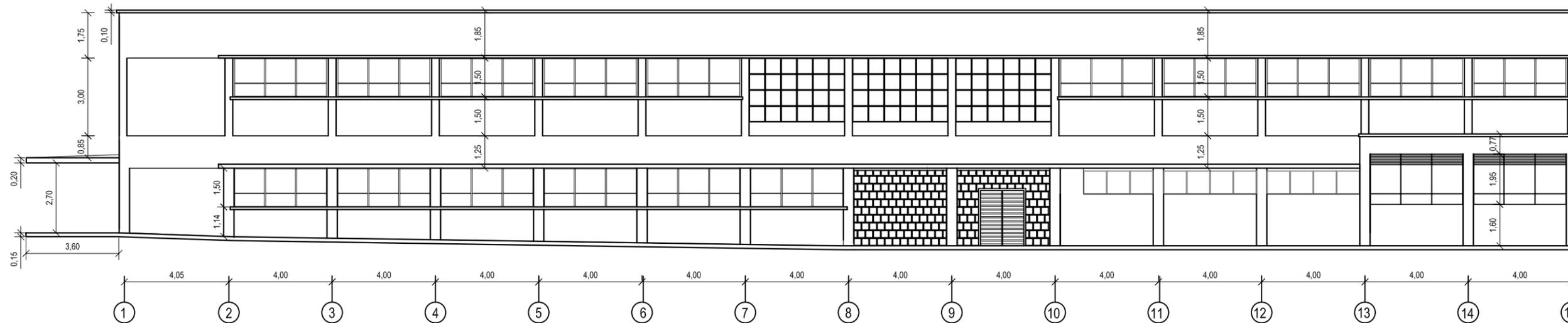
FACHADA NORTE



UBICACION ●



CORTE EJE E



UBICACION



ESCALA GRAFICA
0 1 2 3 m

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO - KARINA GONCALVES
- MIGUEL F. SALAS

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL Dr. FÉLIX PIFANO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS

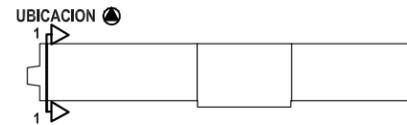
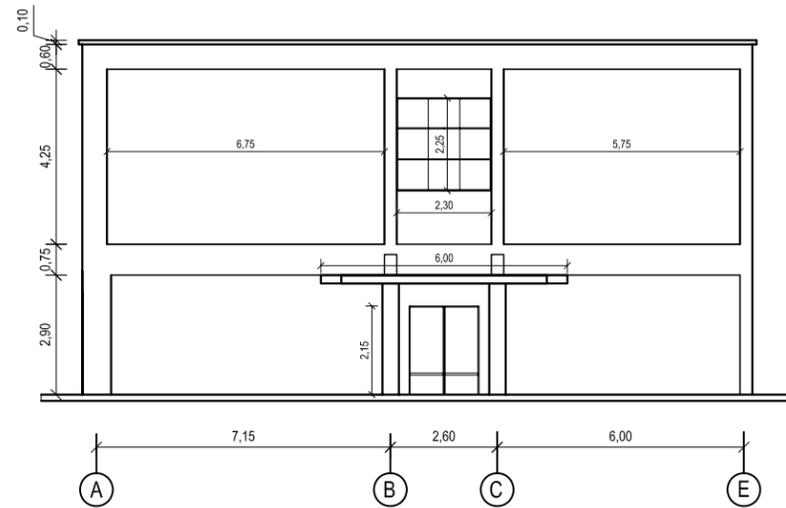
PLANO: Edificio Principal, Corte Eje E

FECHA:
Junio 2007

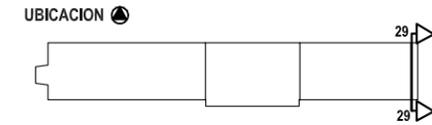
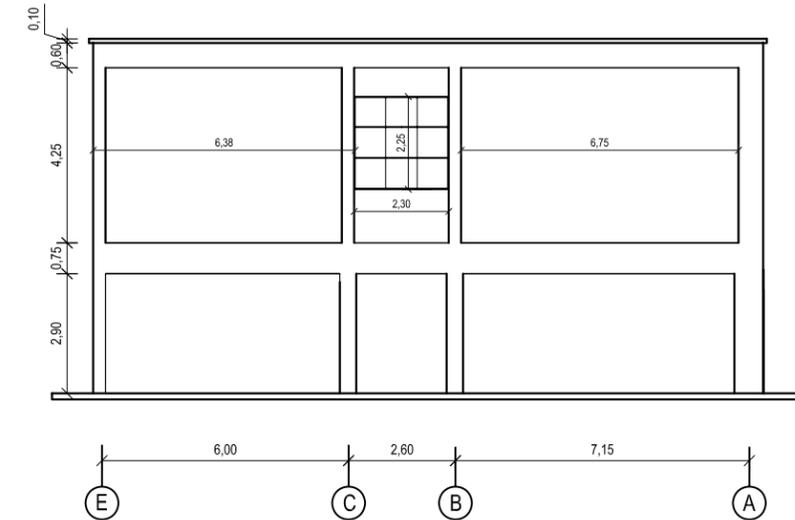
ESCALA: 1:175

CODIGO: EP-FA-CE-15

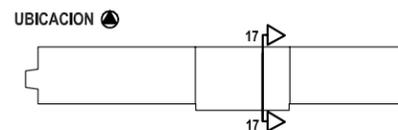
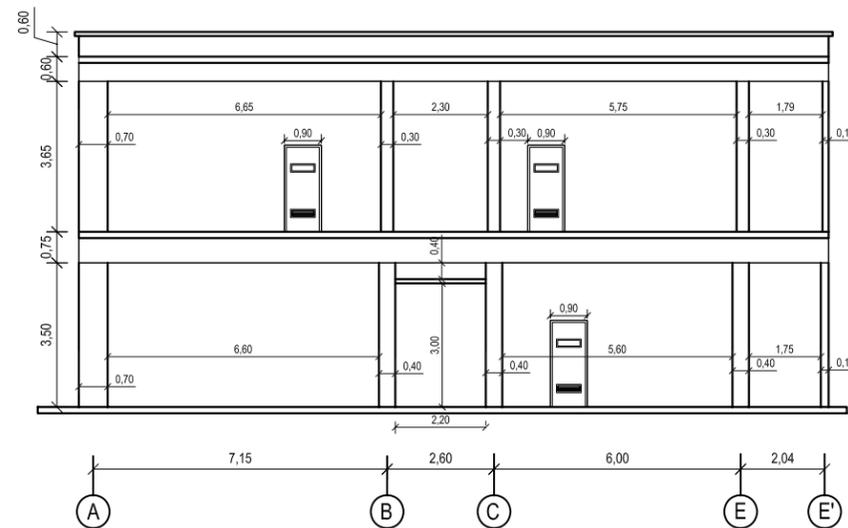
CORTE EJE 1



CORTE EJE 29



CORTE EJE 17



TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
 - KARINA GONCALVES
 - MIGUEL F. SALAS

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL Dr. FÉLIX PIFANO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS

PLANO: Edificio Principal, Cortes Transversales.

FECHA:
 Junio 2007

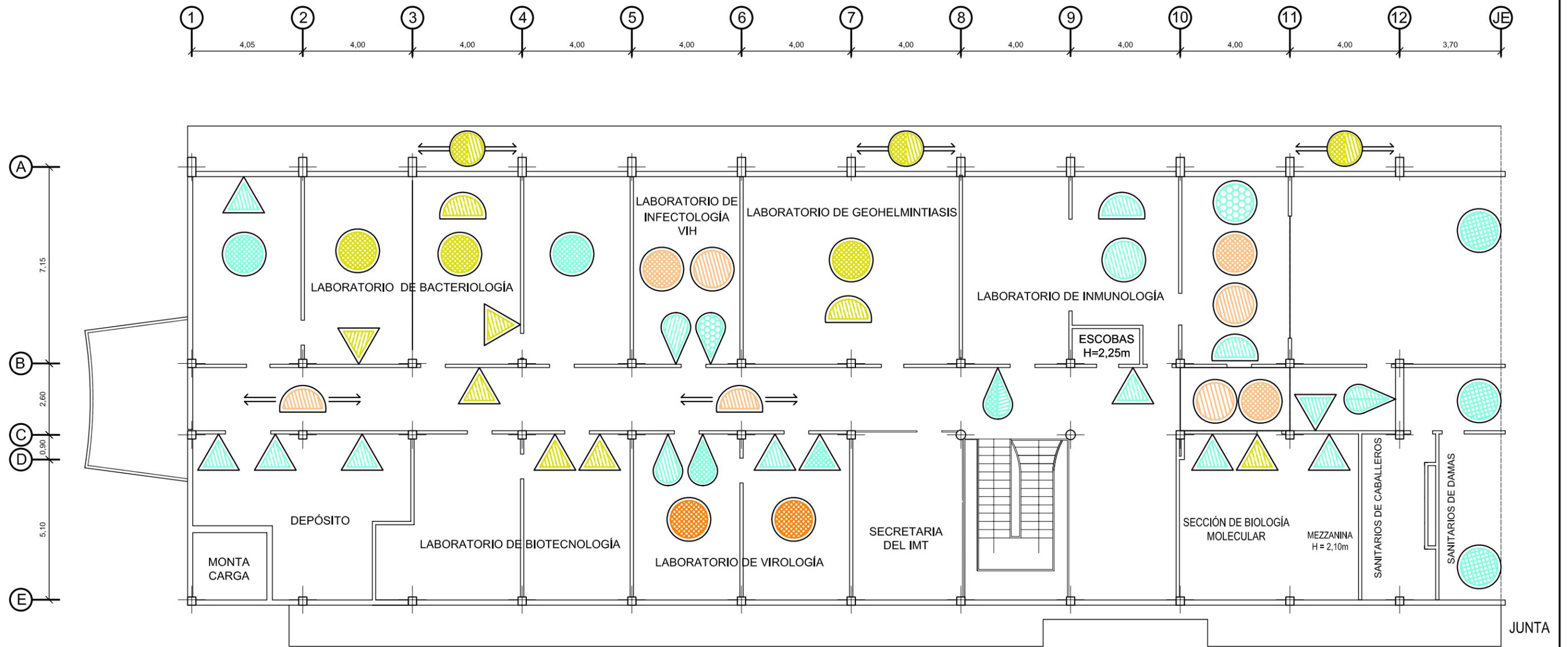
ESCALA: 1:175

CODIGO: EP-FA-CT-17

ANEXO D

*Planos de Daños del Edificio Principal del Instituto de Medicina
Tropical Dr. Félix Pifano*

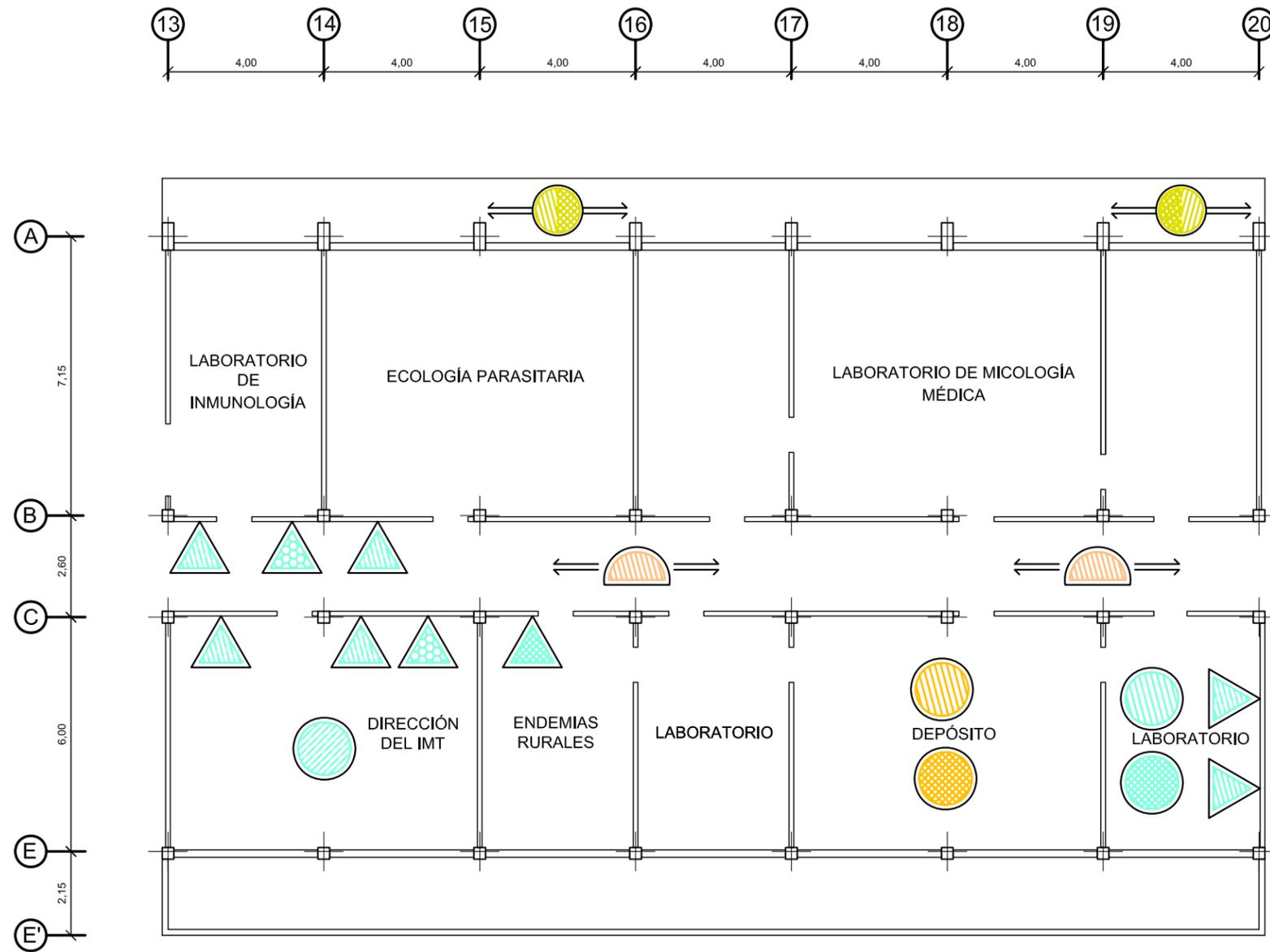
Nº	TIPO DE DAÑO	ESCALA DE DAÑOS				
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
1	Grietas en paredes por asentamiento o fuerzas externas	Presenta pocas	Presenta en algunas zonas y muy pequeñas	Presenta en más zonas pero pequeñas	Presenta en más zonas pero de tamaño mediano	Presenta en más zonas pero de tamaño considerable
2	Desprendimiento de Cerámica Vitrificada, Deterioro de Pintura y Frisos	Presencia de menos del 10% de daños en el elemento	Presencia de 10% - 35% de daños en el elemento	Presencia de 35% - 60% de daños en el elemento	Presencia de 60% - 85% de daños en el elemento	Presencia de 85% - 100% de daños en el elemento
3	Humedad	Presencia de menos del 10% de humedad en el elemento	Presencia de 10% - 35% de humedad en el elemento	Presencia de 35% - 60% de humedad en el elemento	Presencia de 60% - 85% de humedad en el elemento	Presencia de 85% - 100% de humedad en el elemento
4	Delaminación del concreto	Presenta pequeñas fisuras el elemento	Presencia de grietas pequeñas en la zona cercana al acero	Presencia de grietas visibles en ciertas partes del elemento	Presencia de grietas y abultamiento del recubrimiento de concreto en varias zonas del elemento	Desprendimiento total del concreto, aceros corroído a la vista
5	Desgaste de Piso	Presencia de menos del 10% de daños en el elemento	Presencia de 10% - 35% de daños en el elemento	Presencia de 35% - 60% de daños en el elemento	Presencia de 60% - 85% de daños en el elemento	Presencia de 85% - 100% de daños en el elemento



MODULO I

LEYENDA:

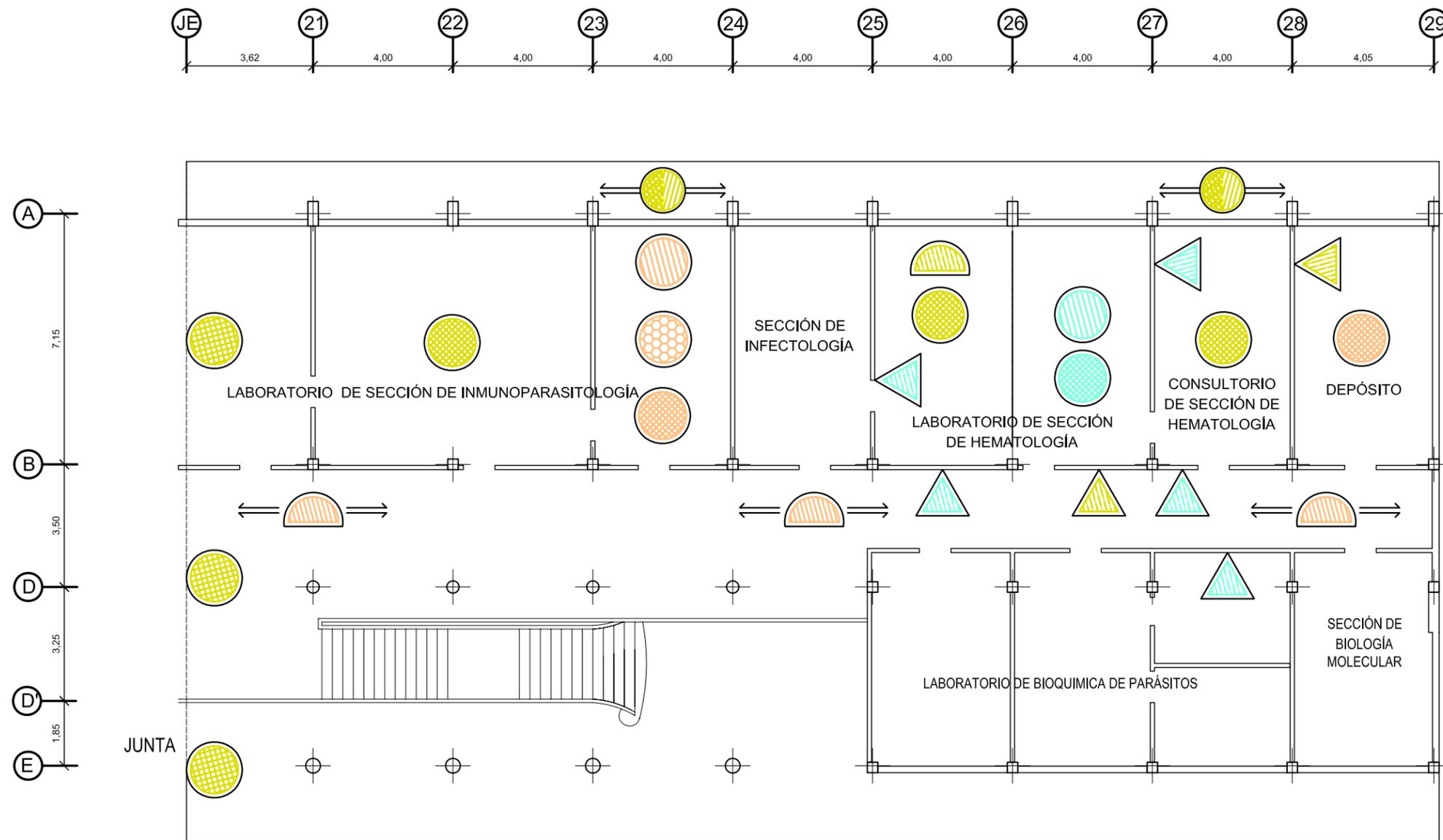
- ▨ Pérdida de Friso
- ▤ Humedad
- ▧ Grietas
- ▩ Paredes
- Delaminación
- ⊕ Desgaste en Piso
- ⬡ Vigas
- ⬢ Losas
- ⬤ Pisos
- ↔ Daño a lo largo del volado.



MODULO II

LEYENDA:

- | | | | |
|------------------|-----------------------------|----------|-------|
| Pérdida de Friso | Grietas | Paredes | Vigas |
| Humedad | Desgaste en Piso | Columnas | Losas |
| Delaminación | Daño a lo largo del volado. | Pisos | |



MODULO III

LEYENDA:

- | | | | |
|------------------|-----------------------------|----------|-------|
| Pérdida de Friso | Grietas | Paredes | Vigas |
| Humedad | Desgaste en Piso | Columnas | Losas |
| Delaminación | Daño a lo largo del volado. | Losas | Pisos |

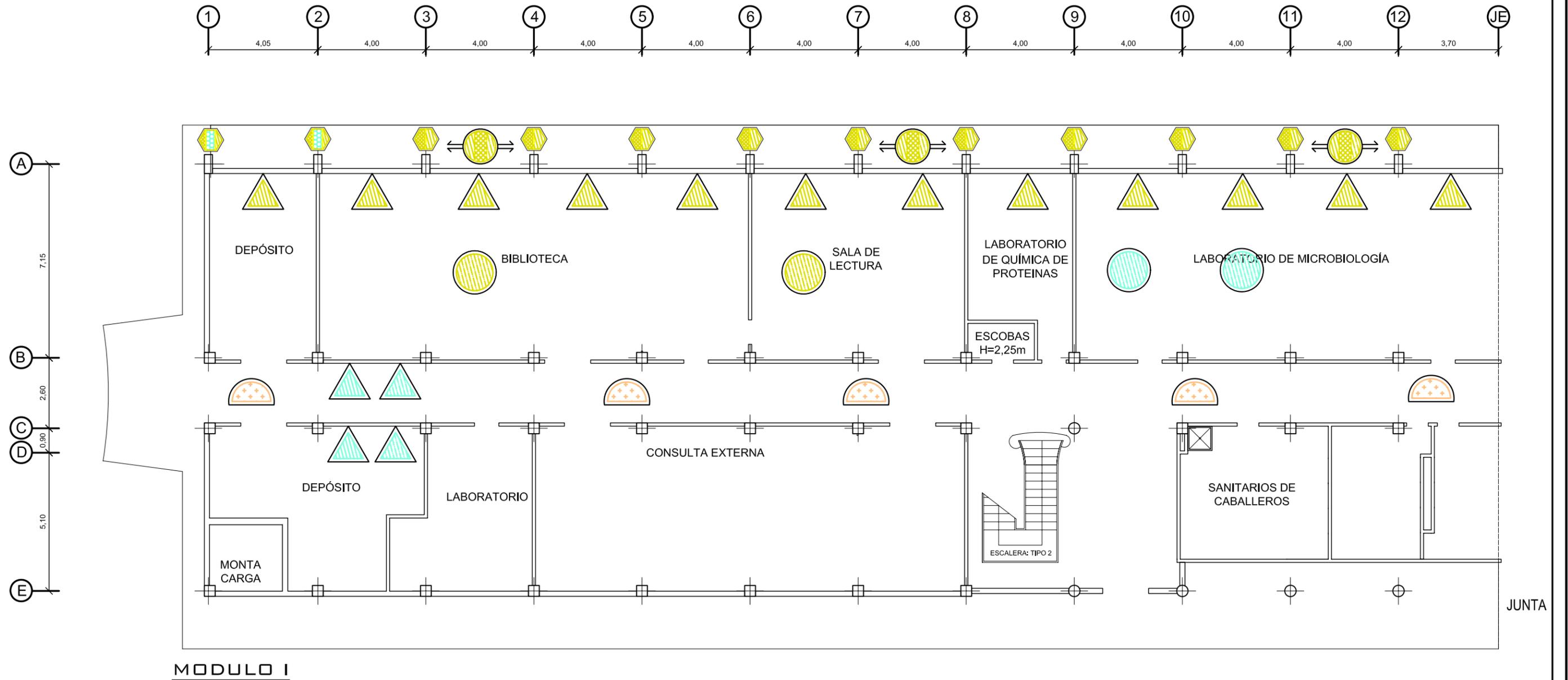
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO - KARINA GONCALVES
- MIGUEL F. SALAS

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL Dr. FÉLIX PIFANO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS

PLANO: Daños Edificio Principal, Módulo III - Planta Alta

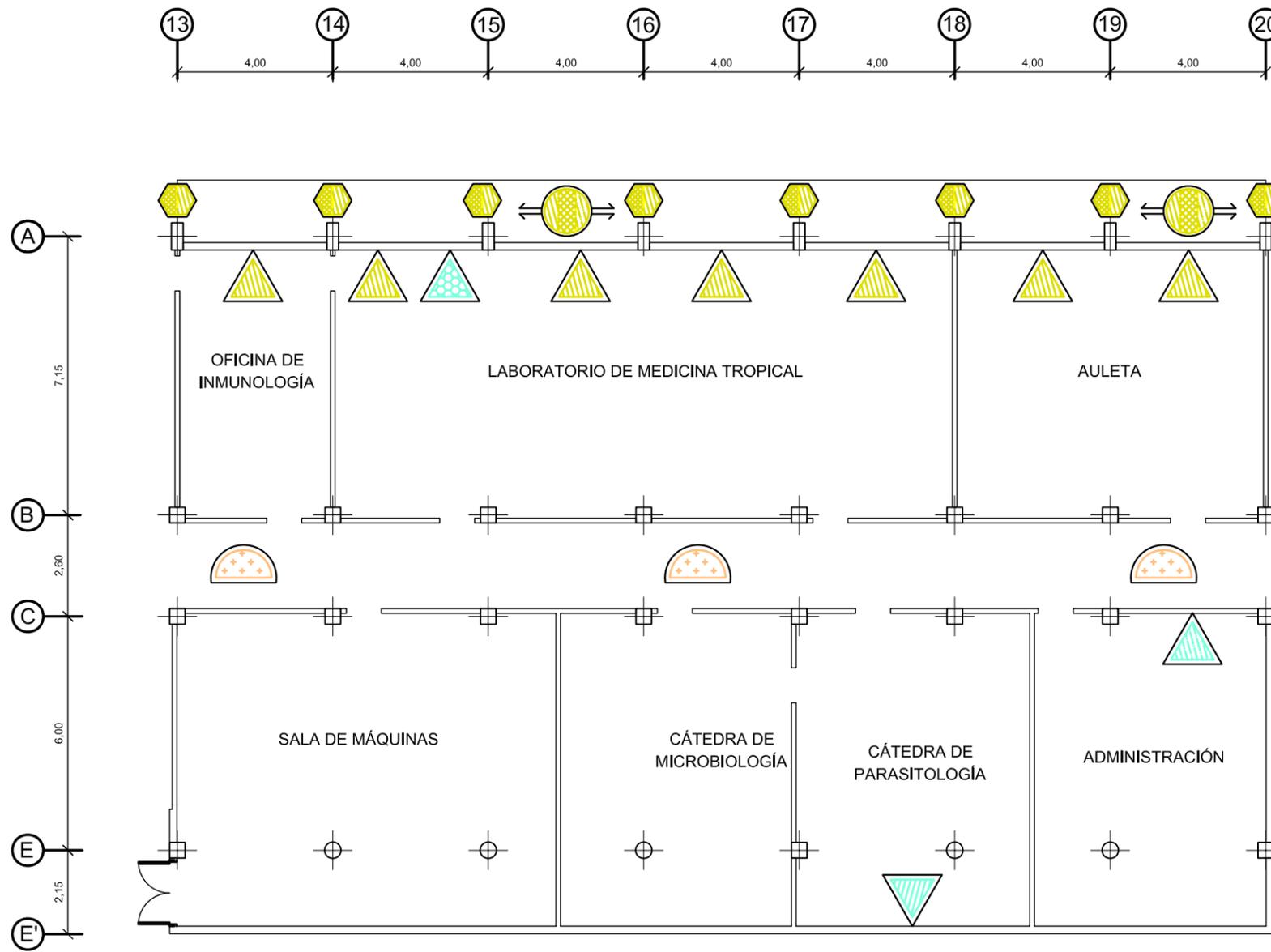
FECHA: Junio 2007

ESCALA: 1:150
CODIGO: EP-MIII-DP-PA-20



LEYENDA:

- | | | | | |
|-----------------------------|------------------|----------|---------|-------|
| Pérdida de Friso | Humedad | Grietas | Paredes | Vigas |
| Delaminación | Desgaste en Piso | Columnas | Losas | Pisos |
| Daño a lo largo del volado. | | | | |



MODULO II

LEYENDA:

- Pérdida de Friso
- Humedad
- Delaminación
- Grietas
- Desgaste en Piso
- Daño a lo largo del volado.
- Paredes
- Columnas
- Vigas
- Losas
- Pisos

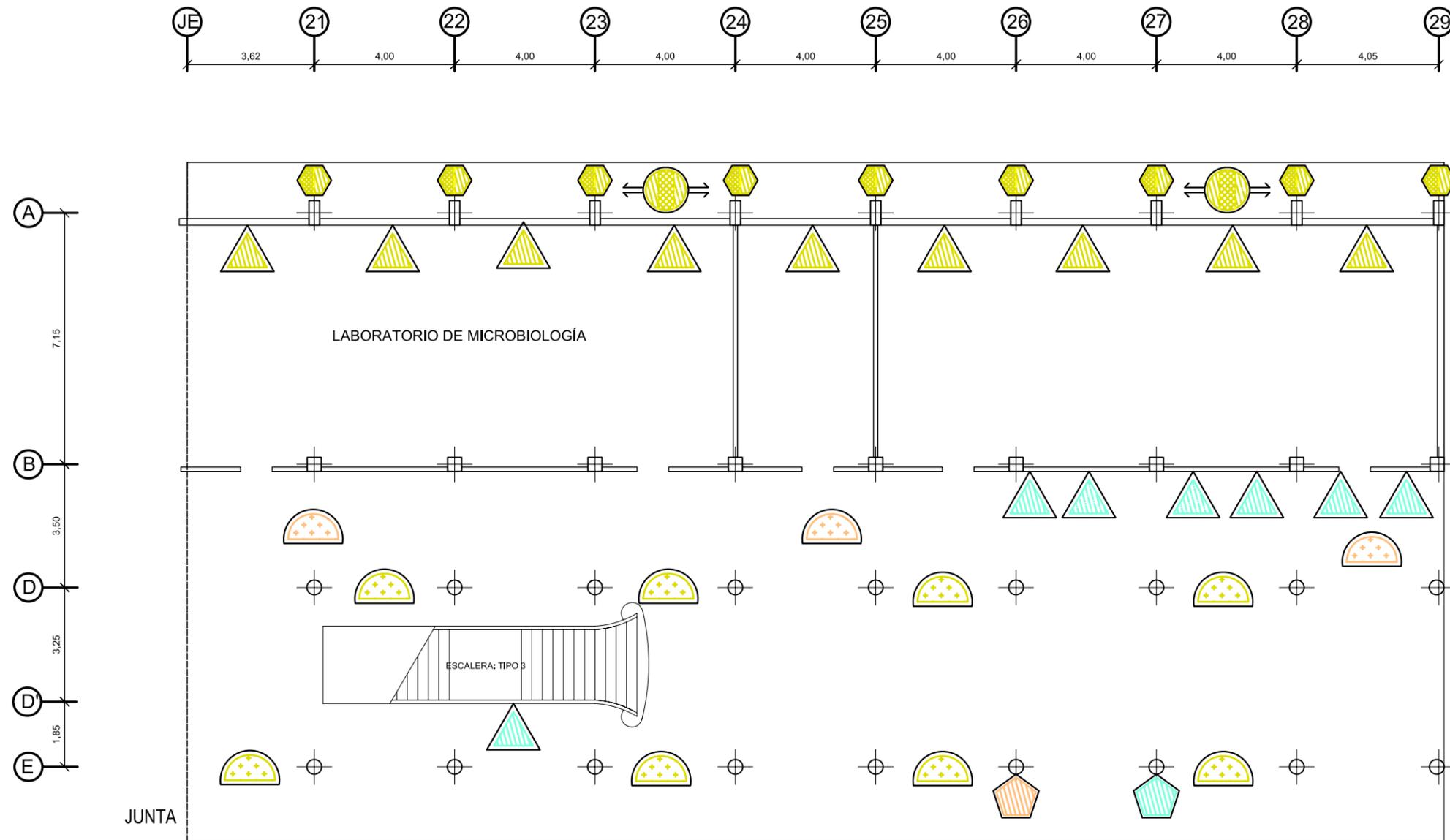
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO - KARINA GONCALVES
- MIGUEL F. SALAS

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL Dr. FÉLIX PIFANO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS

PLANO: Daños Edificio Principal, Módulo II - Planta Baja

FECHA: Junio 2007

ESCALA: 1:150
CODIGO: EP-MII-DP-PB-22



MODULO III

LEYENDA:

- | | | | |
|------------------|-----------------------------|----------|-------|
| Pérdida de Friso | Grietas | Paredes | Vigas |
| Humedad | Desgaste en Piso | Columnas | Losas |
| Delaminación | Daño a lo largo del volado. | | Pisos |

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

- KARINA GONCALVES
- MIGUEL F. SALAS

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL Dr. FÉLIX PIFANO DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS

PLANO: Daños Edificio Principal, Módulo III - Planta Baja

FECHA:
Junio 2007

ESCALA: 1:150
CODIGO: EP-MIII-DP-PB-23