

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DE  
ESTRUCTURAS**

**LEVANTAMIENTO DE DAÑOS Y PATOLOGÍAS EN  
EDIFICACIÓN DE TRES MÓDULOS EN TRES NIVELES,  
UBICADOS EN CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN  
RAMÓN, CÓDIGO 11428, DISTRITO DE MEJICANOS,  
MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO,  
DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR**

PRESENTADA POR:

**FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR**

**AMILCAR ALEXANDER LARIOS ARDÓN**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DEL 2025

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR :

**MSc. JUAN ROSA QUINTANILLA**

SECRETARIO GENERAL:

**LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

DECANO :

**ING. LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA**

SECRETARIO :

**ARQ. RAÚL ALEXANDER FABIÁN ORELLANA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

DIRECTOR :

**M.ENG.ING. CARLOS ALBERTO ESCOBAR FLORES**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Curso de Especialización previo a la opción al Grado de:

**INGENIERO CIVIL**

Título :

**CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN DE  
ESTRUCTURAS**

**LEVANTAMIENTO DE DAÑOS Y PATOLOGÍAS EN  
EDIFICACIÓN DE TRES MÓDULOS EN TRES NIVELES,  
UBICADOS EN CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN  
RAMÓN, CÓDIGO 11428, DISTRITO DE MEJICANOS,  
MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO,  
DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR**

Presentado por :

**FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR**

**AMILCAR ALEXANDER LARIOS ARDÓN**

Curso de Especialización Aprobado por:

Docente Asesor :

**ING. FREDY FABRICIO ORELLANA CALDERÓN**

San Salvador, marzo del 2025

Curso de Especialización aprobado por:

Docente Asesor :

**ING. FREDY FABRICIO ORELLANA CALDERÓN**

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	XV
CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	1
1.1    Antecedentes.....	1
1.2    Planteamiento del problema .....	3
1.3    Objetivos.....	5
1.3.1    Objetivo general .....	5
1.3.2    Objetivos específicos.....	5
1.4    Alcances .....	6
1.5    Limitaciones.....	7
1.6    Justificación .....	8
CAPÍTULO II: GENERALIDADES DE DAÑOS EN EDIFICACIONES .....	10
2.1    Tipificación de daños .....	10
2.1.1    Daños por configuración estructural .....	11
2.1.2    Daños por resistencia, rigidez y ductilidad .....	15
2.1.3    Daños por defectos en el diseño .....	21
2.1.4    Daños por defectos constructivos.....	22
2.2    Principales sistemas estructurales AMSS .....	24
2.3    Daños en elementos estructurales .....	26
2.3.1    Daños en la cimentación .....	28
2.3.2    Daños en columnas.....	31
2.3.3    Daños en vigas.....	37
2.3.4    Daños en unión viga-columna .....	42
2.3.5    Daños en losas.....	45
2.3.6    Daños en paredes de concreto reforzado .....	47
2.3.7    Daños en paredes de mampostería .....	50

2.4	Criterios preventivos de daños estructurales según normas locales y extranjeras.....	55
<b>CAPÍTULO III: HISTORIAL DE DAÑOS CAUSADOS POR LOS EVENTOS SÍSMICOS DE 1986 Y 2001 EN LAS EDIFICACIONES DEL AMSS.....</b>		
3.1	Características de los sismos.....	67
3.1.1	Sismo del 10 de octubre de 1986 .....	67
3.1.2	Sismo del 13 de enero del 2001 .....	67
3.1.3	Sismo del 13 de febrero del 2001 .....	68
3.2	Recopilación de datos de los daños en edificaciones en el AMSS .....	68
3.2.1	Daños debidos al sismo del 10 de octubre de 1986 .....	68
3.2.2	Daños debido a los sismo del 13 de enero y 13 de febrero del 2001	78
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES POST-SISMO.....</b>		
4.1	Introducción.....	99
4.2	Componentes de la metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo .....	100
4.3	Contenido del formulario de inspección de campo para la etapa de evaluación de emergencia.....	101
4.4	Contenido del formulario de inspección de campo para la etapa de evaluación detallada.....	118
<b>CAPÍTULO V: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIÓN DE TRES MÓDULOS EN TRES NIVELES .....</b>		
5.1	Generalidades .....	138
5.1.1	Ubicación de la edificación .....	138
5.1.2	Descripción de la edificación .....	140
5.1.3	Sistema estructural .....	142
5.2	Llenado del formulario de inspección de campo para la etapa de evaluación de emergencia y detallada del Módulo Sur. ....	144
5.3	Llenado del formulario de inspección de campo para la etapa de evaluación de emergencia y detallada del Módulo de Escaleras. ....	153

5.4 Llenado del formulario de inspección de campo para la etapa de evaluación de emergencia y detallada del Módulo Norte.....	162
5.5 Esquema de ubicación de daños .....	171
5.5.1 Daños en vigas .....	171
5.5.2 Daños en paredes .....	173
5.5.3 Daños en losas .....	177
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DEL LEVANTAMIENTO DE DAÑOS Y CONDICIONES EXISTENTES. ....	178
6.1 Aspectos globales de la condición actual del edificio.....	178
6.2 Condiciones geotécnicas de la edificación .....	183
6.3 Comparación de condiciones existentes con los requerimientos de las normativas de diseño por sismo vigentes en el país .....	183
6.3.1 Deriva permisible de acuerdo con la NTDS-97 .....	184
6.4 Levantamiento de daños y patologías.....	185
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	197
7.1 Conclusiones.....	197
7.2 Recomendaciones.....	199
BIBLIOGRAFÍA.....	201
ANEXOS.....	203
Anexo A.- “Formulario de inspección de campo”.....	203
Anexo B.- “Ficha de levantamiento de daños y patologías” .....	217
Anexo C.- “Planos” .....	218

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen No. 2-1. Esquema de efecto de viga fuerte – columna débil, obsérvese el colapso de la columna sin daño visible en la viga.....	16
Imagen No. 2-2. (a) Falta de estribos en nudo viga-columna. (b) Ganchos en estribos de columnas a 90°. (c) Estribos con espaciamientos mayores de los recomendados por las normas.....	17
Imagen No. 2-3. Esquema de efecto de columna corta en una edificación, obsérvese la mampostería que arriestra a la columna, sin estar considerado este efecto en el diseño. Foto cortesía Dr. Ing. E. Portillo. ....	18
Imagen No. 2-4. Esquema de efecto de “edificio de esquina” las paredes de mampostería o concreto proporcionan mayor rigidez a la estructura, muchas veces, sin estar considerado este efecto en el diseño. ....	19
Imagen No. 2-5. Efecto de planta flexible o “Soft-story” en una edificación. (a) Esquema de disposición de muros de mampostería para crear el efecto de planta flexible ó soft-story. (b) Ejemplo del efecto de planta flexible en un edificio. Foto antiguo Edificio de Ciencias Económicas de la UES, cortesía Dr. Ing. E. Portillo. ....	20
Imagen No. 2-6. Daños en paredes debido al asentamiento diferencial.....	31
Imagen No. 2-7. Esquema de daño en una columna debido a flexión cíclica y cortante pequeño.....	32
Imagen No. 2-8. Ejemplo de daño en columna debido a flexión cíclica y cortante pequeño. (a) falla al pie de la columna. (b) falla en la cabeza de la columna... ..	33
Imagen No. 2-9. Falla en columna debido a cortante cíclico y flexión pequeña (a) esquema de falla por cortante cíclico y flexión pequeña. (b) ejemplo de falla en columna debido al efecto antes mencionado.....	35
Imagen No. 2-10. Falla en columna corta.....	36
Imagen No. 2-11. Daño en columna y mampostería en contacto con uno de sus lados.....	37
Imagen No. 2-12. Grietas por flexión en claro de viga.....	39
Imagen No. 2-13. Grietas cercanas a los apoyos de la viga.....	40
Imagen No. 2-14. Grietas en la cara superior e inferior cercanas a los apoyos de la viga.....	41
Imagen No. 2-15. Grietas en la cara superior e inferior cercanas a los apoyos de la viga.....	42

Imagen No. 2-16. Fallas en nudos viga-columna. (a) momentos que sujetan a la fibra interior a compresión; (b) momentos que sujetan a la fibra interior a tensión; (c) carga por momento cíclico.....	43
Imagen No. 2-17. Fallas en nudos exteriores viga-columna de un edificio de varios niveles: (a) momentos que inducen compresión en la fibra superior de la viga; (b) momentos que inducen compresión a la fibra inferior de la fibra; (c) carga por momento cíclico.....	44
Imagen No. 2-18. Fallas en nudos interiores de viga-columna: (a) Acción sísmica en la dirección de derecha a izquierda; (b) Acción sísmica en la dirección de izquierda a derecha; (c) Acción cíclica por sismo. ....	44
Imagen No. 2-19. Daños en losas en la sección crítica en el voladizo: (a) Vista de planta de la losa; (b) Sección X-X.....	46
Imagen No. 2-20. Daños en losas en la conexión con columna: (a) Elevación; (b) Vista superior de la losa.....	47
Imagen No. 2-21. Pared de cortante con daños en junta de construcción.....	48
Imagen No. 2-22. Daños en forma de X en pared de cortante. ....	49
Imagen No. 2-23. Daños en pared de corte debido a flexión y compresión.....	50
Imagen No. 2-24. Fallas en paredes de mampostería: (a) Falla por compresión; (b) Falla por deslizamiento; (c) Falla por tensión diagonal; (d) Falla por flexión. 55	
Imagen No. 2-25. Longitud máxima para elementos sometidos a flexión. ....	58
Imagen No. 2-26. Peralte máximo para elementos sometidos a flexión. ....	58
Imagen No. 2-27. Relación ancho-peralte para elementos sometidos a flexión. ....	59
Imagen No. 2-28. Distribución del acero para elementos sometidos a flexión..	60
Imagen No. 2-29. Ganchos del acero para elementos sometidos a flexión. ....	61
Imagen No. 3-1. Edificio Rubén Darío: (a) Fotografía de daños; (b) Esquema en planta. ....	75
Imagen No. 3-2. Edificio Gran Hotel San Salvador: (a) Fotografía de daños; (b) Esquema en planta. ....	76
Imagen No. 3-3. Edificio de Economía de la UES: (a) Fotografía de daños; (b) Esquema en planta. ....	77
Imagen No. 3-4. Edificio Dueñas: (a) Fotografía de daños; (b) Esquema en planta. ....	78

Imagen No. 3-5. Comparación de las características de edificios a base de marcos de concreto. ....	83
Imagen No. 3-6. Comparación de las características de edificios a base de marcos de acero. ....	83
Imagen No. 3-7. Comparación de las características de edificios a base de marcos de concreto y paredes de corte.....	84
Imagen No. 3-8. Representación de los daños en los elementos estructurales en edificios a base de sistema tipo A.....	86
Imagen No. 3-9. Representación de los daños en los elementos estructurales en edificios a base de sistema tipo A.....	87
Imagen No. 3-10. Representación general de los daños en los elementos estructurales en edificios a base de sistema tipo A. ....	89
Imagen No. 3-11. Representación de los daños en los elementos estructurales en edificios a base de marcos de acero.....	91
Imagen No. 3-12. Representación de los daños en los elementos estructurales en edificios a base de marcos de acero.....	92
Imagen No. 3-13. Representación general de los daños en los elementos estructurales en edificios a base de marcos de acero. ....	93
Imagen No. 3-14. Representación de los daños en los elementos estructurales en edificios a base de sistema Tipo C. ....	95
Imagen No. 3-15. Representación de los daños en los elementos estructurales en edificios a base de sistema Tipo C. ....	96
Imagen No. 3-16. Representación de los daños en los elementos estructurales en edificios a base de sistema Tipo C. ....	98
Imagen No. 4-1. Encabezado del Formulario de inspección de campo. ....	104
Imagen No. 4-2. Sección 1 del Formulario de inspección de campo: Inspectores y fecha de la inspección.....	105
Imagen No. 4-3. Sección 2 del Formulario de inspección de campo: Identificación de la edificación. ....	106
Imagen No. 4-4. Sección 3 del Formulario de inspección de campo: Descripción de la edificación. ....	107
Imagen No. 4-6. Sección 3 del Formulario de inspección de campo: Sistema estructural principal y sistema de entrepiso. ....	109

Imagen No. 4-7. Sección 4 del Formulario de inspección de campo: Estado del daño de la edificación, inestabilidad global de la edificación. ....	111
Imagen No. 4-8. Sección 4 del Formulario de inspección de campo: Estado del daño de la edificación, condiciones geotécnicas. ....	113
Imagen No. 4-9. Sección 5 del Formulario de inspección de campo: Clasificación de habitabilidad.....	116
Imagen No. 4-10. Sección 6 del Formulario de inspección de campo: Tipo de inspección, nivel más dañado y ocupación de la edificación. ....	117
Imagen No. 4-11. Sección 7 del Formulario de inspección de campo: Comentarios.....	117
Imagen No. 4-12. Sección 8 del Formulario de inspección de campo: Personal para contacto. ....	118
Imagen No. 4-13. Encabezado del Formulario de inspección de campo: Evaluación detallada. ....	118
Imagen No. 4-14. Sección 10 del Formulario de inspección de campo: Inspectores y fecha de la inspección.....	119
Imagen No. 4-15. Sección 11 del Formulario de inspección de campo: Estado del daño de la edificación. Daños en elementos estructurales. ....	120
Imagen No. 4-16. Sección 11 del Formulario de inspección de campo: Medidas de seguridad. ....	128
Imagen No. 4-17. Sección 11 del Formulario de inspección de campo: Daños en elementos no estructurales.....	130
Imagen No. 4-18. Sección 12 del Formulario de inspección de campo: Clasificación de habitabilidad.....	131
Imagen No. 4-19. Sección 12 del Formulario de inspección de campo: Clasificación de la habitabilidad, rótulos de habitabilidad. ....	133
Imagen No. 4-20. Sección 13 del Formulario de inspección de campo: Recomendaciones generales para la edificación.....	134
Imagen No. 4-21. Sección 14 del Formulario de inspección de campo: Condiciones pre-existentes.....	135
Imagen No. 4-22. Sección 15 del Formulario de inspección de campo: Tipo de inspección y ocupación de la edificación. ....	135
Imagen No. 4-23. Sección 16 del Formulario de inspección de campo. Comentarios.....	136

Imagen No. 4-24. Sección 17 del Formulario de inspección de campo: Personal para contacto. ....	136
Imagen No. 5-1. Ubicación geográfica del C.E. Colonia San Ramón, Mejicanos, San Salvador .....	139
Imagen No. 5-2. Uso de suelo para el área donde se encuentra el C.E. Colina San Ramón, Mejicanos, San Salvador .....	140
Imagen No. 5-3. Esquema en planta y elevación de la edificación en estudio	141
Imagen No. 5-4. Esquema de daños en vigas perimetrales de escaleras, segundo nivel, paralelas a Módulo Sur.....	171
Imagen No. 5-5. Esquema de daños en viga de descanso de escaleras, segundo nivel. ....	172
Imagen No. 5-6. Esquema de daños en pared de mampostería de ladrillo de barro, tercer nivel, eje 1-1, tramo A-B. ....	173
Imagen No. 5-7. Esquema de daños en pared de mampostería de ladrillo de barro, tercer nivel, eje 3-3, tramo A-B. ....	174
Imagen No. 5-8. Esquema de daños en pared de mampostería de ladrillo de barro, tercer nivel, eje 5-5, tramo A-B. ....	175
Imagen No. 5-9. Esquema de daños en pared de mampostería de ladrillo de barro, tercer nivel, eje 7-7, tramo A-B. ....	176
Imagen No. 5-10. Esquema de daños en losas de escaleras. ....	177
Imagen No. 6-1. Estructura y cubierta de techos .....	178
Imagen No. 6-2. Condición actual de la junta sísmica entre módulos.....	179
Imagen No. 6-3. Verificación de verticalidad en columna tipo C-1, eje F,4.....	182
Imagen No. 6-4. Verificación de horizontalidad en viga, eje D, tramo 3-5. ....	182

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 2-1. Irregularidades en planta.....	12
Tabla No. 2-2. Irregularidades en elevación. ....	14
Tabla No. 2-3. Configuraciones geométricas no recomendadas. ....	15
Tabla No. 2-4. Clasificación del agrietamiento según ancho de aberturas. ....	27
Tabla No. 2-5. Configuraciones geométricas no recomendadas .....	60
Tabla No. 3-1. Edificios con categoría de daños severos por consecuencia del sismo del 10 de octubre de 1986.....	69
Tabla No. 3-2. Edificios con categoría de daños graves por consecuencia del sismo del 10 de octubre de 1986.....	72
Tabla No. 3-3. Edificios con categoría de daños moderados por consecuencia del sismo del 10 de octubre de 1986.....	73
Tabla No. 3-4. Edificios con categoría de daños leves por consecuencia del sismo del 10 de octubre de 1986. ....	73
Tabla No. 3-5. Edificios evaluados por daños a consecuencia de los sismos de enero y febrero del 2001.....	82
Tabla No. 3-6. Resultados de los daños observados en edificios a base de sistema A.....	85
Tabla No. 3-7. Resultados de los daños observados en edificios a base de marcos de acero.....	90
Tabla No. 3-8. Resultados de los daños observados en edificios con sistema sismoresistente Tipo C. ....	94
Tabla No. 4-2. Código geográficos utilizados en el catastro nacional.....	105
Tabla No. 4-3. Clasificación del nivel de riesgo geotécnico.....	115
Tabla No. 4-4. Descripción de los niveles de daño en elementos de concreto reforzado (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2003).....	122
Tabla No. 4-5. Clasificación de habitabilidad de emergencia de una edificación según el nivel del riesgo por inestabilidad global y problemas geotécnicos. ..	123
Tabla No. 4-6. Descripción de los niveles de daños en entrepisos (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2003). ....	123

Tabla No. 4- 7. Descripción de los niveles de daños en vigas, columnas y conexiones en estructuras de acero (tomada y modificada de: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2003).....	124
Tabla No. 4-8. Descripción de los niveles de daño en estructuras de mampostería de bloque de concreto o ladrillo de barro cocido (tomada y modificada de: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2003).....	124
Tabla No 4-9. Descripción de los niveles de daño en paredes de fachada o parapetos (tomada y modificada de: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2003).....	125
Tabla No. 4-10. Clasificación del nivel de riesgo estructural de acuerdo con la severidad y extensión del daño de los elementos estructurales (tomado y modificado de: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2003).....	127
Tabla No. 4-11. Descripción del nivel de riesgo por daños no estructurales (tomada y modificada de Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2003). .....	129
Tabla No. 4-12. Clasificación de la habitabilidad con base en los niveles de riesgo (tomada y modificada de Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2003). .....	132
Tabla No 6-1 Valores Admisibles de la deriva de entrepiso.....	184
Tabla Anexo C. Índice de planos. ....	218

## INTRODUCCIÓN

La evaluación estructural de edificaciones post-sismo es esencial para garantizar la seguridad y funcionalidad de los edificios en áreas sísmicamente activas. En este contexto, el presente estudio se enfoca en la evaluación de daños estructurales ocurridos en una edificación ubicada en el Área Metropolitana de San Salvador, específicamente en el Centro Escolar "Colonia San Ramón" la cual consiste en una estructura de tres módulos en tres niveles, afectado por sismos pasados, entre los principales se encuentran el sismo del 10 de octubre de 1986, el sismo del 13 de enero de 2001 y el sismo del 13 de febrero del mismo año. El enfoque que se aplicó consiste en una metodología de evaluación la cual permitió identificar los daños presentes, los cuales fueron analizados en función de su gravedad y el impacto en la seguridad estructural, complementados con el levantamiento físico de daños y patologías.

Para una correcta evaluación, el trabajo comenzó con una recopilación de datos previos sobre la edificación, incluyendo su ubicación, descripción arquitectónica y características estructurales, complementado con el levantamiento físico de la arquitectura existente y disposición de elementos sismorresistentes. Esta fase de trabajo de gabinete resultó fundamental para guiar las inspecciones en campo, estas a su vez fueron realizadas en dos etapas denominadas evaluación de emergencia y evaluación detallada. Sin embargo, el verdadero valor de este estudio se encuentra en el análisis de los daños

observados en los diferentes módulos de la edificación, que se abordaron en profundidad en las secciones siguientes.

Un aspecto clave de este trabajo se centra en la evaluación práctica de los daños en los elementos estructurales principales, como las vigas, columnas, paredes y losas. A través de los formularios de inspección específicos, se identificaron y documentaron los daños en los tres módulos de la edificación, los cuales presentan características estructurales diferenciadas, pero igualmente expuestas a riesgos sísmicos. Este análisis permitió la identificación de patologías en elementos estructurales y posibles deficiencias constructivas que afectan la integridad de la construcción, lo que genera una base sólida para futuros estudios de la edificación.

La interpretación de los datos recogidos no solo incluyó un análisis de los daños visibles, sino que también se profundizó en la comparación de las condiciones actuales con los estándares sísmicos vigentes en el país. El estudio reveló discrepancias importantes, especialmente en cuanto a la rigidez estructural y la deriva permisible según las normativas actuales. La identificación de los daños permitió dar recomendaciones a nivel local de posibles reparaciones que se pueden desarrollar en dichos elementos para evitar el agravamiento de estos.

Finalmente se generan recomendaciones globales de la edificación, dentro de ellas desarrollar ensayos para determinar la resistencia del concreto,

ensayos para determinar la resistencia del acero, generar el levantamiento del armado y disposición del acero en cada una de las secciones de los elementos estructurales, esto con la finalidad de poder realizar a futuro el cálculo estructural de cada módulo de forma independiente y de esta manera poder verificar si está cumpliendo con los requerimientos establecidos en el Reglamento para la Seguridad de las Construcciones (RESESCO).

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

### **1.1 Antecedentes**

El Centro Escolar Colonia San Ramón, ubicado en el Distrito de Mejicanos, Municipio de San Salvador Centro, es una institución educativa que ha desempeñado un papel crucial en la formación académica de la comunidad local. Fundado en 1984, el centro ha proporcionado una educación integral al sector estudiantil, destacándose por su compromiso con el desarrollo académico y personal de los alumnos.

El centro educativo dentro de sus instalaciones cuenta con un edificio, este posee tres módulos en tres niveles, dos de ellos concebidos para habilitar 18 aulas y uno para el cuerpo de escaleras, esta es una estructura significativa dentro de la infraestructura educativa de la institución. Su construcción precedió la implementación de la Norma Técnica de Diseño por Sismo en El Salvador, lo que podría influir en su vulnerabilidad frente a eventos sísmicos.

Desde su puesta en servicio el edificio ha sufrido daños debido a los eventos sísmicos a los que ha estado expuesta la estructura, los principales son:

1. Terremoto de 1986: Poco después de su construcción, el edificio fue afectado por el terremoto del 10 de octubre de 1986.

2. Terremotos de 2001: El terremoto del 13 de enero de 2001, seguido por una serie de réplicas que incluía el terremoto del 13 de febrero del mismo año, causando daños en la edificación los cuales son evidentes hasta la fecha.

A la fecha, el edificio Metropolitano se encuentra fuera de uso debido a los daños que se visualizan. La falta de estudios que respalden la conformidad con las normas de diseño sísmico actuales genera la necesidad de una evaluación estructural que permita respaldar la condición actual de su desuso.

## 1.2 Planteamiento del problema

En el contexto de la evaluación estructural de edificaciones, es conocido que los marcos de concreto reforzado pueden experimentar una variedad de patologías, tales como fisuras en los elementos, deterioro del acero de refuerzo y deformaciones estructurales. Las paredes de relleno y las ligadas a los marcos estructurales, por su parte, suelen presentar problemas adicionales como agrietamientos y pérdida de adherencia entre los bloques. Estos problemas no solo afectan la estabilidad de la edificación, sino que también comprometen su seguridad y funcionalidad a largo plazo.

La edificación ha experimentado daños debido a los sismos mencionados, lo que ha causado la aparición de patologías en sus elementos estructurales, resultando en su actual desuso debido a los riesgos para la seguridad de la población estudiantil.

Debido a las condiciones de la edificación es importante realizar un estudio patológico que permita identificar y documentar los daños específicos presentes en la estructura. El levantamiento de las condiciones actuales de la estructura permite documentar la base para un diagnóstico preciso.

Es esencial identificar la magnitud del deterioro para poder tomar decisiones informadas respecto a posibles acciones correctivas. En este contexto, un estudio de patología estructural es la herramienta adecuada para

evaluar el estado actual del edificio, a través de una inspección detallada de sus elementos estructurales y así poder detectar grietas, fisuras, deformaciones y otros daños que puedan comprometer la estabilidad de este.

El estudio se centrará en identificar los daños y las causas subyacentes como errores de diseño, materiales defectuosos, sobrecargas o efectos sísmicos, lo que permitirá evaluar la gravedad de estos y su impacto en la seguridad y funcionalidad del edificio.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Realizar un levantamiento de daños y un estudio patológico en edificación de tres módulos en tres niveles, ubicado en Centro Escolar Colonia San Ramón, distrito de Mejicanos.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Generar un levantamiento geométrico de la arquitectura y disposición de elementos estructurales.
2. Identificar las patologías de la edificación mediante inspección de campo.
3. Clasificar las patologías de la edificación según su tipología.
4. Desarrollar un diagnóstico técnico del estado actual de la infraestructura existente.
5. Formular recomendaciones a nivel local y global de la estructura, en función de los daños identificados.

## 1.4 Alcances

1. Realizar una inspección detallada para identificar las patologías presentes en el edificio.
2. Elaboración de planos arquitectónicos que permitan visualizar la geometría de la edificación en planta y elevación, así como la distribución y secciones de los elementos sismorresistentes.
3. Aplicación de la metodología de evaluación de daños en edificaciones post-sismo para determinar la habitabilidad de esta en función de la condición de los daños presentes.
4. Generar datos y documentación que sirva de insumo para estudios estructurales avanzados, con el propósito de evaluar la condición actual del diseño de la estructura y comparar con los códigos y normas vigentes de diseño sísmico.
5. Proveer recomendaciones a nivel local y global sobre las patologías de la estructura.

## 1.5 Limitaciones

1. No se logró desarrollar los ensayos para determinar la resistencia del concreto, ya sea mediante la extracción de núcleos según la metodología descrita en la Norma ASTM C 42, o ensayos no destructivos, específicamente el correspondiente al uso del Martillo Schmidt descrito en la Norma ASTM C 803.
2. No se desarrolló la obtención de muestras del acero que compone los elementos estructurales para la determinación de la resistencia según la metodología descrita en la Norma ASTM A 370.
3. No se llevó a cabo auscultación de acero en cada una de las secciones de los elementos estructurales para conocer diámetros, separación y recubrimientos.
4. La falta de planos como construidos, registros de mantenimiento y reparaciones previas dificultaron la identificación de patologías y su origen.

## 1.6 Justificación

El edificio ha sido afectado por los sismos a los cuales ha sido sometido desde su construcción, lo que ha comprometido su integridad y generado un riesgo para la seguridad de los usuarios, especialmente para la población estudiantil. Las patologías presentes en sus elementos estructurales, como fisuras en el concreto, deterioro del acero de refuerzo y deformaciones excesivas, así como los problemas en las paredes de relleno, como agrietamientos y pérdida de adherencia, indican un deterioro que ha llevado al desuso de la edificación debido a la inseguridad que representa.

Ante esta situación, resulta necesario realizar un estudio patológico que permita identificar, documentar y analizar las patologías presentes en la estructura del edificio. Este estudio no solo contribuirá a entender la magnitud del deterioro causado por los eventos sísmicos, sino que proporcionará un diagnóstico de las condiciones actuales de la edificación. La identificación de daños específicos es esencial para evaluar la gravedad del impacto en la estabilidad del edificio.

La realización de este estudio ofrece varias ventajas significativas para la comunidad educativa y el entorno circundante, entre ellas están:

1. Seguridad de los usuarios: Al identificar y evaluar los daños estructurales y las patologías del edificio, se pueden desarrollar

recomendaciones para las intervenciones necesarias, ya sea reparación o reemplazo. Esto garantizará que la estructura pueda ser rehabilitada de manera segura, reduciendo riesgos potenciales para estudiantes, personal y visitantes.

2. Base para análisis futuro: El levantamiento de daños y la generación de planos arquitectónicos detallados proporcionarán una base sólida para futuros análisis estructurales avanzados. Estos planos permitirán realizar estudios más profundos utilizando software especializado, que puede simular el comportamiento de la estructura bajo diferentes condiciones y cargas, y comparar con los reglamentos vigentes; dado que el edificio fue construido antes de la implementación de la Norma Técnica de Diseño por Sísmico en El Salvador

En resumen, el levantamiento de daños y estudio patológico en el edificio Metropolitano del Centro Escolar Colonia San Ramón es una necesidad técnica y social. Este estudio no solo abordará las deficiencias estructurales actuales, también permitirá evaluar la seguridad y funcionalidad del centro educativo, beneficiando a toda la comunidad educativa y contribuyendo a la preservación del patrimonio educativo.

## **CAPÍTULO II: GENERALIDADES DE DAÑOS EN EDIFICACIONES**

### **2.1 Tipificación de daños**

La tipificación de daños en edificios es un proceso fundamental para evaluar la integridad estructural y la seguridad de las construcciones después de eventos adversos como terremotos, incendios, inundaciones y otros desastres naturales o provocados por el hombre. Este proceso implica la identificación y clasificación de los diferentes tipos de daños que pueden afectar tanto a los elementos estructurales como no estructurales de un edificio.

Los daños estructurales incluyen grietas, fisuras, deformaciones y fallas en componentes críticos como columnas, vigas y muros de carga. Estos daños pueden comprometer la estabilidad del edificio y requieren una evaluación detallada para determinar si es necesario realizar reparaciones, refuerzos o, en casos extremos, demoliciones.

Por otro lado, los daños no estructurales abarcan aquellos que afectan elementos como paredes divisorias, acabados, instalaciones eléctricas y mecánicas. Aunque estos daños no comprometen directamente la estabilidad del edificio, pueden afectar su funcionalidad y habitabilidad.




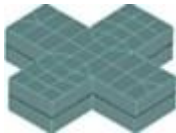

La evaluación rápida de daños es una metodología que permite tomar decisiones inmediatas sobre la seguridad y el uso del edificio. Esta evaluación se realiza mediante inspecciones visuales y el uso de herramientas específicas para identificar el grado de daño y su impacto en la estructura. Los resultados de esta evaluación se utilizan para etiquetar el edificio con categorías de acceso: permitido, restringido o no permitido.

### **2.1.1 Daños por configuración estructural**

La experiencia dejada por terremotos pasados y recientes demuestran que edificios de una configuración adecuada (regulares) son capaces de soportar sin llegar al colapso, sismos violentos, incluso si la resistencia de sus miembros estructurales no es la necesaria, mientras que otros con defectos de configuración, provistos de los refuerzos necesarios por diseño, fallan y colapsan. Por tanto, la configuración estructural de un edificio influye significativamente en su potencial de comportamiento sísmico. A continuación, se presentan las configuraciones que mayor daño causan en la estructura.

#### ➤ Plantas asimétricas o desproporcionadas

Plantas discontinuas que generan o amplifican las torsiones, o que en algunos casos son incapaces de actuar como diafragmas rígidos para repartir las fuerzas horizontales, en la tabla 2.1 se puede apreciar algunas configuraciones en planta no recomendables para edificaciones.

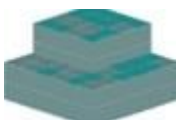

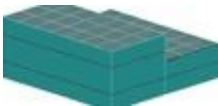
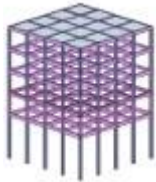
Irregularidades en planta no recomendadas		
Nomenclatura de los defectos	Descripción	Esquema
IP-1	Irregularidad en forma de U	
IP-2	Irregularidad en forma de L	
IP-3	Irregularidad en forma de T	
IP-4	Irregularidad en forma de X	
IP-5	Irregularidad múltiple	

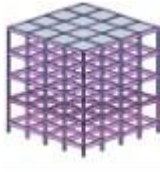

*Tabla No. 2-1. Irregularidades en planta.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

➤ Elevaciones asimétricas o discontinuas

Estas concentran esfuerzos o generan o amplifican torsiones debido a las asimetrías o cambios bruscos en la volumetría y masa de la edificación. En la tabla 2.2 se puede apreciar algunas configuraciones en elevación no recomendables para edificaciones.

Irregularidades en elevación no recomendadas		
Nomenclatura de los defectos	Descripción	Esquema
1v.1	Variación abrupta en elevación del sistema sismorresistente entre pisos consecutivos	
1v.2	Variación de rigideces en sistemas verticales en cuerpos distintos en edificios	
1v.3	Variación de ubicación de sistemas sismorresistentes entre un nivel y otro	
IV-4	Columnas muy esbeltas en el primer nivel en comparación con los otros niveles	

IV-5	Columnas muy cortas en el primer nivel en comparación con los otros niveles	
IV-6	Variación abrupta de masas en niveles o pisos consecutivos	

*Tabla No. 2-2. Irregularidades en elevación.*


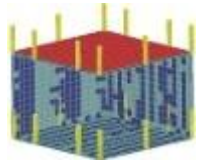

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

➤ Falta de redundancia estructural

La cual limita la incursión gradual de la estructura en el régimen inelástico. Esto hace que algunos elementos que han alcanzado su máxima capacidad resistente, ante la falta de recursos adicionales de resistencia, continúen deformándose inelásticamente y se rotulen, convirtiendo a la estructura en un mecanismo inestable.

➤ Otros aspectos

El cambio brusco de sección, o la interrupción de algunos elementos estructurales también originan concentración de esfuerzos, ocasionando daños en la estructura.

Esquema de configuraciones geométricas no recomendables		
Nomenclatura de los defectos	Descripción	Esquema
IG-1	Falta de redundancia estructural debido a la poca cantidad de soportes en la base del edificio	
IG-2	Interrupción del sistema sismorresistente en la dirección vertical (columnas)	
IG-3	Interrupción del sistema sismorresistente en la dirección horizontal (vigas)	

*Tabla No. 2-3. Configuraciones geométricas no recomendadas.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

### **2.1.2 Daños por resistencia, rigidez y ductilidad**

Los daños por resistencia, rigidez y ductilidad en edificios se refieren a la capacidad de los materiales y estructuras para soportar cargas y deformaciones sin fallar. La resistencia se relaciona con la capacidad de un material para soportar fuerzas sin romperse, mientras que la rigidez se refiere a la capacidad de una estructura para resistir deformaciones bajo carga. La ductilidad, por otro lado, es la capacidad de un material para deformarse plásticamente antes de

fracturarse, lo que permite a las estructuras absorber y disipar energía durante eventos sísmicos. La falta de resistencia puede llevar a fallas catastróficas, la insuficiente rigidez puede resultar en deformaciones excesivas, y la baja ductilidad puede causar fracturas repentinas y peligrosas.

Los daños observados son a causa de:

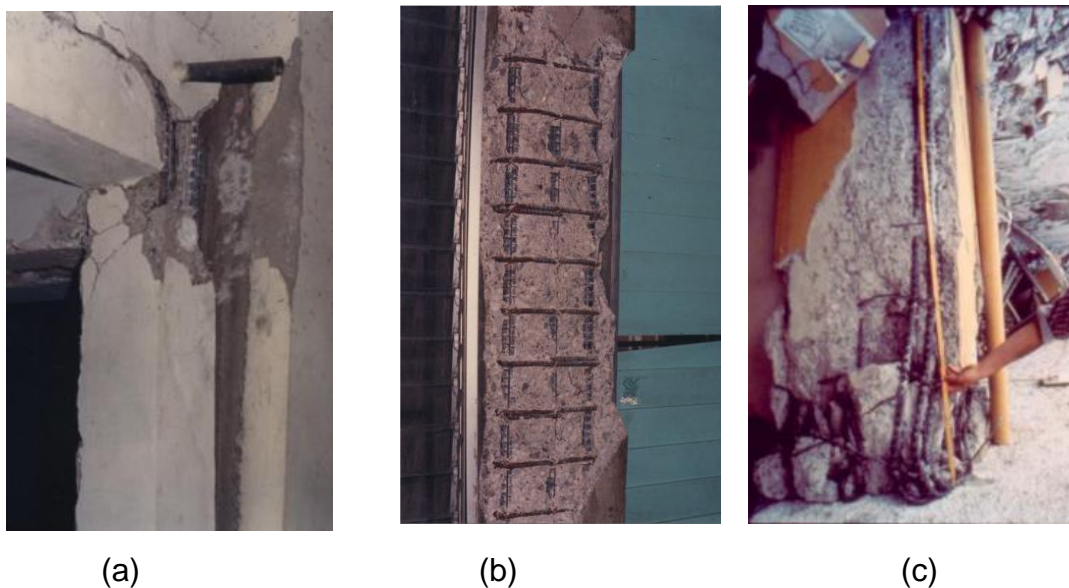
- Columnas débiles con relación a la capacidad resistente de las vigas, lo que da lugar a la formación de rótulas plásticas en las columnas en vez de ocurrir en las vigas y por consiguiente al inminente colapso de la edificación. Esto puede observarse en la figura No. 2-1



*Imagen No. 2-1. Esquema de efecto de viga fuerte – columna débil, obsérvese el colapso de la columna sin daño visible en la viga.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

- Falta de ductilidad producida por la insuficiente armadura de confinamiento; estribos de columnas con ganchos a 90° que no anclan adecuadamente en el núcleo de concreto; falta de estribos en los nudos, permitiendo la formación de grietas y el pandeo de la armadura de compresión. Esta falta de ductilidad está asociada a fallas de tipo frágil, incrementando el deterioro y daños de toda la edificación y su posible colapso (ver figura 2.2)



*Imagen No. 2-2. (a) Falta de estribos en nudo viga-columna. (b) Ganchos en estribos de columnas a 90°. (c) Estribos con espaciamientos mayores de los recomendados por las normas.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

Las particiones y cierres de los edificios se construyen de albañilería, la que es generalmente impuesta a la estructura sin tener en cuenta el efecto de

modificación de la rigidez de algunos de sus elementos. A continuación, se describe los principales tipos de fallas observados por esta causa:

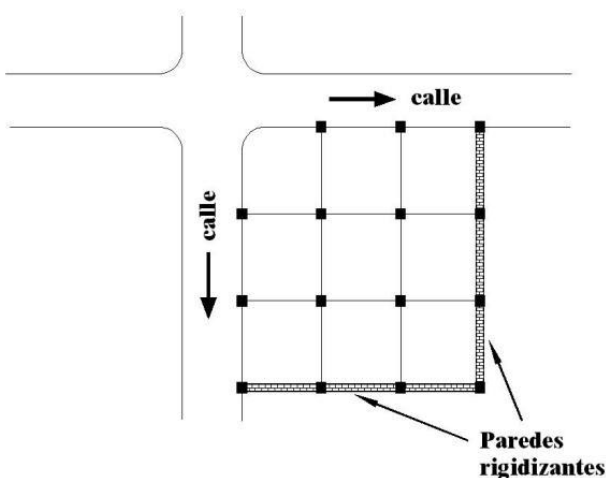
- ✓ Columna corta: corresponde a la rigidización de una o más columnas que ven limitado su desplazamiento por la albañilería. El aumento de rigidez se produce al disminuir la altura libre de la columna, concentrando mayor fuerza sísmica y haciendo dominante la sollicitación de esfuerzo cortante. La ductilidad también puede afectarse al convertir elementos flexibles a elementos rígidos de falla frágil.



*Imagen No. 2-3. Esquema de efecto de columna corta en una edificación, obsérvese la mampostería que arriostra a la columna, sin estar considerado este efecto en el diseño. Foto cortesía Dr. Ing. E. Portillo.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

- ✓ *Efecto por excentricidad entre centro de rigidez y de masa o efecto de “Edificio de esquina”*: muchos edificios ubicados en esquinas tienen muros de albañilería en los dos límites de propiedad interiores, mientras que en las fachadas son abiertos. Esto aleja el centro de rigidez del centro de masa del edificio, originando grandes excentricidades y momentos torsores; normalmente la mampostería resiste el incremento de fuerza sísmica produciéndose daños en las fachadas debido al giro de la planta. Aunque también puede producir en las columnas esquineras deformaciones que causarían el colapso del edificio.

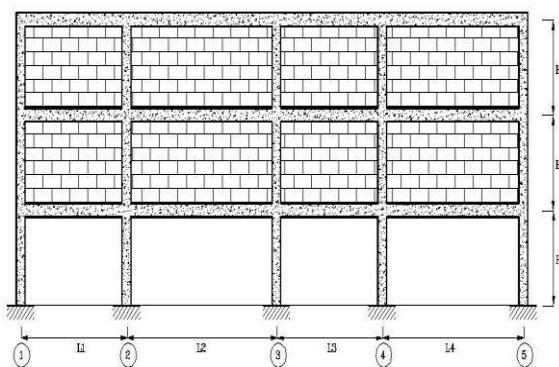


*Imagen No. 2-4. Esquema de efecto de “edificio de esquina” las paredes de mampostería o concreto proporcionan mayor rigidez a la estructura, muchas veces, sin estar considerado este efecto en el diseño.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

- ✓ *Efecto de planta flexible o “Soft-story”*: ocurre cuando en un edificio, en que los marcos están llenos de albañilería, existe un nivel que no la tiene (muchas veces por razones arquitectónicas); esto

generalmente se presenta en el primer piso. El resultado es que los pisos superiores son rigidizados por los cerramientos de mampostería y toda la deformación y disipación de la energía ocurre en el piso blando, produciéndose daño en los elementos estructurales de ese nivel. Este piso inferior crea estructuralmente un nivel mucho más flexible que el resto y por lo tanto con mucha menor resistencia a cargas horizontales, acentuando los efectos de segundo orden ( $P-\Delta$ ).



(a)



(b)

*Imagen No. 2-5. Efecto de planta flexible o "Soft-story" en una edificación. (a) Esquema de disposición de muros de mampostería para crear el efecto de planta flexible ó soft-story. (b) Ejemplo del efecto de planta flexible en un edificio. Foto antiguo Edificio de Ciencias Económicas de la UES, cortesía Dr. Ing. E. Portillo.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

### 2.1.3 Daños por defectos en el diseño

Los daños por defectos en el diseño en edificaciones son problemas que pueden surgir debido a errores en la fase de planificación y diseño de una construcción. Estos defectos pueden tener diversas causas y manifestaciones, a continuación, se enlistan los más usuales.

- ✓ Errores Conceptuales: Estos incluyen fallas en el diseño estructural, como una incorrecta distribución de cargas, estructuración deficiente o una mala elección de materiales.
- ✓ Detalles Constructivos: Problemas en la resolución de detalles constructivos, como conexiones entre elementos estructurales, pueden llevar a fallos significativos
- ✓ Inadecuada Elección del Tipo Estructural: Seleccionar un tipo estructural que no se adapta bien a las condiciones del terreno o al uso previsto del edificio puede causar daños.
- ✓ Errores en la elaboración de planos: una mala ejecución de los planos de diseño puede resultar en patologías estructurales.
- ✓ Factores Externos: El diseño debe considerar factores externos como la climatología y los fenómenos geológicos. Un diseño que no tenga en cuenta estos factores puede resultar en daños estructurales.

En cuanto a los defectos de diseño, se ha observado en sismos pasados que los siguientes errores se han presentado de manera repetida:

- ✓ En edificios antiguos, el empleo de armadura de refuerzo lisa en columnas.
- ✓ Estribos de columnas deficientes en diámetro y espaciamiento con ganchos a 90°.
- ✓ Falta de estribos en los nudos viga-columna.
- ✓ Fallas de los anclajes o traslapes de armaduras, particularmente en columnas.

#### **2.1.4 Daños por defectos constructivos**

Los defectos constructivos, también conocidos como vicios ruinógenos, son problemas o errores que se presentan en un edificio durante o después de su construcción. Estos pueden afectar la seguridad, habitabilidad, funcionalidad o estética de la edificación. Entre las causas comunes de los defectos constructivos tenemos:

- ✓ Diseño deficiente: errores en los planos o cálculos estructurales.
- ✓ Materiales de baja calidad: uso de materiales que no cumplen con las normas o especificaciones.

- ✓ Mano de obra inadecuada: falta de experiencia o capacitación del personal de construcción.
- ✓ Supervisión deficiente: ausencia de un control adecuado durante el proceso constructivo.
- Tipos de defectos constructivos:
  - ✓ Defectos estructurales: afectan la resistencia y estabilidad del edificio (grietas en muros de carga, problemas en cimentaciones, etc.).
  - ✓ Defectos de habitabilidad: impiden el uso normal del inmueble (filtraciones, humedades, problemas de aislamiento, etc.).
  - ✓ Defectos de acabado: afectan la estética y funcionalidad de los acabados (pinturas que se desconchan, revestimientos que se despegan, etc.).
- Consecuencias de los defectos constructivos:
  - ✓ Riesgo para la seguridad: los defectos estructurales pueden poner en peligro la vida de las personas.
  - ✓ Disminución del valor del inmueble: los defectos afectan negativamente al precio de venta o alquiler de una propiedad.

- ✓ Costos de reparación: la corrección de los defectos puede ser costosa y generar molestias a los ocupantes.
- ✓ Disputas legales: los propietarios pueden iniciar acciones legales contra los responsables de los daños.

## 2.2 Principales sistemas estructurales AMSS

El AMSS está regido, en cuanto a diseño sísmico de edificaciones se refiere, por la Norma Técnica de Diseño por Sismo (NTDS) que se encuentra en vigencia desde 1994 al haber sustituido al Reglamento de Emergencia de Diseño sísmico de la República de El Salvador, promulgado en 1989 después del evento sísmico del 1986, esta norma contempla entre los sistemas estructurales utilizados para edificios los siguientes tipos:

- **Sistema A.** Estructura formada por marcos no arriostrados, los cuales resisten primordialmente por acción flexionante de sus miembros, la totalidad de las cargas gravitacionales y laterales.
- **Sistema B.** Estructura formada por marcos no arriostrados que soportan esencialmente las cargas gravitacionales y por paredes enmarcadas o marcos arriostrados que resisten la totalidad de las cargas laterales.

- **Sistema C.** Estructura formada por marcos no arriostrados y por paredes enmarcadas o marcos arriostrados. Todos los componentes de la estructura resisten la totalidad de las cargas verticales y laterales. Los componentes se diseñan para resistir las fuerzas laterales, en proporción a sus rigideces relativas y acuerdo a un análisis de interacción. En todo caso, los marcos no arriostrados deben diseñarse para resistir al menos el 25% de las fuerzas laterales calculadas para la estructura.
- **Sistema D.** Estructura en la cual la resistencia a cargas gravitacionales es proporcionada esencialmente por paredes o marcos arriostrados que resisten también la totalidad de las cargas laterales.
- **Sistema E.** Estructura cuyos elementos resistentes a cargas laterales en la dirección de análisis, sean aislados o deban considerarse como tal.
- **Otros sistemas.** En estos casos debe demostrarse mediante datos técnicos y ensayos que establezcan las características dinámicas, que su resistencia a fuerzas laterales y capacidad de absorción de energía son equivalentes a las de alguno de los sistemas aquí definidos.

De estos sistemas, los más utilizados en edificaciones de 2 niveles en adelante son los tipos A y C, en los apartados siguientes se presenta un análisis de los daños que pueden ocurrir en los elementos que los componen.

Los elementos que componen el tipo de sistema estructural tipo A, son: columnas, vigas, nudos viga-columna, losas y paredes, estas últimas no son parte integral del sistema sismorresistente, pero el análisis de sus daños puede ser un indicativo del comportamiento del resto del sistema (por ejemplo, deficiencias en las juntas de separación entre paredes y marcos). Para el sistema C, los elementos que lo componen son los mismos que el sistema A, con la diferencia de que las paredes si son parte integral del sistema sismorresistente.

### **2.3 Daños en elementos estructurales**

Debido a que el alcance de este documento va orientado a la realización de un estudio patológico de un edificio existente de tres módulos en tres niveles, en el cual dos de sus módulos están conformado estructuralmente por marcos de concreto reforzado combinada con paredes de mampostería de ladrillo de barro y cubierta de techo con estructura flexible, y un tercer módulo concebido por de concreto reforzado y cubierta de techo con estructura flexible, esto justifica el presentar un análisis detallado de los daños en estos elementos sismorresistentes que conforman los sistemas estructurales A y B mencionados en el apartado 2.2.

Antes de continuar se definirán varios conceptos que son necesarios de conocer para comprender de una mejor manera los temas que a continuación se desarrollarán.

Falla: es la condición o estado de un elemento, en el cual, su capacidad para resistir una carga o la acción combinada de varias ha sido sobrepasada y el elemento no es capaz de resistir por sí solo la aplicación de las cargas. Una falla puede ser visible a través de la aparición de agrietamientos, pérdida del recubrimiento, explosión del concreto o de la mampostería, pandeo de las barras de refuerzo, pandeo del patín o el alma de los perfiles de acero, etc.

Agrietamiento: Es la aparición en la superficie de un elemento estructural, de aberturas de forma irregular y de longitudes variables. Dependiendo del tamaño de la abertura el agrietamiento se puede clasificar como se muestra en la Tabla No. 2-4.

<b>AGRIETAMIENTO</b>	<b>ANCHO</b>
Fisura	$\leq 0.4$ mm
Grieta	$\leq 1.0$ mm
Fractura	$\leq 5.0$ mm
Dislocación	$> 5.0$ mm

*Tabla No. 2-4. Clasificación del agrietamiento según ancho de aberturas.*

*Fuente: Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, 1986.*

Sin embargo, en el presente trabajo de graduación utilizaremos los términos de fisura y grieta en función del ancho de abertura que indica el nivel de daño según la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica para cada tipo elemento estructural (ver los valores en la Tabla No. 4-4, Tabla No. 4-6, Tabla No. 4-8 y Tabla No. 4-9 del Capítulo IV).

Daño: es la aparición visible de agrietamientos, pérdida del recubrimiento, explosión del concreto, pandeo de las barras de refuerzo, pandeo del patín o el alma de los perfiles de acero, etc., sin indicar necesariamente la falla del elemento.

### **2.3.1 Daños en la cimentación**

La cimentación es un elemento fundamental en cualquier estructura, ya que su función principal es transferir las cargas de la edificación hacia el suelo, garantizando su estabilidad. Cuando la cimentación presenta fallas, el riesgo de colapso parcial o total de la estructura aumenta significativamente. Los daños más frecuentes en esta parte crítica del edificio incluyen:

- **Asentamientos diferenciales:** estos ocurren cuando una parte de la cimentación se hunde más que otra, lo que genera desplazamientos verticales desiguales que pueden afectar gravemente la estabilidad de la estructura. Este tipo de asentamiento puede dar lugar a grietas visibles en las paredes, pisos desalineados e incluso el colapso de

ciertos elementos estructurales. Las principales causas de los asentamientos diferenciales incluyen:

- ✓ **Suelos expansivos:** Suelos que experimentan variaciones volumétricas significativas con cambios en el contenido de humedad, como barros que se expanden cuando se mojan y se contraen al secarse.
- ✓ **Construcción de edificaciones adyacentes:** La construcción de nuevas estructuras sin considerar el impacto en la cimentación existente puede generar desplazamientos en el terreno circundante.
- ✓ **Capacidad de carga insuficiente del suelo:** Si el suelo no tiene la capacidad adecuada para soportar las cargas transferidas por la cimentación, puede provocar asentamientos desiguales.
- **Fisuras por contracción:** el concreto de la cimentación, al curar y secarse, experimenta una reducción de volumen. Si esta contracción es desigual, se pueden formar fisuras. Las fisuras por contracción, aunque generalmente superficiales, pueden permitir la infiltración de agua, lo que a largo plazo puede deteriorar el refuerzo de acero y comprometer la durabilidad de la cimentación. En algunos casos, estas fisuras pueden ser indicativas de problemas más graves, como un mal diseño o una mala ejecución de la mezcla de concreto.

- **Corrosión en el acero de refuerzo:** el acero de refuerzo dentro de la cimentación está diseñado para proporcionar resistencia a tracción, pero puede corroerse si se ve expuesto a la humedad. La corrosión no solo debilita el acero, sino que también provoca su expansión, lo que agrava las fisuras existentes y puede reducir la capacidad de carga de la cimentación. La infiltración de agua a través de fisuras abiertas en el concreto es la principal causa de este problema.
- **Desplazamiento lateral:** cuando una cimentación es sometida a fuerzas horizontales, como las generadas durante un terremoto, puede ocurrir un desplazamiento lateral. Este tipo de daño se da generalmente cuando el diseño de la cimentación no está preparado para resistir cargas sísmicas o fuerzas horizontales significativas. El desplazamiento lateral puede modificar la alineación de toda la estructura, generando grietas y desplazamientos en las paredes y otros elementos.



*Imagen No. 2-6. Daños en paredes debido al asentamiento diferencial*

*Fuente: <https://images.app.goo.gl/s6D127VqHKAhFB1dA>*

### **2.3.2 Daños en columnas**

Las columnas son los principales elementos de soporte vertical en cualquier estructura. Estas deben ser capaces de resistir las cargas axiales y las fuerzas sísmicas, entre otras. Los daños más frecuentes en las columnas se producen por flexión, cortante y la combinación de ambos, especialmente cuando están sometidas a cargas elevadas o condiciones sísmicas. Los tipos de daño más comunes incluyen:

- Daños debido a flexión cíclica y cortante pequeño, bajo carga de compresión axial grande.

- Daños debido a cortante cíclico y flexión pequeña, bajo carga de compresión axial grande.

El primer tipo de daño (flexión cíclica) se caracteriza por la falla en la cabeza y el pie de la columna (figuras 2.6, 2.7). Esto ocurre en las columnas de moderada a alta relación de esbeltez, esto es:

$$\alpha = \frac{M}{Vh} = \frac{L}{2h} > 3.5$$

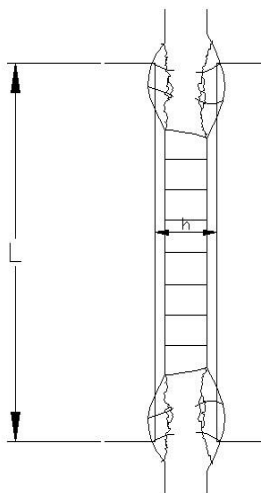
$\alpha$  = Relación de esbeltez

M = momento flector máximo en la columna

V = Cortante en la cabeza o pie de la columna

L = Altura efectiva de la columna

h = Ancho de la columna en la dirección de análisis



*Imagen No. 2-7. Esquema de daño en una columna debido a flexión cíclica y cortante pequeño*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001, año 2003.*



(a)

(b)

*Imagen No. 2-8. Ejemplo de daño en columna debido a flexión cíclica y cortante pequeño. (a) falla al pie de la columna. (b) falla en la cabeza de la columna.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001, año 2003.*

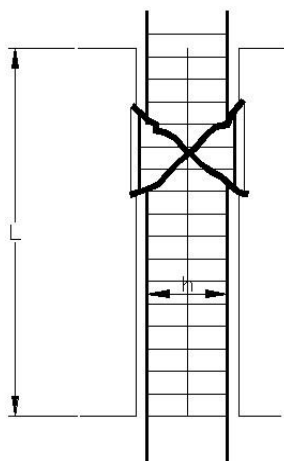
El elevado momento flector en esos puntos combinado con la fuerza axial, conducen al aplastamiento de la zona de compresión del concreto sucesivamente en ambas caras de la columna. El pequeño número de anclajes en esas áreas aumenta la vulnerabilidad a este tipo de daño.

El aplastamiento de la zona de compresión es manifestado primero por el estallido del recubrimiento del acero de refuerzo. Subsecuentemente el concreto se expande y se aplasta. Este fenómeno es usualmente acompañado por el desanclaje de las barras en el extremo sujeto a compresión y el pandeo de los estribos. La fractura de los anclajes y la desintegración del concreto conducen al acortamiento de la columna bajo la acción de la carga axial.

Debido a esto, este tipo de daño es muy serio, ya que la columna no solo pierde su rigidez si no también su habilidad para transmitir las cargas verticales. Como resultado existe una redistribución de esfuerzos en la estructura, desde que la columna se ha acortado debido a la desintegración del concreto en las áreas mencionadas anteriormente. Entre las razones principales para este tipo de falla se deben considerar la baja calidad del concreto, el inadecuado número de anclajes en las áreas críticas (zonas con momentos de gran magnitud), la presencia de vigas fuertes que conducen a que las columnas fallen primero y finalmente, la fuerte excitación sísmica que induce a muchos ciclos de carga en el rango inelástico.

El segundo tipo de daño es del tipo de cortante y es manifestado en grietas en forma de X en la zona más débil de la columna, esto ocurre en columnas de moderada a baja relación de esbeltez, esto es:

$$\alpha = \frac{M}{Vh} = \frac{L}{2h} < 3.5$$



(a)

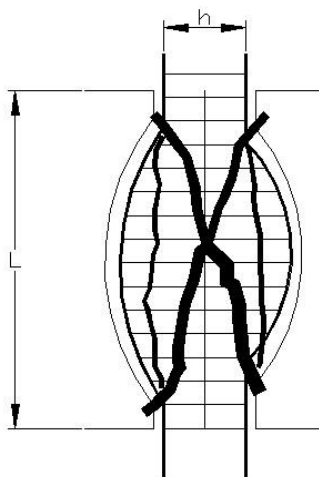


(b)

*Imagen No. 2-9. Falla en columna debido a cortante cíclico y flexión pequeña (a) esquema de falla por cortante cíclico y flexión pequeña. (b) ejemplo de falla en columna debido al efecto antes mencionado.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001, año 2003.*

La última forma de este tipo de daños es la falla explosiva de columnas cortas, lo cual conduce usualmente al colapso del edificio. La principal razón para este tipo de daño es que la capacidad a flexión de columnas con moderado a bajo relación de esbeltez es mayor que la capacidad a cortante, sin embargo, la acción principal es la de cortante, como resultado de esto la falla por cortante gobierna, sin estar considerado en el diseño.



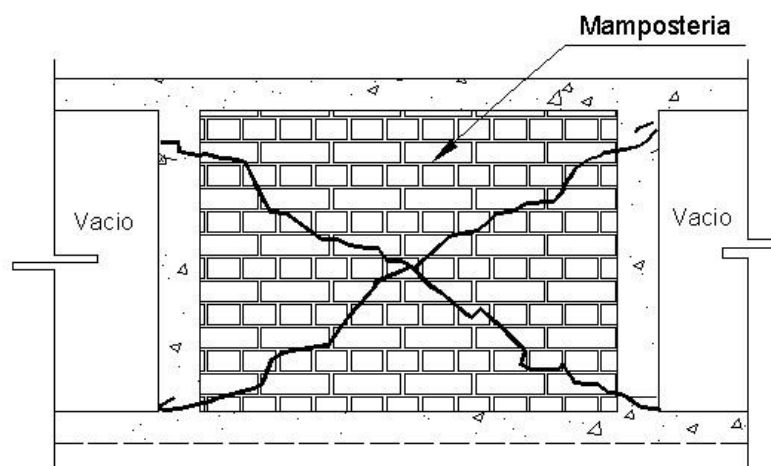
*Imagen No. 2-10. Falla en columna corta.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001, año 2003.*

La frecuencia de este tipo de daño es más baja que la de la falla en la cabeza y el pie de la columna. Esto ocurre especialmente en columnas del piso más bajo, en donde las dimensiones de las secciones de las columnas son mayores y la relación de esbeltez es baja. Esto ocurre también en columnas que no fueron diseñadas como columnas cortas y que han sido acortadas debido a la construcción adyacente de estructuras que no fueron consideradas en el diseño, tal es el caso del arriostramiento que le genera las repisas de ventanas a las columnas cuando no se proveen de juntas sísmicas.

Finalmente, algunas veces en el caso de los marcos con mampostería incrustada en uno de los lados, la falla de la mampostería es seguida por la falla por cortante de las columnas adyacentes. En conclusión, tiene que enfatizarse

que los daños en columnas son muy peligrosos para la estructura, porque esto altera o aun destruye los elementos verticales del sistema estructural. Así cuando daños de este tipo sean detectados, medios temporales de soporte deben ser provistos inmediatamente.



*Imagen No. 2-11. Daño en columna y mampostería en contacto con uno de sus lados.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001, año 2003.*

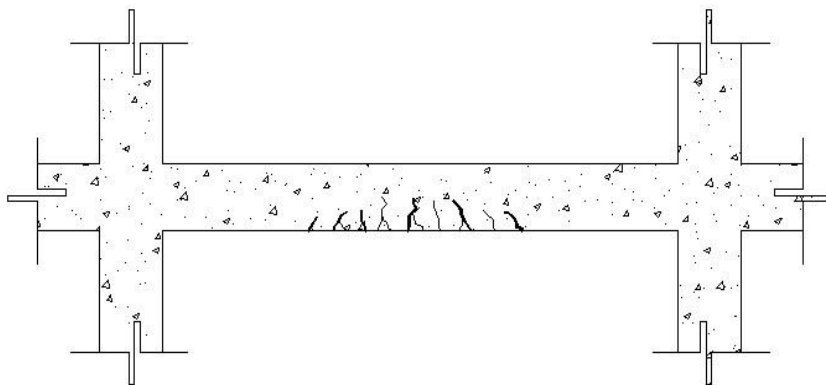
### **2.3.3 Daños en vigas**

Las vigas son elementos horizontales cruciales en la transferencia de cargas hacia las columnas. A pesar de ser diseñadas para resistir flexión, las vigas pueden sufrir diferentes tipos de daños durante eventos sísmicos o sobrecargas. Entre los daños más comunes se encuentran:

- **Grietas ortogonales al eje axial de viga:** estas grietas ocurren en la zona de tensión de la viga y son consecuencia de la flexión que experimenta el elemento bajo carga. Aunque generalmente no representan una amenaza inmediata para la estabilidad estructural, estas grietas pueden comprometer la estética de la estructura y, si no se reparan adecuadamente, pueden propagarse y reducir la capacidad de carga de la viga.
  
- **Fallas por cortante cerca de los apoyos:** las vigas cercanas a los apoyos son particularmente susceptibles a fallas por cortante, debido a la alta concentración de esfuerzos en estos puntos. Las grietas típicamente se presentan en la zona crítica de la viga, comprometiendo su capacidad para soportar las cargas. Usualmente el daño se manifiesta como:
  - ✓ Grietas en las caras superior e inferior de la viga, principalmente en las zonas de apoyo.
  
  - ✓ Deficiencias en el anclaje de las barras de refuerzo, lo que puede agravar las grietas.
  
- **Grietas por flexión cercanas a los apoyos:** Este tipo de daño se da cuando las vigas cercanas a los apoyos experimentan una flexión excesiva, generalmente debido a un mal anclaje del refuerzo

en los puntos de apoyo. Las fuerzas sísmicas amplifican la flexión, lo que puede generar grietas en estas zonas.

Los daños en las vigas, aunque afortunadamente, no ponen en riesgo la seguridad de la estructura, son los más comunes daños en edificios de concreto reforzado. Las grietas en la zona de tensión del claro de la viga constituyen un tipo de daño común. Este tipo de daño no puede ser explicado usando evidencia analítica, dado el hecho de que la acción de las fuerzas sísmicas no incrementa los momentos flectores en el claro. Sin embargo, la componente vertical de la acción sísmica, debida a su carácter cíclico, hace simplemente visible las microgrietas que son debidos a la flexión en la zona de tensión, y así crea la impresión de daño sísmico.

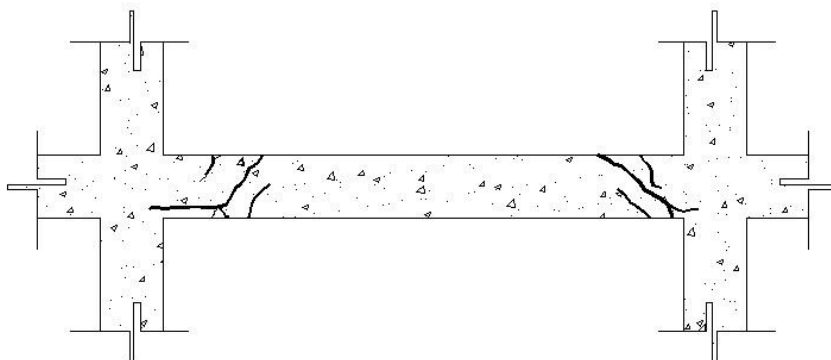


*Imagen No. 2-12. Grietas por flexión en claro de viga.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001, año 2003.*

Esta es la razón de porque la gran mayoría de los casos de vigas con este tipo de daño no pone en riesgo la estabilidad total de la estructura. Se entiende también que la alta frecuencia de este tipo de daño, en la mayoría de los casos es apenas una manifestación de grietas normales ya existentes, más que daños debido a sismos.

Las fallas por flexión y cortante cercanas a los apoyos es el segundo tipo de daño más frecuente en vigas. Indudablemente constituye un tipo más grave de daño que el mencionado anteriormente, dado su carácter frágil. Sin embargo, solo en muy pocos casos hacen que se arriesgue la estabilidad total de la estructura.

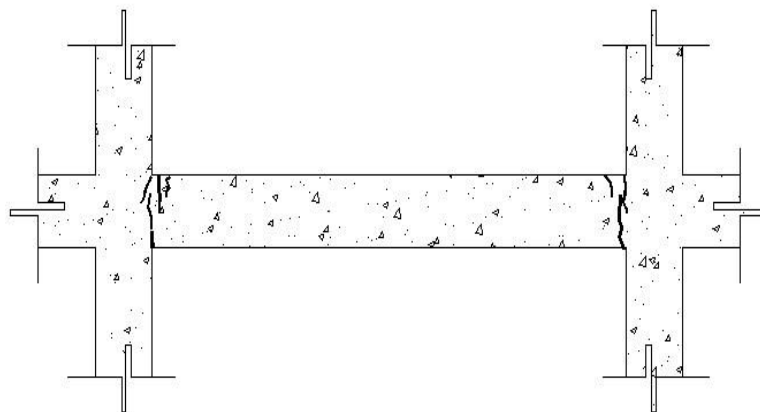


*Imagen No. 2-13. Grietas cercanas a los apoyos de la viga.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001, año 2003.*

Las grietas por flexión en la cara superior e inferior de la viga cercanas a los apoyos pueden ser explicadas si el fenómeno sísmico es aproximado

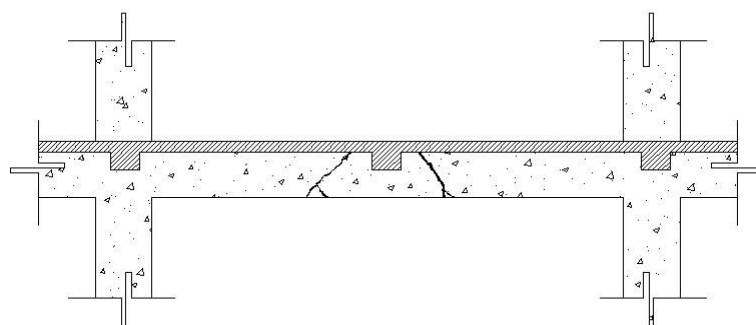
estáticamente con fuerzas horizontales. Del punto de vista más frecuente, este tipo de daño es más raro que el tipo de cortante. La mayoría de las veces el agrietamiento de la cara inferior es debido al mal anclaje del refuerzo inferior en los apoyos, y en tal caso una o dos grietas anchas se forman cerca de los apoyos.



*Imagen No. 2-14. Grietas en la cara superior e inferior cercanas a los apoyos de la viga.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001, año 2003.*

También existen las fallas por cortante o flexión en los puntos en donde las vigas secundarias o columnas cortas son apoyadas. Generalmente las fallas con esta naturaleza son atribuidas a la componente vertical del sismo la cual amplifica las cargas concentradas.



*Imagen No. 2-15. Grietas en la cara superior e inferior cercanas a los apoyos de la viga.*

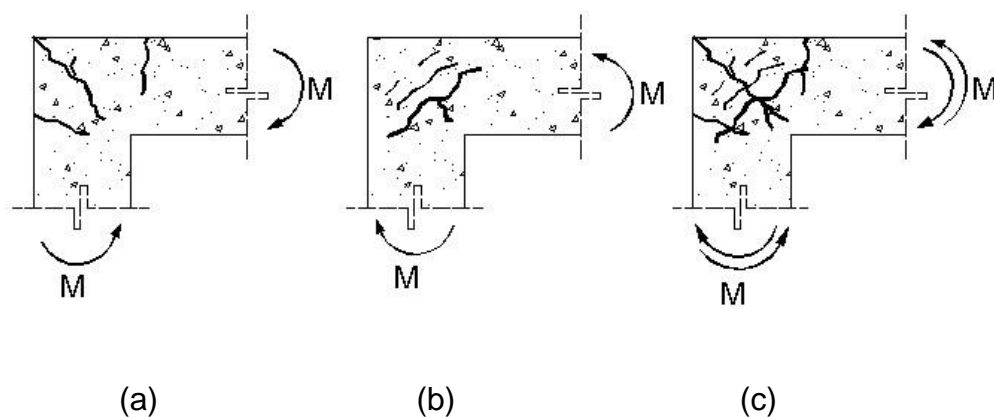
*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001, año 2003.*

#### **2.3.4 Daños en unión viga-columna**

Las uniones entre vigas y columnas son puntos críticos en cualquier estructura, ya que son los encargados de transferir las cargas entre estos elementos. Los daños en las uniones viga-columna pueden ser especialmente peligrosos, ya que pueden comprometer la capacidad de la estructura para resistir cargas y fuerzas sísmicas. Estos puntos corresponden a zonas de alta concentración de esfuerzos, y en ellas pueden ocurrir fallas debidas a flexión o cortante. Las principales manifestaciones de daño en los nudos incluyen:

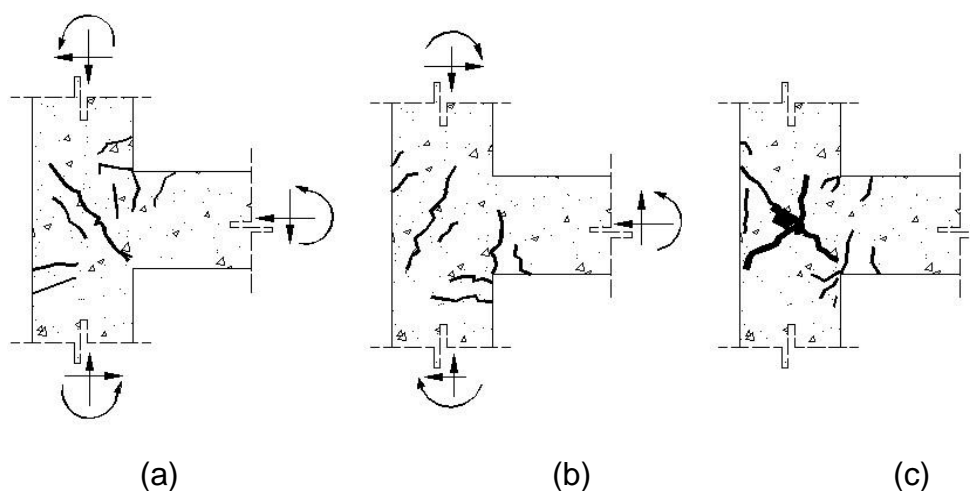
- Colapso de la zona de compresión del concreto.
- Desanclaje de los refuerzos de acero.
- Pérdida de la capacidad de transmisión de esfuerzos entre los elementos.

El daño en las uniones, aun en etapas prematuras de agrietamiento, debe ser considerado como peligroso para la estructura y debe ser tratado acordeamente. Los daños de este tipo reducen la rigidez del elemento estructural y conducen a incontrolables redistribuciones de los efectos de las cargas.



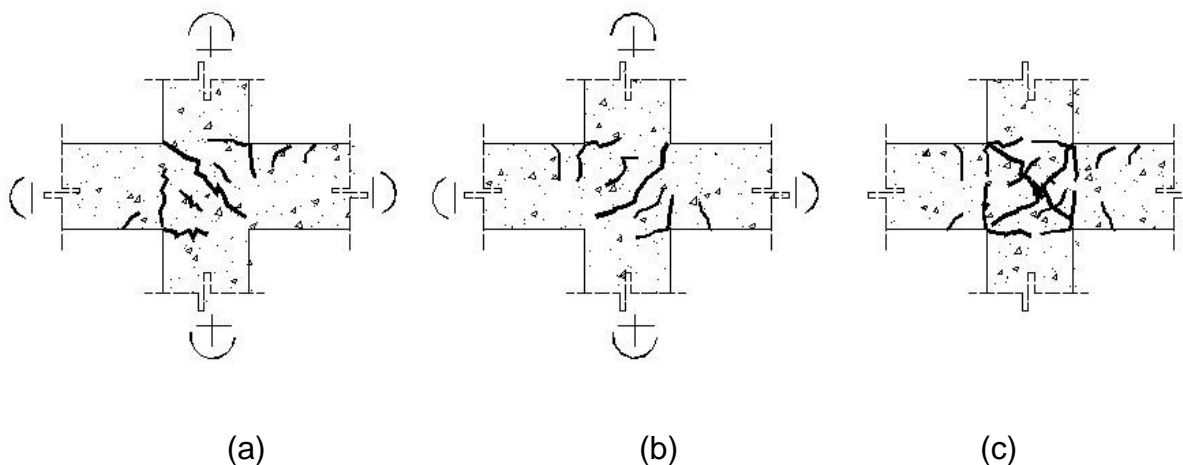
*Imagen No. 2-16. Fallas en nudos viga-columna. (a) momentos que sujetan a la fibra interior a compresión; (b) momentos que sujetan a la fibra interior a tensión; (c) carga por momento cíclico.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001, año 2003.*



*Imagen No. 2-17. Fallas en nudos exteriores viga-columna de un edificio de varios niveles: (a) momentos que inducen compresión en la fibra superior de la viga; (b) momentos que inducen compresión a la fibra inferior de la viga; (c) carga por momento cíclico.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001, año 2003.*



*Imagen No. 2-18. Fallas en nudos interiores de viga-columna: (a) Acción sísmica en la dirección de derecha a izquierda; (b) Acción sísmica en la dirección de izquierda a derecha; (c) Acción cíclica por sismo.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001, año 2003.*

### 2.3.5 Daños en losas

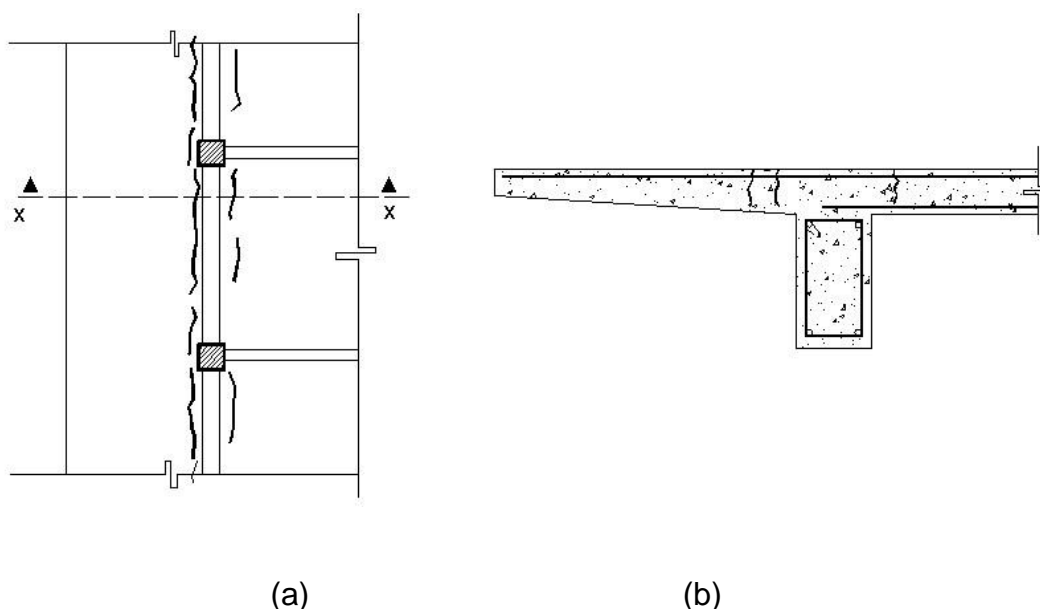
Las losas son elementos horizontales que distribuyen las cargas hacia las vigas o columnas. A pesar de no ser tan críticas para la estabilidad general de la estructura como otros elementos, los daños en las losas pueden comprometer la funcionalidad del edificio. Entre los daños más comunes se incluyen:

- Grietas paralelas o transversales al refuerzo en puntos aleatorios.
- Grietas en secciones críticas a lo largo del claro o a lo largo de los voladizos, transversales al refuerzo principal.
- Grietas ubicadas en discontinuidades de piso, como las esquinas de grandes aberturas que acomodan escaleras internas, tragaluces, etc.
- Grietas en áreas de concentración de grandes efectos de cargas sísmicas, particularmente en las zonas de conexión de las losas a paredes de cortante o a columnas.

Con la excepción del último tipo, los daños en losas generalmente pueden no ser considerados como peligrosos para la estabilidad de la estructura. Sin embargo, esto crea serios problemas estéticos y funcionales, que deben ser reparados. Además, el apareamiento de tales daños conduce a la reducción de la resistencia disponible, la rigidez y la capacidad de disipación de energía de la estructura en caso de futuros sismos, siendo esta una razón adicional para su reparación.

El primer tipo de daño, mayoría de las veces, es debido al ensanchamiento de las ya existentes microgrietas que se forman por acciones flexionantes o

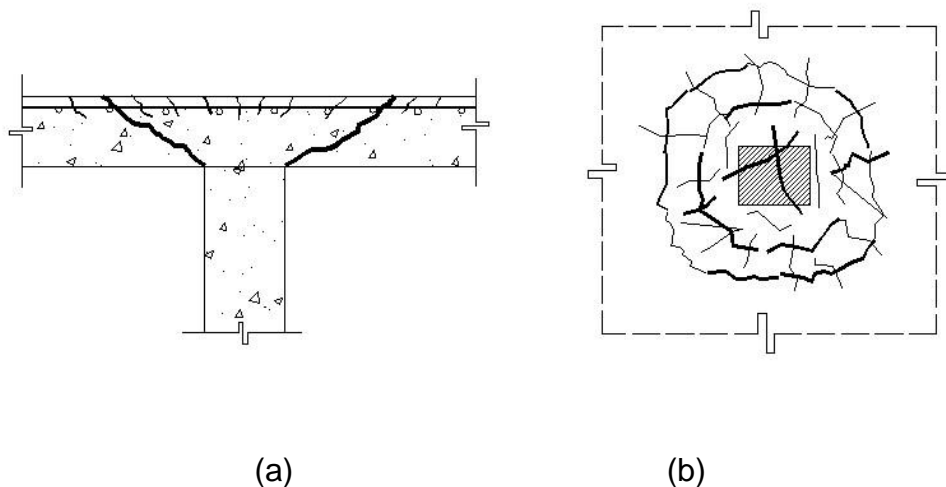
cambios de temperatura las cuales llegan a ser visibles después de la excitación sísmica. El segundo y tercer tipo de daño son debidos típicamente a la componente vertical de la acción sísmica.



*Imagen No. 2-19. Daños en losas en la sección crítica en el voladizo: (a) Vista de planta de la losa; (b) Sección X-X.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001, año 2003.*

El cuarto tipo de daño es usualmente relacionado con la falla por cortante punzonante, agravada por la flexión cíclica causada por el sismo.



*Imagen No. 2-20. Daños en losas en la conexión con columna: (a) Elevación; (b) Vista superior de la losa.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001, año 2003.*

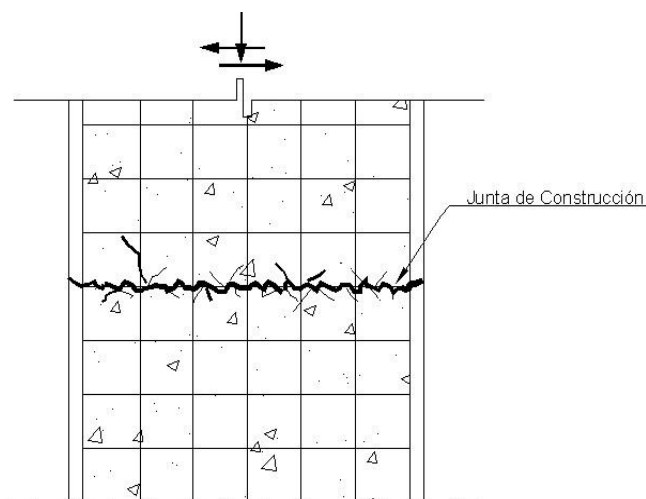
### **2.3.6 Daños en paredes de concreto reforzado**

Las paredes de concreto reforzado desempeñan un papel vital en la estabilidad lateral de la edificación, especialmente durante un sismo. Los daños más comunes que pueden presentar las paredes de concreto incluyen:

- Grietas por cortante en forma de X.
- Deslizamiento en las juntas de construcción.
- Daños de carácter flexionante (grietas horizontales y aplastamiento de la zona de compresión)

Uno de los más frecuentes tipos de daños es el apareamiento de grietas en las juntas de construcción. Este daño es debido principalmente a que el concreto viejo no es adecuadamente unido al concreto fresco. La mayoría de los

códigos sísmicos en efecto, actualmente requieren que ese cuidado extra debe ser tomado cuando el trabajo de construcción sea discontinuado, esto en forma ordenada para asegurar la apropiada unión del concreto (superficie áspera, limpieza, humedad, aplicación de aditivos en el concreto, etc).

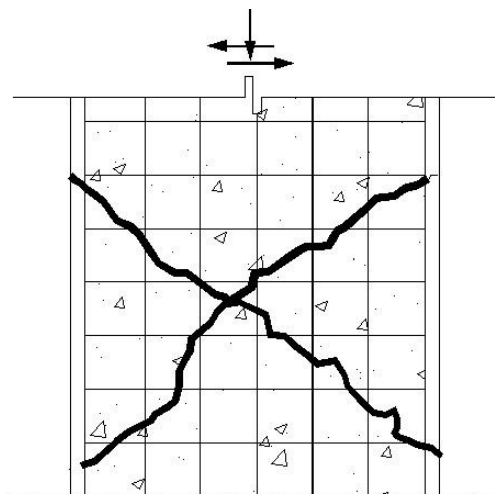


*Imagen No. 2-21. Pared de cortante con daños en junta de construcción.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

En adición la colocación de conectores hasta el refuerzo es también requerido en forma de dovelas. La introducción de estos requerimientos es el resultado de la elevada frecuencia de este tipo de daños. Sin embargo, se tiene que mencionar que este tipo de daño no representa una amenaza a la estabilidad del edificio, porque con el arreglo horizontal de las grietas, la pared puede todavía transmitir las cargas verticales. También desde el punto de vista de la rigidez, este tipo de daño tiene solo un pequeño efecto en el sistema estructural completo.

El siguiente tipo de daño es el aparecimiento de grietas en forma de X, este tipo de grietas es típico en las paredes de corte, donde las fuerzas sísmicas generan esfuerzos cortantes.



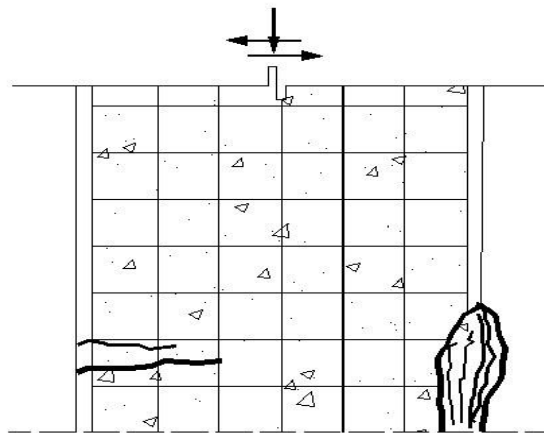
*Imagen No. 2-22. Daños en forma de X en pared de cortante.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

Para proteger la estructura de este tipo de falla, todos los códigos actuales, requieren la formación de una columna a cada lado de la pared, la cual llevará las cargas verticales después de la falla por cortante de la red. Estas columnas pueden ser más gruesas que la pared en tal caso ser visibles o también pueden ser incorporadas a ella.

Los tipos de daños por flexión ocurren muy raramente, debido al hecho que los momentos flectores que se desarrollan en la base de la pared son mucho más pequeños que los calculados para su diseño, esto es porque el pie gira como

el suelo deformado durante un sismo. Por otro lado, esta deformación del suelo no altera mucho la fuerza cortante que es transmitida por la pared, y como resultado la falla por cortante gobierna.



*Imagen No. 2-23. Daños en pared de corte debido a flexión y compresión.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

### **2.3.7 Daños en paredes de mampostería**

Las paredes de mampostería son elementos no estructurales en muchos edificios, pero en otros, desempeñan funciones estructurales importantes. Estas paredes están compuestas generalmente por ladrillos, bloques u otros materiales de construcción que se unen mediante mortero. A pesar de su durabilidad, las paredes de mampostería son susceptibles a una serie de daños que pueden comprometer tanto la funcionalidad como la estabilidad de la estructura. Los daños más comunes en las paredes de mampostería incluyen:

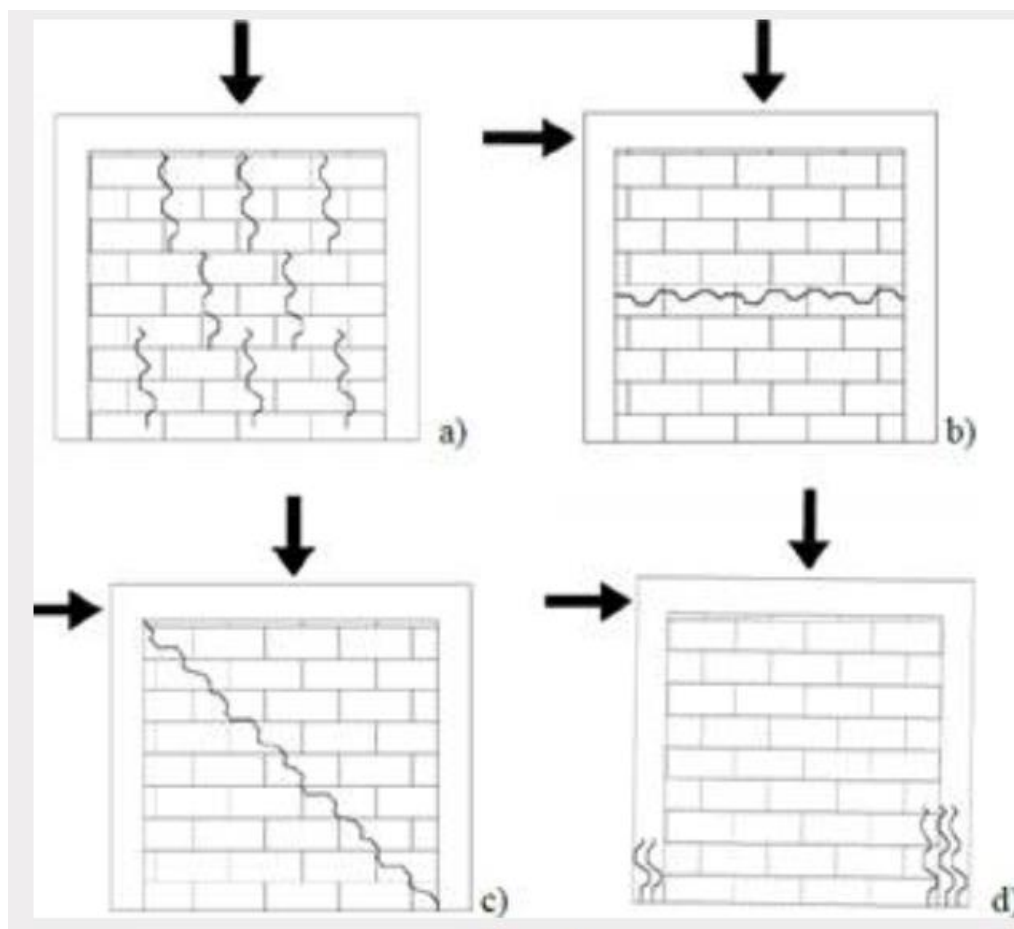
- **Grietas por Cortante en Forma de X:** uno de los daños más comunes que pueden sufrir las paredes de mampostería en edificios sometidos a cargas sísmicas son las grietas en forma de "X". Este tipo de grieta es característico de las paredes de corte, donde se desarrollan esfuerzos cortantes generados por movimientos sísmicos. Las fuerzas sísmicas inducen movimientos horizontales en la estructura, lo que puede causar que las paredes de mampostería se agrieten de manera diagonal, generalmente a través de las juntas de mortero.
  
- ✓ **Causas:** las grietas en forma de X son provocadas por la incapacidad del material para resistir los esfuerzos cortantes que se producen durante un terremoto o un impacto fuerte. La mampostería es más susceptible a fallar por cortante debido a su naturaleza rígida y su limitada capacidad para deformarse sin fracturarse.
  
- ✓ **Manifestación del daño:** se observa una grieta diagonal en la pared, generalmente a través de las juntas de mortero entre los ladrillos o bloques. La grieta puede extenderse por toda la altura de la pared o solo en una sección localizada. Este tipo de grieta puede comprometer la capacidad de la pared para resistir las cargas laterales.

- ✓ **Consecuencias:** Las grietas en forma de X pueden reducir la capacidad de la pared de mampostería para resistir cargas horizontales (por ejemplo, fuerzas sísmicas), lo que afecta la estabilidad lateral del edificio. Si no se reparan, las grietas pueden evolucionar, permitiendo la entrada de humedad, lo que puede degradar el material y reducir aún más su resistencia.
- **Fisuras por Expansión del Mortero:** el mortero que une los bloques o ladrillos en una pared de mampostería también puede ser susceptible a la expansión y contracción debido a variaciones de temperatura y humedad. Este fenómeno puede causar fisuras a lo largo de las juntas de mortero, especialmente en regiones con climas extremos o cuando se utilizan materiales de baja calidad.
- ✓ **Causas:** la expansión del mortero puede ser provocada por cambios térmicos, la humedad que penetra a través de la pared, o una mezcla de mortero mal formulada. Además, si la mampostería está sometida a ciclos de humedad y secado, el mortero puede sufrir un daño gradual, especialmente en lugares donde el agua se filtra.
- ✓ **Manifestación del daño:** Las fisuras son más evidentes en las juntas de mortero entre los ladrillos o bloques, y no necesariamente afectan la estructura de los ladrillos en sí. Sin embargo, si la fisura

no se atiende, puede progresar y afectar la mampostería misma, comprometiendo la resistencia de la pared.

- ✓ **Consecuencias:** Las fisuras por expansión pueden permitir la filtración de agua en la mampostería, lo que puede llevar a la corrosión de refuerzos de acero (si los hay), la descomposición del mortero y, en última instancia, la pérdida de la capacidad de carga de la pared. En casos graves, el debilitamiento de las juntas puede provocar que la mampostería se desplome o que se produzcan desplazamientos significativos.
  
- **Daños por Flexión o Compresión:** aunque las paredes de mampostería generalmente son más resistentes a compresión que a flexión, pueden sufrir daños cuando se someten a esfuerzos excesivos o desproporcionados. Las paredes pueden experimentar agrietamientos o incluso desplome si las cargas de compresión superan su capacidad estructural o si se producen movimientos horizontales que generen flexión en las paredes.
  
- ✓ **Causas:** Este tipo de daño generalmente ocurre cuando las paredes son sometidas a fuerzas externas, como en situaciones sísmicas o cuando hay movimientos de asentamiento en la cimentación. Si la pared no ha sido diseñada para resistir estos esfuerzos, puede fallar.

- ✓ **Manifestación del daño:** Las grietas generalmente aparecen en las zonas donde la pared está más sometida a esfuerzo de compresión o flexión. Estas grietas suelen ser verticales o diagonales y, en casos graves, pueden dar lugar al desplazamiento o colapso parcial de la pared.
  
- ✓ **Consecuencias:** Las grietas por flexión o compresión afectan la capacidad de la pared para soportar cargas verticales y horizontales. Si no se reparan, pueden agravar el daño, conduciendo a un colapso parcial o total de la pared.



*Imagen No. 2-24. Fallas en paredes de mampostería: (a) Falla por compresión; (b) Falla por deslizamiento; (c) Falla por tensión diagonal; (d) Falla por flexión.*

*Fuente: <https://www.redalyc.org/journal/6887/688775175007/html/>*

#### **2.4 Criterios preventivos de daños estructurales según normas locales y extranjeras.**

Identificando los diferentes tipos de daños a los que están expuestas las estructuras ante la acción sísmica, se hace necesario conocer criterios preventivos en los cuales se pueda auxiliar el ingeniero civil a manera de no

incidir en los distintos errores que conllevan a dichos daños. En tal sentido se presenta un resumen de las disposiciones contenidas en las Normas que rigen el comportamiento de las construcciones en nuestro país; estas son, la Norma Técnica para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (NTDCEC), Norma Técnica para Diseño y Construcción Estructural de Mampostería (NTDCEM) y la Norma Técnica para Diseño por Sismo (NTDS), todas partes del Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones.

➤ **Disposiciones Generales**

- Para estructuras de concreto en las que su sistema sismorresistente sea basado en marcos estructurales dúctiles o paredes diseñadas para resistir fuerzas inducidas por sismos, se utilizará concreto que posea una resistencia mínima a la compresión de 210 Kg/m<sup>2</sup>. (sección 3.2.7 de NTDCEC)
- Las juntas de colado deben de estar situadas en donde causen menos debilitamiento de la estructura. Así como se hace necesario proveer un refuerzo para la transferencia de cortante en la ubicación de la junta de colado siempre que las condiciones lo ameriten. (Secciones 4.4 y 9.7 de NTDCEC)
- La rigidez flexible de entrepiso puede evitarse, haciendo que este sea mayor que el 70% de la rigidez del entrepiso inmediato superior

o mayor del 80% del promedio de las rigideces de los 3 entrepisos superiores. (tabla 5 NTDS)

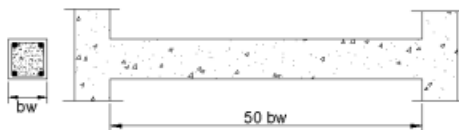
- La irregularidad de masa de un entrepiso será nula cuando la variación de masas entre entrepisos consecutivos sea menor que el 150%. (tabla 5 NTDS)
- Si la dimensión horizontal del sistema resistente a cargas laterales en cualquier entrepiso varía en un rango menor al 130% de la de un entrepiso consecutivo se considera que no existe irregularidad geométrica vertical. (tabla 5 NTDS)
- Cuando los elementos resistentes a cargas laterales están desplazados dentro de su plano una cantidad menor que la longitud de tales elementos, será nula la discontinuidad en el plano de dichos elementos. (tabla 5 NTDS)
- Debe considerarse irregularidad en planta cuando ambas proyecciones de una estructura más allá de una esquina entrante se mayor que el 15 % de la dimensión en planta de la estructura en la dirección considerada. (tabla 6 NTDS)
- Cuando en los diafragmas existan cambios abruptos, variaciones en la rigidez o aberturas mayores que el 50% del área bruta de la

planta del edificio debe considerarse la discontinuidad del diafragma. (tabla 6 NTDS)

➤ **Consideraciones para elementos sometidos a flexión (vigas)**

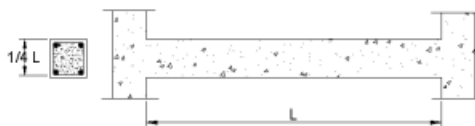
a) Restricciones geométricas:

- La separación entre los apoyos laterales de elementos sujetos a flexión no debe exceder de 50 veces el menor ancho de la sección. (Sección 8.4.1 de NTDCEC)



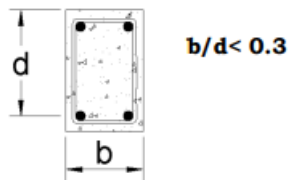
*Imagen No. 2-25. Longitud máxima para elementos sometidos a flexión.*

- El peralte efectivo del elemento no debe ser mayor que la cuarta parte del claro libre. (sección 16.3.1.2 de NTDCEC)



*Imagen No. 2-26. Peralte máximo para elementos sometidos a flexión.*

- La relación ancho a peralte no debe ser menor de 0.3 (sección 16.3.1.3 de NTDCEC)



*Imagen No. 2-27. Relación ancho-peralte para elementos sometidos a flexión.*

- El ancho no debe ser menor de 25 cm, ni mayor que el ancho de la columna a la que llega más  $\frac{3}{4}$  del peralte de la viga a ambos lados de la columna. (sección 16.3.1.4 de NTDCEC)

b) Restricciones de acero de refuerzo:

- La separación libre entre varillas paralelas de un lecho no debe ser menor de 2.5 cm, ni menor que el diámetro nominal de la varilla  $d_b$  o 1.33 veces el tamaño máximo del agregado grueso. (sección 5.7.1.1 de NTDCEC)
- Cuando en cualquier lecho de una viga, se coloquen 2 o más capas de refuerzo, la separación libre entre capas no debe ser menor de 2.5 cm, ni menor que el diámetro nominal de las varillas. (sección 5.7.1.2 de NTDCEC)

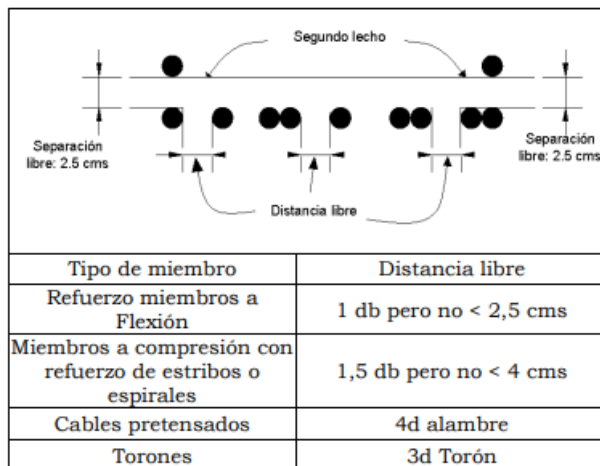


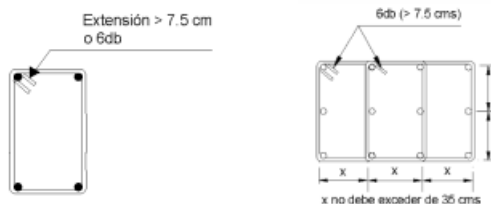
Imagen No. 2-28. Distribución del acero para elementos sometidos a flexión.

- Para el refuerzo transversal de confinamiento, debe utilizarse varillas de diámetro mayor o igual al número 3. (sección 16.3.3.1 de NTDCEC)
- El recubrimiento mínimo del acero de refuerzo no debe ser en ningún caso menor que el mayor diámetro de la varilla longitudinal. (sección 5.8 de NTDCEC)

Elemento	Recubrimiento mínimo (cms)
Concreto en contacto con el suelo	5 <sup>15</sup>
Losas, paredes de concreto, nervios y soleras	2,5
Vigas y columnas (al refuerzo longitudinal)	4
Vigas y columnas (al estribo o espiral)	2,5

Tabla No. 2-5. Configuraciones geométricas no recomendadas

- Los estribos cerrados deberán tener ganchos de no menos de  $135^\circ$  con extensiones de  $6d_b$  pero no menor de 7.5 cm y anclados en el núcleo confinado. (sección 5.12.3 de NTDCEC)



*Imagen No. 2-29. Ganchos del acero para elementos sometidos a flexión.*

### ➤ Consideraciones para elementos sometidos a compresión (columnas)

#### a) Restricciones geométricas:

- La dimensión transversal mínima no debe ser menor de 30 cm. (sección 16.4.1.1 de NTDCEC)
- La relación entre la menor y mayor dimensión no debe ser menor de 0.4 (sección 16.4.1.2 de NTDCEC)
- La relación entre la altura libre y la menor dimensión transversal no debe exceder de 15. (sección 16.4.1.3 de NTDCEC)

#### b) Restricciones de acero de refuerzo:

- Las varillas longitudinales no deben ser menores que la número 5 (sección 16.4.3.1 de NTDCEC)

- Los traslapes solo se permiten dentro de la mitad central de la longitud de la columna. (sección 12.4.3.2 de NTDCEC)
  - El recubrimiento mínimo del acero de refuerzo no debe ser menor que el mayor diámetro de la varilla longitudinal. (sección 5.8 de NTDCEC)
  - Los estribos deberán ser al menos del No 3 cuando las varillas longitudinales sean de la No 8 o menores, y al menos de varilla No 4, cuando se trate de varillas longitudinales No 9, 10, 11 o paquetes de varillas. (sección 5.11.1.1 de NTDCEC)
  - El primer estribo debe colocarse a una distancia no mayor de 5 cm medida desde el rostro inferior de la viga de mayor peralte que llega a la columna. (sección 5.11.1.4 de NTDCEC)
- **Consideraciones para elementos sometidos a flexión (losas)**
- En losas nervadas el ancho de cada nervadura será igual o mayor a 10 cm, el peralte no será mayor que  $3\frac{1}{2}$  veces el ancho mínimo de la nervadura, el espaciamiento libre entre nervaduras no será mayor que 75 cm. (sección 6.3.10 de NTDCEC)

- El espesor de la losa sobre los rellenos no será menor que  $L/12$  de la distancia libre entre nervaduras ni de 4 cm. (sección 6.3.11.2 de NTDCEC)
- El peralte efectivo de la losa en ningún caso debe ser menor 9.0 cm. (sección 7.5.2.1 de NTDCEC)
- El refuerzo debe tener una separación máxima no mayor del espesor de la losa o 45 cm. (sección 5.13.3 y 16.5.2.1 de NTDCEC)
- Para losas densas el espaciamiento entre el acero de refuerzo en secciones críticas no debe ser mayor de 2 veces el peralte de la losa. (sección 11.4.1.2 de NTDCEC)

➤ **Consideraciones para los Nudos en unión viga-columna**

- No se deberán efectuar traslapes del acero de refuerzo por flexión en los nudos. (sección 16.3.2.3 de NTDCEC)
- En nudos no confinados se deberá proporcionar acero por refuerzo transversal. (sección 16.6.2.1 de NTDCEC)
- El espaciamiento máximo del refuerzo transversal puede incrementarse a 15 cm siempre y cuando el nudo este confinado, esto es, que el ancho de las 4 vigas que llegan a la

columna sea al menos igual al 75% del ancho respectivo de las columnas. (sección 16.6.2.2 de NTDCEC)

➤ **Consideraciones para paredes de concreto reforzado.**

- En paredes por cortante el espaciamiento del refuerzo horizontal no debe exceder de  $1/5$  de la longitud de la pared en la dirección de la fuerza cortante, 3 veces el peralte de la pared ni de 30 cm. (sección 9.10.9.3 de NTDCEC)
- En paredes por cortante el espaciamiento del refuerzo vertical no debe exceder de  $1/3$  de la longitud de la pared en la dirección de la fuerza cortante, 3 veces el peralte de la pared ni de 30 cm. (sección 9.10.9.3 de NTDCEC)

➤ **Consideraciones para paredes de mampostería reforzada y mampostería confinada.**

- Se consideran paredes confinadas las que están reforzadas con nervios y soleras. El espesor de la pared debe ser como mínimo 14 cm.
- La menor dimensión de los nervios y soleras debe ser como mínimo 14 cm.

- La relación de esbeltez de las paredes debe tomarse como la relación entre su altura libre y su espesor esta relación no debe ser mayor de 20.
- Los nervios y soleras deben tener como mínimo 4 varillas longitudinales No. 3 y el refuerzo transversal debe ser por lo menos varillas No. 2 a cada 20 cm.
- Deben existir nervios en los extremos de las paredes, en las intersecciones de éstas y en puntos intermedios, de tal manera que la separación entre no exceda de 2.0 m. Así mismo, deben existir soleras en los extremos de las paredes y en los puntos intermedios, a una separación no mayor de 2.0 m.
- Deben proveerse elementos de refuerzo en el perímetro de toda abertura cuyas dimensiones puedan afectar significativamente el comportamiento de la pared.
- En la mampostería reforzada, todo hueco con varilla llevará concreto fluido.
- El espaciamiento del refuerzo vertical no debe exceder de 80 cm.

- El espaciamiento del refuerzo horizontal no debe exceder de 60 cm.
- Se debe colocar 1 varilla No. 3 como mínimo en cada uno de los dos huecos de las unidades en los extremos de las paredes y en las intersecciones.
- El refuerzo vertical mínimo debe ser del No. 3 y el horizontal mínimo del No. 2.
- Cuando las paredes transversales lleguen a tope sin traslape de unidades, será necesario unirlos mediante anclajes que aseguren la continuidad de la estructura.
- El espesor de las juntas debe ser de 1.0 a 1.5 cm, procurándose una capa uniforme de mortero y la alineación de las unidades

## **CAPÍTULO III: HISTORIAL DE DAÑOS CAUSADOS POR LOS EVENTOS SÍSMICOS DE 1986 Y 2001 EN LAS EDIFICACIONES DEL AMSS**

### **3.1 Características de los sismos**

Los últimos terremotos que han causado grandes daños en San Salvador han sido los del 10 de octubre de 1986 y los del 13 de enero y 13 de febrero del 2001. Las principales características de estos sismos se detallan a continuación:

#### **3.1.1 Sismo del 10 de octubre de 1986**

El terremoto del 10 de octubre de 1986 ocurrió a las 11 horas, 49 minutos (hora local), con una magnitud de 5.4 Mw, a una profundidad de 10 km, y el epicentro ubicado en las coordenadas 13.67°N y 89.18°O a pocos kilómetros de la ciudad de San Salvador (White & Harlow, 1993). La máxima intensidad en San Salvador fue de VIII-IX en la escala de Mercalli Modificada (MM).

#### **3.1.2 Sismo del 13 de enero del 2001**

El 13 de enero de 2001, un fuerte terremoto se originó en la costa de El Salvador, en el Océano Pacífico, a las 11:34 a.m. hora local, con una magnitud, según el United States Geological Survey (USGS), de Momento Sísmico igual a 7.6 (Mw=7.6) sintiéndose en toda Centroamérica. Su hipocentro se ubicó a una profundidad de 39 km, con coordenadas 12.83N, 88.79W, con una intensidad en la escala de Mercalli Modificada, según el Centro de Investigaciones Geotécnicas (CIG), de VII en San Salvador.

### **3.1.3 Sismo del 13 de febrero del 2001**

El sismo del 13 de febrero del 2001 ocurrió a las 8:22 a.m. hora local, el epicentro fue localizado en el área de San Pedro Nonualco, departamento de La Paz, tuvo una magnitud de 6.1 y una intensidad (MM) de IV en San Salvador con una profundidad focal de 8 Km según CIG.

## **3.2 Recopilación de datos de los daños en edificaciones en el AMSS**

Para el sismo del 10 de octubre de 1986, se utilizó la información proveniente de diferentes trabajos de investigación y evaluación de daños para este sismo; en cuanto a la información de daños para el sismo del 13 de enero del 2001 se utilizaron las evaluaciones de daños recabadas por el “Comité de Evaluación de Daños MOP, ASIA, FESIARA”. Para el sismo del 13 de febrero del 2001, la información que se encontró es escasa.

### **3.2.1 Daños debidos al sismo del 10 de octubre de 1986**

Se han catalogado los edificios en tablas, de acuerdo con el Grado de Daño observado: severo, grave, moderado y leve, así mismo se presentan los tipos de irregularidades descritos en el capítulo 2 para los edificios con que se cuenta con dicha información. Seguidamente se muestran detalles de algunos edificios considerados representativos de daños.

Edificios con daños severos		
Nombre	Daño Observado	Defectos Geométricos o de Rigidez
Edificio de Economía de la UES	Columnas de primer nivel totalmente falladas, vigas y nudos fallados, paredes agrietadas	Efecto de planta flexible
Ministerio del Trabajo	Columnas fuertemente dañadas y colapsadas, vigas agrietadas y falladas, paredes colapsadas	Defecto tipo IG-1
Edificio Etir	Colapso total de columnas y paredes del tercer nivel	----
Ministerio de Justicia	Columnas colapsadas y todos los elementos estructurales se encuentran dañados	----
Edificio Diagonal	Colapso total de la estructura	----
Banco de Crédito Popular	Columnas colapsadas totalmente, paredes agrietadas, losas severamente dañadas	Efecto de planta flexible
Edificio Comercial	Colapso total de columnas de primer nivel	----
Edificio Pete's	Colapso total del edificio	Defectos tipo IP-5, IV-6
Gran Hotel San Salvador	Colapso total del edificio	Efecto de planta flexible
Edificio Rubén Darío	Colapso total del edificio	Defectos tipo IP-1, IV-6
Edificio Torre López	Estructura colapsada, colapso del tercer nivel	Efecto de planta flexible
Edificio Dueñas	Colapso total de columnas de primer nivel	Efecto de edificio de esquina
Edificio Logia Masónica Cuscatlán	Colapso total de todos los elementos estructurales del primer nivel	Efecto de edificio de esquina

*Tabla No. 3-1. Edificios con categoría de daños severos por consecuencia del sismo del 10 de octubre de 1986.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

Edificios con daños graves		
Nombre	Daño Observado	Defectos Geométricos o de Rigidez
Almacén el Plan	Columnas del tercer nivel agrietadas, paredes agrietadas	----
Colegio Berry Colleg	Columnas y paredes agrietadas, vigas y nudos fisurados	----
Compañía General de Seguros	Columnas del segundo, tercer y cuarto nivel explotadas, paredes agrietadas, vigas falladas	----
Edificio CEL	Columnas del primer nivel fuertemente dañadas, vigas agrietadas	----
Edificio Inframen B	Columnas y vigas fuertemente dañadas, paredes fracturadas y desplomadas	----
Edificio Mi Plan No 2	Columnas y vigas falladas en el primer nivel, paredes con grietas diagonales	----
Banco Central de Reserva	Columnas y vigas falladas y agrietadas, paredes desplomadas	----
Corte Suprema de Justicia	Columnas explotadas y falladas, vigas y paredes agrietadas	----
Centro Judicial Isidro Menéndez	Columnas explotadas y falladas, paredes agrietadas	----
PGR	Columnas agrietadas, paredes agrietadas, losas fisuradas	----
Instituto de Ojos	Daños graves en paredes y vigas, columnas agrietadas	----
Clínica de Especialidades	Unión viga-columna fracturado, paredes colapsadas en los dos primeros pisos	----
Hospital B. Bloom	Daños localizados en entresijos inferiores, paredes fracturadas, vigas de entresijo fracturado, nudos columnas dañados	----
Edificio Marzia	Columnas falladas y agrietadas, vigas totalmente agrietadas, paredes fracturadas	----
Clínicas Medicas	Columnas totalmente colapsadas, paredes fracturadas	----
Banco de Comercio "la Fuente"	Estructura principal fallada parcialmente, se observó compresión en el segundo y tercer nivel	----
ISSS 1ro de Mayo	Columnas colapsadas en el sótano, vigas agrietadas	----
IGN	Columnas en el primer nivel explotadas y agrietadas, vigas agrietadas	----
Externado San José	Columnas del primer nivel explotadas, paredes colapsadas, vigas fuertemente dañadas	----

Almacén Bicard	Columnas explotadas y agrietadas, vigas y paredes agrietadas	----
Banco Salvadoreño	Columnas colapsadas en el tercer nivel, vigas colapsadas, nudos agrietados, paredes colapsadas	----
Hotel Alameda	Columnas colapsadas en el tercer nivel, vigas colapsadas, nudos agrietados, paredes colapsadas	----
Edificio Rodríguez Port	Columnas falladas en el segundo nivel y en el sótano, vigas fisuradas lado poniente, paredes agrietada	----
Edificio Panamericano	Columnas falladas en el sector poniente y resto con grietas, paredes agrietadas	Defectos tipo IP2, IV-1
Edificio Fedecredito	Edificio ala poniente columnas del segundo nivel falladas, paredes agrietadas y desplomadas	----
Ferretería la Isla	Todas las columnas del primer nivel explotadas, vigas fracturadas, paredes agrietadas	----
Edificio Medico Dental	Columnas fuertemente agrietadas, vigas agrietadas	----
Edificio Sahara	Hundimiento de suelos, columnas del tercer nivel completamente falladas, paredes falladas, vigas agrietadas	----
Colegio García Flamenco	Columnas completamente falladas, las paredes se encuentran agrietadas	----
Colegio Guadalupano	Columnas del primer nivel estalladas, vigas falladas, hundimientos de suelos	----
Iglesia Misión Centroamericana	Paredes agrietadas, columnas del primer nivel colapsadas, losas agrietadas	----
Edificio Kury	Columnas severamente agrietadas, vigas cortadas verticalmente, losas fisuradas y paredes agrietadas	----
Edificio INCAFE	Paredes fisuradas y desplomadas, losas fisuradas, columnas con grietas al pie y a la cabeza	----
Edificio Metrocondominio España	Agrietamiento en las cabezas del as columnas, grietas en paredes	----
Edificio Hasbun y Gazola	Columnas del primer nivel colapsadas, nudos dañados, paredes agrietadas y desplomadas	----

Edificio Proveeduría del MOP	Paredes severamente dañadas, vigas colapsadas, columnas de primer y segundo nivel falladas	----
Hospital de Maternidad	Columnas colapsadas, paredes agrietadas, vigas dañadas	----
Edificio Ericson	Daños considerables en columnas en los niveles tres y cuatro	----
Hospital de la Policlínica Salvadoreña	Daños severos en columnas, paredes y vigas	----
Edificio Pacifico	Paredes laterales del tercer y sexto nivel destruidas, vigas y columnas agrietadas	----
Edificio Tazumal	Desprendimiento de paredes de fachada, agrietamiento en vigas y columnas	Efecto de edificio de esquina

*Tabla No. 3-2. Edificios con categoría de daños graves por consecuencia del sismo del 10 de octubre de 1986.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

Edificios con daños moderados		
Nombre	Daño Observado	Defectos Geométricos o de Rigidez
Escuela de Enfermería	Columnas del cuarto nivel con fallas en zonas de confinamiento, paredes agrietadas	----
Condominio Acrópolis	Paredes dañadas, columnas fisuradas, vigas fisuradas	----
Todos Miralvalle	Paredes y vigas agrietadas, losas fisuradas	----
Condominio MG	Daños del primer nivel en paredes y vigas, columnas fisuradas en el sótano	----
ANTEL Roma	Muros colapsados en el tercer nivel, daños moderados den las uniones viga-columna	----
Edificio San Carlos	Columnas, pisos, losas y vigas agrietadas y fisuradas, uniones viga-columnas y paredes dañadas	----
Confitería Americana	Columnas agrietadas y paredes falladas	----
Clínicas Medicas Poniente	Columnas y vigas agrietadas; paredes de relleno falladas	----
Edificio las Américas	Nudos y unión losa-columnas fisuradas, paredes agrietadas	----
Edificio Regalado	Paredes agrietadas	----
Edificio Mitchel	Columnas del tercer nivel falladas, vigas fisuradas, paredes falladas	----

Colegio Cristóbal Colón	Columnas cortadas, nudos colapsados, paredes desnivelados	----
Hotel Sheraton	Fisuras al pie de la columna, agrietamiento en paredes	Defecto tipo IP-3
Edificio Morazán	Daños concentrados en los niveles superiores y localizados en las paredes	----
Edificio Embotelladora Salvadoreña	Paredes y losas agrietadas	----
Colegio la Asunción	Columnas, paredes y vigas fracturas	----
Condominio los Cerezos	Columnas explotadas y agrietadas, paredes fisuradas	----
Edificio San Jorge	Columnas perimetrales dañadas en primer y segundo nivel, paredes fisuradas	----
Edificio Salome	Nudos fisurados, columnas y paredes falladas	----
Edificio Domínguez Parada(INPEP)	Vigas fisuradas, columnas del primer y segundo nivel fisuradas, paredes agrietadas	----
Colegio Liceo Salvadoreño	Columnas del costado Ote. Cortadas, vigas dañadas	----
Archivo Principal de ANTEL	Paredes agrietadas, columnas dañadas, desplome de columnas	Defecto tipo IV-6
Edificio Figueroa	Unión de viga-columna dañadas en primer nivel, paredes agrietadas	----

*Tabla No. 3-3. Edificios con categoría de daños moderados por consecuencia del sismo del 10 de octubre de 1986.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

Edificios con daños leves		
Nombre	Daño Observado	Defectos Geométricos o de Rigidez
Edificio Central del Banco Hipotecario	Daño en estructura metálica, agrietamiento en paredes	----
Almacén Schwartz	Columnas fisuradas, paredes agrietadas y losas agrietadas	----
Edificio C UPES	Columnas fisuradas, paredes agrietadas	----
Edificio Kafaty	Paredes falladas, losas fisuradas	----
Edificio Torre Roble	Vigas y paredes fisuradas	Defecto tipo IV-6

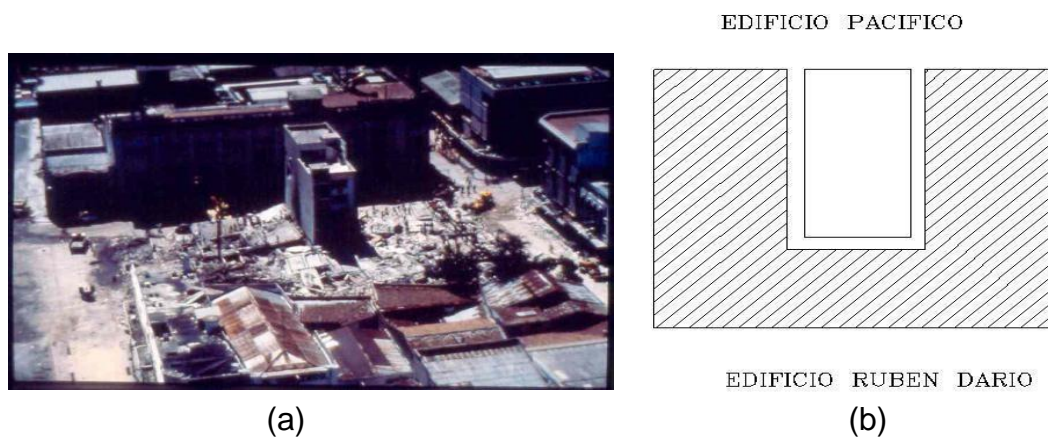
*Tabla No. 3-4. Edificios con categoría de daños leves por consecuencia del sismo del 10 de octubre de 1986.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

A continuación, se presentan descripciones detalladas de algunos edificios representativos en cuanto a daños sufridos para el sismo del 10 de octubre 1986.

➤ EDIFICIO RUBÉN DARÍO

En la figura siguiente se muestra el edificio Rubén Darío que colapsó completamente durante el sismo. El edificio contaba con seis plantas, una terraza y un sótano; estructurado a base de marcos no dúctiles de concreto reforzado en ambas direcciones y presentaba una configuración irregular en planta; tenía forma de U (irregularidad en planta tipo IP-1, ver capítulo 2), se encontraba rodeando al Edificio Pacifico. En la terraza se había construido un tanque de concreto reforzado con capacidad para aproximadamente 60 m<sup>3</sup> (irregularidad en elevación tipo IV-6, ver capítulo 2). El edificio fue construido antes del sismo del 3 de mayo de 1965, por lo que se presume que fue diseñado únicamente para cargas verticales y por supuesto sin ningún requerimiento especial de ductilidad. Durante el sismo de 1965, el edificio sufrió daños considerables, los cuales no fueron reparados adecuadamente. Todos estos factores jugaron un papel decisivo en el comportamiento del edificio.

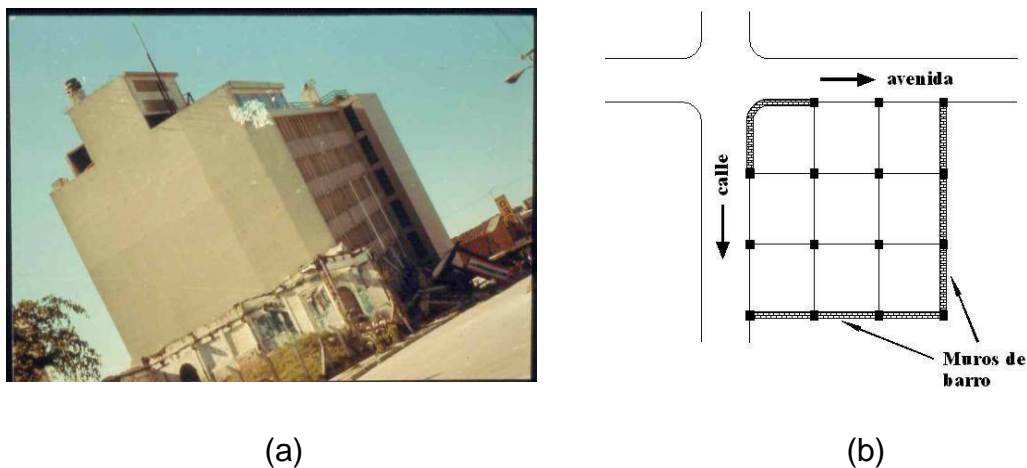


*Imagen No. 3-1. Edificio Rubén Darío: (a) Fotografía de daños; (b) Esquema en planta.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

#### ➤ EDIFICIO GRAN HOTEL SAN SALVADOR

La figura siguiente muestra el edificio Gran Hotel San Salvador que sufrió colapso del primer entresiso. Nuevamente, la alta asimetría de rigideces influyó grandemente en su mal comportamiento. La fachada sur presentaba una pared de mampostería de barro y la fachada norte un marco estructural; la fachada oriente también tenía una pared de mampostería de barro y la fachada poniente solamente en la esquina nor-poniente existía la pared y en el resto de ella se continuaba con un marco estructural. Esta asimetría de rigideces provocó elevadas torsiones, que condujeron al colapso del edificio.



*Imagen No. 3-2. Edificio Gran Hotel San Salvador: (a) Fotografía de daños; (b) Esquema en planta.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

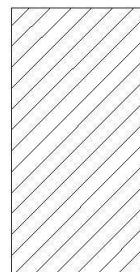
#### ➤ EDIFICIO DE ECONOMÍA DE LA UES

El edificio de cuatro plantas tenía tres pisos rígidos superiores y una planta baja totalmente abierta con solo un aula grande y el resto libre y abierto al paso. Las columnas de la planta baja colapsaron sin excepción (efecto de planta flexible, ver capítulo 2). La mayoría de las columnas de la planta baja fallaron por corte, con fallas a 45 grados (daño tipo DT-2, ver capítulo 2), presentando deficiencia en los estribos, el movimiento lateral no fue mayor y la planta baja no llegó a desaparecer completamente pues surgió un arrostramiento inesperado: el muro divisorio en el extremo oeste.



(a)

EDIFICIO FACULTAD DE ECONOMIA UES



(b)

*Imagen No. 3-3. Edificio de Economía de la UES: (a) Fotografía de daños; (b) Esquema en planta.*

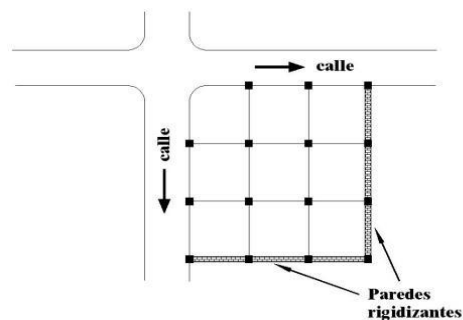
*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

#### ➤ EDIFICIO DUEÑAS

Era un edificio de seis plantas que funcionaba como edificio de vivienda en su planta inferior, que desapareció totalmente funcionaba un local comercial, por lo cual tenía hacia la calle grandes vidrieras separadas por columnas de la estructura portante. Las paredes lindantes con los edificios vecinos eran paredes gruesas sin aberturas, lo que creó un momento de torsión respecto del centro de rigidez del edificio, causando grandes desplazamientos en las columnas esquineras sobre la calle llevando al colapso violento de las columnas de la planta inferior.



(a)



(b)

*Imagen No. 3-4. Edificio Dueñas: (a) Fotografía de daños; (b) Esquema en planta.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

### 3.2.2 Daños debido a los sismo del 13 de enero y 13 de febrero del 2001

Después de ocurridos los sismos del 2001. se conformó el “Comité de Evaluación de Daños MOP, ASIA, FESIARA”. Dicho comité coordinó el trabajo de evaluación de daños en las edificaciones presentando para ello un formato de evaluación de daños, el cual fue utilizado por todos los profesionales encargados de evaluar dichas estructuras.

En dicho formato se presentan criterios de evaluación basándose en aspectos tanto estructurales como no estructurales; entre los que podemos mencionar:

- Número de pisos del edificio
- Sistema estructural

- Materiales de construcción
- Daños en elementos estructurales (vigas, columnas, paredes, etc.)
- Daños en elementos no estructurales (divisiones, Inst. eléctricas, Inst. hidráulicas, etc.)

Dependiendo del resultado de esta evaluación se clasificó a los edificios de acuerdo a los daños en los elementos estructurales asignándoles un color de bandera basándose en los siguientes criterios:

- ✓ Bandera verde: sin daño visible en los elementos estructurales, posibles fisuras en los repellos de paredes, losas y elementos no estructurales, desprendimiento de recubrimientos y acabados, problemas no importantes de humedad. En estos se observan pocos daños en la construcción.
- ✓ Bandera amarilla: fisuras diagonales y de otro tipo en paredes y aberturas, fisuras grandes en elementos de concreto reforzado (columnas, vigas, paredes, etc.) que pueden repararse sin necesidad de refuerzo, problemas importantes de humedad.
- ✓ Bandera anaranjada: grietas grandes con o sin reparación de las paredes y con trituración del material, grandes grietas con trituración del material de las paredes entre las aberturas de los elementos estructurales, grietas grandes con pequeñas

dislocaciones de elementos de concreto reforzado (columnas, vigas, paredes, etc.), fracturas que disminuyen la resistencia y rigidez del elemento, pequeña dislocación de elementos estructurales y de toda la construcción, problemas de estabilidad del elemento.

- ✓ Bandera roja: los elementos estructurales y las uniones están muy dañados y dislocados, con un número grande de ellos destruidos, colapsos o derrumbes, etc. Las construcciones presentan ruina total o parcial.

Además, se generó la definición de la magnitud de los daños utilizados en la evaluación, esto se muestran a continuación:

- ✓ Daños pequeños: prácticamente no se requiere reparación; por ejemplo, pequeñas fisuras, desprendimiento de recubrimientos y acabados, problemas no importantes de humedad, etc.
- ✓ Daños moderados: se requiere reparación de daños menores; por ejemplo, grietas que pueden repararse sin necesidad de refuerzo, problemas importantes de humedad, etc.
- ✓ Daños graves: se requiere de refuerzo y reparación de daños mayores; por ejemplo, fracturas que disminuyen la resistencia y rigidez del elemento, problemas de estabilidad del elemento, etc.

- ✓ Daños severos: se requiere de reconstrucción del elemento; por ejemplo, dislocaciones con pérdidas de material, colapsos o derrumbes, etc.

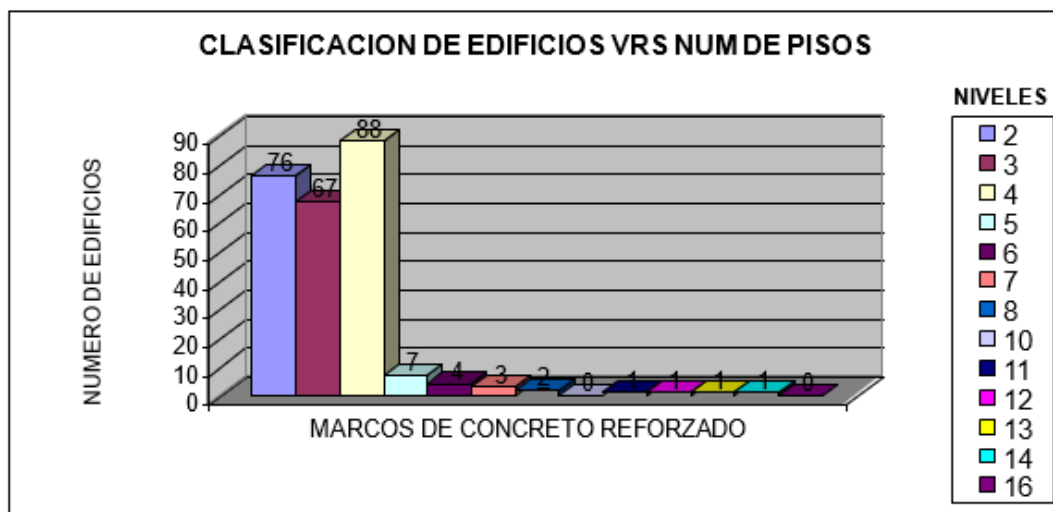
Para el análisis de los daños ocurridos en las edificaciones a raíz de los sismos del 2001 se tomó una muestra de las evaluaciones de daños, realizadas por el Comité de Evaluación de Daños MOP, ASIA, FESIARA, correspondiente a 326 edificios de un total de 749. Para la obtención de esta muestra se basó en el criterio de analizar solamente los edificios ubicados en el Área Metropolitana de San Salvador, así como las edificaciones de dos niveles en adelante y solamente el análisis de los elementos estructurales.

Los resultados preliminares se presentan en las siguientes tablas y gráficos los cuales muestran un análisis de los datos recopilados en las evaluaciones de daños elaboradas a partir de los sismos del 2001.

Características de la muestra de edificios a evaluar.				
Número de niveles	Marcos de concreto reforzado	Marcos de acero	Sistema dual	Total
2	76	2	24	102
3	67	3	25	95
4	88	1	10	99
5	7	0	1	8
6	4	1	2	7
7	3	0	3	6
8	2	0	0	2
10	0	0	1	1
11	1	0	1	2
12	1	0	0	1
13	1	0	0	1
14	1	0	0	1
16	0	0	1	1
TOTAL	251	7	68	326

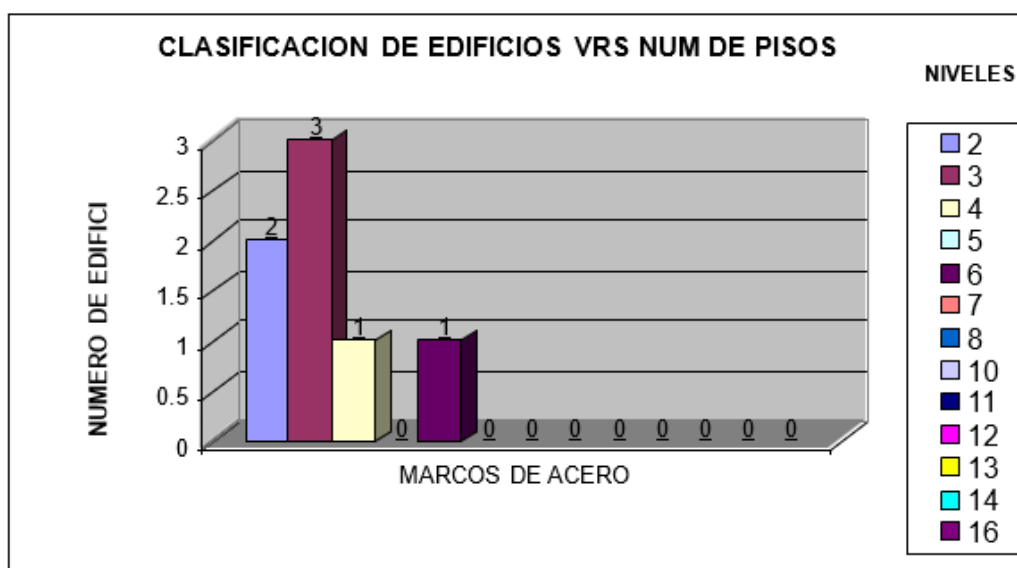
*Tabla No. 3-5. Edificios evaluados por daños a consecuencia de los sismos de enero y febrero del 2001.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*



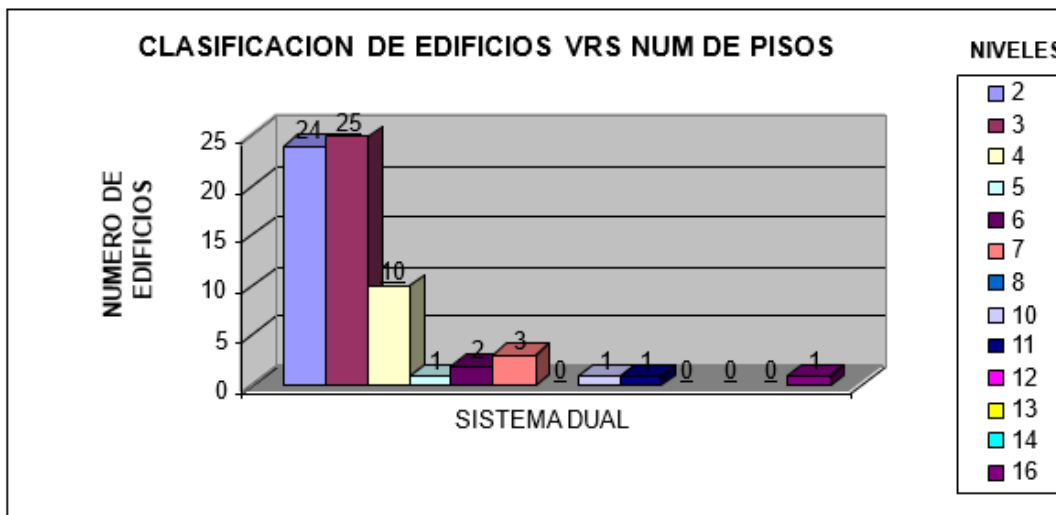
*Imagen No. 3-5. Comparación de las características de edificios a base de marcos de concreto.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*



*Imagen No. 3-6. Comparación de las características de edificios a base de marcos de acero.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*



*Imagen No. 3-7. Comparación de las características de edificios a base de marcos de concreto y paredes de corte.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

De la tabla 3-5 y las figuras 3-5, 3-6 y 3-7 se puede observar que la mayoría de los edificios de la muestra se concentran en las alturas comprendidas entre los 2 y 4 niveles representando un 91% del total de edificios. Además, se tiene que los sistemas sismo-resistentes que predominan son los basados en marcos de concreto reforzado (Sistema A) y el sistema dual (Sistema C) con un 77% y 21% respectivamente del total de la muestra. En cuanto a los edificios con sistema sismorresistente a base de marcos de acero representan solamente un 2% de la muestra, asimismo los edificios con alturas mayores de 4 niveles están comprendidos en el 9% del total de la muestra. Debido a esto, en el presente estudio se tomará como muestra representativa para posteriores análisis aquella

que comprende los edificios de 2 a 4 niveles y que poseen como sistema sismorresistente marcos de concreto reforzado y también un sistema dual.

Marco de concreto reforzado (tipo a)								
Daño	Columnas	Vigas	Losas	Nudo viga - columna	Paredes de relleno	Escaleras interiores	Estructura de techo	Fundaciones
No hay	172	176	192	205	157	175	201	180
Pequeño	37	49	27	24	37	45	14	3
Moderado	22	10	16	7	28	18	7	2
Grave	13	12	8	8	8	10	0	1
Severo	7	3	4	5	2	2	2	2
No se pudo determinar.	0	1	2	2	0	0	8	63
No se tiene información	0	0	2	0	19	1	19	0
Total de edificios	257	257	257	257	257	257	257	257

*Tabla No. 3-6. Resultados de los daños observados en edificios a base de sistema A.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

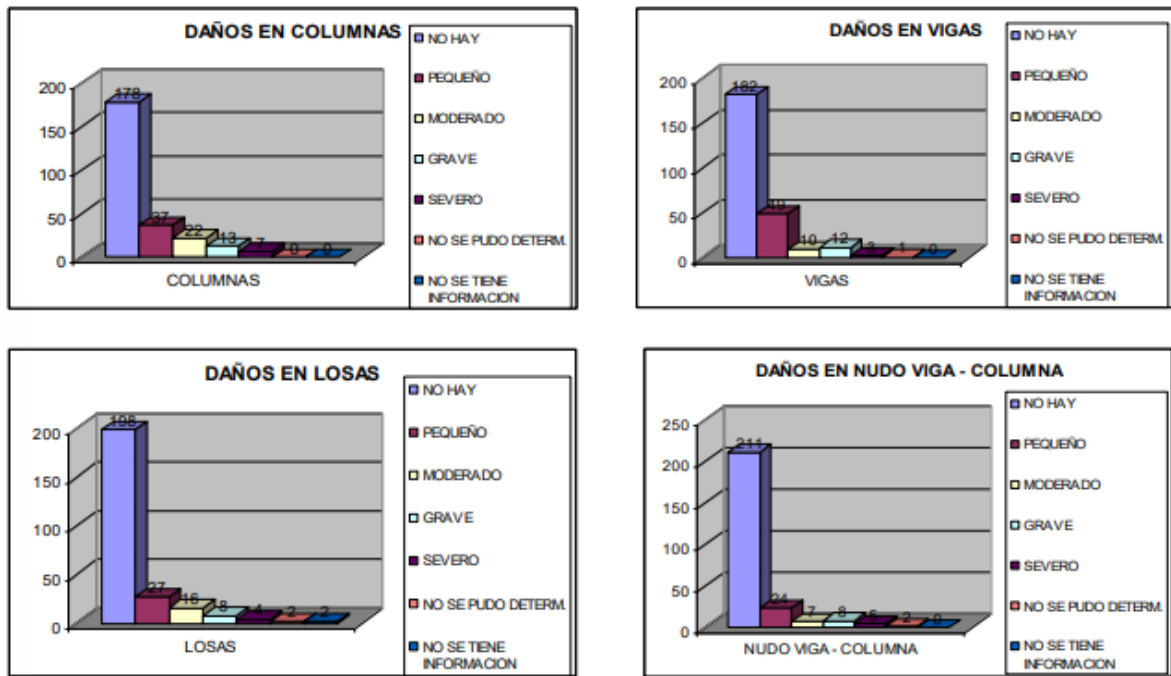
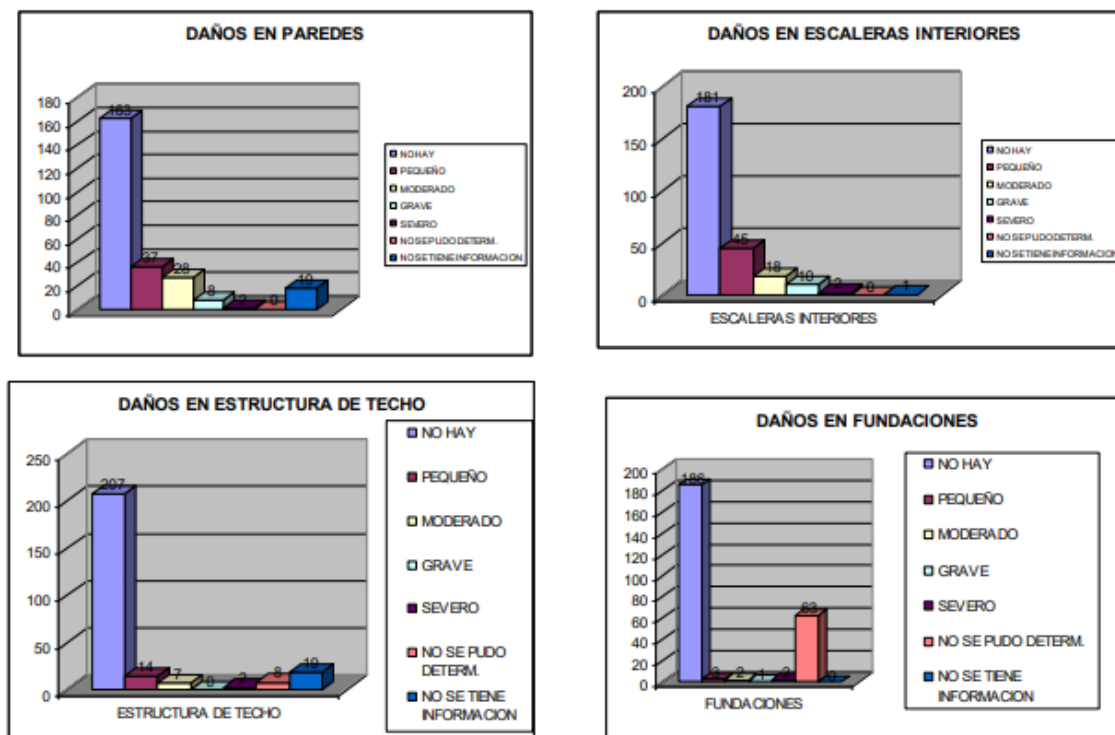


Imagen No. 3-8. Representación de los daños en los elementos estructurales en edificios a base de sistema tipo A.

Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.



*Imagen No. 3-9. Representación de los daños en los elementos estructurales en edificios a base de sistema tipo A.*

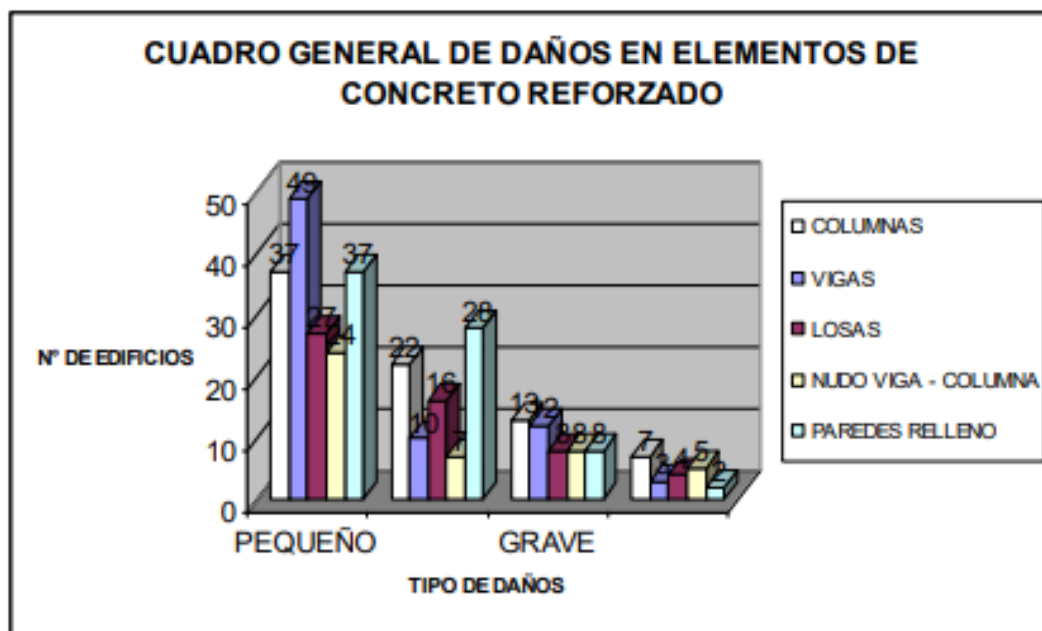
*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

De la tabla 3-6 y las figuras 3-8 y 3-9 se puede observar que la mayoría de los edificios con sistema sismorresistente a base de marcos de concreto reforzado (tipo A) no presentan daños significativos en elementos tales como columnas, vigas, losas y nudos viga-columna. A continuación, se presenta un resumen de los datos obtenidos para cada elemento.

- Para el caso de las columnas un 69% no presenta daños, un 14% presenta daños pequeños, 9% daño moderado, 5% daño grave y un 3% presentan daños severos.

- En cuanto a daños en vigas un 71% no presenta daños, un 19% presenta daños pequeños, 4% daño moderado, 5% daño grave y un 1% daños severos.
- Para los daños en losas un 77% no presenta daño, mientras que el 10% presenta daños pequeños, 6% daños moderados, 3% daño grave y 2% daño severo.
- En cuanto a los daños en las uniones viga-columna o nudos se presenta que un 82% no presentan daños, un 9% presenta daños pequeños, 3% daños moderados, 3% daños graves y un 2% daños severos.
- En los daños en paredes se puede observar que un 71% no presenta daño, un 14% daños pequeños.

De esto se observa que el elemento que mejor se comportó son los nudos en la unión viga-columna, siguiendo el sistema de losa y las vigas, teniendo las columnas el mayor porcentaje de daño de entre los diferentes tipos de elementos analizados; Además con esto se observa la tendencia de un posible comportamiento viga fuerte–columna débil.



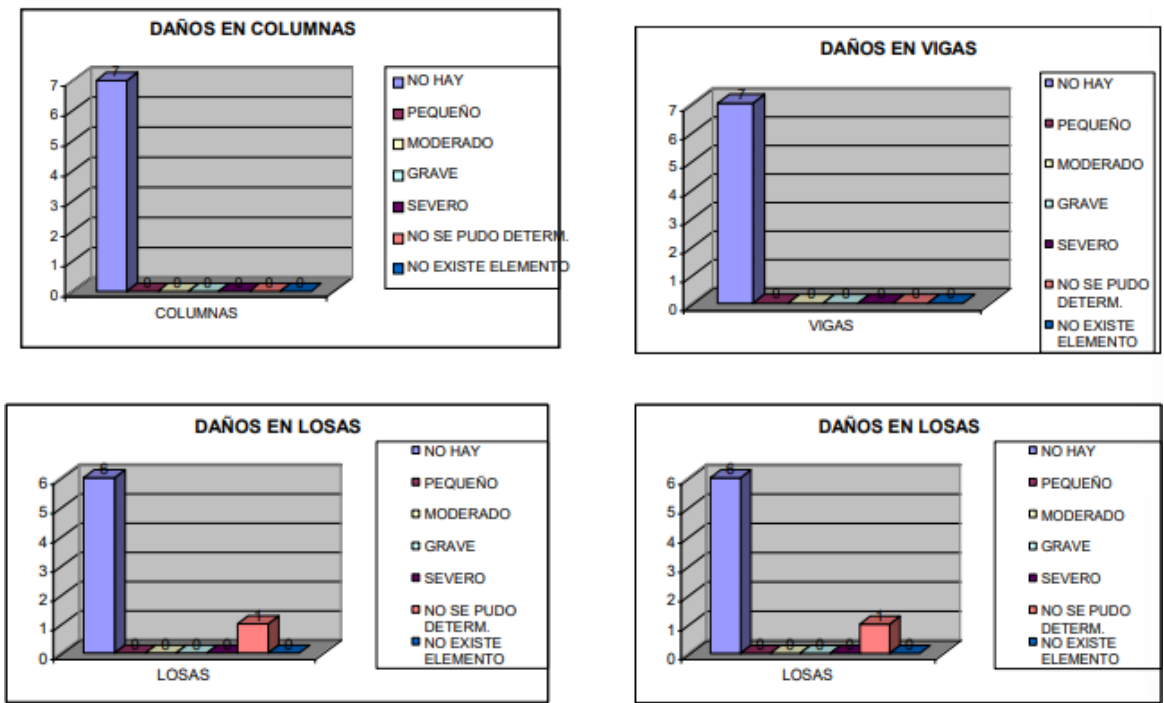
*Imagen No. 3-10. Representación general de los daños en los elementos estructurales en edificios a base de sistema tipo A.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

Marcos de acero								
Daño	Columnas	Vigas	Losas	Nudo viga - columna	Paredes de relleno	Escaleras interiores	Estructura de techo	Fundaciones
No hay	7	7	6	7	3	5	6	4
Pequeño	0	0	0	0	1	0	0	0
Moderado	0	0	0	0	0	1	0	0
Grave	0	0	0	0	1	1	0	0
Severo	0	0	0	0	1	0	0	0
No se pudo determinar.	0	0	1	0	0	0	1	3
No existe elemento	0	0	0	0	1	0	0	0
Total de edificios	7	7	7	7	7	7	7	7

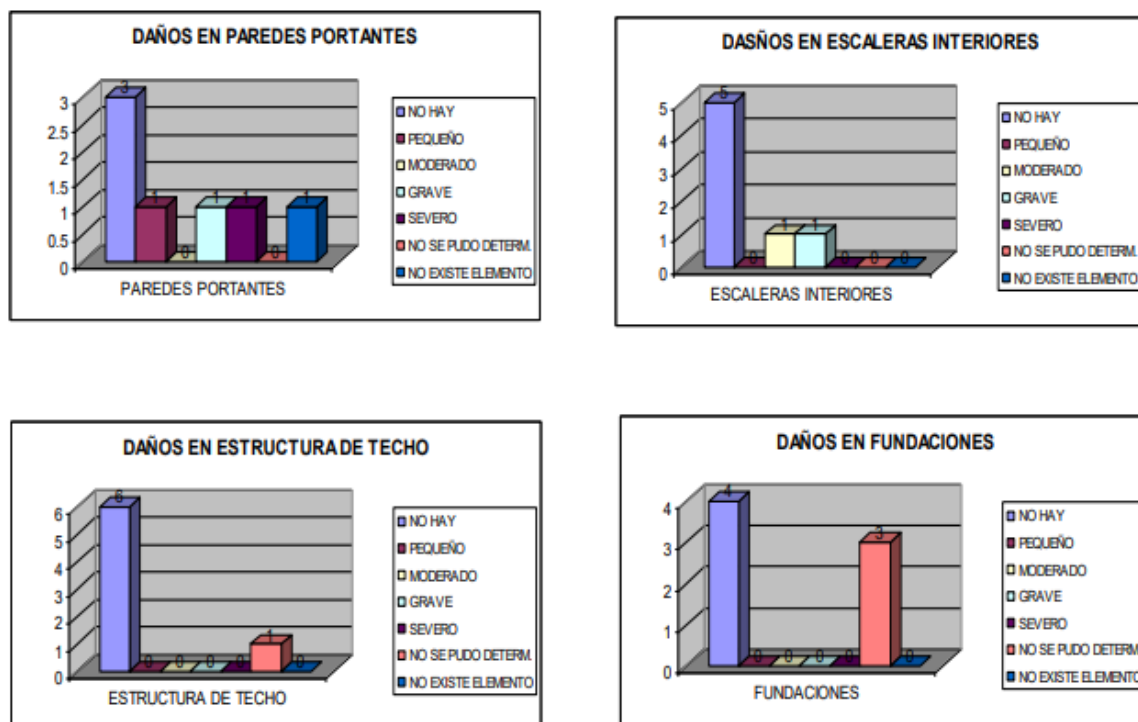
*Tabla No. 3-7. Resultados de los daños observados en edificios a base de marcos de acero.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*



*Imagen No. 3-11. Representación de los daños en los elementos estructurales en edificios a base de marcos de acero.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

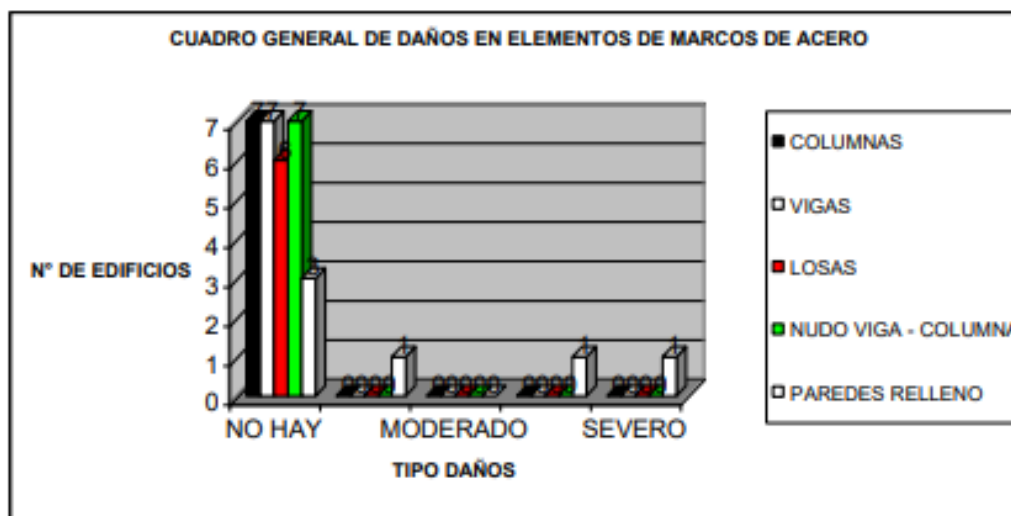


*Imagen No. 3-12. Representación de los daños en los elementos estructurales en edificios a base de marcos de acero.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

En los edificios con sistema estructural sismorresistente a base de marcos de acero, debido a la poca cantidad de evaluaciones efectuadas a este tipo de estructuras, no se puede tomar los datos como representativos de la muestra, además, como se observa en la tabla 3-7 y las figuras 3-11 y 3-12 los porcentajes de daños no podrían ser veraces debido a la poca cantidad de datos con los que se obtendrían.

En la figura 3.17 se presenta un esquema general de los resultados de los daños en vigas, columnas, losas y paredes en edificios con sistema sismorresistente a base de marcos de acero.



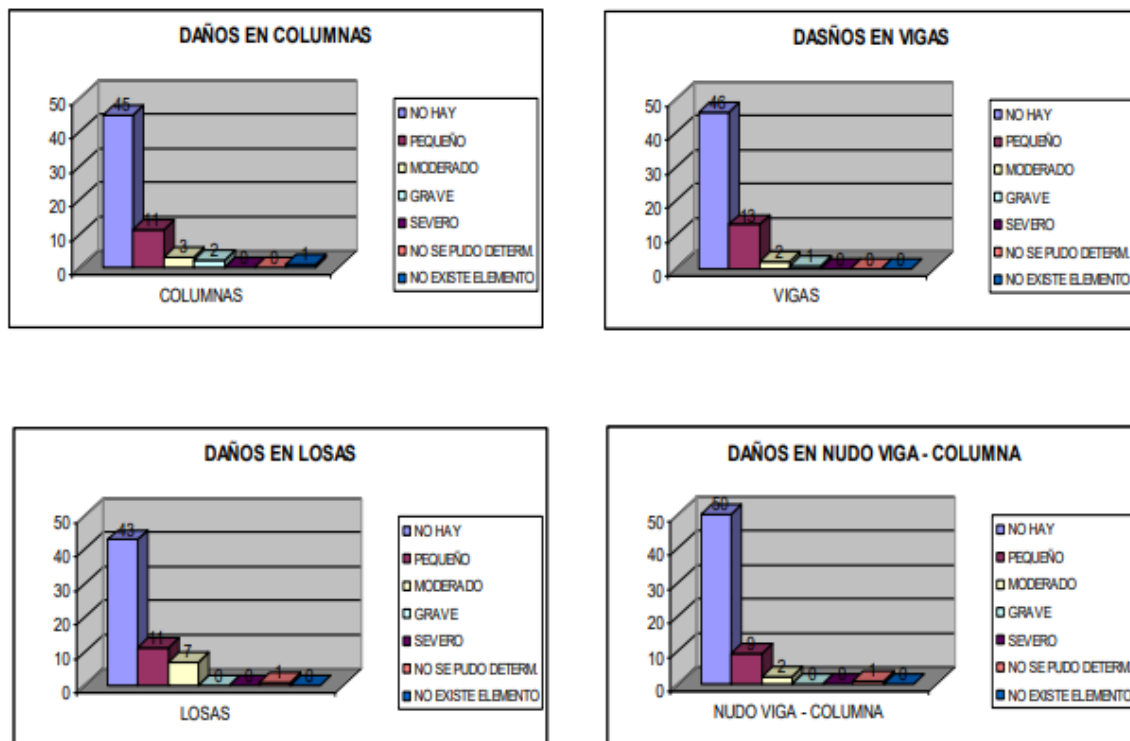
*Imagen No. 3-13. Representación general de los daños en los elementos estructurales en edificios a base de marcos de acero.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

Sistema Dual (sistema tipo C)								
Daño	Columnas	Vigas	Losas	Nudo viga - columna	Paredes portantes	Escaleras interiores	Estructura de techo	Fundaciones
No hay	51	52	49	56	35	58	55	52
Pequeño	11	13	11	9	16	7	5	0
Moderado	3	2	7	2	9	2	2	1
Grave	2	1	0	0	3	0	2	1
Severo	0	0	0	0	0	1	1	0
No se pudo determinar.	0	0	1	1	0	0	2	13
No existe elemento	1	0	0	0	5	0	1	1
Total de edificios	68	68	68	68	68	68	68	68

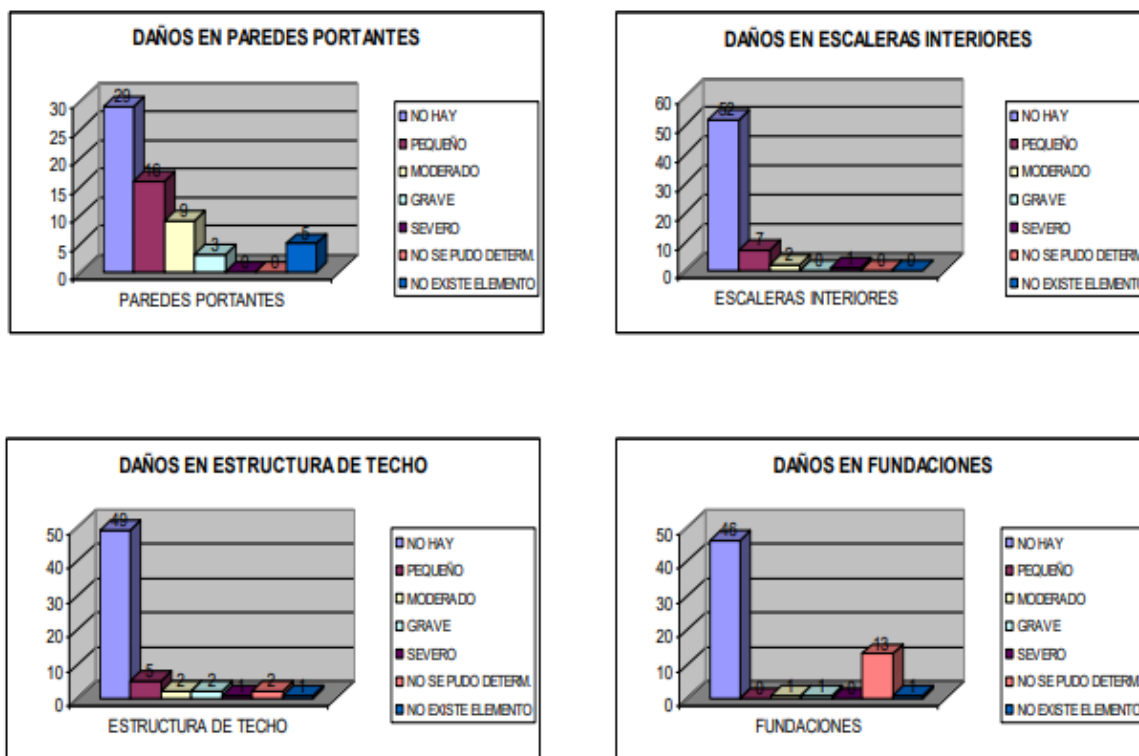
*Tabla No. 3-8. Resultados de los daños observados en edificios con sistema sismoresistente Tipo C.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*



*Imagen No. 3-14. Representación de los daños en los elementos estructurales en edificios a base de sistema Tipo C.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*



*Imagen No. 3-15. Representación de los daños en los elementos estructurales en edificios a base de sistema Tipo C.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

De la tabla 3-8 y las figuras 3-14 y 3-15 se puede observar que la mayoría de los edificios con sistema sismorresistente a base de un sistema dual (tipo C) no presentan daños significativos en elementos tales como columnas, vigas, paredes, losas y nudos viga-columna. A continuación, se presenta un resumen de los datos obtenidos para cada elemento.

- Las columnas en un 66% no presenta daños, un 16% presenta daños pequeños, 4% daño moderado, 3% daño grave.

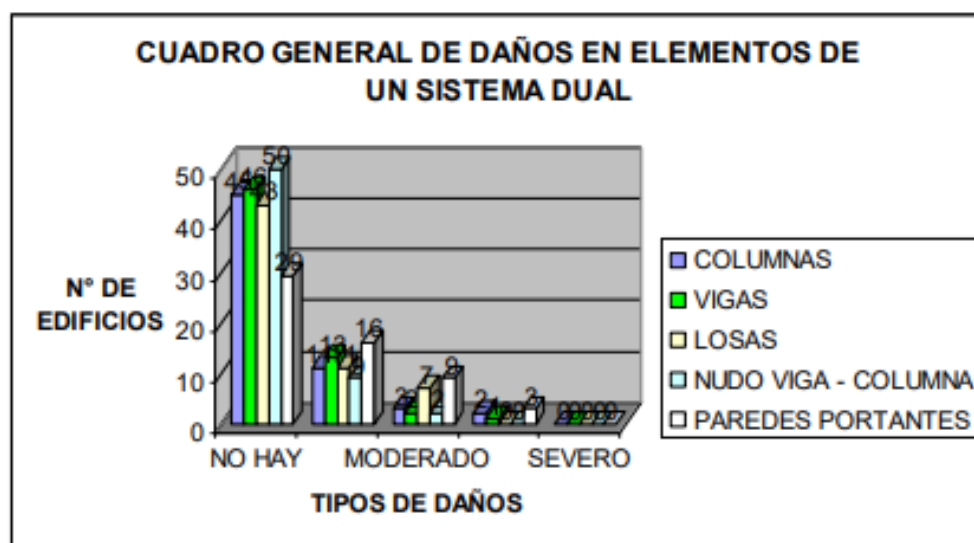
- En cuanto a daños en vigas un 68% no presenta daños, un 19% presenta daños pequeños, 3% daño moderado, 1% daño grave.
- En los daños en paredes portantes se puede observar que un 42% no presenta daño, un 24% daños pequeños, un 13% daños moderados, 4% daño grave.
- Para las losas un 63% no presenta daño, mientras que el 17% presenta daños pequeños, 11% daños moderados.
- En cuanto a los daños en las uniones viga-columna o nudos se presenta que un 78% no presentan daños, un 14% presenta daños pequeños, 3% daños moderados.
- Para las escaleras interiores, un 81% no presenta daño, un 11% daño pequeño, un 3% daño moderado y un 1% daño severo.
- En las estructuras de techos, las cuales se consideran de estructuras metálicas, se puede observar que un 77% no presenta daño, así como un 8% daño pequeño, un 3% daño moderado, 3% daño grave y 1% daño severo.

Debido a la misma dificultad que en los edificios a base de marcos de concreto reforzado en la observación veraz de las condiciones de las cimentaciones en este tipo de evaluaciones los datos acerca de los daños en

cimentaciones presentan una gran tendencia a la incertidumbre en el estado de tales elementos (no se pudo determinar, no se tiene información) con un 22% del total de edificios con esta clasificación.

De esto se observa que el elemento que mejor se comportó son los nudos en la unión viga-columna, siguiéndole las vigas y después las columnas, las losas, teniendo las paredes portantes el mayor porcentaje de daño de entre los diferentes tipos de elementos analizados.

En la figura 3-16 se presenta un esquema general de los resultados de los daños en vigas, columnas, losas y paredes portantes en edificios a base de un sistema dual como sistema sismorresistente.



*Imagen No. 3-16. Representación de los daños en los elementos estructurales en edificios a base de sistema Tipo C.*

*Fuente: Tesis de evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.*

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES POST-SISMO**

### **4.1 Introducción**

Para la metodología presentada en el desarrollo de este proyecto se ha considerado la metodología desarrollada en la tesis “METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES POST-SISMO”, en la que se consultaron fuentes internacionales y nacionales, como el manual de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, el de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica y el formulario ATC-20. La metodología propuesta se divide en dos fases: la evaluación de emergencia y la evaluación detallada. La primera etapa tiene como objetivo identificar rápidamente las edificaciones seguras, inseguras o con dudas sobre su habitabilidad, para priorizar su inspección y evitar pérdidas humanas por réplicas sísmicas. La fase de evaluación detallada, por su parte, busca realizar un análisis más exhaustivo de las edificaciones que fueron clasificadas con “uso restringido” en la fase de emergencia, para definir las medidas de protección a tomar, que pueden ir desde reparaciones hasta la demolición.

La metodología abarca 20 secciones, 9 en la fase de emergencia y 11 en la detallada, considerando criterios como la estabilidad global de la estructura, problemas geotécnicos, y daños en elementos estructurales y no estructurales. Estos criterios se valoran mediante tablas para clasificar los daños de manera

objetiva. Además, se utiliza un formulario único para recopilar toda la información de campo y emitir un dictamen sobre el nivel de daño de cada edificación. Esta estrategia busca reducir la cantidad de visitas necesarias, evitar la pérdida o confusión de formularios y facilitar la creación de una base de datos ordenada y accesible, que incremente la confianza en los equipos evaluadores.

#### **4.2 Componentes de la metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo**

La metodología a utilizar propuesta en la investigación de la tesis denominada “METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES POST-SISMO” comprende desde la parte organizativa, el procedimiento de evaluación, la clasificación de la habitabilidad de la edificación y el procesamiento y almacenamiento de los datos obtenidos en campo.

**Organizativa:** En esta fase se propone la formación del Comité Interinstitucional Permanente para la Evaluación de Edificaciones Dañadas por Sismos, el cual será la entidad encargada de toda la logística para organizar a los profesionales de la ingeniería civil y la arquitectura, administrar el material y equipo necesarios para realizar las evaluaciones.

**Obtención de datos en campo:** En esta fase se obtendrá toda la información necesaria para identificar, evaluar y clasificar cada una de las edificaciones que se inspeccionen. La evaluación de los daños de las

edificaciones se desarrollará en dos etapas, la evaluación de emergencia y la evaluación detallada. Para realizar las evaluaciones se proponen la conformación de brigadas de inspección de campo y el uso del formulario único de inspección.

**Procesamiento de datos:** En esta fase se propone la creación de una base de datos, en la que se pueda almacenar y procesar los datos obtenidos en los levantamientos de campo, la información debe estar georreferenciada, para una mejor consulta. Esta tarea estará a cargo del Comité Interinstitucional Permanente para la Evaluación de Edificaciones Dañadas por Sismos. La primera y la segunda fase estarán a cargo del Comité Interinstitucional Permanente, ya que esta es la entidad que se propone a cargo la organización y la logística de la metodología.

De acuerdo con la metodología la obtención de datos se hace a través de la evaluación de la brigada de inspección que se realiza a la edificación con daños con la ayuda del formulario de inspección de campo, el cual está dividido en dos etapas. La primera es la etapa de evaluación de emergencia y la segunda es la etapa de evaluación detallada, estos se detallan a continuación.

#### **4.3 Contenido del formulario de inspección de campo para la etapa de evaluación de emergencia.**

Después de ocurrido un sismo se debe de llevar a cabo un reconocimiento general de emergencia en las zonas afectadas de la ciudad, durante las primeras

horas, el objetivo de este reconocimiento es proporcionar información rápida sobre la gravedad y extensión de los daños, la identificación de las zonas mayormente afectadas, la identificación y estimación del número de edificaciones colapsadas, de las que a simple vista son inseguras e incluso peligros de carácter social tales como vandalismo, hacinamiento, hambruna, incluso trauma psicológico post-sismo, etc. El reconocimiento de la etapa de evaluación de emergencia se debe llevar a cabo con todo el personal disponible, para generar la mayor cantidad posible de información, en el período más corto de tiempo y posteriormente canalizar toda la información en el lugar que se destine para albergar al comité interinstitucional permanente. De ser necesario el comité interinstitucional permanente se puede apoyar con las instituciones de seguridad pública para realizar vuelos por las zonas afectadas, recolectar la información que puedan obtener el cuerpo de bomberos, la Policía Nacional Civil y los cuerpos de socorro en las zonas en las que se van desplazando según las necesidades que la población reporta e inclusive tomar datos de los reportes de los medios de comunicación. Las diferentes brigadas asignadas a una zona se deberán reunir, con el supervisor del municipio en el que se encuentran las zonas que han evaluado, al finalizar el levantamiento de campo para hacer un solo consolidado de los informes, para generar un mapa de edificaciones dañadas para determinar la extensión de las edificaciones dañadas en la zona o municipio, este mapa reflejará el nivel de daños a través de códigos de colores tales como verde (habitabile), amarillo (uso restringido), anaranjado (no habitabile) y rojo

(peligro de colapso), según la magnitud del daño en las edificaciones tal como se explicará más adelante. Con este mapa y el consolidado de la información el comité interinstitucional permanente podrá ofrecer a las autoridades municipales y centrales la información necesaria para que éstas puedan atender de una mejor manera las emergencias que se presentan o las que puedan presentarse, también con el reconocimiento de la evaluación de emergencia, se podrá planificar las futuras inspecciones para la evaluación detallada, iniciando por las zonas en las que el sismo causara más daños o aquellas en las que se encuentren edificaciones esenciales como hospitales, escuelas, unidades de salud, etc. El procedimiento de inspección de emergencia se iniciará con un reconocimiento del área asignada luego deberán inspeccionar cada una de las edificaciones dañadas. Antes de iniciar la explicación de como rellenar las cuatro hoja de la etapa de evaluación de emergencia, es necesario que los evaluadores sepan que de las 9 secciones que componen esta hoja, solamente la sección 4 (estado del daño de la edificación) es la que tiene un carácter evaluador sobre la edificación que se está inspeccionando, el resto de secciones recoge información descriptiva o explicativa, tales como la ubicación de la edificación, su sistema estructural, la configuración arquitectónica, el nombre de los evaluadores, etc. la cual no influye en el dictamen del nivel de daño, pero resulta importante al momento de investigar la manera en la que se comportó la edificación al momento del sismo y para llevar un registro ordenado de la información obtenida en campo.

El relleno de las primeras 9 secciones, correspondientes a la evaluación de emergencia que contiene el formulario de inspección se deberán realizar de la manera que a continuación se indica:

**Encabezado.**

COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMANENTE	FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES POST-SISMO	COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMANENTE
Fecha del evento: ___ / ___ / _____	CÓDIGO DE INSPECCIÓN: _____ - _____ - _____	Nº Correlativo: 00001

*Imagen No. 4-1. Encabezado del Formulario de inspección de campo.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

En esta parte del formulario se deberá indicar el código de inspección del formulario indicando primero la cifra en formato 00 (de dos dígitos) del código del departamento, luego indicar la segunda cifra en formato 00 (de dos dígitos) el código del municipio, ambos según la Tabla 4-1, para nuestro caso será el siguiente:

06-SAN SALVADOR	AGUILARES	01
	APOPA	02
	AYUTUXTEPEQUE	03
	CUSCATANCINGO	04
	EL PAISNAL	05
	GUAZAPA	06
	ILOPANGO	07
	MEJICANOS	08
	NEJAPA	09
	PANCHIMALCO	10

Tabla No. 4-2. Código geográficos utilizados en el catastro nacional.

Fuente: CNR.

### Sección 1 “Inspectores y fecha de la inspección”

SECCIÓN 1. INSPECTORES Y FECHA DE LA INSPECCIÓN (Evaluación de emergencia)

Responsable de la brigada:  
 Profesión y nombre completo: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_

Otros inspectores:  
 Profesión y nombre completo: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_

Profesión y nombre completo: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_

Fecha de la inspección (dd/mm/aaaa): \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_ Hora (24 Hrs.): \_\_\_:\_\_\_

Imagen No. 4-2. Sección 1 del Formulario de inspección de campo: Inspectores y fecha de la inspección.

Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.

## Sección 2: “Identificación de la edificación”

SECCIÓN 2. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

Departamento: \_\_\_\_\_  
 Municipio: \_\_\_\_\_

Coordenadas (GPS) de la edificación: X= \_\_\_\_\_ Y= \_\_\_\_\_ Z= \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

AÑO DE CONSTRUCCIÓN

1. Antes de 1966    2. De 1966 a 1988    3. De 1989 a 1996    4. A partir de 1997   

Año aproximado de construcción: \_\_\_\_\_

*Imagen No. 4-3. Sección 2 del Formulario de inspección de campo: Identificación de la edificación.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

## Sección 3 “Descripción de la edificación”

Esta sección está dividida en 3 apartados:

- a) Descripción de la edificación.
- b) Uso principal de la edificación y de la planta baja.
- c) Sistema estructural principal y sistema de entrepiso.

Estas se detallan a continuación como sigue:

### a) Descripción de la edificación.

El personal evaluador deberá escribir la información referente a las dimensiones aproximadas de la edificación, indicando el valor del frente y del fondo de la edificación. En el caso que la edificación tenga salientes, se sumaran todos los valores de una misma dirección (correspondiente al frente o fondo) y será este valor el que se coloque como fondo o frente, según sea el caso. Además de esta información, se indicará el número de pisos sobre el terreno y el de sótanos que tenga la edificación; así como la altura del primer y segundo nivel; del primer y segundo sótano y la altura total sobre el terreno de la edificación.

---

SECCIÓN 3. DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN

Dimensiones aproximadas:      Número de pisos:    Sobre el nivel del terreno       Sótanos

Frente (m): \_\_\_\_\_      Altura del 1<sup>er</sup> nivel (m): \_\_\_\_\_      Altura del 1<sup>er</sup> sótano: \_\_\_\_\_

Fondo (m): \_\_\_\_\_      Altura del 2<sup>do</sup> nivel (m): \_\_\_\_\_      Altura del 2<sup>do</sup> sótano: \_\_\_\_\_

Área (m<sup>2</sup>): \_\_\_\_\_      Altura total (m): \_\_\_\_\_

---

*Imagen No. 4-4. Sección 3 del Formulario de inspección de campo: Descripción de la edificación.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

**b) Uso principal de la edificación y de la planta baja.**

---

USO PRINCIPAL DE LA EDIFICACIÓN Y LA PLANTA BAJA:

1. Residencial 2. Salud 3. Educacional 4. Comercial 5. Hotelero 6. Oficinas 7. Industria  
 8. Gubernamental 9. Bodegas 10. Estacionamientos 11. Histórico 12. Gimnasio  
 13. Servicios de emergencia 14. Otros

Uso de la edificación     Observaciones: \_\_\_\_\_

Uso de la planta baja     Observaciones: \_\_\_\_\_

---

*Imagen No. 4-5. Sección 3 del Formulario de inspección de campo: Uso principal de la edificación.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

### c) Sistema estructural principal y sistema de entrepiso

SISTEMA ESTRUCTURAL PRINCIPAL

1. SISTEMA DE MARCOS:  
 1.1 Concreto 1.2 Acero 1.3 Madera

2. SISTEMA DE PAREDES:  
 2.1 Concreto 2.2 Mampostería confinada 2.3 Mampostería reforzada 2.4 Mampostería sin refuerzo 2.5 Adobe  
 2.6 Bahareque 2.7 Madera

3. SISTEMA COMBINADO DE PAREDES Y MARCOS:  
 3.1 Marcos de concreto y paredes de concreto 3.2 Marcos de concreto y paredes de mampostería sin refuerzo  
 3.3 Marcos de concreto y paredes de mampostería reforzada 3.4 Marcos de concreto y paredes de mampostería  
 confinada 3.5 Marcos de acero y paredes de concreto 3.6 Marcos de acero y paredes de mampostería sin refuerzo  
 3.7 Marcos de acero y paredes de mampostería reforzada 3.8 Marcos de acero y paredes de mampostería confinada

4. OTROS

Sistema estructural en la dirección longitudinal  Sistema estructural en la dirección transversal

Observaciones: \_\_\_\_\_

SISTEMA DE ENTREPISO

1. CONCRETO:  
 1.1 Losa densa 1.2 Losa pre-fabricada 1.3 Losa reticular

2. ACERO:  
 2.1 Viga de alma llena con conectores 2.2 Viga de alma llena sin conectores 2.3 Metal deck

4. MADERA

5. OTROS

Sistema de entrepiso  Observaciones: \_\_\_\_\_

*Imagen No. 4-6. Sección 3 del Formulario de inspección de campo: Sistema estructural principal y sistema de entrepiso.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

### Sección 4 “Estado del daño de la edificación.”

Como se mencionó anteriormente, esta es la única sección que tiene un carácter evaluador de los daños en la edificación y tiene dos apartados principales.

a) Inestabilidad global de la edificación.

b) Problemas geotécnicos.

Estos se detallan a continuación:

**a) Inestabilidad global de la edificación.**

Dentro de la estabilidad global de la edificación se encuentra una parte que evalúa la condición de colapso y la inclinación de la edificación. Los evaluadores deberán indicar la condición de colapso y el de inclinación de la edificación. Además, indicarán si existe o no daños en elementos estructurales y en elementos no estructurales, sin determinar el nivel de estos daños únicamente su presencia. La otra parte de la sección de estabilidad global de la edificación contiene la clasificación del riesgo por estabilidad global y las recomendaciones que sean necesarias de aplicar para garantizar la seguridad de las personas y mantener la estabilidad de la edificación.

#### SECCIÓN 4. ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN

##### 4.1 INESTABILIDAD GLOBAL DE LA EDIFICACIÓN

Condiciones de colapso: 1. Total 2. En elementos estructurales puntuales 3. No existe

Inclinación de la edificación o de algún nivel: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe

Daños severos en elementos estructurales: 1. En la mayoría 2. En varios 3. En pocos 4. No existe

Daños severos en elementos no estructurales: 1. En la mayoría 2. En varios 3. En pocos 4. No existe

DETERMINACIÓN DEL RIESGO POR INESTABILIDAD GLOBAL (basado en los 4 aspectos anteriores):

Bajo

Medio

Alto

Muy alto

##### RECOMENDACIONES

Restringir el paso en áreas

Apuntalar

Soporte lateral

No entrar

Evacuar edificación

Evaluación detallada de elementos estructurales

Evaluación detallada de elementos no estructurales

Demoler elementos NO estructurales en peligro de caer

Evaluación de ingeniería

*Imagen No. 4-7. Sección 4 del Formulario de inspección de campo: Estado del daño de la edificación, inestabilidad global de la edificación.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

El componente evaluador de este apartado lo constituye la determinación del riesgo por inestabilidad global de la edificación. Para determinar el riesgo por inestabilidad global se utiliza la Tabla 4-2:

Nivel de Riesgo	Descripción del daño
Muy alto	Edificios que han alcanzado estados límites últimos, con colapso total, notablemente inclinados, con entresijos completamente desplomados o con algunos elementos estructurales colapsados o con daños muy severos que hacen inestable a la edificación y por ende representan un peligro para el ingreso, para las edificaciones vecinas o la circulación de carros o peatones en sus alrededores. Existen daños severos en la mayoría (más del 50 %) de elementos estructurales y no estructurales de toda la edificación
Alto	Existe colapso o inclinación muy puntual de algunos elementos, pero la parte de la estructura no colapsada, no está sobrecargada o en condiciones de sufrir un colapso progresivo. Existen dudas en cuanto al posible desplome de la edificación, ya que este no es muy evidente para distinguirlo. Existen daños severos en varios (menor del 50% y mayor del 25%) elementos estructurales y no estructurales de toda la edificación.
Medio	Existen pocos (menos del 25%) elementos estructurales con daños severos, los cuales una vez apuntalados no representan peligro para la estabilidad de la edificación o la seguridad de los ocupantes. Existen daños severos en pocos (menos del 25%) elementos no estructurales en la edificación o en algunas zonas de ésta, no existe inclinación en ningún entresijo.
Bajo	No existe colapso, ni inclinación de la edificación o desplome de algún entresijo. No existen daños en elementos estructurales y no estructurales en toda la edificación.

*Tabla No. 4-2. Descripción del nivel de riesgo por inestabilidad global con relación a los daños.*

*Fuente: Tesis de metodología para evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

### **b) Problemas geotécnicos.**

En cuanto al apartado de problemas geotécnicos; este al igual que el apartado anterior se ha dividido en dos partes. La primera parte contiene la información referente la existencia o no de asentamientos en la edificación

(marcando con una X en la casilla que contenga la opción adecuada, la presencia de grietas en el suelo, el levantamiento del piso al interior y exterior de la edificación, la presencia de fugas de agua en el interior o exterior de la edificación.

SECCIÓN 4. ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN  
4.2 CONDICIONES GEOTÉCNICAS

Asentamiento de la edificación: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe

Presencia de grietas en el suelo: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe

Levantamiento del piso al interior y exterior de la edificación: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe

Presencia de fugas de agua en el interior o exterior de la edificación: Evidente 2. Existen dudas 3. No existe

Falla en talud o movimiento masivo del suelo: 1. General 2. Puntual 3. No existe

Origen: 1. Producido por el sismo 2. Agravado por el sismo 3. Pre-existente 4. Existen dudas

Presencia de grietas en la cresta o cabeza del talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe

Presencia de surcos a lo largo de la pendiente del talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe

Cicatrices o huellas de deslizamientos anteriores: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe

Afloramiento o aporte de agua en el talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe

Inclinación de árboles que evidencien movimiento de masa de suelo: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe

Caida de rocas, bloques o masas de suelo del talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe

4.3 FACTORES EXTERNOS

Peligro por inestabilidad (colapso) de edificaciones vecinas: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe

---

DETERMINACIÓN DEL RIESGO POR PROBLEMAS GEOTÉCNICOS (basado en los asentamientos, las fallas en taludes y el peligro por inestabilidad del talud o de edificaciones vecinas (aledañas))

Bajo  Medio  Alto  Muy alto

---

RECOMENDACIONES

Restringir el paso en áreas  Cubrir con plástico las grietas en el suelo o en los taludes

Rellenar grietas con suelo cemento  No entrar  Evacuar el agua con sistemas de drenaje

Evaluación de ingeniería  Evacuar edificación

*Imagen No. 4-8. Sección 4 del Formulario de inspección de campo: Estado del daño de la edificación, condiciones geotécnicas.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

Se ha incluido también en este apartado, el peligro que representa una edificación aledaña, a la edificación que se está evaluando, que esté en peligro de colapsar o que presente serios problemas de inestabilidad. A pesar de que este tipo de problema no tiene que ver con la estabilidad de un talud, tiene el mismo efecto de peligro (que el de un talud inestable) en la edificación que se está evaluando, ya que representa un riesgo para la seguridad de las personas que habitan la edificación, ya que la edificación inestable puede caer sobre la otra (al igual que lo haría el movimiento de la masa de suelo de un talud).

La segunda parte es la correspondiente a las recomendaciones que se deberán tomar para intervenir los problemas geogénicos (marcando con una X en la casilla que contenga la opción adecuada) y a la determinación del riesgo por problemas geotécnicos. Al igual que la determinación del riesgo por estabilidad global, la determinación del riesgo por problemas geotécnicos constituye la parte evaluadora de este apartado de la sección 4 del formulario de inspección de campo. Para determinar el nivel de riesgo geotécnico utilizará la Tabla 4-3 “Clasificación del nivel de riesgo geotécnico”. Con el nivel de riesgo por inestabilidad global y con el nivel de riesgo geotécnicos establecidos, se determinará la clasificación de habitabilidad de la edificación (es decir si es o no segura habitarla nuevamente después de ocurrido el sismo). La clasificación de la habitabilidad la harán en la sección 5 del formulario de inspección.

Nivel de Riesgo	Descripción del daño
Muy alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El fenómeno geotécnico (remoción en masa, subsidencia o licuefacción), produjo fallas severas en las estructuras de cimentación o existen problemas evidentes en la edificación de emersión, inclinación y Asentamiento</li> <li>• Cuando la edificación, habiendo sufrido daño o no, se encuentra localizada sobre o muy cerca al área de influencia potencial por avance o reactivación del fenómeno (a menos de 1.5 veces la altura del talud) y el potencial de reactivación es inminente o muy probable, bajo ciertas consideraciones geotécnicas.</li> </ul>
Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El fenómeno geotécnico es puntual pero sugiere una disminución significativa de la capacidad del suelo para resistir las cargas verticales de la edificación o existen problemas evidentes en la edificación de emersión, inclinación y Asentamiento</li> <li>• Cuando la edificación, habiendo sufrido daño o no, se encuentra localizada a cierta distancia, que aún no es suficiente para excluirla del área de influencia potencial por avance o reactivación del fenómeno, y el potencial de reactivación es inminente o muy probable.</li> </ul>
Medio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando la edificación no se encuentra localizada en área de influencia del fenómeno, pero sí en sus proximidades y no existen claramente condiciones que hagan la ocupación de la edificación insegura, pero se recomiendan algunas medidas de carácter preventivo ya que es probable la reactivación del fenómeno.</li> <li>• Cuando existen dudas de problemas en la edificación de emersión, inclinación y Asentamiento</li> </ul>
Bajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando el fenómeno no produjo daños sobre la edificación y ha sido clasificado con probabilidad menor de reactivación.</li> <li>• Cuando no existen problemas en la edificación de emersión, inclinación y Asentamiento</li> </ul>

*Tabla No. 4-3. Clasificación del nivel de riesgo geotécnico.*

*Fuente: Tesis de metodología para evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

### Sección 5 “Clasificación de la habitabilidad.”

---

#### SECCIÓN 5. CLASIFICACIÓN DE HABITABILIDAD

- HABITABLE “rótulo VERDE” (Cuando ambos riegos fueron determinados bajos)
  - USO RESTRINGIDO “rótulo AMARILLO” (Cuando se tiene al menos 1 riego medio)
  - NO HABITABLE “rótulo NARANJA” (Cuando se tiene al menos 1 riesgo alto)
  - INSEGURA “rótulo ROJO” (Cuando se tiene al menos 1 riesgo muy alto)
- 

*Imagen No. 4-9. Sección 5 del Formulario de inspección de campo: Clasificación de habitabilidad.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

### Sección 6 “Tipo de inspección y ocupación de la habitabilidad.”

Esta sexta sección (del formulario de inspección de campo) es la que contiene la información referente al tipo de inspección que se realizó, el número del entrepiso que contiene los elementos verticales más dañados y si la edificación estaba o no habitada (en el momento que se realizó la inspección) y forma parte de la etapa de la evaluación de emergencia que se propone en la presente metodología. A continuación, describiremos cada uno de los apartados de esta sección, los cuales son: a) Tipo de inspección de la edificación b) Entrepiso con los elementos estructurales verticales más dañados. c) Ocupación de la edificación.



### Sección 8 “Persona para contacto.”

---

SECCIÓN 8. PERSONA PARA CONTACTO (preferiblemente el propietario)

Nombre completo: \_\_\_\_\_ DUI: \_\_\_\_\_

Teléfono fijo: \_\_\_\_\_ Tel. Móvil \_\_\_\_\_ Propietario o inquilino: \_\_\_\_\_

---

*Imagen No. 4-12. Sección 8 del Formulario de inspección de campo: Personal para contacto.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

#### 4.4 Contenido del formulario de inspección de campo para la etapa de evaluación detallada.

##### Encabezado.

COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMAMANTE	FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES POST-SISMO	COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMAMANTE
Fecha del evento: ___ / ___ / _____	CÓDIGO DE INSPECCIÓN: ___ - ___ - ___	Nº Correlativo: 00001

*Imagen No. 4-13. Encabezado del Formulario de inspección de campo: Evaluación detallada.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

### Sección 10 “Inspectores y fecha de la inspección.

#### SECCIÓN 10. INSPECTORES Y FECHA DE LA INSPECCIÓN (Evaluación detallada)

Responsable de la brigada:

Profesión y nombre completo: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_

Otros inspectores:

Profesión y nombre completo: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_

Profesión y nombre completo: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_

Fecha de la inspección (dd/mm/aaaa): \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_ Hora (24 Hrs.): \_\_\_ : \_\_\_

*Imagen No. 4-14. Sección 10 del Formulario de inspección de campo: Inspectores y fecha de la inspección.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

Se deberá indicar el nombre y profesión (abreviada) del responsable de la brigada y el de los otros inspectores, también escribirán sus firmas y colocará la fecha y la hora en la que se realizó la inspección en formato dd/mm/aaaa y de 24:00 Hrs. respectivamente.

### Sección 11 “Estado del daño de la edificación.”

Esta es una de las dos secciones que tiene un carácter evaluador sobre la edificación y está dividida en dos apartados principales.

- a) Los daños en elementos estructurales.
- b) Los daños en elementos no estructurales.

SECCIÓN 11 ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN  
DAÑOS EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Entrepiso más dañado (según evaluación de emergencia): \_\_\_\_\_

ELEMENTO	NIVELES DE DAÑO												NIN- GUNO (%)	Σ= 100%
	SEVERO (%)			FUERTE (%)			MODERADO (%)			LEVE (%)				
	<5	5-10	>10	<10	10-30	>30	<30	30-60	>60	<30	30-60	>60		
COLUMNAS														
PAREDES														
NUDOS														
ELEMENTO	NIVELES DE DAÑO												NIN- GUNO (%)	Σ= 100%
	SEVERO (%)			FUERTE (%)			MODERADO (%)			LEVE (%)				
	<10	10-20	>20	<20	20-40	>40	<30	30-60	>60	<30	30-60	>60		
VIGAS														
LOSA														

*Imagen No. 4-15. Sección 11 del Formulario de inspección de campo: Estado del daño de la edificación. Daños en elementos estructurales.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

**a) Los daños en elementos estructurales.**

El apartado de daños en elementos estructurales se divide en cuatro partes:

1. La determinación y el cálculo del porcentaje de cada uno de los niveles de daño en cada uno de los diferentes tipos de elementos estructurales.

2. La determinación del riesgo que representan estos elementos dañados en la edificación.
3. Las recomendaciones que los evaluadores indicaran para la edificación.
4. Las medidas de seguridad temporales que, a juicio de los evaluadores, se deberán tomar de manera inmediata.

Cada uno de estos apartados se detalla a continuación:

**1. La determinación y el cálculo del porcentaje de cada uno de los niveles de daño en cada uno de los diferentes tipos de elementos estructurales.**

Las personas evaluadoras deberán determinar los diferentes niveles de daños que existan en cada uno de los elementos estructurales (de un mismo tipo) que tienen el mismo nivel específico de daño respecto al resto de elementos y colocar el porcentaje en la casilla correspondiente.

Toda la evaluación detallada de los daños en los elementos estructurales se hará en el nivel que tenga los elementos estructurales verticales más dañados y en la dirección que presente mayor daño (para analizar la situación más desfavorable). En el caso que la magnitud del daño sea muy similar en las dos direcciones, se evaluarán ambas. Para determinar cada uno de los niveles de

daños el personal evaluador de la brigada utilizará las Tabla 4-4, Tabla 4-5, Tabla 4-6, Tabla 4-7 y Tabla 4-8 para determinar el nivel de daño en elementos estructurales de la edificación.

Niveles de Daño:	Descripción del daño
<b>Ninguno / muy leve</b>	Algunas fisuras de ancho menor a 0.2 mm, casi imperceptibles sobre la superficie del concreto.
<b>Leve:</b>	Fisuración perceptible a simple vista, con anchos entre 0.2 mm y 1.0 mm sobre la superficie del concreto.
<b>Moderado:</b>	Grietas con anchos entre 1.0 mm y 2.0 mm en la superficie del concreto, pérdida incipiente del recubrimiento
<b>Fuerte:</b>	Agrietamiento notable del concreto, pérdida del recubrimiento y exposición de las barras de refuerzo longitudinal.
<b>Severo:</b>	Degradación y aplastamiento del concreto, agrietamiento del núcleo y pandeo de las barras de refuerzo longitudinal. Deformaciones e inclinaciones excesivas.

*Tabla No. 4-4. Descripción de los niveles de daño en elementos de concreto reforzado (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2003).*

*Fuente: Tesis de metodología para evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

		INESTABILIDAD GLOBAL			
		BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
PROBLEMAS GEOTÉCNICOS	BAJO	HABITABLE	USO RESTRINGIDO	NO HABITABLE	INSEGURA
	MEDIO	USO RESTRINGIDO	USO RESTRINGIDO	NO HABITABLE	INSEGURA
	ALTO	NO HABITABLE	NO HABITABLE	INSEGURA	INSEGURA
	MUY ALTO	INSEGURA	INSEGURA	INSEGURA	INSEGURA

*Tabla No. 4-5. Clasificación de habitabilidad de emergencia de una edificación según el nivel del riesgo por inestabilidad global y problemas geotécnicos.*

*Fuente: Tesis de metodología para evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

Niveles de Daño	Descripción del daño
<b>Ninguno / muy leve</b>	Algunas fisuras de ancho menor a 0.2 mm, casi imperceptibles sobre la superficie.
<b>Leve</b>	Fisuración perceptible a simple vista, con anchos entre 0.2 mm y 1.0 mm sobre la superficie.
<b>Moderado</b>	Grietas con anchos entre 1.0 y 2.0 mm en la superficie, pérdida incipiente del recubrimiento.
<b>Fuerte</b>	Agrietamiento apreciable, pérdida del recubrimiento en la superficie.
<b>Severo</b>	Degradación y aplastamiento del material, agrietamiento severo.

*Tabla No. 4-6. Descripción de los niveles de daños en entrepisos (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2003).*

*Fuente: Tesis de metodología para evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

<b>Niveles de Daño:</b>	<b>Descripción del daño</b>
Ninguno/muy leve	Sin defectos visibles.
Leve	Deformaciones menores casi imperceptibles.
Moderado	Deformaciones perceptibles a simple vista, pandeo incipiente de secciones.
Fuerte	Pandeo local, fractura o alguna evidencia de daño en secciones del elemento estructural fuera de zonas de posible formación de articulaciones plásticas (zonas críticas).
Severo	Pandeo local, fractura o alguna evidencia de daño en secciones del elemento estructural dentro de zonas de posible formación de articulaciones plásticas (zonas críticas). Fractura de soldaduras, tornillos o remaches.

*Tabla No. 4- 7. Descripción de los niveles de daños en vigas, columnas y conexiones en estructuras de acero (tomada y modificada de: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2003).*

*Fuente: Tesis de metodología para evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

<b>Niveles de Daño:</b>	<b>Descripción del daño</b>
Ninguno/muy leve	Grietas pequeñas difícilmente visibles, con ancho menor a 0.2 mm, sobre la superficie de la pared.
Leve	Agrietamiento perceptible a simple vista, con anchos entre 0.2 mm y 1.0 mm, sobre la superficie de la pared.
Moderado	Agrietamiento diagonal incipiente, grietas con anchos entre 1.0 mm y 3.0mm en la superficie de la pared. Moderada figuración en las unidades de mampostería y grietas verticales en las esquinas del muro.
Fuerte	Agrietamiento diagonal severo, con anchos mayores a 3.0 mm y dislocación de piezas de mampostería. Refuerzo en estado de fluencia y visiblemente doblado
Severo	Desprendimiento de partes de piezas. Aplastamiento local de la mampostería. Desplome, desplazamiento horizontal o inclinación apreciable horizontal o vertical de la pared. Prolongación del agrietamiento diagonal en nervios y soleras de confinamiento, con anchos mayores a 1.0 mm. Refuerzo en estado de fluencia o visiblemente roto.

*Tabla No. 4-8. Descripción de los niveles de daño en estructuras de mampostería de bloque de concreto o ladrillo de barro cocido (tomada y modificada de: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2003)*

*Fuente: Tesis de metodología para evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

Además, para determinar cada uno de los niveles de daños el personal evaluador de la brigada utilizará la Tabla 4-9 para determinar el nivel de daño en elementos no estructurales de la edificación.

Niveles de Daño:	Descripción del daño
Ninguno/muy leve	Grietas pequeñas difícilmente visibles, con ancho menor a 0.2 mm, sobre la superficie de la pared.
Leve	Agrietamiento perceptible a simple vista, con anchos igual o mayor a 0.2 mm y menor a 1.0 mm, sobre la superficie de la pared.
Moderado	Agrietamiento diagonal incipiente. Grietas considerablemente grandes con anchos igual o mayor a 1.0 mm y menor de 3.0 mm en la superficie de la pared.
Fuerte	Se observa separación, desprendimiento y en algunos casos caída de algunas partes del acabado. Agrietamiento diagonal severo, con anchos mayores o iguales a 3.0 mm y dislocación de piezas de mampostería.
Severo	Desprendimiento y caída de gran parte de los acabados exteriores de las paredes. Desprendimiento de gran parte de los elementos metálicos de unión. Desprendimiento de piezas y/o aplastamiento local de la mampostería. Desplome o inclinación apreciable de la pared.

*Tabla No 4-9. Descripción de los niveles de daño en paredes de fachada o parapetos (tomada y modificada de: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2003)*

*Fuente: Tesis de metodología para evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

Para determinar el riesgo estructural que los elementos dañados representan para la estabilidad y seguridad de la edificación, se utilizara la Tabla 4-10.

Niveles de Riesgo:	Descripción de daño
Muy Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edificaciones que sufrieron daños permanentes (Nivel de daño severo) en sus elementos estructurales verticales (columnas o paredes) en sistemas estructurales a base de marcos resistentes a momentos o en paredes en sistemas a base de paredes estructurales:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Daños severos en más del 15% de los elementos verticales</li> <li>Daños severos en más del 20% de vigas o losas</li> </ul> </li> <li>• Disminución significativa de la capacidad para resistir cargas verticales o laterales en tal proporción que existe inestabilidad potencial.               <ul style="list-style-type: none"> <li>Daños fuertes en más del 30% y daños moderados en más del 60% de los elementos verticales</li> <li>Daños fuertes en más del 40% de los elementos horizontales</li> </ul> </li> <li>• El sistema del piso que se apoya en estos elementos verticales presenta asentamientos o deformaciones verticales cercanas a un estado de desplome, la estructura no tendrá resistencia suficiente ante fuerzas laterales para soportar una réplica del evento principal. También en algunos casos en que el nivel de daño en columnas y paredes estructurales reporte deformaciones permanentes en los mismos, hará pensar que la capacidad de estos elementos para soportar el sistema de piso está seriamente afectada.</li> </ul>
Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la capacidad para resistir cargas verticales o laterales pero no existe inestabilidad potencial.</li> <li>• Edificaciones que sufrieron daños importantes en sus elementos estructurales verticales               <ul style="list-style-type: none"> <li>Daños severos entre 5 y 15%, daños fuertes está entre 10 y 30% o daños moderados entre 30 y 60%.</li> </ul> </li> </ul>

Niveles de Riesgo:	Descripción de daño
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe un riesgo asociado a la entrada, uso u ocupación del edificio, debido a la disminución de su capacidad sismorresistente, por la extensión de los daños o por la presencia de elementos en peligro de caer en las salidas principales y escaleras.</li> <li>• El acceso a la edificación debe ser controlado y no se puede usar antes de ser reforzada. Hay que evaluar la necesidad de apuntalar la edificación.</li> </ul>
Medio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay peligro puntual por daños en los elementos estructurales, (daños severos en menos de un 5%, fuertes en menos de un 10% y moderados en menos de un 30%), pero no reducen su capacidad global de resistencia ni ponen en peligro la estabilidad de la estructura.</li> <li>• No existen claramente condiciones que hagan la ocupación de la edificación insegura, pero el daño observado impide que se tenga una ocupación total y debe ser restringido el acceso a algunos sectores, cuya ocupación pueda estar condicionada a la reparación o apuntalamiento de aquellos elementos que ofrezcan peligro.</li> </ul>
Bajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inmuebles que sufrieron daños leves muy puntuales en los elementos estructurales (en menos de un 30% de los elementos), que no ponen en peligro a los habitantes o a la estructura.</li> <li>• Inmuebles que no evidencian ningún tipo de daños</li> </ul>

*Tabla No. 4-10. Clasificación del nivel de riesgo estructural de acuerdo con la severidad y extensión del daño de los elementos estructurales (tomado y modificado de: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2003)*

*Fuente: Tesis de metodología para evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

Como complemento a la información recaba también existe un apartado en el cual los evaluadores podrán plantear sus recomendaciones. En esta parte del apartado de daños en elementos estructurales, las personas evaluadoras deberán marcar con una “X”, las recomendaciones que a su juicio deben realizarse para garantizar la seguridad de las personas que habitan la edificación.

Importante de recalcar que las medidas de seguridad temporales que a juicio de los evaluadores deben implementarse, se deberán tomar de manera inmediata.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS DE SEGURIDAD TEMPORALES		
	REPARAR	APUNTALAR	SOPORTE LATERAL
COLUMNAS			
PAREDES			
NUDOS			
VIGAS			
ENTREPISOS			

*Imagen No. 4-16. Sección 11 del Formulario de inspección de campo: Medidas de seguridad.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

Para la determinación del riesgo que representa los elementos no estructurales dañados en la edificación, el evaluador deberá remitirse a la Tabla 4-11 y se marcará con una “X” la casilla que contenga la clasificación que más se adapte a las condiciones de la edificación que se esté evaluando.

Nivel de Riesgo	Descripción del daño
Muy alto	1. Existe daños severos o fuertes generalizados y se encuentran dispersos por toda la edificación. Existen muchos elementos en peligro de caer. El acceso a la edificación está obstaculizado por completo y su funcionamiento se ha perdido debido a la falla de los elementos no estructurales. El derrame de químicos y sustancias tóxicas en la edificación es severo
Alto	2. Elementos de fachada, balcones, antepechos, cielos falsos, tanques elevados u otros elementos de peligro de caer. Daños fuertes en varias paredes de relleno y escaleras 3. Presencia de derrame de tóxicos, peligro por líneas de gas rotas o líneas de energía caídas.
Medio	4. Los daños están concentrados en un área pequeña y es probable restringir el acceso a las áreas inseguras mediante la colocación de barreras que restrinjan el paso de vehículos o peatones. 5. Se pueden remover o anclar fácilmente los elementos que ofrecen peligro o son fáciles de aplicar otras medidas.
Bajo	6. Los daños son leves y muy puntuales y no ofrecen peligro para la integridad de las personas. 7. No existen daños en los elementos no estructurales.

*Tabla No. 4-11. Descripción del nivel de riesgo por daños no estructurales (tomada y modificada de Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2003).*

*Fuente: Tesis de metodología para evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

También para este tipo de daños no estructurales el evaluador podrá emitir cuando considere pertinentes medidas de seguridad temporales que a su juicio deben implementarse, estas se deberán tomar de manera inmediata.

ELEMENTO	NIVELES DE DAÑO					MEDIDAS DE SEGURIDAD TEMPORALES			
	SEVERO	FUERTE	MODERADO	LEVE	NINGUNO	REPARAR	ANCLAR	REMOVER	REUBICAR
PAREDES DE FACHADA O PARAPETO									
PAREDES DIVISORIAS O DE RELLENO									
CIELOS FALSOS Y LUMINARIAS									
SISTEMA DE TECHO									
ESCALERAS									
TANQUES ELEVADOS									
DERRAME DE QUÍMICOS									
INSTALACIONES DE GAS									
INSTALACIONES ELÉCTRICAS									
INSTALACIONES HIDRÁULICAS									

*Imagen No. 4-17. Sección 11 del Formulario de inspección de campo: Daños en elementos no estructurales.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

### **Sección 12 “Clasificación de la habitabilidad de la edificación.”**

Esta es la sección en la que se concluye la evaluación hecha a la edificación, en ella se determina la clasificación de habitabilidad de la edificación, dependiendo de los resultados obtenidos en los cuatro niveles de riesgo:

1. Riesgo por inestabilidad global (evaluación de emergencia).
2. Riesgo por problemas geotécnicos (evaluación de emergencia).
3. Riesgo por daños en elementos estructurales.

#### 4. Riesgo por daños en elementos no estructurales.

En caso de que el riesgo por inestabilidad global y el riesgo por problemas geotécnicos, se vieran incrementados por las réplicas del sismo principal, se determinarán nuevamente ambos riesgos (utilizando los mismos criterios de la evaluación de emergencia) y se marcará con una X la casilla que contenga la opción del nuevo nivel de riesgos, para cada caso respectivamente. Luego de verificar el riesgo por inestabilidad global y el riesgo por problemas geotécnicos, las personas evaluadoras marcarán las casillas que contienen los niveles, que se determinaron, para cada uno de los riesgos.

SECCIÓN 12. CLASIFICACIÓN DE LA HABITABILIDAD (Basada en los riesgos por inestabilidad global, por problemas geotécnicos, estructural y no estructural. En caso de réplicas revisar el riesgo por inestabilidad y por problemas geotécnicos)

##### EVALUACIÓN DE EMERGENCIA

Riesgo por inestabilidad global:  Bajo  Medio  Alto  Muy alto

Riesgo por problemas geotécnicos:  Bajo  Medio  Alto  Muy alto

##### EVALUACIÓN DETALADA

Riesgo estructural:  Bajo  Medio  Alto  Muy alto

Riesgo no estructural:  Bajo  Medio  Alto  Muy alto

*Imagen No. 4-18. Sección 12 del Formulario de inspección de campo:  
Clasificación de habitabilidad.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo,  
año 2008.*

Con las casillas marcadas en cada una de las opciones correspondientes a los niveles de riesgo y con la ayuda de la Tabla 4-13 se clasificará la habitabilidad de la edificación, marcando con una X sobre la casilla que contenga la clasificación que se determine.

HABITABILIDAD	DESCRIPCIÓN DEL NIVEL DE RIESGO
HABITABLE	Si las cuatro clasificaciones de riesgo fueron BAJAS
USO RESTRINGIDO	Si fue asignada por lo menos una clasificación de riesgo MEDIO
NO HABITABLE	Si fue asignada una o dos clasificaciones de riesgo ALTO
INSEGURA	Si fueron asignadas por lo menos una clasificación de riesgo MUY ALTA o tres de riesgo ALTO

*Tabla No. 4-12. Clasificación de la habitabilidad con base en los niveles de riesgo (tomada y modificada de Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2003).*

*Fuente: Tesis de metodología para evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

Como complemento a la par de cada casilla (del formulario de inspección de campo) se describe brevemente las condiciones que se deben cumplir para cada uno de las clasificaciones de habitabilidad, también se asigna un color a cada una de las clasificaciones (igual que en la evaluación de emergencia) de la manera siguiente:

---

SECCIÓN 12. CLASIFICACIÓN DE LA HABITABILIDAD

- HABITABLE “rótulo VERDE” (Si las 4 clasificaciones de riesgo fueron bajas)
- USO RESTRINGIDO “rótulo AMARILLO” (Si fue asignada por lo menos 1 clasificación de RIESGO MEDIO)
- NO HABITABLE “rótulo NARANJA” (Si fue asignada 1 o 2 clasificaciones de RIESGO ALTO)
- INSEGURA “rótulo ROJO” (Si fue asignada por lo menos 1 clasificación de RIESGO MUY ALTO o 3 de RIESGO ALTO)
- 

*Imagen No. 4-19. Sección 12 del Formulario de inspección de campo:  
Clasificación de la habitabilidad, rótulos de habitabilidad.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo,  
año 2008.*

1. Verde, para la clasificación habitable.
2. Amarillo, para la clasificación de uso restringido.
3. Naranja, para la clasificación no habitable.
4. Rojo, para la clasificación insegura

**Sección 13 “Recomendaciones y medidas de seguridad generales para la edificación.”**

SECCIÓN 13. RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA EDIFICACIÓN

Se necesita evaluación de ingeniería por aspectos:  Estructurales  Geotécnicos  Servicios públicos

---

Se recomienda la intervención de:  Compañía de electricidad  Bomberos  Cuerpos de socorro  
 Sistema Nacional de Protección Civil  ANDA  PNC

---

Se recomienda:

<input type="checkbox"/> Restringir el paso de peatones	<input type="checkbox"/> Restringir tráfico vehicular	
<input type="checkbox"/> Evacuar edificación	<input type="checkbox"/> Evacuar edificaciones vecinas	
<input type="checkbox"/> Desconectar: <input type="checkbox"/> Agua	<input type="checkbox"/> Electricidad	<input type="checkbox"/> Gas
<input type="checkbox"/> Posible demolición de la edificación	<input type="checkbox"/> Retirar elementos no estructurales en peligro de caer	

*Imagen No. 4-20. Sección 13 del Formulario de inspección de campo:  
Recomendaciones generales para la edificación.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

En esta sección se marcará con una “X” la o las casillas que contengan las medidas y recomendaciones necesarias, para garantizar la seguridad de las personas que habitan la edificación; así como la intervención de instituciones especializadas o competentes en algún problema en particular que afecte la edificación.

#### **Sección 14 “Condiciones pre-existentes.”**

En esta sección se indicará en la tercera columna, el número que tenga la opción que mejor se adapte a la situación real de la edificación, en cada una de las 10 condiciones pre-existentes que tiene la sección.

## SECCIÓN 14. CONDICIONES PRE-EXISTENTES

CONDICIÓN	EVALUACIÓN	N°
POSICIÓN DE LA EDIFICACIÓN EN SU MANZANA	1. RESTRINGIDA POR AMBOS COSTADOS 3. LIBRE POR DOS COSTADOS	2. LIBRE POR UN COSTADO
REGULARIDAD EN PLANTA	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	
REGULARIDAD EN ALTURA	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	
CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	
CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	
CONFIGURACIÓN DEL TECHO	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	
PENDIENTE DEL TERRENO	1. PLANA 2. INCLINADA 3. MUY INCLINADA	
HAY INDICIOS DE DAÑOS POR SISMOS ANTERIORES	1. SI 2. NO 3. EXISTEN DUDAS	
HUBO INTERVENCIÓN DE LOS DAÑOS POR SISMOS ANTERIORES	1. TOTAL 2. PARCIAL 3. NO SE REPARÓ 4. EXISTEN DUDAS	
MORFOLOGÍA DE LA ZONA	1. CRESTA DEL TALUD 2. TALUD 3. PIE DEL TALUD 4. PLANICIE 5. ZONA URBANA 6. MARGEN DE RÍO O QUEBRADA	

*Imagen No. 4-21. Sección 14 del Formulario de inspección de campo: Condiciones pre-existentes.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*

### Sección 15 “Tipo de inspección y ocupación de la edificación.”

---

SECCIÓN 15. TIPO DE INSPECCIÓN Y OCUPACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

Exterior parcial   
 Exterior completa   
 Interior parcial   
 Interior completa

Al momento de la inspección la edificación o parte de ella estaba habitada:  SI     NO

Observaciones: \_\_\_\_\_

---

*Imagen No. 4-22. Sección 15 del Formulario de inspección de campo: Tipo de inspección y ocupación de la edificación.*

*Fuente: Tesis de Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo, año 2008.*



Adicionalmente se desarrolla el esquema en planta de la edificación, desarrollados en los planos anexos y las fotografías se desarrollan en el formulario de las patologías.

## **CAPÍTULO V: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIÓN DE TRES MÓDULOS EN TRES NIVELES**

### **5.1 Generalidades**

Previo a la aplicación de la “Metodología a de evaluación de daños en edificaciones” es necesario llevar a cabo trabajo de gabinete, esto con el fin de cubrir la mayor cantidad de información disponible de la estructura que será analizada y así realizar una adecuada recolección de datos en campo. Dentro del trabajo de gabinete los aspectos más importantes a cubrir son:

- ✓ Ubicación de la edificación
- ✓ Descripción del lugar en estudio
- ✓ Sistema estructural

#### **5.1.1 Ubicación de la edificación**

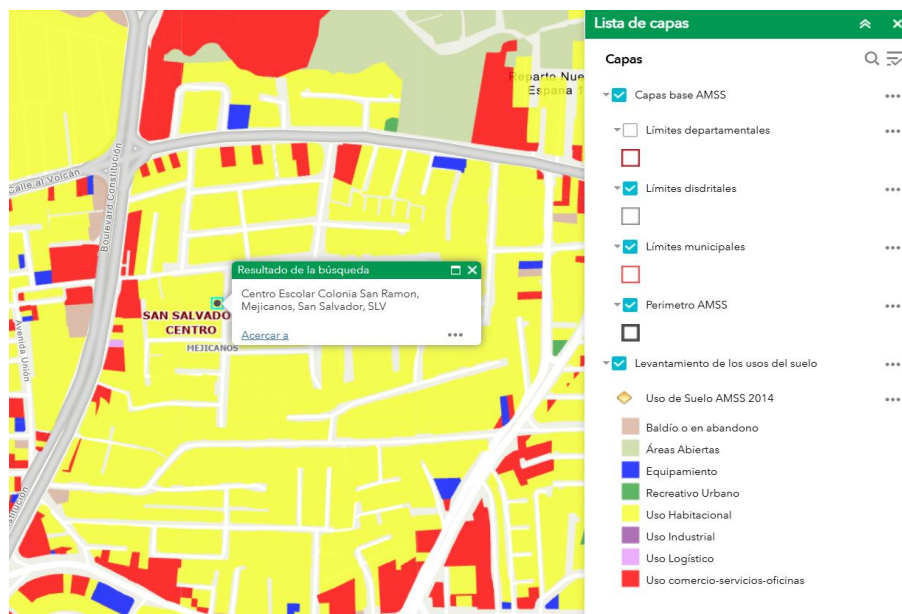
El lugar en estudio es el Centro Escolar “Colonia San Ramón”, identificado con el código de infraestructura educativa 11428, el cual se localiza sobre la Av. Boquín, Calle Barcelona #12, Colonia Boquín, D. de Mejicanos, M. de San salvador Centro, Depto. De San Salvador.



*Imagen No. 5-1. Ubicación geográfica del C.E. Colonia San Ramón, Mejicanos, San Salvador*

*Fuente: Google Earth Pro.*

Se ubica dentro de un área muy densificada, el inmueble recibe el uso de suelo habitacional según el geo-portal de la OPAMSS. Además, la topografía es regularmente plana.



*Imagen No. 5-2. Uso de suelo para el área donde se encuentra el C.E. Colina San Ramón, Mejicanos, San Salvador*

*Fuente: <https://geovisor.opamss.org.sv/portal/apps/webappviewer/index.html?id=75516f55277d4dc89a22cb6dc60e38d1>*

### 5.1.2 Descripción de la edificación

La edificación está compuesta por tres módulos en tres niveles, cada uno de ellos separados por juntas sísmicas de 5 cm por lo que se consideran independientes sus sistemas estructurales, su geometría en planta y en elevación es regular, con entrepisos de 3.20 m en promedio.

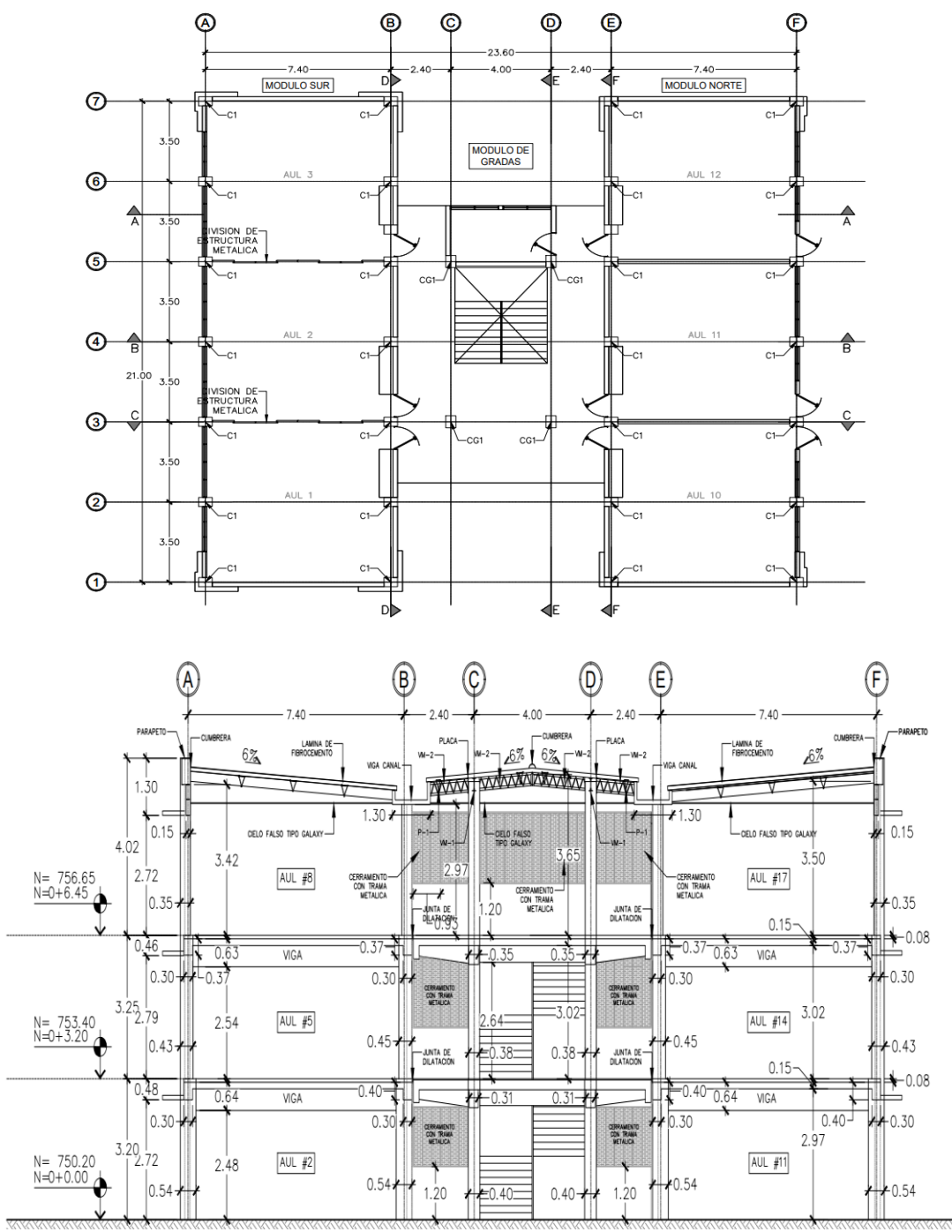


Imagen No. 5-3. Esquema en planta y elevación de la edificación en estudio

### 5.1.3 Sistema estructural

La edificación está compuesta por tres módulos los cuales se han identificado como módulo sur, módulo de escaleras y modulo norte.

De estos el módulo sur y norte son similares en su configuración arquitectónica y estructural, siendo su sistema sismorresistente en la dirección corta una combinación de marcos de concreto reforzado con paredes de mampostería de ladrillo de barro confinada (a excepción de los dos módulos , en el sur se observa que las paredes en los dos ejes centrales denominados ejes 3 y 5 no son de carga, al contrario son paredes metálicas plegables que no aportan al sistema sismorresistente, se desconoce con certeza si este es el diseño original de la estructura o fue modificada durante su uso, pero la falta de paredes de carga en esos ejes bien podría dar lugar a una irregularidad en planta y elevación de la estructura, generando así un piso débil), mientras que la dirección larga está compuesta por marcos de concreto reforzado, su sistema de entrepiso es mediante una losa densa de concreto y cubierta techo flexible. En la dirección corta posee un único claro de 7.40 m entre columnas, mientras que en la dirección larga posee 6 seis claros regulares de 3.50 m entre columnas. Además, los dos módulos en sus 4 esquinas presentan un reforzamiento mediante muros de concreto reforzado que se proyectan desde la fundación hasta la losa del tercer nivel, estos actúan en ambas direcciones, aunque debido a que los muros de un mismo modulo no tienen interacción o conexión entre ellos, es decir no están ligados mediante una viga o nervaduras, se consideran que solo aportan a

la resistencia de las columnas de borde, ya que son a estas a las que se ligaron directamente.

El módulo de escaleras posee regularidad en planta y elevación, su sistema sismorresistente en ambas direcciones está compuesto por marcos de concreto reforzado, su sistema de entrepiso es mediante una losa densa de concreto y cubierta techo flexible. En la dirección corta posee un único claro de 4.00 m entre columnas, en la dirección larga posee un claro de 8.00 m entre columnas. Además, en la dirección corta existe un voladizo de 2.40 m, mientras que en la dirección larga es de 3.5 m.

## 5.2 Llenado del formulario de inspección de campo para la etapa de evaluación de emergencia y detallada del Módulo Sur.

COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMANENTE	FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES POST-SISMO	COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMANENTE
Fecha del evento: ___/___/___		CÓDIGO DE INSPECCIÓN: <u>0608 - 1001 - 1</u>
N° Correlativo: 00001		

**SECCIÓN 1. INSPECTORES Y FECHA DE LA INSPECCIÓN (Evaluación de emergencia)**

Responsable de la brigada:  
Profesión y nombre completo: Franklin Sidney Henríquez Menjivar F. [Firma]

Otros inspectores:  
Profesión y nombre completo: Amilcar Alexander Larios Ardon F. [Firma]

Profesión y nombre completo: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_

Fecha de la inspección (dd/mm/aaaa): 10/01/2025 Hora (24 Hrs.): 08:00

**SECCIÓN 2. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN**

Departamento: San Salvador  
Municipio: San Salvador Centro

Coordenadas (GPS) de la edificación: X= 476531.7162 Y= 290118.2263 Z= 748.00

Dirección: Av. Boguín, Calle Barcelona #12, Col. Boguín, Distrito de Mejicanos

Nombre: Centro Escolar "Colonia San Ramón"

**AÑO DE CONSTRUCCIÓN**

1. Antes de 1966    2. De 1966 a 1988    3. De 1989 a 1996    4. A partir de 1997     **2**

Año aproximado de construcción: 1984

**SECCIÓN 3. DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN**

Dimensiones aproximadas:    Número de pisos:    Sobre el nivel del terreno  **3**    Sótanos  **0**

Fronte (m): 7.40    Altura del 1<sup>er</sup> nivel (m): 3.20    Altura del 1<sup>er</sup> sótano: \_\_\_\_\_

Fondo (m): 21.00    Altura del 2<sup>do</sup> nivel (m): 3.20    Altura del 2<sup>do</sup> sótano: \_\_\_\_\_

Área (m<sup>2</sup>): 155.4    Altura total (m): 10.47

---

**USO PRINCIPAL DE LA EDIFICACIÓN Y LA PLANTA BAJA:**

1. Residencial    2. Salud    3. Educacional    4. Comercial    5. Hotelero    6. Oficinas    7. Industria  
8. Gubernamental    9. Bodegas    10. Estacionamientos    11. Histórico    12. Gimnasio  
13. Servicios de emergencia    14. Otros

Uso de la edificación     **3**                Observaciones: \_\_\_\_\_

Uso de la planta baja     **3**                Observaciones: \_\_\_\_\_

COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMAMANTE	FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES POST-SISMO	COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMAMANTE
--	---	--

SISTEMA ESTRUCTURAL PRINCIPAL

1. SISTEMA DE MARCOS:

1.1 Concreto 1.2 Acero 1.3 Madera

2. SISTEMA DE PAREDES:

2.1 Concreto 2.2 Mampostería confinada 2.3 Mampostería reforzada 2.4 Mampostería sin refuerzo 2.5 Adobe  
2.6 Bahareque 2.7 Madera

3. SISTEMA COMBINADO DE PAREDES Y MARCOS:

3.1 Marcos de concreto y paredes de concreto 3.2 Marcos de concreto y paredes de mampostería sin refuerzo  
3.3 Marcos de concreto y paredes de mampostería reforzada 3.4 Marcos de concreto y paredes de mampostería confinada  
3.5 Marcos de acero y paredes de concreto 3.6 Marcos de acero y paredes de mampostería sin refuerzo  
3.7 Marcos de acero y paredes de mampostería reforzada 3.8 Marcos de acero y paredes de mampostería confinada

4. OTROS

Sistema estructural en la dirección longitudinal  1.1 Sistema estructural en la dirección transversal  3.4

Observaciones: \_\_\_\_\_

SISTEMA DE ENTREPISO

1. CONCRETO:

1.1 Losa densa 1.2 Losa pre-fabricada 1.3 Losa reticular

2. ACERO:

2.1 Viga de alma llena con conectores 2.2 Viga de alma llena sin conectores 2.3 Metal deck

4. MADERA

5. OTROS

Sistema de entrepiso  1.1 Observaciones: \_\_\_\_\_

SECCIÓN 4. ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN

4.1 INESTABILIDAD GLOBAL DE LA EDIFICACIÓN

Condiciones de colapso: 1. Total 2. En elementos estructurales puntuales 3. No existe  2

Inclinación de la edificación o de algún nivel: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3

Daños severos en elementos estructurales: 1. En la mayoría 2. En varios 3. En pocos 4. No existe  3

Daños severos en elementos no estructurales: 1. En la mayoría 2. En varios 3. En pocos 4. No existe  3

DETERMINACIÓN DEL RIESGO POR INESTABILIDAD GLOBAL (basado en los 4 aspectos anteriores):

Bajo  Medio  Alto  Muy alto

RECOMENDACIONES

Restringir el paso en áreas  Apuntalar  Soporte lateral  No entrar  Evacuar edificación

Evaluación detallada de elementos estructurales  Evaluación detallada de elementos no estructurales

Demoler elementos NO estructurales en peligro de caer  Evaluación de ingeniería

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTEFORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO  
PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN  
EDIFICACIONES POST-SISMOCOMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTESECCIÓN 4. ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN  
4.2 CONDICIONES GEOTÉCNICAS

- Asentamiento de la edificación: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- Presencia de grietas en el suelo: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- Levantamiento del piso al interior y exterior de la edificación: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- Presencia de fugas de agua en el interior o exterior de la edificación: Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- Falla en talud o movimiento masivo del suelo: 1. General 2. Puntual 3. No existe  3
- Origen: 1. Producido por el sismo 2. Agravado por el sismo 3. Pre-existente 4. Existen dudas
- Presencia de grietas en la cresta o cabeza del talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- Presencia de surcos a lo largo de la pendiente del talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- Cicatrices o huellas de deslizamientos anteriores: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- Afloramiento o aporte de agua en el talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- Inclinación de árboles que evidencien movimiento de masa de suelo: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- Caída de rocas, bloques o masas de suelo del talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- 4.3 FACTORES EXTERNOS  3
- Peligro por inestabilidad (colapso) de edificaciones vecinas: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3

DETERMINACIÓN DEL RIESGO POR PROBLEMAS GEOTÉCNICOS (basado en los asentamientos, las fallas en taludes y el peligro por inestabilidad del talud o de edificaciones vecinas (aldeañas))

Bajo  Medio  Alto  Muy alto

## RECOMENDACIONES

- Restringir el paso en áreas  Cubrir con plástico las grietas en el suelo o en los taludes
- Rellenar grietas con suelo cemento  No entrar  Evacuar el agua con sistemas de drenaje
- Evaluación de ingeniería  Evacuar edificación

## SECCIÓN 5. CLASIFICACIÓN DE HABITABILIDAD

- HABITABLE "rótulo VERDE" (Cuando ambos riesgos fueron determinados bajos)
- USO RESTRINGIDO "rótulo AMARILLO" (Cuando se tiene al menos 1 riesgo medio)
- NO HABITABLE "rótulo NARANJA" (Cuando se tiene al menos 1 riesgo alto)
- INSEGURA "rótulo ROJO" (Cuando se tiene al menos 1 riesgo muy alto)

COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMANENTE

FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES POST-SISMO

COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMANENTE

SECCIÓN 6. TIPO DE INSPECCIÓN, NIVEL MÁS DAÑADO Y OCUPACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

Exterior parcial  Exterior completa  Interior parcial  Interior completa

Nivel con los elementos estructurales verticales más dañados (letra y número en paréntesis): \_\_\_\_\_

Al momento de la inspección la edificación o parte de ella estaba habitada:  SI  NO

Observaciones: Los elementos a los que se hace mención son las paredes transversales del tercer nivel, éstas se consideran de carga ya que no se visualizan juntas sísmicas.

SECCIÓN 7. COMENTARIOS


Sección	Comentarios
4	1.- Las paredes transversales de los ejes 3 y 5 del primer nivel fueron removidas para generar un Salón de Usos Múltiples, a pesar de que no se visualizan daños en el resto de elementos como lo son columnas, paredes y vigas, el hecho de remover esas paredes puede generar que la estructura sea más flexible en ese sentido provocando el golpeo del módulo con el cuerpo de escaleras. 2.- Las paredes del tercer nivel correspondientes a los ejes 1, 3, 5 y 7 a excepción de las restantes presentan una disposición de las unidades de ladrillo de arcilla en "Canto" y todas las paredes presentan grietas por los efectos fuera del plano que genera el sismo al hacer influencia en la estructura

SECCIÓN 8. PERSONA PARA CONTACTO (preferiblemente el propietario)

Nombre completo: Director Carlos Antonio Vasquez Ayala DUI: \_\_\_\_\_

Teléfono fijo: 2274-2794 Tel. Móvil 7712-1172 Propietario o inquilino: \_\_\_\_\_

SECCIÓN 9. PERSONA DEL COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMANENTE QUE RECIBE EL FORMULARIO

Nombre completo: Franklin Sidney Henríquez, F. 

Archivo en el que se guarda el formulario y las fotos: 0001-0608-1001-1

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTEFORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO  
PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN  
EDIFICACIONES POST-SISMOCOMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTE


Fecha del evento: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

CÓDIGO DE INSPECCIÓN: 0006-1001-2


N° Correlativo: 00001

## SECCIÓN 10. INSPECTORES Y FECHA DE LA INSPECCIÓN (Evaluación detallada)

Responsable de la brigada:

Profesión y nombre completo: Franklin Sidney Henríquez Mujivas F. 

Otros inspectores:

Profesión y nombre completo: Amilcar Alexander Larios Ardón F. 

Profesión y nombre completo: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_

Fecha de la inspección (dd/mm/aaaa): 10/01/2025 Hora (24 Hrs.): 12:00SECCIÓN 11 ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN  
DAÑOS EN ELEMENTOS ESTRUCTURALESEntrepiso más dañado (según evaluación de emergencia): Tercero (3<sup>a</sup>)

ELEMENTO	NIVELES DE DAÑO												NIN- GUNO (%)	Σ= 100%
	SEVERO (%)			FUERTE (%)			MODERADO (%)			LEVE (%)				
	<5	5-10	>10	<10	10-30	>30	<30	30-60	>60	<30	30-60	>60		
COLUMNAS													100	100
PAREDES									100					100
NUDOS													100	100
ELEMENTO	NIVELES DE DAÑO												NIN- GUNO (%)	Σ= 100%
	SEVERO (%)			FUERTE (%)			MODERADO (%)			LEVE (%)				
	<10	10-20	>20	<20	20-40	>40	<30	30-60	>60	<30	30-60	>60		
VIGAS							0-25						93.75	100
LOSA													100	100

## DETERMINACIÓN DEL RIESGO ESTRUCTURAL:

Bajo

Medio

Alto

Muy alto

## RECOMENDACIONES

Restringir el paso en áreas

No entrar

Posible demolición de toda la edificación

Evaluación de ingeniería

Evacuar edificación

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTE

FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO  
PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN  
EDIFICACIONES POST-SISMO

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTE

SECCIÓN 11 ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN

ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS DE SEGURIDAD TEMPORALES		
	REPARAR	APUNTALAR	SOPORTE LATERAL
COLUMNAS			
PAREDES	X		
NUDOS			
VIGAS	X		
ENTREPISOS			

DAÑOS EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

ELEMENTO	NIVELES DE DAÑO					MEDIDAS DE SEGURIDAD TEMPORALES			
	SEVERO	FUERTE	MODERADO	LEVE	NINGUNO	REPARAR	ANCLAR	REMOVER	REUBICAR
PAREDES DE FACHADA O PARAPETO				X		X			
PAREDES DIVISORIAS O DE RELLENO									
CIELOS FALSOS Y LUMINARIAS	X					X			
SISTEMA DE TECHO					X				
ESCALERAS									
TANQUES ELEVADOS									
DERRAME DE QUÍMICOS									
INSTALACIONES DE GAS									
INSTALACIONES ELÉCTRICAS									
INSTALACIONES HIDRÁULICAS									

DETERMINACIÓN DEL RIESGO NO ESTRUCTURAL:

Bajo  Medio  Alto  Muy alto

RECOMENDACIONES

Restringir el paso en áreas  No entrar  Remover elementos  Evacuar edificación

SECCIÓN 12. CLASIFICCIÓN DE LA HABITABILIDAD (Basada en los riegos por inestabilidad global, por problemas geotécnicos, estructural y no estructural. En caso de replicas revisar el riesgo por inestabilidad y por problemas geotécnicos)

EVALUACIÓN DE EMERGENCIA

Riesgo por inestabilidad global:  Bajo  Medio  Alto  Muy alto  
 Riesgo por problemas geotécnicos:  Bajo  Medio  Alto  Muy alto

EVALUACIÓN DETALADA

Riesgo estructural:  Bajo  Medio  Alto  Muy alto  
 Riesgo no estructural:  Bajo  Medio  Alto  Muy alto

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMANENTEFORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO  
PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN  
EDIFICACIONES POST-SISMOCOMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMANENTE

## SECCIÓN 12. CLASIFICACIÓN DE LA HABITABILIDAD

- HABITABLE "rótulo VERDE" (Si las 4 clasificaciones de riesgo fueron bajas)
- USO RESTRINGIDO "rótulo AMARILLO" (Si fue asignada por lo menos 1 clasificación de RIESGO MEDIO)
- NO HABITABLE "rótulo NARANJA" (Si fue asignada 1 o 2 clasificaciones de RIESGO ALTO)
- INSEGURA "rótulo ROJO" (Si fue asignada por lo menos 1 clasificación de RIESGO MUY ALTO o 3 de RIESGO ALTO)

## SECCIÓN 13. RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA EDIFICACIÓN

Se necesita evaluación de ingeniería por aspectos:  Estructurales  Geotécnicos  Servicios públicos

Se recomienda la intervención de:  Compañía de electricidad  Bomberos  Cuerpos de socorro  
 Sistema Nacional de Protección Civil  ANDA  PNC

Se recomienda:  Restringir el paso de peatones  Restringir tráfico vehicular  
 Evacuar edificación  Evacuar edificaciones vecinas  
 Desconectar:  Agua  Electricidad  Gas  
 Posible demolición de la edificación  Retirar elementos no estructurales en peligro de caer

## SECCIÓN 14. CONDICIONES PRE-EXISTENTES

CONDICIÓN	EVALUACIÓN	Nº
POSICIÓN DE LA EDIFICACIÓN EN SU MANZANA	1. RESTRINGIDA POR AMBOS COSTADOS 2. LIBRE POR UN COSTADO 3. LIBRE POR DOS COSTADOS	1
REGULARIDAD EN PLANTA	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	1
REGULARIDAD EN ALTURA	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	1
CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	1
CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	1
CONFIGURACIÓN DEL TECHO	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	1
PENDIENTE DEL TERRENO	1. PLANA 2. INCLINADA 3. MUY INCLINADA	1
HAY INDICIOS DE DAÑOS POR SISMOS ANTERIORES	1. SI 2. NO 3. EXISTEN DUDAS	1
HUBO INTERVENCIÓN DE LOS DAÑOS POR SISMOS ANTERIORES	1. TOTAL 2. PARCIAL 3. NO SE REPARÓ 4. EXISTEN DUDAS	2
MORFOLOGÍA DE LA ZONA	1. CRESTA DEL TALUD 2. TALUD 3. PIE DEL TALUD 4. PLANICIE 5. ZONA URBANA 6. MARGEN DE RÍO O QUEBRADA	5

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMANENTEFORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO  
PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN  
EDIFICACIONES POST-SISMOCOMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMANENTE

## SECCIÓN 15. TIPO DE INSPECCIÓN Y OCUPACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

 Exterior parcial     Exterior completa     Interior parcial     Interior completa

 Al momento de la inspección la edificación o parte de ella estaba habitada:     SI     NO

 Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## SECCIÓN 16. COMENTARIOS

Sección	Comentarios
11	<p>1.- Se confirmó que el nivel más dañado es el tercero.</p> <p>2.- Todas las paredes en el sentido transversal tienen la característica en las unidades de ladrillo de arcilla dispuestos en canto, las paredes no tienen un confinamiento adecuado con nervaduras de concreto, todas presentan los mismos patrones de fisuras diagonales y verticales atribuibles a los efectos fuera del plano que causan flexión en las mismas debido a los sismos, las fisuras oscilan en los 1.5 mm y cruzan la totalidad de la sección.</p> <p>2.- La viga del eje "7" presenta una fisura vertical en el centro del claro y se extiende hasta la mitad de la pared, esta también puede atribuirse a los efectos fuera del plano y defectos constructivos ya que en la sección de la viga está embebido un polín espacial por el cual causa la grieta.</p>

## SECCIÓN 17. PERSONA PARA CONTACTO (preferiblemente el propietario)

 Nombre completo: Director Carlos Antonio Vasquez Ayala DUI: \_\_\_\_\_

 Teléfono fijo: 2274-2794 Tel. Móvil 7712-1192 Propietario o inquilino: Inquilino



### 5.3 Llenado del formulario de inspección de campo para la etapa de evaluación de emergencia y detallada del Módulo de Escaleras.

COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMANENTE	FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES POST-SISMO	COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMANENTE
Fecha del evento: ___/___/___		CÓDIGO DE INSPECCIÓN: <u>0608-1001-3</u>
N° Correlativo: 00001		

**SECCIÓN 1. INSPECTORES Y FECHA DE LA INSPECCIÓN (Evaluación de emergencia)**

Responsable de la brigada:  
Profesión y nombre completo: Amilcar Alexander Larios Ardón F: [Firma]

Otros inspectores:  
Profesión y nombre completo: Franklin Sidney Henríquez Menjivar F: [Firma]

Profesión y nombre completo: \_\_\_\_\_ F: \_\_\_\_\_

Fecha de la inspección (dd/mm/aaaa): 13/01/2025 Hora (24 Hrs.): 08:00

**SECCIÓN 2. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN**

Departamento: San Salvador  
Municipio: San Salvador Centro

Coordenadas (GPS) de la edificación: X= 476531.7167 Y= 290119.2263 Z= 748.00

Dirección: Av. Boquín Calle Barcelona #12, Col. Boquín, Distrito de Mejicanos

Nombre: Centro Escolar "Colonia San Ramón"

**AÑO DE CONSTRUCCIÓN**

1. Antes de 1966    2. De 1966 a 1988    3. De 1989 a 1996    4. A partir de 1997   

Año aproximado de construcción: 1984

**SECCIÓN 3. DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN**

Dimensiones aproximadas:      Número de pisos:    Sobre el nivel del terreno       Sótanos

Frente (m): 4.00      Altura del 1<sup>er</sup> nivel (m): 3.20      Altura del 1<sup>er</sup> sótano: \_\_\_\_\_

Fondo (m): 7.00      Altura del 2<sup>do</sup> nivel (m): 3.20      Altura del 2<sup>do</sup> sótano: \_\_\_\_\_

Área (m<sup>2</sup>): 28.00      Altura total (m): 10.47

---

**USO PRINCIPAL DE LA EDIFICACIÓN Y LA PLANTA BAJA:**

1. Residencial    2. Salud    3. Educacional    4. Comercial    5. Hotelero    6. Oficinas    7. Industria  
8. Gubernamental    9. Bodegas    10. Estacionamientos    11. Histórico    12. Gimnasio  
13. Servicios de emergencia    14. Otros

Uso de la edificación                    Observaciones: \_\_\_\_\_

Uso de la planta baja                    Observaciones: \_\_\_\_\_

COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMANENTE	FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES POST-SISMO	COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMANENTE
--	---	--

**SISTEMA ESTRUCTURAL PRINCIPAL**

**1. SISTEMA DE MARCOS:**

1.1 Concreto    1.2 Acero    1.3 Madera

**2. SISTEMA DE PAREDES:**

2.1 Concreto    2.2 Mampostería confinada    2.3 Mampostería reforzada    2.4 Mampostería sin refuerzo    2.5 Adobe  
2.6 Bahareque    2.7 Madera

**3. SISTEMA COMBINADO DE PAREDES Y MARCOS:**

3.1 Marcos de concreto y paredes de concreto    3.2 Marcos de concreto y paredes de mampostería sin refuerzo  
3.3 Marcos de concreto y paredes de mampostería reforzada    3.4 Marcos de concreto y paredes de mampostería confinada  
3.5 Marcos de acero y paredes de concreto    3.6 Marcos de acero y paredes de mampostería sin refuerzo  
3.7 Marcos de acero y paredes de mampostería reforzada    3.8 Marcos de acero y paredes de mampostería confinada

**4. OTROS**

Sistema estructural en la dirección longitudinal  Sistema estructural en la dirección transversal

Observaciones: \_\_\_\_\_

**SISTEMA DE ENTREPISO**

**1. CONCRETO:**

1.1 Losa densa    1.2 Losa pre-fabricada    1.3 Losa reticular

**2. ACERO:**

2.1 Viga de alma llena con conectores    2.2 Viga de alma llena sin conectores    2.3 Metal deck

**4. MADERA**

**5. OTROS**

Sistema de entrepiso  Observaciones: \_\_\_\_\_

**SECCIÓN 4. ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN**

**4.1 INESTABILIDAD GLOBAL DE LA EDIFICACIÓN**

Condiciones de colapso: 1. Total    2. En elementos estructurales puntuales    3. No existe

Inclinación de la edificación o de algún nivel: 1. Evidente    2. Existen dudas    3. No existe

Daños severos en elementos estructurales: 1. En la mayoría    2. En varios    3. En pocos    4. No existe

Daños severos en elementos no estructurales: 1. En la mayoría    2. En varios    3. En pocos    4. No existe

**DETERMINACIÓN DEL RIESGO POR INESTABILIDAD GLOBAL (basado en los 4 aspectos anteriores):**

Bajo     Medio     Alto     Muy alto

**RECOMENDACIONES**

Restringir el paso en áreas     Apuntalar     Soporte lateral     No entrar     Evacuar edificación  
 Evaluación detallada de elementos estructurales     Evaluación detallada de elementos no estructurales  
 Demoler elementos NO estructurales en peligro de caer     Evaluación de ingeniería

COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMAMANTE	FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES POST-SISMO	COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMAMANTE
--	---	--

## SECCIÓN 4. ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN

## 4.2 CONDICIONES GEOTÉCNICAS

Asentamiento de la edificación: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
Presencia de grietas en el suelo: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
Levantamiento del piso al interior y exterior de la edificación: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
Presencia de fugas de agua en el interior o exterior de la edificación: Evidente 2. Existen dudas 3. No existe	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
Falla en talud o movimiento masivo del suelo: 1. General 2. Puntual 3. No existe	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
Origen: 1. Producido por el sismo 2. Agravado por el sismo 3. Pre-existente 4. Existen dudas	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4
Presencia de grietas en la cresta o cabeza del talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
Presencia de surcos a lo largo de la pendiente del talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
Cicatrices o huellas de deslizamientos anteriores: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
Afloramiento o aporte de agua en el talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
Inclinación de árboles que evidencien movimiento de masa de suelo: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
Caída de rocas, bloques o masas de suelo del talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
4.3 FACTORES EXTERNOS	
Peligro por inestabilidad (colapso) de edificaciones vecinas: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe	<input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3

DETERMINACIÓN DEL RIESGO POR PROBLEMAS GEOTÉCNICOS (basado en los asentamientos, las fallas en taludes y el peligro por inestabilidad del talud o de edificaciones vecinas (aledañas))

Bajo
  Medio
  Alto
  Muy alto

## RECOMENDACIONES

<input type="checkbox"/> Restringir el paso en áreas	<input type="checkbox"/> Cubrir con plástico las grietas en el suelo o en los taludes
<input type="checkbox"/> Rellenar grietas con suelo cemento	<input type="checkbox"/> No entrar <input type="checkbox"/> Evacuar el agua con sistemas de drenaje
<input type="checkbox"/> Evaluación de ingeniería	<input type="checkbox"/> Evacuar edificación

## SECCIÓN 5. CLASIFICACIÓN DE HABITABILIDAD

HABITABLE "rótulo VERDE" (Cuando ambos riesgos fueron determinados bajos)  
 USO RESTRINGIDO "rótulo AMARILLO" (Cuando se tiene al menos 1 riesgo medio)  
 NO HABITABLE "rótulo NARANJA" (Cuando se tiene al menos 1 riesgo alto)  
 INSEGURA "rótulo ROJO" (Cuando se tiene al menos 1 riesgo muy alto)

COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMANENTE	FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES POST-SISMO	COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMANENTE
--	---	--

**SECCIÓN 6. TIPO DE INSPECCIÓN, NIVEL MÁS DAÑADO Y OCUPACIÓN DE LA EDIFICACIÓN**

Exterior parcial   
  Exterior completa   
  Interior parcial   
  Interior completa

Nivel con los elementos estructurales verticales más dañados (letra y número en paréntesis): \_\_\_\_\_

Al momento de la inspección la edificación o parte de ella estaba habitada:   
 SI   
 NO

Observaciones: \_\_\_\_\_

**SECCIÓN 7. COMENTARIOS**

Sección	Comentarios
4	1.- Primer nivel: se visualizan grietas en paredes de relleno que conforman la bodega ubicada en el primer nivel. Además se evidencia despostillamiento en la viga perimetral secundaria paralela al eje "E" debido al golpeo del cuerpo de escaleras con el módulo norte.
	2.- Segundo nivel: se observan fisuras en losas de escaleras, en la viga secundaria del eje "S" se visualizan fisuras y desprendimientos del concreto en la zona confinada. Además, se observan despostillamientos de la viga perimetral secundarias paralela al eje "B" debido al golpeo con el módulo "sur", también se aprecian algunas fisuras leves en las columnas.
	3.- No se observan daños estructurales, pero si en cielo falso e instalaciones eléctricas.

**SECCIÓN 8. PERSONA PARA CONTACTO (preferiblemente el propietario)**

Nombre completo: Director Carlos Antonio Vasquez Agala    DUI: \_\_\_\_\_

Teléfono fijo: 2274-2794    Tel. Móvil 7712-1122    Propietario o inquilino: Inquilino

**SECCIÓN 9. PERSONA DEL COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMANENTE QUE RECIBE EL FORMULARIO**

Nombre completo: Amilcar Alexander Lario Ardon    F.

Archivo en el que se guarda el formulario y las fotos: 0001-0608-1001-1

COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMANENTE	FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES POST-SISMO	COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMANENTE
Fecha del evento: ___ / ___ / ___		CÓDIGO DE INSPECCIÓN: <u>0608 - 1001 - 4</u>
N° Correlativo: 00001		

## SECCIÓN 10. INSPECTORES Y FECHA DE LA INSPECCIÓN (Evaluación detallada)

Responsable de la brigada:  
Profesión y nombre completo: Amílcar Alexander Larios Ardón F. [Signature]

Otros inspectores:  
Profesión y nombre completo: Franklin Sidney Henríquez Menjivar F. [Signature]

Profesión y nombre completo: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_

Fecha de la inspección (dd/mm/aaaa): \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ Hora (24 Hrs.): 12 : 00

SECCIÓN 11 ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN  
DAÑOS EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Entrepiso más dañado (según evaluación de emergencia): Segundo (2º)

ELEMENTO	NIVELES DE DAÑO												NIN- GUNO (%)	Σ= 100%	
	SEVERO (%)			FUERTE (%)			MODERADO (%)			LEVE (%)					
	<5	5-10	>10	<10	10-30	>30	<30	30-60	>60	<30	30-60	>60			
COLUMNAS										25				75	100
PAREDES															
NUDOS							25					25		50	100
ELEMENTO	NIVELES DE DAÑO												NIN- GUNO (%)	Σ= 100%	
	SEVERO (%)			FUERTE (%)			MODERADO (%)			LEVE (%)					
	<10	10-20	>20	<20	20-40	>40	<30	30-60	>60	<30	30-60	>60			
VIGAS							20					20		60	100
LOSA											11.11			88.89	100

## DETERMINACIÓN DEL RIESGO ESTRUCTURAL:

Bajo
  Medio
  Alto
  Muy alto

## RECOMENDACIONES

Restringir el paso en áreas
  No entrar
  Posible demolición de toda la edificación

Evaluación de ingeniería
  Evacuar edificación

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMANENTE

FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO  
PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN  
EDIFICACIONES POST-SISMO

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMANENTE

SECCIÓN 11 ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN

ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS DE SEGURIDAD TEMPORALES		
	REPARAR	APUNTALAR	SOPORTE LATERAL
COLUMNAS	X		
PAREDES			
NUDOS	X		
VIGAS	X		
ENTREPISOS	X		

DAÑOS EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

ELEMENTO	NIVELES DE DAÑO					MEDIDAS DE SEGURIDAD TEMPORALES			
	SEVERO	FUERTE	MODERADO	LEVE	NINGUNO	REPARAR	ANCLAR	REMOVER	REUBICAR
PAREDES DE FACHADA O PARAPETO				X		X			
PAREDES DIVISORIAS O DE RELLENO				X		X			
CIELOS FALSOS Y LUMINARIAS	X					X			
SISTEMA DE TECHO					X				
ESCALERAS									
TANQUES ELEVADOS									
DERRAME DE QUÍMICOS									
INSTALACIONES DE GAS									
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	X					X			
INSTALACIONES HIDRÁULICAS									

DETERMINACIÓN DEL RIESGO NO ESTRUCTURAL:

Bajo  Medio  Alto  Muy alto

RECOMENDACIONES

Restringir el paso en áreas  No entrar  Remover elementos  Evacuar edificación

SECCIÓN 12. CLASIFICACIÓN DE LA HABITABILIDAD (Basada en los riesgos por inestabilidad global, por problemas geotécnicos, estructural y no estructural. En caso de replicas revisar el riesgo por inestabilidad y por problemas geotécnicos)

EVALUACIÓN DE EMERGENCIA

Riesgo por inestabilidad global:  Bajo  Medio  Alto  Muy alto

Riesgo por problemas geotécnicos:  Bajo  Medio  Alto  Muy alto

EVALUACIÓN DETALADA

Riesgo estructural:  Bajo  Medio  Alto  Muy alto

Riesgo no estructural:  Bajo  Medio  Alto  Muy alto

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMANENTEFORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO  
PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN  
EDIFICACIONES POST-SISMOCOMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMANENTE

## SECCIÓN 12. CLASIFICCIÓN DE LA HABITABILIDAD

- HABITABLE "rótulo VERDE" (Si las 4 clasificaciones de riesgo fueron bajas)
- USO RESTRINGIDO "rótulo AMARILLO" (Si fue asignada por lo menos 1 clasificación de RIESGO MEDIO)
- NO HABITABLE "rótulo NARANJA" (Si fue asignada 1 o 2 clasificaciones de RIESGO ALTO)
- INSEGURA "rótulo ROJO" (Si fue asignada por lo menos 1 clasificación de RIESGO MUY ALTO o 3 de RIESGO ALTO)

## SECCIÓN 13. RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA EDIFICACIÓN

Se necesita evaluación de ingeniería por aspectos:  Estructurales  Geotécnicos  Servicios públicos

Se recomienda la intervención de:  Compañía de electricidad  Bomberos  Cuerpos de socorro  
 Sistema Nacional de Protección Civil  ANDA  PNC

Se recomienda:  Restringir el paso de peatones  Restringir tráfico vehicular  
 Evacuar edificación  Evacuar edificaciones vecinas  
 Desconectar:  Agua  Electricidad  Gas  
 Posible demolición de la edificación  Retirar elementos no estructurales en peligro de caer

## SECCIÓN 14. CONDICIONES PRE-EXISTENTES

CONDICIÓN	EVALUACIÓN	Nº
POSICIÓN DE LA EDIFICACIÓN EN SU MANZANA	1. RESTRINGIDA POR AMBOS COSTADOS    2. LIBRE POR UN COSTADO 3. LIBRE POR DOS COSTADOS	1
REGULARIDAD EN PLANTA	1. BUENA    2. REGULAR    3. MALA	1
REGULARIDAD EN ALTURA	1. BUENA    2. REGULAR    3. MALA	1
CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN	1. BUENA    2. REGULAR    3. MALA	1
CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL	1. BUENA    2. REGULAR    3. MALA	1
CONFIGURACIÓN DEL TECHO	1. BUENA    2. REGULAR    3. MALA	1
PENDIENTE DEL TERRENO	1. PLANA    2. INCLINADA    3. MUY INCLINADA	1
HAY INDICIOS DE DAÑOS POR SISMOS ANTERIORES	1. SI    2. NO    3. EXISTEN DUDAS	1
HUBO INTERVENCIÓN DE LOS DAÑOS POR SISMOS ANTERIORES	1. TOTAL    2. PARCIAL    3. NO SE REPARÓ    4. EXISTEN DUDAS	3
MORFOLOGÍA DE LA ZONA	1. CRESTA DEL TALUD URBANA    2. TALUD    3. PIE DEL TALUD    4. PLANICIE    5. ZONA 6. MARGEN DE RÍO O QUEBRADA	5

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMANENTEFORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO  
PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN  
EDIFICACIONES POST-SISMOCOMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMANENTE

## SECCIÓN 15. TIPO DE INSPECCIÓN Y OCUPACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

 Exterior parcial     Exterior completa     Interior parcial     Interior completa

 Al momento de la inspección la edificación o parte de ella estaba habitada:     SI     NO

 Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## SECCIÓN 16. COMENTARIOS

Sección	Comentarios
11	1.- Se confirmó que el nivel más dañado es el segundo. 2.- La columna que presenta daños es la "5D" con fisuras leves de 0.25 mm. 3.- La viga más dañada es la secundaria ubicada en el eje "5" con fisuras a cortante que van desde los 0.2 - 1 mm. 4.- Los nodos que presentan daños son los correspondientes al eje "5" entre la vigas secundaria y columnas, donde se ubica el descanso de las escaleras. 5.- La viga perimetral secundaria de cierre paralela al eje "B" tiene despostillamiento debido al golpeo con el Módulo "Sur", por tal razón se recomienda un estudio de ingeniería para revisar la rigidez de la estructura y verificar las derivas de entrepiso y verificar el estado de los elementos señalados con daños.

## SECCIÓN 17. PERSONA PARA CONTACTO (preferiblemente el propietario)

 Nombre completo: Director Antonio Vásquez Ayala    DUI: \_\_\_\_\_

 Teléfono fijo: 2274-2794    Tel. Móvil 7712-1172    Propietario o inquilino: Inquilino



## 5.4 Llenado del formulario de inspección de campo para la etapa de evaluación de emergencia y detallada del Módulo Norte.

COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMAMANTE	FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES POST-SISMO	COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMAMANTE
Fecha del evento: ___/___/___		CÓDIGO DE INSPECCIÓN: ___-___-___
N° Correlativo: 00001		

**SECCIÓN 1. INSPECTORES Y FECHA DE LA INSPECCIÓN (Evaluación de emergencia)**

Responsable de la brigada:  
Profesión y nombre completo: Amilcar Alexander Larios F. [Firma]

Otros inspectores:  
Profesión y nombre completo: Franklin Sidney Henríquez F. [Firma]

Profesión y nombre completo: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_

Fecha de la inspección (dd/mm/aaaa) : 14 / 01 / 2025 Hora (24 Hrs.): 08 : 00

**SECCIÓN 2. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN**

Departamento: San Salvador  
Municipio: San Salvador Centro

Coordenadas (GPS) de la edificación: X= 476531.7167 Y= 290118.2263 Z= 748

Dirección: Av. Boguín, Calle Barcelona, Col. Boguín, Distrito de Mejicanos

Nombre Centro Escolar Colonia San Ramón

**AÑO DE CONSTRUCCIÓN**

1. Antes de 1966    2. De 1966 a 1988    3. De 1989 a 1996    4. A partir de 1997    2

Año aproximado de construcción: 1,984

**SECCIÓN 3. DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN**

Dimensiones aproximadas:	Número de pisos: Sobre el nivel del terreno <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">3</span>	Sótanos <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">0</span>
Frente (m): <u>7.40</u>	Altura del 1 <sup>er</sup> nivel (m): <u>3.2</u>	Altura del 1 <sup>er</sup> sótano: _____
Fondo (m): <u>21.00</u>	Altura del 2 <sup>do</sup> nivel (m): <u>3.2</u>	Altura del 2 <sup>do</sup> sótano: _____
Área (m <sup>2</sup> ): <u>155.4</u>	Altura total (m): <u>10.47</u>	

---

**USO PRINCIPAL DE LA EDIFICACIÓN Y LA PLANTA BAJA:**

1. Residencial    2. Salud    3. Educacional    4. Comercial    5. Hotelero    6. Oficinas    7. Industria  
8. Gubernamental    9. Bodegas    10. Estacionamientos    11. Histórico    12. Gimnasio  
13. Servicios de emergencia    14. Otros

Uso de la edificación 3    Observaciones: \_\_\_\_\_

Uso de la planta baja 3    Observaciones: \_\_\_\_\_

COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMAMANTE	FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES POST-SISMO	COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMAMANTE
--	---	--

**SISTEMA ESTRUCTURAL PRINCIPAL**

1. SISTEMA DE MARCOS:  
1.1 Concreto 1.2 Acero 1.3 Madera

2. SISTEMA DE PAREDES:  
2.1 Concreto 2.2 Mampostería confinada 2.3 Mampostería reforzada 2.4 Mampostería sin refuerzo 2.5 Adobe  
2.6 Bahareque 2.7 Madera

3. SISTEMA COMBINADO DE PAREDES Y MARCOS:  
3.1 Marcos de concreto y paredes de concreto 3.2 Marcos de concreto y paredes de mampostería sin refuerzo  
3.3 Marcos de concreto y paredes de mampostería reforzada 3.4 Marcos de concreto y paredes de mampostería  
confinada 3.5 Marcos de acero y paredes de concreto 3.6 Marcos de acero y paredes de mampostería sin refuerzo  
3.7 Marcos de acero y paredes de mampostería reforzada 3.8 Marcos de acero y paredes de mampostería confinada

4. OTROS

Sistema estructural en la dirección longitudinal  Sistema estructural en la dirección transversal

Observaciones: \_\_\_\_\_

**SISTEMA DE ENTREPISO**

1. CONCRETO:  
1.1 Losa densa 1.2 Losa pre-fabricada 1.3 Losa reticular

2. ACERO:  
2.1 Viga de alma llena con conectores 2.2 Viga de alma llena sin conectores 2.3 Metal deck

4. MADERA  
5. OTROS

Sistema de entrepiso  Observaciones: \_\_\_\_\_

**SECCIÓN 4. ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN**

**4.1 INESTABILIDAD GLOBAL DE LA EDIFICACIÓN**

Condiciones de colapso: 1. Total 2. En elementos estructurales puntuales 3. No existe

Inclinación de la edificación o de algún nivel: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe

Daños severos en elementos estructurales: 1. En la mayoría 2. En varios 3. En pocos 4. No existe

Daños severos en elementos no estructurales: 1. En la mayoría 2. En varios 3. En pocos 4. No existe

---

**DETERMINACIÓN DEL RIESGO POR INESTABILIDAD GLOBAL (basado en los 4 aspectos anteriores):**

Bajo  Medio  Alto  Muy alto

---

**RECOMENDACIONES**

Restringir el paso en áreas  Apuntalar  Soporte lateral  No entrar  Evacuar edificación

Evaluación detallada de elementos estructurales  Evaluación detallada de elementos no estructurales

Demoler elementos NO estructurales en peligro de caer  Evaluación de ingeniería

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTEFORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO  
PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN  
EDIFICACIONES POST-SISMOCOMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTE

## SECCIÓN 4. ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN

## 4.2 CONDICIONES GEOTÉCNICAS

- Asentamiento de la edificación: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- Presencia de grietas en el suelo: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- Levantamiento del piso al interior y exterior de la edificación: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- Presencia de fugas de agua en el interior o exterior de la edificación: Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- Falla en talud o movimiento masivo del suelo: 1. General 2. Puntual 3. No existe  3
- Origen: 1. Producido por el sismo 2. Agravado por el sismo 3. Pre-existente 4. Existen dudas  -
- Presencia de grietas en la cresta o cabeza del talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- Presencia de surcos a lo largo de la pendiente del talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- Cicatrices o huellas de deslizamientos anteriores: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- Afloramiento o aporte de agua en el talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- Inclinación de árboles que evidencien movimiento de masa de suelo: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- Caída de rocas, bloques o masas de suelo del talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3
- 4.3 FACTORES EXTERNOS  3
- Peligro por inestabilidad (colapso) de edificaciones vecinas: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe  3

DETERMINACIÓN DEL RIESGO POR PROBLEMAS GEOTÉCNICOS (basado en los asentamientos, las fallas en taludes y el peligro por inestabilidad del talud o de edificaciones vecinas (aledañas))

- Bajo  Medio  Alto  Muy alto

## RECOMENDACIONES

- Restringir el paso en áreas  Cubrir con plástico las grietas en el suelo o en los taludes
- Rellenar grietas con suelo cemento  No entrar  Evacuar el agua con sistemas de drenaje
- Evaluación de ingeniería  Evacuar edificación

## SECCIÓN 5. CLASIFICACIÓN DE HABITABILIDAD

- HABITABLE "rótulo VERDE" (Cuando ambos riegos fueron determinados bajos)
- USO RESTRINGIDO "rótulo AMARILLO" (Cuando se tiene al menos 1 riego medio)
- NO HABITABLE "rótulo NARANJA" (Cuando se tiene al menos 1 riesgo alto)
- INSEGURA "rótulo ROJO" (Cuando se tiene al menos 1 riesgo muy alto)



COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTEFORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO  
PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN  
EDIFICACIONES POST-SISMOCOMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTEFecha del evento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ CÓDIGO DE INSPECCIÓN: 0608 - 1001 - 6 N° Correlativo: 00001

## SECCIÓN 10. INSPECTORES Y FECHA DE LA INSPECCIÓN (Evaluación detallada)

Responsable de la brigada:

Profesión y nombre completo: Amilcar Alexander Larios Arden F. [Signature]

Otros inspectores:

Profesión y nombre completo: Franklin Sidney Henríquez Mojivar F. [Signature]

Profesión y nombre completo: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_

Fecha de la inspección (dd/mm/aaaa): 14/01/2025 Hora (24 Hrs.): 12 : 00SECCIÓN 11 ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN  
DAÑOS EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Entrepiso más dañado (según evaluación de emergencia): \_\_\_\_\_

ELEMENTO	NIVELES DE DAÑO												NIN- GUNO (%)	Σ= 100%	
	SEVERO (%)			FUERTE (%)			MODERADO (%)			LEVE (%)					
	<5	5-10	>10	<10	10-30	>30	<30	30-60	>60	<30	30-60	>60			
COLUMNAS														100	100
PAREDES														100	100
NUDOS														100	100
ELEMENTO	NIVELES DE DAÑO												NIN- GUNO (%)	Σ= 100%	
	SEVERO (%)			FUERTE (%)			MODERADO (%)			LEVE (%)					
	<10	10-20	>20	<20	20-40	>40	<30	30-60	>60	<30	30-60	>60			
VIGAS														100	100
LOSA														100	100

## DETERMINACIÓN DEL RIESGO ESTRUCTURAL:

Bajo

Medio

Alto

Muy alto

## RECOMENDACIONES

Restringir el paso en áreas

No entrar

Posible demolición de toda la edificación

Evaluación de ingeniería

Evacuar edificación

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTE

FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO  
PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN  
EDIFICACIONES POST-SISMO

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTE

SECCIÓN 11 ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN

ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS DE SEGURIDAD TEMPORALES		
	REPARAR	APUNTALAR	SOPORTE LATERAL
COLUMNAS			
PAREDES			
NUDOS			
VIGAS			
ENTREPISOS			

DAÑOS EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

ELEMENTO	NIVELES DE DAÑO					MEDIDAS DE SEGURIDAD TEMPORALES			
	SEVERO	FUERTE	MODERADO	LEVE	NINGUNO	REPARAR	ANCLAR	REMOVER	REUBICAR
PAREDES DE FACHADA O PARAPETO									
PAREDES DIVISORIAS O DE RELLENO									
CIELOS FALSOS Y LUMINARIAS				X		X			
SISTEMA DE TECHO									
ESCALERAS									
TANQUES ELEVADOS									
DERRAME DE QUÍMICOS									
INSTALACIONES DE GAS									
INSTALACIONES ELÉCTRICAS									
INSTALACIONES HIDRÁULICAS									

DETERMINACIÓN DEL RIESGO NO ESTRUCTURAL:

Bajo     Medio     Alto     Muy alto

RECOMENDACIONES

Restringir el paso en áreas     No entrar     Remover elementos     Evacuar edificación

SECCIÓN 12. CLASIFICCIÓN DE LA HABITABILIDAD (Basada en los riegos por inestabilidad global, por problemas geotécnicos, estructural y no estructural. En caso de replicas revisar el riesgo por inestabilidad y por problemas geotécnicos)

EVALUACIÓN DE EMERGENCIA

Riesgo por inestabilidad global:  Bajo     Medio     Alto     Muy alto

Riesgo por problemas geotécnicos:  Bajo     Medio     Alto     Muy alto

EVALUACIÓN DETALADA

Riesgo estructural:  Bajo     Medio     Alto     Muy alto

Riesgo no estructural:  Bajo     Medio     Alto     Muy alto

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTEFORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO  
PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN  
EDIFICACIONES POST-SISMOCOMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTE

## SECCIÓN 12. CLASIFICCIÓN DE LA HABITABILIDAD

- HABITABLE "rótulo VERDE" (Si las 4 clasificaciones de riesgo fueron bajas)
- USO RESTRINGIDO "rótulo AMARILLO" (Si fue asignada por lo menos 1 clasificación de RIESGO MEDIO)
- NO HABITABLE "rótulo NARANJA" (Si fue asignada 1 o 2 clasificaciones de RIESGO ALTO)
- INSEGURA "rótulo ROJO" (Si fue asignada por lo menos 1 clasificación de RIESGO MUY ALTO o 3 de RIESGO ALTO)

## SECCIÓN 13. RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA EDIFICACIÓN

Se necesita evaluación de ingeniería por aspectos:  Estructurales  Geotécnicos  Servicios públicos

Se recomienda la intervención de:  Compañía de electricidad  Bomberos  Cuerpos de socorro  
 Sistema Nacional de Protección Civil  ANDA  PNC

Se recomienda:  Restringir el paso de peatones  Restringir tráfico vehicular  
 Evacuar edificación  Evacuar edificaciones vecinas  
 Desconectar:  Agua  Electricidad  Gas  
 Posible demolición de la edificación  Retirar elementos no estructurales en peligro de caer

## SECCIÓN 14. CONDICIONES PRE-EXISTENTES

CONDICIÓN	EVALUACIÓN	Nº
POSICIÓN DE LA EDIFICACIÓN EN SU MANZANA	1. RESTRINGIDA POR AMBOS COSTADOS 2. LIBRE POR UN COSTADO 3. LIBRE POR DOS COSTADOS	1
REGULARIDAD EN PLANTA	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	1
REGULARIDAD EN ALTURA	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	1
CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	1
CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	1
CONFIGURACIÓN DEL TECHO	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	1
PENDIENTE DEL TERRENO	1. PLANA 2. INCLINADA 3. MUY INCLINADA	1
HAY INDICIOS DE DAÑOS POR SISMOS ANTERIORES	1. SI 2. NO 3. EXISTEN DUDAS	2
HUBO INTERVENCIÓN DE LOS DAÑOS POR SISMOS ANTERIORES	1. TOTAL 2. PARCIAL 3. NO SE REPARÓ 4. EXISTEN DUDAS	2
MORFOLOGÍA DE LA ZONA	1. CRESTA DEL TALUD 2. TALUD 3. PIE DEL TALUD 4. PLANICIE 5. ZONA URBANA 6. MARGEN DE RÍO O QUEBRADA	5





## 5.5 Esquema de ubicación de daños

### 5.5.1 Daños en vigas

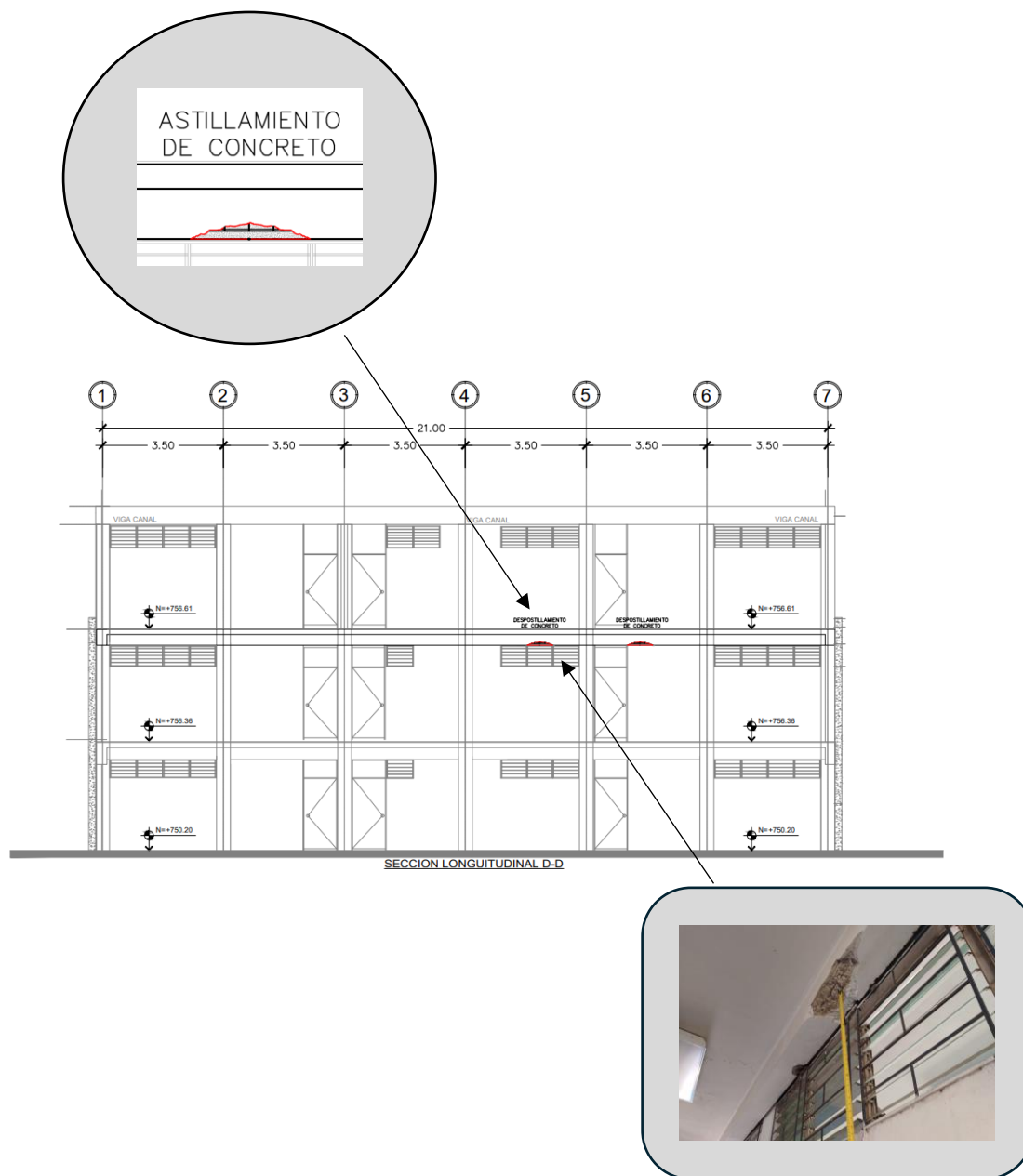


Imagen No. 5-4. Esquema de daños en vigas perimetrales de escaleras, segundo nivel, paralelas a Módulo Sur.

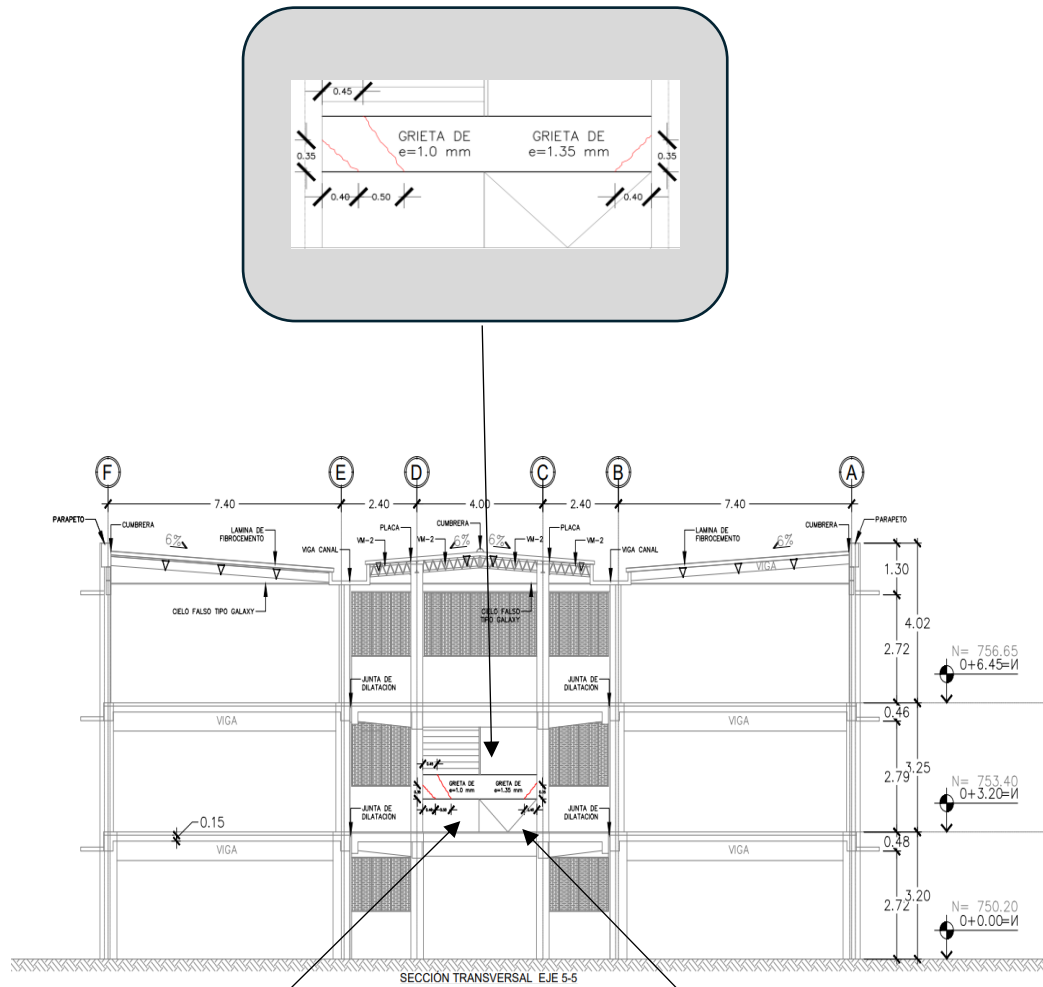


Imagen No. 5-5. Esquema de daños en viga de descanso de escaleras, segundo nivel.

### 5.5.2 Daños en paredes

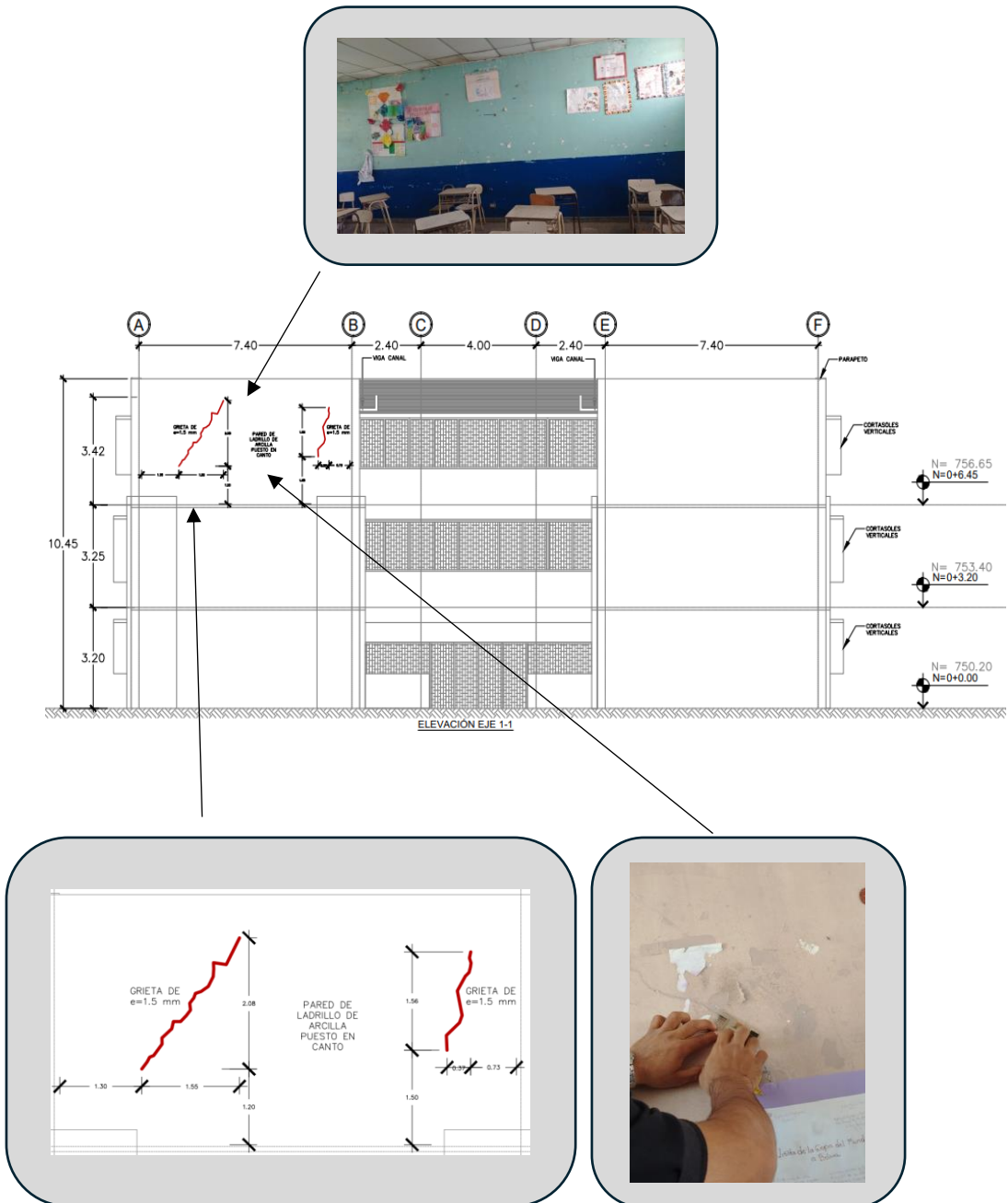


Imagen No. 5-6. Esquema de daños en pared de mampostería de ladrillo de barro, tercer nivel, eje 1-1, tramo A-B.

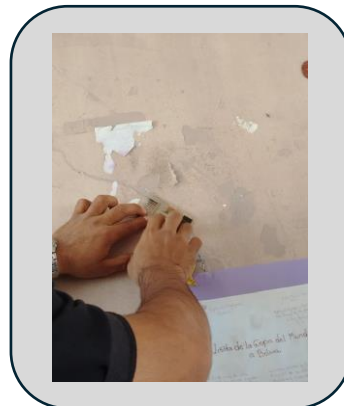
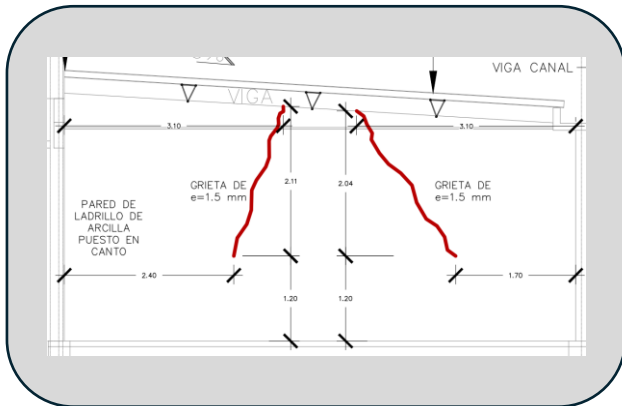
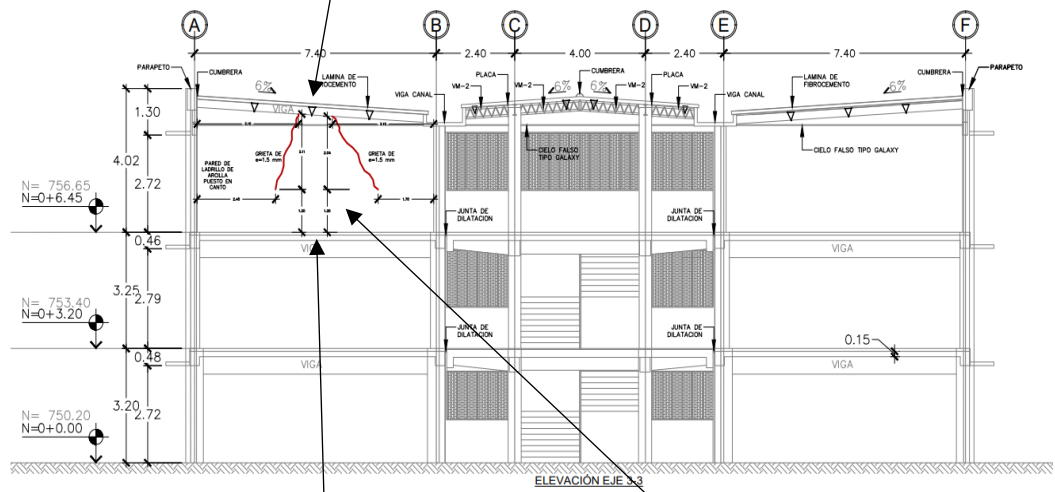


Imagen No. 5-7. Esquema de daños en pared de mampostería de ladrillo de barro, tercer nivel, eje 3-3, tramo A-B.

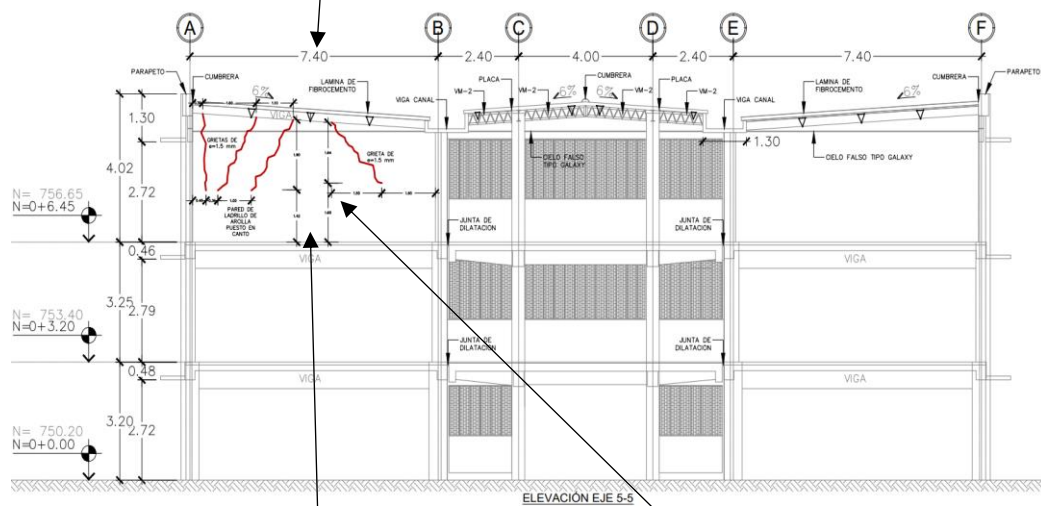
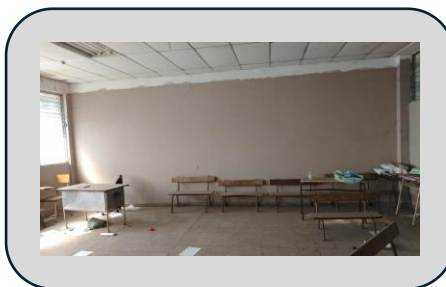


Imagen No. 5-8. Esquema de daños en pared de mampostería de ladrillo de barro, tercer nivel, eje 5-5, tramo A-B.

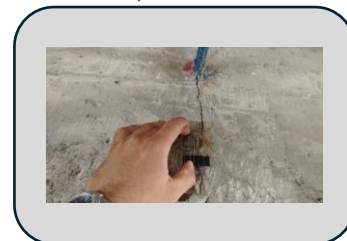
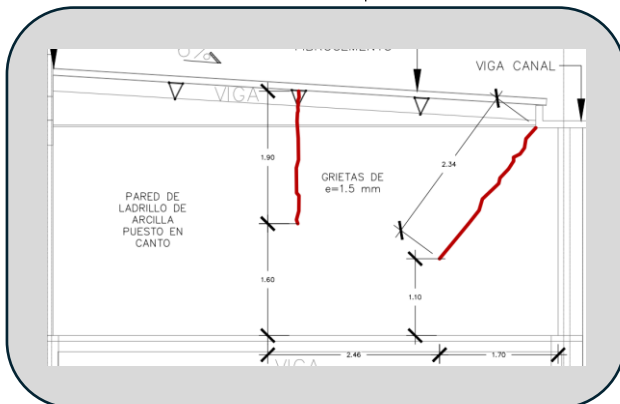
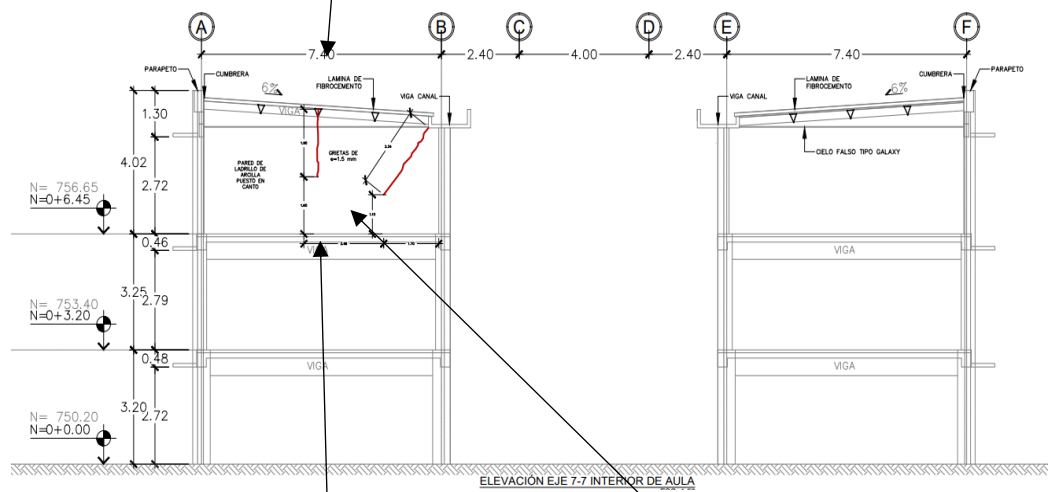


Imagen No. 5-9. Esquema de daños en pared de mampostería de ladrillo de barro, tercer nivel, eje 7-7, tramo A-B.

### 5.5.3 Daños en losas

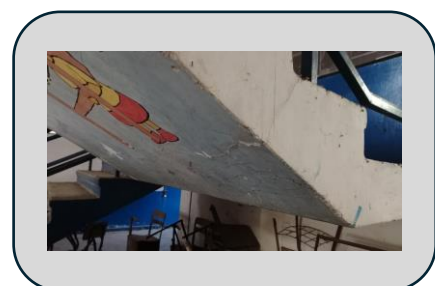
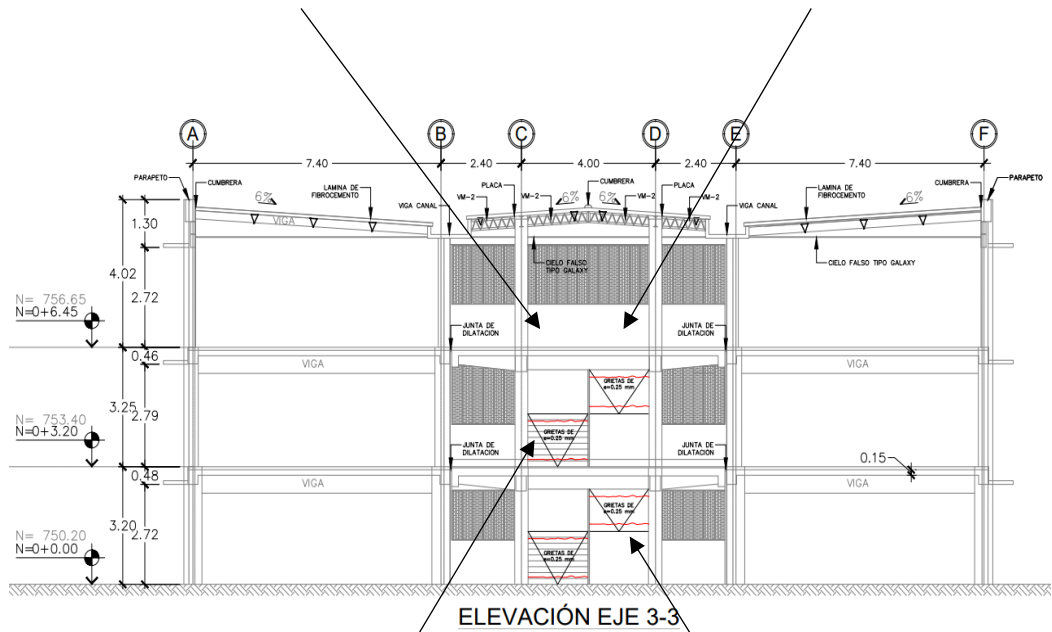
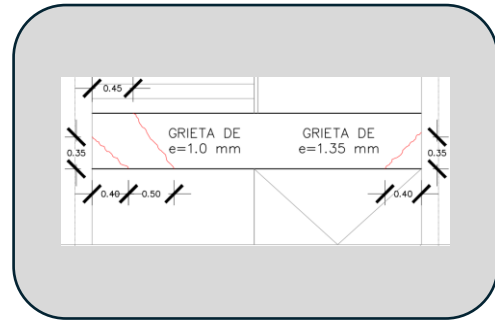


Imagen No. 5-10. Esquema de daños en losas de escaleras.

## **CAPÍTULO VI: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DEL LEVANTAMIENTO DE DAÑOS Y CONDICIONES EXISTENTES.**

### **6.1 Aspectos globales de la condición actual del edificio**

Los tres módulos del edificio de tres niveles cuentan con un sistema estructural de marcos de concreto reforzado. Aunque los módulos están cercanos, se consideran independientes debido a las juntas de 5 cm que separan las estructuras. Sin embargo, las evidencias de daños indican que estas juntas son insuficientes para evitar que los módulos choquen entre sí durante eventos sísmicos, aunque la estructuración permite identificarlos por separado.

Cada módulo tiene techo flexible, soportada por polines metálicos del tipo espacial, vigas metálicas del tipo Macomber y cubierta de techo de fibrocemento.



*Imagen No. 6-1. Estructura y cubierta de techos*

La junta entre los módulos norte y sur con el módulo de escaleras no se refleja en las cubiertas de techos, lo que podría causar daños durante un evento sísmico.

El espesor estructural estimado de la losa tipo densa es de 15 cm en todos los entrepisos, incluyendo las losas de escaleras.

La condición del material de la junta sísmica entre los módulos está en malas condiciones, aparentemente semirrígidas, ya que han perdido flexibilidad, lo que ha permitido que algunas vigas en contacto pierdan el acabado.



*Imagen No. 6-2. Condición actual de la junta sísmica entre módulos.*

El módulo sur y el módulo norte son similares, con la diferencia que el módulo sur carece de paredes en el primer entrepiso para los ejes 3 y 5, lo que

implica una irregularidad de rigideces en el primer entresuelo, dando la impresión de un piso débil y flexible. Las paredes de ladrillo en el tercer nivel del módulo sur presentan grietas atribuibles a acciones fuera del plano. Además, las paredes ligadas a los marcos de concreto del tercer nivel en el módulo sur fueron construidas con ladrillo puesto de canto, lo que proporciona menor rigidez y capacidad.

El módulo norte posee paredes existentes en los ejes 1, 3, 5 y 7, que se pueden definir como paredes de ladrillo de barro puestas de lazo. Estas paredes están en contacto directo con las columnas del marco estructural, por lo que se considera que contribuyen en cierta medida a la rigidez y resistencia de los marcos en la dirección corta durante eventos sísmicos. El módulo norte carece de paredes de esquina en la dirección corta.

Aunque las paredes de ladrillos de barro adosadas a los ejes 1, 3, 5 y 7 contribuyen a la rigidez y resistencia, se desconoce si el diseñador las consideró de esa manera o si se debió a falta de detalles o deficiencias constructivas, eliminando las juntas entre paredes y columnas.

En los ejes A, B, E y F, las paredes están desligadas de los marcos de concreto por una junta "flexible" de aproximadamente 1 cm. Por la edad de la edificación, estas juntas en su mayoría se encuentran endurecidas y parecen no ser efectivas en su funcionalidad. En algunos casos, las columnas presentan leves fisuras en la cara de la columna a nivel de repisa de paredes, lo que indica

interacción entre paredes y columnas por tener una junta semi endurecida, pero sin llegar a un efecto de columna corta.

El sistema estructural de marcos resistentes a momento no presenta daños aparentes en columnas, vigas y nudos en los módulos norte y sur. Sin embargo, el levantamiento de daños en el módulo de escaleras indica un mal desempeño de la estructura ante eventos sísmicos, con evidencia de golpeteo entre módulos, grietas por tensión diagonal en vigas, fisuras en losas de escaleras y posibles deficiencias constructivas en nudos entre vigas y columnas.

Durante la inspección de daños en la edificación, se verificó la verticalidad de columnas y paredes, también la horizontalidad de vigas y losas auxiliándose de herramientas como la plomada y nivel de caja. En ninguno de los casos se encontró desplome o desnivel.



*Imagen No. 6-3. Verificación de verticalidad en columna tipo C-1, eje F,4.*



*Imagen No. 6-4. Verificación de horizontalidad en viga, eje D, tramo 3-5.*

## **6.2 Condiciones geotécnicas de la edificación**

No se han identificado condiciones geotécnicas desfavorables en ninguno de los módulos que componen el edificio. Se realizó una inspección visual y no se observaron asentamientos ni grietas en el suelo, no se detectaron levantamientos en los pisos interiores o exteriores de la edificación. Además, no se evidencian fallas en el talud, ni movimientos masivos de suelo ni riesgos asociados a estos. A pesar de la presencia de un pequeño talud en la parte poniente del edificio, no se observaron grietas en la cresta o cabeza de este, ni surcos a lo largo de la pendiente. Tampoco se hallaron cicatrices o huellas de deslizamientos previos, ni afloramientos de agua en el talud. Además, no hay árboles que indiquen movimiento de masas de suelo ni caídas de rocas en la zona.

## **6.3 Comparación de condiciones existentes con los requerimientos de las normativas de diseño por sismo vigentes en el país**

Debido a la fecha de construcción, se concluye que la estructura es precódigo, lo que implica que muy probablemente no cumple con algunos de los requisitos de los reglamentos sísmicos actuales en el país.

Se observa una irregularidad en la rigidez de la estructura en altura, originada por la eliminación de las paredes de ladrillo en los ejes 3 y 5 del primer entresuelo, lo que genera la apariencia de un piso flexible.

En planta la edificación no parece tener irregularidades en ninguno de los módulos.

### 6.3.1 Deriva permisible de acuerdo con la NTDS-97

Las acciones sísmicas a las que está expuesta la estructura de los módulos, debido a los daños observados, indican que la deriva existente entre módulos es insuficiente según la normativa sísmica actual.

Las estructuras de centros educativos son consideradas como importancia I, por tanto, la deriva máxima permisible aplicable para cada módulo de la edificación es  $0.01h_{sx}$ .

#### VALORES ADMISIBLES DE LA DERIVA DE ENTREPISO $\Delta_a$ (\*)

Tipo de Edificio	Categoría de Ocupación		
	I	II	III
Edificio de un piso en Acero Estructural sin ningun equipo ligado a la estructura y sin acabados frágiles.	$0.015 h_{sx}$	$0.020 h_{sx}$	S.L. (**)
Edificios de 4 pisos o menos y sin acaba dos frágiles.	$0.010 h_{sx}$	$0.015 h_{sx}$	$0.020 h_{sx}$
Todos los otros Edificios	$0.010 h_{sx}$	$0.015 h_{sx}$	$0.015 h_{sx}$

(\*)  $h_{sx}$  es la altura del entrepiso debajo del nivel x


(\*\*) S.L. = sin límite.


Tabla No 6-1 Valores Admisibles de la deriva de entrepiso.


Fuente: NTDS-9

#### **6.4 Levantamiento de daños y patologías**

A continuación, como complemento a la información recabada se presenta la “Ficha de levantamiento de daños y patologías” que tiene como objeto clasificar y describir el daño, así como sus causas y sintomatología, para finalmente generar recomendaciones de intervención localizada en cada uno de los elementos según la naturaleza de la patología, esto para poder rehabilitar el elemento y evitar el agravamiento del daño. La metodología de reparación recomendada no constituye la única alternativa viable, dado que existen otros procedimientos técnicamente adecuados que pueden implementarse conforme a las condiciones específicas del caso y criterios de ingeniería; además, dichas propuestas podrían modificarse a medida que se avance en el estudio de ingeniería, el cual incluye el cálculo estructural independiente de cada módulo.


<b>LEVANTAMIENTO DE DAÑOS Y PATOLOGÍAS</b>		
<b>LEVANTÓ:</b> FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR, AMÍLCAR ALEXANDER LARIOS ARDÓN		
<b>UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN:</b> CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMON, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO		<b>FECHA DE TOMA:</b> <b>10/01/2025</b>
<b>ELEMENTO:</b>	COLUMNA TIPO CG-2	
<b>NIVEL:</b>	NIVEL 2	
<b>EJE:</b>	EJE NUMERAL 3, E	
<b>TRAMO:</b>	-	
<b>Observaciones:</b>		
<b>FOTOGRAFÍA</b>		<b>TIPO DE DAÑO:</b> <i>Fisuras en columnas presente únicamente en el repello</i>
		
<b>CLASIFICACIÓN DEL DAÑO:</b> <i>daño a nivel de acabado del elemento</i>		
<b>DESCRIPCIÓN DEL DAÑO:</b> <i>la imagen muestra las fisuras horizontales en la columna, el patrón es repetitivo en varias de las columnas del módulo central de escaleras, y la medida de las fisuras oscila entre 0.15 a 0.20 mm, únicamente se encuentra a nivel de acabado</i>		
<b>CAUSA Y SINTOMATOLOGÍA:</b> <i>Aparición de fisuras en el concreto. La causa principal podría estar relacionado con deficiencias en el proceso constructivo de los acabados del elemento.</i>		
<b>RECOMENDACIÓN:</b> <i>Escarificar la parte superficial del acabado, limpiar y colocar aditivo de unión de mortero endurecido con mortero nuevo, finalmente dar el acabado deseado.</i>		


<b>LEVANTAMIENTO DE DAÑOS Y PATOLOGÍAS</b>							
<b>LEVANTÓ:</b> FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR, AMÍLCAR ALEXANDER LARIOS ARDÓN							
<b>UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN:</b> CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMON, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO							
<b>ELEMENTO:</b>	PARED DE RELLENO (mampostería de ladrillo de barro cocido)						
<b>NIVEL:</b>	1 (EN BODEGA)						
<b>EJE:</b>	EJE D						
<b>TRAMO:</b>	EJES NUMERALES 5 Y 6						
<b>FECHA DE TOMA:</b> 10/01/2025							
<b>Observaciones:</b>							
<b>FOTOGRAFÍA</b>	<b>TIPO DE DAÑO:</b> Grietas en pared de relleno en el módulo de escaleras.						
							
<b>CLASIFICACIÓN DEL DAÑO:</b>							
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Fuerte	<input type="checkbox"/>	severo	<input type="checkbox"/>
<b>DESCRIPCIÓN DEL DAÑO:</b>							
La imagen muestra una grieta de 0.8 mm a lo largo de toda la longitud de la mampostería de relleno, en el módulo central de escaleras, a 20 cm bajo la altura del cargadero y una grieta vertical en la misma.							
<b>CAUSA Y SINTOMATOLOGÍA:</b>							
La grieta de 0.8 mm localizada en el módulo central de las escaleras es producido por los movimientos sísmicos ocurridos en el país desde la fecha de su construcción, debido a la excedencia de la capacidad de resistencia a los esfuerzos cortantes de la mampostería. Los síntomas de esta patología incluyen la presencia de grietas verticales y horizontales visibles a lo largo la pared.							
<b>RECOMENDACIÓN:</b>							
Reforzamiento mediante laminación con ferrocemento en pared de ladrillo de obra. Con la aplicación de este método de reforzamiento en una pared de ladrillo de obra existente, se aumenta la resistencia a cargas horizontales mediante la laminación. Para ello, se coloca una malla metálica mediante clavos (con suficiente área superficial) en la pared de ladrillo de obra existente. En el perímetro se colocan piezas angulares de acero con anclajes, o clavos para concreto, como contramedida a movimientos fuera del plano de la pared. Finalmente, se aplica una capa de mortero de acabado. recomendación basada en: Fichas informativas de métodos de reforzamientos estructural – Proyecto HOKYO.							

<b>LEVANTAMIENTO DE DAÑOS Y PATOLOGÍAS</b>							
<b>LEVANTÓ:</b> FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR, AMÍLCAR ALEXANDER LARIOS ARDÓN							
<b>UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN:</b> CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMON, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO		<b>FECHA DE TOMA:</b> 10/01/2025					
<b>ELEMENTO:</b>	PARED DE RELLENO (mampostería de ladrillo de barro cocido)						
<b>NIVEL:</b>	1 (EN BODEGA)						
<b>EJE:</b>	EJE NUMERAL 5						
<b>TRAMO:</b>	ENTRE EJES C Y D						
<b>Observaciones:</b>							
<b>FOTOGRAFÍA</b>		<b>TIPO DE DAÑO:</b> Fisura en pared de relleno en el módulo de escaleras					
<b>CLASIFICACIÓN DEL DAÑO:</b>							
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Fuerte	<input type="checkbox"/>	severo	<input type="checkbox"/>
<b>DESCRIPCIÓN DEL DAÑO:</b>							
La imagen muestra una fisura de la pared del eje 5, ubicada en bodega del módulo central de escaleras en el primer nivel.							
<b>CAUSA Y SINTOMATOLOGÍA</b>							
la fisura observada en la pared de mampostería de relleno, clasificada como un daño ligero, ha surgido en la intersección entre la columna y la pared debido al endurecimiento del material de la junta. Este fenómeno puede ser resultado de una falta de flexibilidad en la junta de unión entre la columna y la pared, lo que genera una transferencia de esfuerzos no adecuados durante los movimientos producidos por las cargas laterales generadas por sismo. Los síntomas de esta patología incluyen la presencia de fisuras visibles que pueden aumentar con el tiempo, afectando tanto la estética como la funcionalidad, y potencialmente incrementando el riesgo de daños adicionales en la pared.							
<b>RECOMENDACIÓN:</b>							
Escarificar la superficie, Efectuar limpieza de escombros y partículas de polvo, utilizar aditivo tipo SIKADUR 32 o similar para unir mortero con la pared, realizar el acabado deseado.							

<b>LEVANTAMIENTO DE DAÑOS Y PATOLOGÍAS</b>				
<b>LEVANTÓ:</b> FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR, AMÍLCAR ALEXANDER LARIOS ARDÓN				
<b>UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN:</b> CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMON, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO		<b>FECHA DE TOMA:</b> 10/01/2025		
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA TIPO VC-1			
<b>NIVEL:</b>	1 (VIGA PERIMETRAL DE MODULO DE ESCALERAS)			
<b>EJE:</b>	PARALELA AL EJE E			
<b>TRAMO:</b>	ENTRE EJES NUMERALES 5 Y 6			
<b>Observaciones:</b>				
<b>FOTOGRAFÍA</b>		<b>TIPO DE DAÑO:</b> Astillamiento en viga perimetral de escaleras primer nivel, frente a la bodega con módulo norte		
<b>CLASIFICACIÓN DEL DAÑO:</b>				
Leve	x	Moderado	Fuerte	severo
<b>DESCRIPCIÓN DEL DAÑO:</b>				
La imagen muestra el astillamiento producido en viga, ubicada en bodega del módulo central de escaleras, perceptible desde el primer nivel.				
<b>CAUSA Y SINTOMATOLOGÍA:</b>				
Causado por el golpeteo entre el módulo norte y el módulo central de escaleras, lo que indica una deriva aparentemente insuficiente entre ambos módulos. Esta falta de separación adecuada genera movimientos relativos entre las estructuras, provocando el impacto repetido que ha resultado en el astillamiento de la viga. Los síntomas de esta patología incluyen la presencia de áreas con pérdidas de recubrimiento de la viga, las cuales son perceptibles desde el primer nivel.				
<b>RECOMENDACIÓN:</b>				
Escarificar la superficie, Efectuar limpieza de escombros y partículas de polvo, aplicar SIKA TOP ARMATEC 110 en la superficie escarificada y rellenar al menos 2 cm con SIKA TOP 123 PLUS.				

<b>LEVANTAMIENTO DE DAÑOS Y PATOLOGÍAS</b>		
<b>LEVANTÓ: FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR, AMÍLCAR ALEXANDER LARIOS ARDÓN</b>		
<b>UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN: CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMON, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO</b>		<b>FECHA DE TOMA: 10/01/2025</b>
<b>ELEMENTO:</b>	LOSA DE ESCALERAS	
<b>NIVEL:</b>	PERCEPTIBLE DESDE EL NIVEL 1	
<b>EJE:</b>	-	
<b>TRAMO:</b>	ENTRE PRIMER Y SEGUNDO NIVEL	
<b>Observaciones:</b>		
		<b>TIPO DE DAÑO:</b> Fisuras en losa de escaleras
<b>CLASIFICACIÓN DEL DAÑO:</b>		
Leve	x	Moderado
		Fuerte
		severo
<b>DESCRIPCIÓN DEL DAÑO:</b>		
este tipo de fisura es repetitivo en todas las losas de escaleras, específicamente cerca de la unión con los descansos y vigas del nivel superior		
Las imágenes muestran las fisuras de 0.35 mm en las losas de escaleras, las fisuras se extienden en todo el espesor de la losa, hasta generar unión con la huella		
<b>CAUSA Y SINTOMATOLOGÍA:</b>		
El daño observado en las losas de escaleras, específicamente en el acceso del primer nivel al segundo nivel en el tramo 2, es causado por la flexión de las losas, lo que indica que la capacidad del acero proporcionado en la estructura de las losas puede ser insuficiente para soportar o la distribución incorrecta del acero en estas áreas críticas no está compensando las tensiones generadas por la flexión. Los síntomas incluyen fisuras visibles en lo ancho y en el espesor de las losas, que se extienden hasta generar unión con la huella		
<b>RECOMENDACIÓN:</b>		
Apuntalar debidamente la losa, delimitar el área de corte con pulidora, Escarificar la superficie evitando el contacto con el acero, Efectuar limpieza de escombros y partículas de polvo, aplicar recubrimiento anticorrosivo y puente de adherencia SIKA TOP ARMATEC 110 o similar en la superficie escarificada y rellenar al menos 2.5 cm con SIKA TOP 123 PLUS o similar.		

<b>LEVANTAMIENTO DE DAÑOS Y PATOLOGÍAS</b>		
<b>LEVANTÓ:</b> FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR, AMÍLCAR ALEXANDER LARIOS ARDÓN		
<b>UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN:</b> CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMON, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO		<b>FECHA DE TOMA:</b> 10/01/2025
<b>ELEMENTO:</b>	LOSA DE ESCALERAS	
<b>NIVEL:</b>	PERCEPTIBLE DESDE EL NIVEL 2	
<b>EJE:</b>	-	
<b>TRAMO:</b>	ENTRE SEGUNDO Y TERCER NIVEL	
<b>Observaciones:</b>		
<b>FOTOGRAFÍA</b>		<b>TIPO DE DAÑO:</b> Fisuras en losa de escaleras
		
<b>CLASIFICACIÓN DEL DAÑO:</b>		
Leve	x	Moderado
		Fuerte
		severo
<b>DESCRIPCIÓN DEL DAÑO:</b>		
Las imágenes muestran las fisuras de 0.25 mm en las losas de escaleras, las fisuras se extienden en todo el espesor de la losa, hasta generar unión con la huella		
<b>CAUSA Y SINTOMATOLOGÍA:</b>		
El daño observado en las losas de escaleras, específicamente en el acceso del segundo al tercer nivel en el tramo, es causado por la flexión de las losas, lo que indica que la capacidad del acero proporcionado en la estructura de las losas puede ser insuficiente para soportar las cargas de uso. Este tipo de fisuras de 0.25 mm, es repetitivo en todas las losas de escaleras, especialmente cerca de la unión con los descansos y vigas del nivel superior, lo que sugiere que la falta de refuerzo adecuado o la distribución incorrecta del acero en estas áreas críticas no está compensando las tensiones generadas por la flexión. Los síntomas incluyen fisuras visibles a lo largo del tramo corto y del espesor de las losas, que se extienden hasta generar unión con la huella.		
<b>RECOMENDACIÓN:</b>		
Apuntalar debidamente la losa, delimitar el área de corte con pulidora, Escarificar la superficie evitando el contacto con el acero, Efectuar limpieza de escombros y partículas de polvo, aplicar recubrimiento anticorrosivo y puente de adherencia SIKA TOP ARMATEC 110 o similar en la superficie escarificada y rellenar al menos 2.5 cm con SIKA TOP 123 PLUS o similar.		

<b>LEVANTAMIENTO DE DAÑOS Y PATOLOGÍAS</b>		
<b>LEVANTÓ:</b> FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR, AMÍLCAR ALEXANDER LARIOS ARDÓN		
<b>UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN:</b> CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMON, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO		<b>FECHA DE TOMA:</b> 10/01/2025
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA (LAS DIMENSIONES SON IGUALES QUE VIGA VC-4)	
<b>NIVEL:</b>	PERCEPTIBLE DESDE EL NIVEL 2	
<b>EJE:</b>	EJE NUMERAL 5	
<b>TRAMO:</b>	ENTRE SEGUNDO Y TERCER NIVEL EJES C Y D	
<b>Observaciones:</b>		
<b>FOTOGRAFÍA</b>		<b>TIPO DE DAÑO:</b> Fisura a 45 grados en viga, y grieta vertical en la interfaz de la unión viga columna.
<b>CLASIFICACIÓN DEL DAÑO:</b>		
Leve	x	Moderado
		Fuerte
		severo
<b>DESCRIPCIÓN DEL DAÑO:</b>		
Las imágenes muestran las fisuras de 0.25 mm en diagonal en la viga de apoyo de la losa del descanso de escaleras, en acceso del segundo al tercer nivel. La grieta vertical con un ancho de 1 mm.		
<b>CAUSA Y SINTOMATOLOGÍA:</b>		
El daño observado, caracterizado por fisuras diagonales de 0,25 mm, podría ser consecuencia de una insuficiencia de refuerzo transversal en la zona confinada del elemento. El síntoma principal es la aparición de fisuras por tensión diagonal, evidenciadas en un ángulo de 45° en la imagen, junto con una grieta vertical que podría estar asociada a deficiencias constructivas, como la presencia de una junta de colado. Ante las demandas de esfuerzos por tensión diagonal, se ha observado un incremento en el espesor de la grieta vertical en la interfaz de unión entre la viga y la columna.		
<b>RECOMENDACIÓN:</b>		
Procedimiento de reparación: Apuntalar debidamente la viga, delimitar el área de corte con pulidora, proceder a demolición manual del concreto, hasta descubrir el acero de refuerzo. Efectuar limpieza del área afectada, moldear el elemento, colocar aditivo de unión de concreto nuevo a concreto endurecido, llenar con mortero expansivo SIKAGROUT 202 o similar, retirar el molde y afinar hasta dar el acabado deseado.		

<b>LEVANTAMIENTO DE DAÑOS Y PATOLOGÍAS</b>									
<b>LEVANTÓ:</b> FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR, AMÍLCAR ALEXANDER LARIOS ARDÓN									
<b>UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN:</b> CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMON, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO									
<b>ELEMENTO:</b>	PARED (mampostería de ladrillo de barro cocido puesto de canto)								
<b>NIVEL:</b>	3 (modulo sur)								
<b>EJE:</b>	EJE NUMERAL 5								
<b>TRAMO:</b>	ENTRE EJES A Y B								
<b>FECHA DE TOMA:</b> 10/01/2025									
<b>Observaciones:</b>									
<b>FOTOGRAFÍA</b>									
									
<b>TIPO DE DAÑO:</b> Grietas diagonales en paredes de mampostería									
<b>CLASIFICACIÓN DEL DAÑO:</b>									
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; border: 1px solid black;">Leve</td> <td style="width: 20%; border: 1px solid black;"></td> <td style="width: 20%; border: 1px solid black;">Moderado</td> <td style="width: 20%; border: 1px solid black; text-align: center;">x</td> <td style="width: 20%; border: 1px solid black;">Fuerte</td> <td style="width: 20%; border: 1px solid black;"></td> <td style="width: 20%; border: 1px solid black;">severo</td> <td style="width: 20%; border: 1px solid black;"></td> </tr> </table>		Leve		Moderado	x	Fuerte		severo	
Leve		Moderado	x	Fuerte		severo			
<b>DESCRIPCIÓN DEL DAÑO:</b>									
Las imágenes muestran, el agrietamiento diagonal en distintos puntos de la pared, el patrón es repetitivo en paredes de los ejes 1, 3, 5 y 7 del Módulo sur, las grietas oscilan entre 0.35 y 1.5 mm de espesor.									
<b>CAUSA Y SINTOMATOLOGÍA</b>									
La causa parece estar relacionada con el uso de ladrillos de barro cocido puestos de canto en la construcción de la mampostería. Este tipo de disposición de los ladrillos reduce la rigidez de las paredes, ya que los ladrillos de barro cocido colocados de esta manera no ofrecen la misma resistencia y capacidad de carga que si se hubieran dispuesto de manera tradicional. Como resultado, ante las demandas de cargas laterales las paredes son más susceptibles a sufrir este tipo de daños. Las grietas diagonales, que varían entre 0.35 y 1.5 mm de espesor, son el síntoma visible de este problema estructural. Las paredes mencionadas, se encuentran ligadas a las columnas, lo que también puede haber contribuido a concentrar tensiones en puntos específicos, generando el agrietamiento.									
<b>RECOMENDACIÓN:</b>									
Reforzamiento mediante laminación con ferrocemento en pared de ladrillo de obra, Con la aplicación de este método de reforzamiento en una pared de ladrillo de obra existente, se aumenta la resistencia a cargas horizontales mediante la laminación. Para ello, se coloca una malla metálica mediante clavos (con suficiente área superficial) en la pared de ladrillo de obra existente. En el perímetro se colocan piezas angulares de acero con anclajes, o clavos para concreto, como contramedida a movimientos fuera del plano de la pared. Finalmente, se aplica una capa de mortero de acabado. recomendación basada en: Fichas informativas de métodos de reforzamientos estructural – Proyecto HOKYO.									

<b>LEVANTAMIENTO DE DAÑOS Y PATOLOGÍAS</b>				
<b>LEVANTÓ:</b> FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR, AMÍLCAR ALEXANDER LARIOS ARDÓN				
<b>UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN:</b> CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMON, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO				
<b>ELEMENTO:</b>	VIGA TIPO VC-1			
<b>NIVEL:</b>	3 (VIGA PERIMETRAL DE MODULO DE ESCALERAS) perceptible desde nivel 2			
<b>EJE:</b>	PARALELA AL EJE B			
<b>TRAMO:</b>	ENTRE EJES NUMERALES 3 Y 5			
<b>Observaciones:</b>				
<b>FOTOGRAFÍA</b>	<b>TIPO DE DAÑO:</b> Desprendimiento de recubrimiento en viga tipo VC-3			
				
<b>CLASIFICACIÓN DEL DAÑO:</b>				
Leve	x	Moderado	Fuerte	severo
<b>DESCRIPCIÓN DEL DAÑO:</b>				
Las imágenes muestran la viga tipo VC-3, con desprendimiento del recubrimiento del concreto, hasta producir la pérdida de la capa protectora del acero.				
<b>CAUSA Y SINTOMATOLOGÍA:</b>				
La causa de este daño estructural en la viga tipo VC-3, ubicada entre los ejes 3 y 5, parece estar relacionada con una junta insuficiente de solo 5 cm entre los módulos, lo que permite el golpeteo constante entre el módulo central de las escaleras y los módulos sur y norte. El movimiento producido por la demanda sísmica y la falta de un adecuado espacio de dilatación provocan y la presencia de la defensa de las ventanas, provocaron esfuerzos adicionales en el recubrimiento de la viga, lo que conllevó a la pérdida del concreto. El síntoma de este problema es el desprendimiento del recubrimiento de concreto en la viga, que a medida que progresó, expuso el acero de refuerzo a condiciones ambientales. La condición actual de la junta es ineficiente, y no se ha desarrollado mantenimiento.				
<b>RECOMENDACIÓN:</b> Alinear la defensa al rostro interno de hueco de ventanas. Procedimiento de reparación: Apuntalar debidamente la viga, delimitar el área de corte con pulidora, escarificar la zona, Efectuar limpieza del área afectada, moldear el elemento, aplicar SIKATOP ARMATEC 110 o similar, llenar con expansivo SIKAGROUT 202 o similar, retirar el molde y afinar hasta dar el acabado deseado.				

<b>LEVANTAMIENTO DE DAÑOS Y PATOLOGÍAS</b>									
<b>LEVANTÓ:</b> FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR, AMÍLCAR ALEXANDER LARIOS ARDÓN									
<b>UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN:</b> CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMON, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO									
<b>ELEMENTO:</b>	PARED (mampostería de ladrillo de barro cocido puesto de canto)								
<b>NIVEL:</b>	3 (modulo sur)								
<b>EJE:</b>	EJE NUMERAL 7								
<b>TRAMO:</b>	Entre tramos de ejes A y B								
<b>FECHA DE TOMA:</b> 10/01/2025									
<b>Observaciones:</b>									
<b>FOTOGRAFÍA</b>									
									
<b>TIPO DE DAÑO:</b> Grieta vertical en pared de mampostería de barro cocido									
<b>CLASIFICACIÓN DEL DAÑO:</b>									
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Leve</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Fuerte</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>severo</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		Leve	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>	Fuerte	<input type="checkbox"/>	severo	<input type="checkbox"/>
Leve	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input checked="" type="checkbox"/>	Fuerte	<input type="checkbox"/>	severo	<input type="checkbox"/>		
<b>DESCRIPCIÓN DEL DAÑO:</b>									
Las imágenes muestran, el agrietamiento vertical en la viga de coronamiento y pared, la grieta observada es de un ancho de 1.5 mm y se encuentra en la mampostería de ladrillo de barro cocido puesto de canto.									
<b>CAUSA Y SINTOMATOLOGÍA:</b>									
El agrietamiento vertical en la viga de coronamiento y pared de mampostería de ladrillo de barro cocido, ubicada en el eje numeral 7, tramo de ejes A-B, tercer nivel (Módulo sur), clasificado como daño estructural moderado, puede deberse a la menor rigidez proporcionada por la viga y disposición de los ladrillos de canto. Además, la grieta observada, con un ancho de 1.5 mm, podría haber sido provocada por los esfuerzos generados por la transmisión de cargas del polin espacial de la estructura del techo, ubicado en dicho punto. La sintomatología de este tipo de daño incluye la aparición de grietas verticales, que indican tensiones internas en la mampostería.									
<b>RECOMENDACIÓN:</b>									
<p>Procedimiento de reparación: delimitar el área de corte con pulidora, proceder a demolición manual del concreto, hasta descubrir el acero de refuerzo. Efectuar limpieza del área afectada, moldear el elemento, colocar aditivo de unión de concreto nuevo a concreto endurecido, llenar con expansivo SIKAGROUT 202 0 similar, retirar el molde y afinar hasta dar el acabado deseado.</p> <p>Reforzamiento mediante laminación con ferrocemento en pared de ladrillo de obra con recomendación basada en: Fichas informativas de métodos de reforzamientos estructural - Proyecto HOKYO.</p>									

<b>LEVANTAMIENTO DE DAÑOS Y PATOLOGÍAS</b>							
<b>LEVANTÓ: FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR, AMÍLCAR ALEXANDER LARIOS ARDÓN</b>							
<b>UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN: CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMON, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO</b>		<b><u>FECHA DE TOMA:</u> 10/01/2025</b>					
<b>ELEMENTO:</b>	PARED (mampostería de ladrillo de barro cocido)						
<b>NIVEL:</b>	NIVEL 3						
<b>EJE:</b>	EJE NUMERAL 1						
<b>TRAMO:</b>	ENTRE A y B						
<b>Observaciones:</b>							
<b>FOTOGRAFÍA</b>		<b><u>TIPO DE DAÑO:</u></b> Daños por filtración de agua en la mampostería					
<b><u>CLASIFICACIÓN DEL DAÑO:</u></b>							
Leve	<input checked="" type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Fuerte	<input type="checkbox"/>	severo	<input type="checkbox"/>
<b><u>DESCRIPCIÓN DEL DAÑO:</u></b>							
la imagen muestra el daño producido en la pared por la filtración de agua, debido al deterioro de la cubierta de techo de fibrocemento.							
<b><u>CAUSA Y SINTOMATOLOGÍA:</u></b>							
Las causas incluyen filtraciones de agua, condensación. Es crucial solucionar la fuente de filtración para prevenir daños mayores. Los daños en la pared, causados por la filtración de agua debido al deterioro de la cubierta de techo de fibrocemento, se manifiesta mediante manchas, desprendimiento de pintura, y deterioro del material de repello.							
<b><u>RECOMENDACIÓN:</u></b>							
Reparar la cubierta de techo, realizar limpieza en la superficie de la pared, colocar una capa de sellador en la pared para evitar que la humedad vuelva a penetrar, este puede ser Sellador maestro de SIKA o similar, finalmente dar el acabado deseado.							

## **CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1 Conclusiones**

Al haber realizado el levantamiento de daños y estudio patológico en edificación de tres módulos en tres niveles, ubicado en Centro Escolar Colonia San Ramón, distrito de Mejicanos, se obtuvieron los resultados siguientes.

Los daños observados en la edificación reflejan una serie de deficiencias conceptuales en el diseño, acciones desarrolladas durante la vida útil del edificio y falta de mantenimiento. Las fisuras diagonales en las paredes de mampostería de relleno, con espesores entre 0.35 mm y 1.5 mm, Son atribuibles a la disposición de los ladrillos de barro puestos de canto, lo que reduce la rigidez de las paredes, haciéndolas más susceptibles ante las cargas laterales. La reducción de la rigidez debido a la ausencia de las paredes del primer nivel en los ejes 3 y 5, y la inexistencia de las paletas de concreto en el tercer nivel genera mayor flexibilidad en el tercer nivel, lo que ha producido el efecto de agrietamientos observados en las paredes de mampostería de ladrillo de barro en los ejes 1, 3, 5 y 7 del módulo sur, en el tercer nivel.

En cuanto a los daños en las vigas, particularmente la viga perimetral del módulo de escaleras, debido al dimensionamiento inadecuado de la junta sísmica, sumado a la falta de mantenimiento en el material colocado en las juntas ha permitido el golpeteo constante entre elementos de los módulos, lo que genera

esfuerzos adicionales que deterioran el concreto. Este deterioro se manifiesta en el desprendimiento del recubrimiento de concreto, y en un caso en específico exponiendo el acero a condiciones ambientales. En el caso de la viga que soporta el descanso de escaleras del segundo nivel, la orientación de las grietas manifiesta tensión diagonal, las cuales son resultado de un reforzamiento insuficientes en el elemento y el agrietamiento vertical en la interfaz de la unión viga columna se encuentra asociado principalmente, a malas prácticas constructivas, como lo puede ser la generación de una junta de colado.

Los daños encontrados en los diferentes elementos sismo resistentes de cada uno de los módulos no ponen en riesgo la estabilidad global de la estructura, no obstante, es importante reparar los daños presentes según las recomendaciones generadas en la ficha de “Levantamiento de daños y patologías” para evitar el agravamiento de los mismos.

## 7.2 Recomendaciones

1. Desarrollar ensayos para determinar la resistencia del concreto, ya sea mediante la extracción de núcleos según la metodología descrita en la Norma ASTM C 42, o ensayos no destructivos, específicamente el correspondiente al uso del Martillo Schmidt descrito en la Norma ASTM C 803.
2. Obtener muestras del acero que compone los elementos estructurales para la determinación de la resistencia según la metodología descrita en la Norma ASTM A 370.
3. Generar auscultación de acero en cada una de las secciones de los elementos estructurales para conocer diámetros, separación y recubrimientos, esto mediante el uso del pachómetro, ensayo ultrasónico, etc. Como resultado, no se dispone de la distribución detallada del refuerzo en la estructura.
4. Realizar revisión estructural de cada módulo de forma independiente, aplicando lo establecido en el Reglamento para la Seguridad de las Construcciones (RESESCO), con el fin de verificar si la edificación, que data de una época anterior a la implementación del código vigente, cumple con los reglamentos y normativas estructurales actuales.

5. Sustituir material flexible en juntas sísmicas.
6. Rehabilitar elementos no estructurales tales como paredes de relleno, cortasoles, cielos falsos, instalaciones eléctricas e hidráulicas, cubierta de techo y acabados para óptimo funcionamiento de las instalaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Carlos Vladimir Najarro Gálvez (2008). Tesis: METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES POST-SISMO. CIUDAD UNIVERSITARIA. Escuela de ingeniería Civil. San Salvador, El salvador.
2. Edwin Alexander Granados Mejía, Miguel Ángel Lemus Hernández (2003). Tesis: EVALUACIÓN DE DAÑOS TÍPICOS DE EDIFICACIONES EN EL ÁREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR ANTE LOS SISMOS OCURRIDOS EN 1986 Y 2001. CIUDAD UNIVERSITARIA. Escuela de ingeniería Civil. San Salvador, El salvador.
3. Roberto José Chicas Medrano, Walther Odyr Diaz Ríos, Edwin Josué Ventura Benítez (2015). Tesis: PROPUESTA Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL POR DESEMPEÑO SÍSMICO PARA EDIFICACIONES. CIUDAD UNIVERSITARIA. Escuela de ingeniería Civil. San Salvador, El salvador.
4. [https://opamss.org.sv/ova\\_doc/fichas\\_informativas\\_proyecto-hokyo/](https://opamss.org.sv/ova_doc/fichas_informativas_proyecto-hokyo/)
5. Hoja técnica de producto SikaTop-123 Plus

6. Hoja técnica de producto SikaTop-Armatec 110 EpoCem
7. Hoja técnica de producto Sika Gruot-202
8. <https://geovisor.opamss.org.sv/portal/apps/webappviewer/index.html?id=75516f55277d4dc89a22cb6dc60e38d1>

**ANEXOS**

**Anexo A.- “Formulario de inspección de campo”**

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTE

FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO  
PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN  
EDIFICACIONES POST-SISMO

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTE

Fecha del evento: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

CÓDIGO DE INSPECCIÓN: \_\_\_ - \_\_\_ - \_\_\_

N° Correlativo: 00001

SECCIÓN 1. INSPECTORES Y FECHA DE LA INSPECCIÓN (Evaluación de emergencia)

Responsable de la brigada:

Profesión y nombre completo: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_

Otros inspectores:

Profesión y nombre completo: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_

Profesión y nombre completo: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_

Fecha de la inspección (dd/mm/aaaa) : \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ Hora (24 Hrs.): \_\_\_ : \_\_\_

SECCIÓN 2. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

Departamento: \_\_\_\_\_

Municipio: \_\_\_\_\_

Coordenadas (GPS) de la edificación: X=\_\_\_\_\_ Y=\_\_\_\_\_ Z=\_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

AÑO DE CONSTRUCCIÓN

1. Antes de 1966    2. De 1966 a 1988    3. De 1989 a 1996    4. A partir de 1997

Año aproximado de construcción: \_\_\_\_\_

SECCIÓN 3. DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN

Dimensiones aproximadas:

Frente (m): \_\_\_\_\_

Fondo (m): \_\_\_\_\_

Área (m<sup>2</sup>): \_\_\_\_\_

Número de pisos:    Sobre el nivel del terreno

Sótanos

Altura del 1<sup>er</sup> nivel (m): \_\_\_\_\_    Altura del 1<sup>er</sup> sótano: \_\_\_\_\_

Altura del 2<sup>do</sup> nivel (m): \_\_\_\_\_    Altura del 2<sup>do</sup> sótano: \_\_\_\_\_

Altura total (m): \_\_\_\_\_

USO PRINCIPAL DE LA EDIFICACIÓN Y LA PLANTA BAJA:

1. Residencial    2. Salud    3. Educacional    4. Comercial    5. Hotelero    6. Oficinas    7. Industria  
8. Gubernamental    9. Bodegas    10. Estacionamientos    11. Histórico    12. Gimnasio  
13. Servicios de emergencia    14. Otros

Uso de la edificación

Observaciones: \_\_\_\_\_

Uso de la planta baja

Observaciones: \_\_\_\_\_

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTE

FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO  
PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN  
EDIFICACIONES POST-SISMO

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTE

SISTEMA ESTRUCTURAL PRINCIPAL

1. SISTEMA DE MARCOS:

1.1 Concreto 1.2 Acero 1.3 Madera

2. SISTEMA DE PAREDES:

2.1 Concreto 2.2 Mampostería confinada 2.3 Mampostería reforzada 2.4 Mampostería sin refuerzo 2.5 Adobe  
2.6 Bahareque 2.7 Madera

3. SISTEMA COMBINADO DE PAREDES Y MARCOS:

3.1 Marcos de concreto y paredes de concreto 3.2 Marcos de concreto y paredes de mampostería sin refuerzo  
3.3 Marcos de concreto y paredes de mampostería reforzada 3.4 Marcos de concreto y paredes de mampostería  
confinada 3.5 Marcos de acero y paredes de concreto 3.6 Marcos de acero y paredes de mampostería sin refuerzo  
3.7 Marcos de acero y paredes de mampostería reforzada 3.8 Marcos de acero y paredes de mampostería confinada

4. OTROS

Sistema estructural en la dirección longitudinal  Sistema estructural en la dirección transversal

Observaciones: \_\_\_\_\_

SISTEMA DE ENTREPISO

1. CONCRETO:

1.1 Losa densa 1.2 Losa pre-fabricada 1.3 Losa reticular

2. ACERO:

2.1 Viga de alma llena con conectores 2.2 Viga de alma llena sin conectores 2.3 Metal deck

4. MADERA

5. OTROS

Sistema de entrepiso  Observaciones: \_\_\_\_\_

SECCIÓN 4. ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN

4.1 INESTABILIDAD GLOBAL DE LA EDIFICACIÓN

Condiciones de colapso: 1. Total 2. En elementos estructurales puntuales 3. No existe

Inclinación de la edificación o de algún nivel: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe

Daños severos en elementos estructurales: 1. En la mayoría 2. En varios 3. En pocos 4. No existe

Daños severos en elementos no estructurales: 1. En la mayoría 2. En varios 3. En pocos 4. No existe

DETERMINACIÓN DEL RIESGO POR INESTABILIDAD GLOBAL (basado en los 4 aspectos anteriores):

Bajo  Medio  Alto  Muy alto

RECOMENDACIONES

Restringir el paso en áreas  Apuntalar  Soporte lateral  No entrar  Evacuar edificación

Evaluación detallada de elementos estructurales  Evaluación detallada de elementos no estructurales

Demoler elementos NO estructurales en peligro de caer  Evaluación de ingeniería

**SECCIÓN 4. ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN**

**4.2 CONDICIONES GEOTÉCNICAS**

- Asentamiento de la edificación: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe
- Presencia de grietas en el suelo: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe
- Levantamiento del piso al interior y exterior de la edificación: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe
- Presencia de fugas de agua en el interior o exterior de la edificación: Evidente 2. Existen dudas 3. No existe
- Falla en talud o movimiento masivo del suelo: 1. General 2. Puntual 3. No existe
- Origen: 1. Producido por el sismo 2. Agravado por el sismo 3. Pre-existente 4. Existen dudas
- Presencia de grietas en la cresta o cabeza del talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe
- Presencia de surcos a lo largo de la pendiente del talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe
- Cicatrices o huellas de deslizamientos anteriores: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe
- Afloramiento o aporte de agua en el talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe
- Inclinación de árboles que evidencien movimiento de masa de suelo: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe
- Caída de rocas, bloques o masas de suelo del talud: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe
- 4.3 FACTORES EXTERNOS
- Peligro por inestabilidad (colapso) de edificaciones vecinas: 1. Evidente 2. Existen dudas 3. No existe

**DETERMINACIÓN DEL RIESGO POR PROBLEMAS GEOTÉCNICOS** (basado en los asentamientos, las fallas en taludes y el peligro por inestabilidad del talud o de edificaciones vecinas (aledañas))

- Bajo                     
  Medio                     
  Alto                     
  Muy alto

**RECOMENDACIONES**

- Restringir el paso en áreas
- Rellenar grietas con suelo cemento
- Evaluación de ingeniería
- Cubrir con plástico las grietas en el suelo o en los taludes
- No entrar
- Evacuar el agua con sistemas de drenaje
- Evacuar edificación

**SECCIÓN 5. CLASIFICACIÓN DE HABITABILIDAD**

- HABITABLE “rótulo VERDE” (Cuando ambos riegos fueron determinados bajos)
- USO RESTRINGIDO “rótulo AMARILLO” (Cuando se tiene al menos 1 riesgo medio)
- NO HABITABLE “rótulo NARANJA” (Cuando se tiene al menos 1 riesgo alto)
- INSEGURA “rótulo ROJO” (Cuando se tiene al menos 1 riesgo muy alto)



COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMAMANTE	<b>FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN EDIFICACIONES POST-SISMO</b>	COMITÉ INTERINSTITUCIONAL PERMAMANTE
--	--	--

Fecha del evento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_      CÓDIGO DE INSPECCIÓN: \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_      N° Correlativo: 00001

**SECCIÓN 10. INSPECTORES Y FECHA DE LA INSPECCIÓN (Evaluación detallada)**

Responsable de la brigada:  
 Profesión y nombre completo: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_  
 Otros inspectores:  
 Profesión y nombre completo: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_  
 Profesión y nombre completo: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_  
 Fecha de la inspección (dd/mm/aaaa): \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_      Hora (24 Hrs.): \_\_\_\_ : \_\_\_\_

**SECCIÓN 11 ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN  
DAÑOS EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

Entrepiso más dañado (según evaluación de emergencia): \_\_\_\_\_

ELEMENTO	NIVELES DE DAÑO												NIN- GUNO (%)	Σ= 100%
	SEVERO (%)			FUERTE (%)			MODERADO (%)			LEVE (%)				
	<5	5-10	>10	<10	10-30	>30	<30	30-60	>60	<30	30-60	>60		
COLUMNAS														
PAREDES														
NUDOS														

ELEMENTO	NIVELES DE DANO												NIN- GUNO (%)	Σ= 100%
	SEVERO (%)			FUERTE (%)			MODERADO (%)			LEVE (%)				
	<10	10-20	>20	<20	20-40	>40	<30	30-60	>60	<30	30-60	>60		
VIGAS														
LOSA														

**DETERMINACIÓN DEL RIESGO ESTRUCTURAL:**

Bajo                       Medio                       Alto                       Muy alto

**RECOMENDACIONES**

Restringir el paso en áreas     No entrar                       Posible demolición de toda la edificación  
 Evaluación de ingeniería        Evacuar edificación

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTE

FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO  
PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN  
EDIFICACIONES POST-SISMO

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTE

SECCIÓN 11 ESTADO DEL DAÑO DE LA EDIFICACIÓN

ELEMENTO ESTRUCTURAL	MEDIDAS DE SEGURIDAD TEMPORALES		
	REPARAR	APUNTALAR	SOPORTE LATERAL
COLUMNAS			
PAREDES			
NUDOS			
VIGAS			
ENTREPISOS			

DAÑOS EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

ELEMENTO	NIVELES DE DAÑO					MEDIDAS DE SEGURIDAD TEMPORALES			
	SEVERO	FUERTE	MODERADO	LEVE	NINGUNO	REPARAR	ANCLAR	REMOVER	REUBICAR
PAREDES DE FACHADA O PARAPETO									
PAREDES DIVISORIAS O DE RELLENO									
CIELOS FALSOS Y LUMINARIAS									
SISTEMA DE TECHO									
ESCALERAS									
TANQUES ELEVADOS									
DERRAME DE QUÍMICOS									
INSTALACIONES DE GAS									
INSTALACIONES ELÉCTRICAS									
INSTALACIONES HIDRAÚLICAS									

DETERMINACIÓN DEL RIESGO NO ESTRUCTURAL:

Bajo       Medio       Alto       Muy alto

RECOMENDACIONES

Restringir el paso en áreas     No entrar     Remover elementos     Evacuar edificación

SECCIÓN 12. CLASIFICCIÓN DE LA HABITABILIDAD (Basada en los riesgos por inestabilidad global, por problemas geotécnicos, estructural y no estructural. En caso de replicas revisar el riesgo por inestabilidad y por problemas geotécnicos)

EVALUACIÓN DE EMERGENCIA

Riesgo por inestabilidad global:     Bajo     Medio     Alto     Muy alto

Riesgo por problemas geotécnicos:     Bajo     Medio     Alto     Muy alto

EVALUACIÓN DETALADA

Riesgo estructural:     Bajo     Medio     Alto     Muy alto

Riesgo no estructural:     Bajo     Medio     Alto     Muy alto

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTE

FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE CAMPO  
PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS EN  
EDIFICACIONES POST-SISMO

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMAMANTE

SECCIÓN 12. CLASIFICCIÓN DE LA HABITABILIDAD

- HABITABLE “rótulo VERDE” (Si las 4 clasificaciones de riesgo fueron bajas)
- USO RESTRINGIDO “rótulo AMARILLO” (Si fue asignada por lo menos 1 clasificación de RIESGO MEDIO)
- NO HABITABLE “rótulo NARANJA” (Si fue asignada 1 o 2 clasificaciones de RIESGO ALTO)
- INSEGURA “rótulo ROJO” (Si fue asignada por lo menos 1 clasificación de RIESGO MUY ALTO o 3 de RIESGO ALTO)

SECCIÓN 13. RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA EDIFICACIÓN

Se necesita evaluación de ingeniería por aspectos:  Estructurales  Geotécnicos  Servicios públicos

Se recomienda la intervención de:  Compañía de electricidad  Bomberos  Cuerpos de socorro  
 Sistema Nacional de Protección Civil  ANDA  PNC

Se recomienda:  Restringir el paso de peatones  Restringir tráfico vehicular  
 Evacuar edificación  Evacuar edificaciones vecinas  
 Desconectar:  Agua  Electricidad  Gas  
 Posible demolición de la edificación  Retirar elementos no estructurales en peligro de caer

SECCIÓN 14. CONDICIONES PRE-EXISTENTES

CONDICIÓN	EVALUACIÓN	Nº
POSICIÓN DE LA EDIFICACIÓN EN SU MANZANA	1. RESTRINGIDA POR AMBOS COSTADOS 2. LIBRE POR UN COSTADO 3. LIBRE POR DOS COSTADOS	
REGULARIDAD EN PLANTA	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	
REGULARIDAD EN ALTURA	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	
CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	
CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	
CONFIGURACIÓN DEL TECHO	1. BUENA 2. REGULAR 3. MALA	
PENDIENTE DEL TERRENO	1. PLANA 2. INCLINADA 3. MUY INCLINADA	
HAY INDICIOS DE DAÑOS POR SISMOS ANTERIORES	1. SI 2. NO 3. EXISTEN DUDAS	
HUBO INTERVENCIÓN DE LOS DAÑOS POR SISMOS ANTERIORES	1. TOTAL 2. PARCIAL 3. NO SE REPARÓ 4. EXISTEN DUDAS	
MORFOLOGÍA DE LA ZONA	1. CRESTA DEL TALUD 2. TALUD 3. PIE DEL TALUD 4. PLANICIE 5. ZONA URBANA 6. MARGEN DE RÍO O QUEBRADA	





COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMANENTE.

# HABITABLE

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMANENTE.

Esta edificación ha sido evaluada y fue clasificada como se indica en la parte superior (en letras grandes) debido a los siguientes aspectos:

---



---



---



---



---



---

Tipo de evaluación: \_\_\_\_\_

La evaluación fue:

<input type="checkbox"/>	Interna
<input type="checkbox"/>	Externa
<input type="checkbox"/>	Completa

La entrada a la edificación es:

<input type="checkbox"/>	Permitida
<input type="checkbox"/>	Restringida
<input type="checkbox"/>	No permitida

Nombre de la edificación y dirección: \_\_\_\_\_

---



---

Recomendaciones: \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---



---

Código de la brigada: \_\_\_\_\_

Fecha (D, M, A): \_\_\_\_\_

Hora (24:00): \_\_\_\_\_

Informar a las autoridades (alcaldía, policía, bomberos) sobre cualquier daño que afecte la seguridad de los habitantes debido a réplicas del terremoto

**No retirar este rótulo hasta que lo indiquen las autoridades.**

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMANENTE.

## USO RESTRINGIDO

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMANENTE.

Esta edificación ha sido evaluada y fue clasificada como se indica en la parte superior (en letras grandes) debido a los siguientes aspectos:

---



---



---



---



---



---

Tipo de evaluación: \_\_\_\_\_

La evaluación fue:

<input type="checkbox"/>	Interna
<input type="checkbox"/>	Externa
<input type="checkbox"/>	Completa

La entrada a la edificación es:

<input type="checkbox"/>	Permitida
<input type="checkbox"/>	Restringida
<input type="checkbox"/>	No permitida

Nombre de la edificación o dirección: \_\_\_\_\_

---



---



---

Recomendaciones: \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---



---

Código de inspección: \_\_\_\_\_

Fecha (D, M, A): \_\_\_\_\_

Hora (24:00): \_\_\_\_\_

Informar a las autoridades (alcaldía, policía, bomberos) sobre cualquier daño que afecte la seguridad de los habitantes debido a réplicas del terremoto

**No retirar este rótulo hasta que lo indiquen las autoridades.**

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMANENTE.

# NO HABITABLE

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMANENTE.

Esta edificación ha sido evaluada y fue clasificada como se indica en la parte superior (en letras grandes) debido a los siguientes aspectos:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Nombre de la edificación y dirección: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Recomendaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tipo de evaluación: \_\_\_\_\_

La evaluación fue:

<input type="checkbox"/>	Interna
<input type="checkbox"/>	Externa
<input type="checkbox"/>	Completa

La entrada a la edificación es:

<input type="checkbox"/>	Permitida
<input type="checkbox"/>	Restringida
<input type="checkbox"/>	No permitida

Código de inspección: \_\_\_\_\_

Fecha (D, M, A): \_\_\_\_\_

Hora (24:00): \_\_\_\_\_

Informar a las autoridades (alcaldía, policía, bomberos) sobre cualquier daño que afecte la seguridad de los habitantes debido a réplicas del terremoto

**No retirar este rótulo hasta que lo indiquen las autoridades.**

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMANANTE.

# INSEGURA

COMITÉ  
INTERINSTITUCIONAL  
PERMANANTE.



Esta edificación ha sido evaluada y fue clasificada como se indica en la parte superior (en letras grandes) debido a los siguientes aspectos:

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

Nombre de la edificación y dirección: \_\_\_\_\_

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

Recomendaciones: \_\_\_\_\_

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

Tipo de evaluación: \_\_\_\_\_

La evaluación fue:  Interna  
 Externa  
 Completa

La entrada a la edificación es:

Permitida  
 Restringida  
 No permitida

Código de la brigada: \_\_\_\_\_

Fecha (D, M, A): \_\_\_\_\_

Hora (24:00): \_\_\_\_\_



Informar a las autoridades (alcaldía, policía, bomberos) sobre cualquier daño que afecte la seguridad de los habitantes debido a réplicas del terremoto

No retirar este rótulo hasta que lo indiquen las autoridades.

**Anexo B.- “Ficha de levantamiento de daños y patologías”**

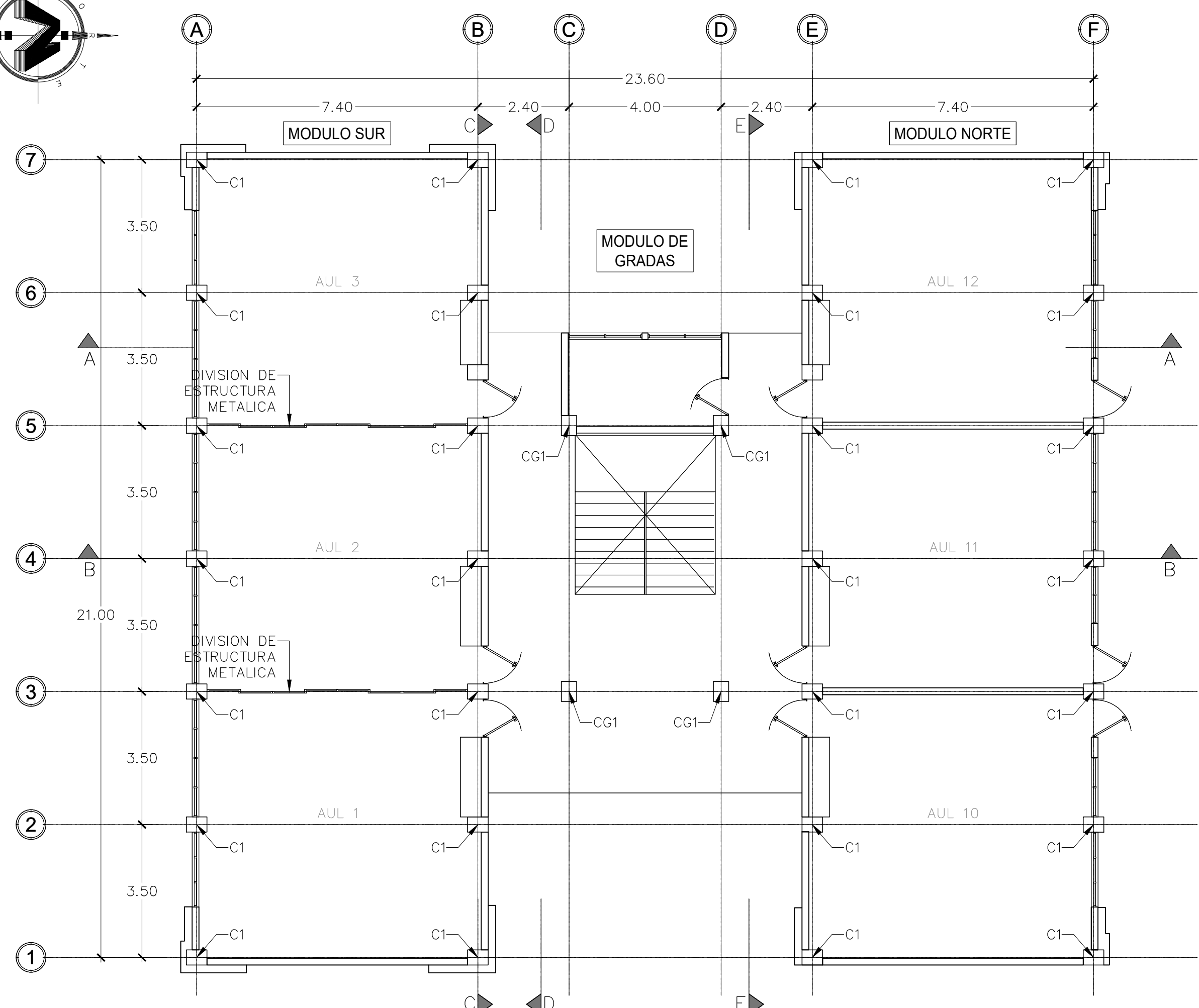
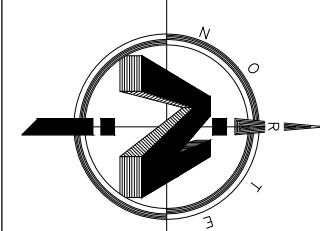
<b><i>LEVANTAMIENTO DE DAÑOS Y PATOLOGÍAS</i></b>							
<b><i>LEVANTÓ:</i></b>							
<b><i>UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN:</i></b>							
<b><i>ELEMENTO:</i></b>	<b><u>FECHA DE TOMA:</u></b>						
<b><i>NIVEL:</i></b>							
<b><i>EJE:</i></b>							
<b><i>TRAMO:</i></b>							
<b><i>Observaciones:</i></b>							
<b><i>FOTOGRAFÍA</i></b>	<b><u>TIPO DE DAÑO:</u></b>						
<b><i>CLASIFICACIÓN DEL DAÑO:</i></b>							
Leve	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Fuerte	<input type="checkbox"/>	severo	<input type="checkbox"/>
<b><i>DESCRIPCIÓN DEL DAÑO:</i></b>							
<b><i>CAUSA Y SINTOMATOLOGÍA:</i></b>							
<b><i>RECOMENDACIÓN:</i></b>							

### Anexo C.- “Planos”

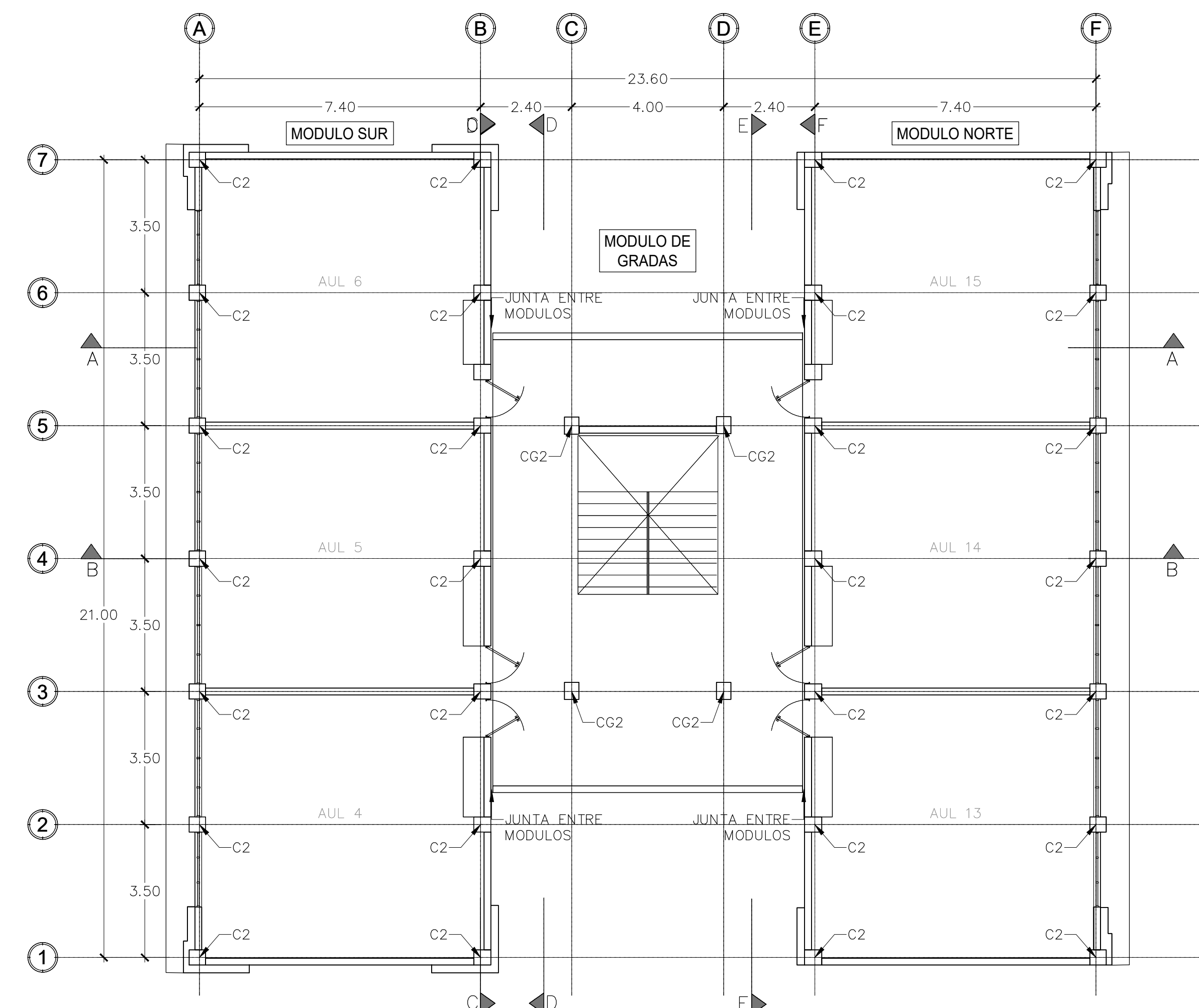
En las siguientes páginas se encuentran los siguientes planos:

CORRELATIVO	CONTENIDO
01-11	Planta de situación existente
02-11	Elevaciones existentes
03-11	Secciones existentes
04-11	Distribución existente de elementos estructurales
05-11	Planos de daños en paredes
06-11	Planos de daños en paredes
07-11	Planos de daños en paredes
08-11	Planos de daños en vigas
09-11	Planos de daños en vigas
10-11	Planos de daños en losas
11-11	Plano de reparaciones y reforzamiento sísmico

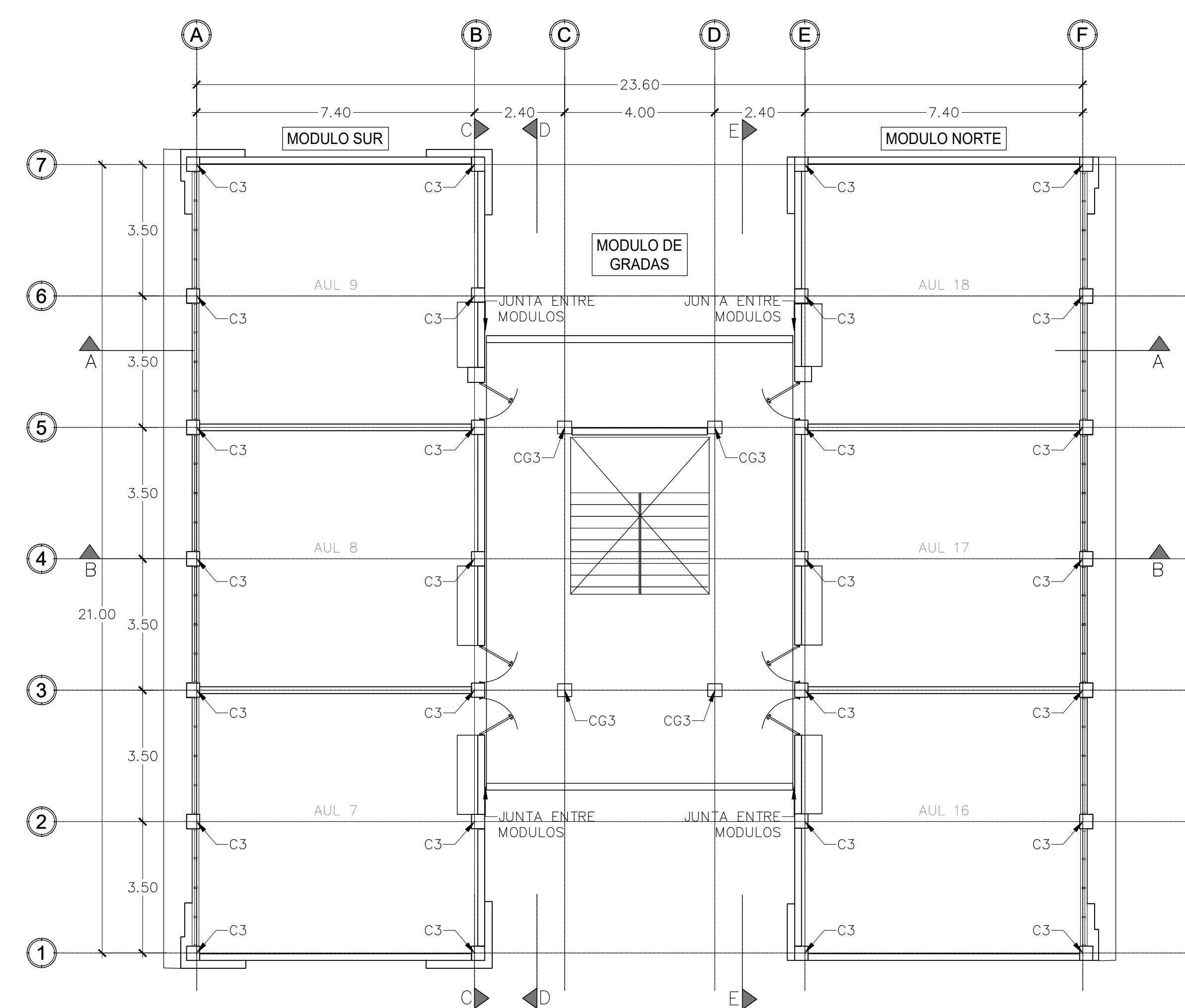
*Tabla Anexo C. Índice de planos.*



PLANTA ARQUITECTÓNICA EXISTENTE - PRIMER NIVEL  
ESC. 1:100

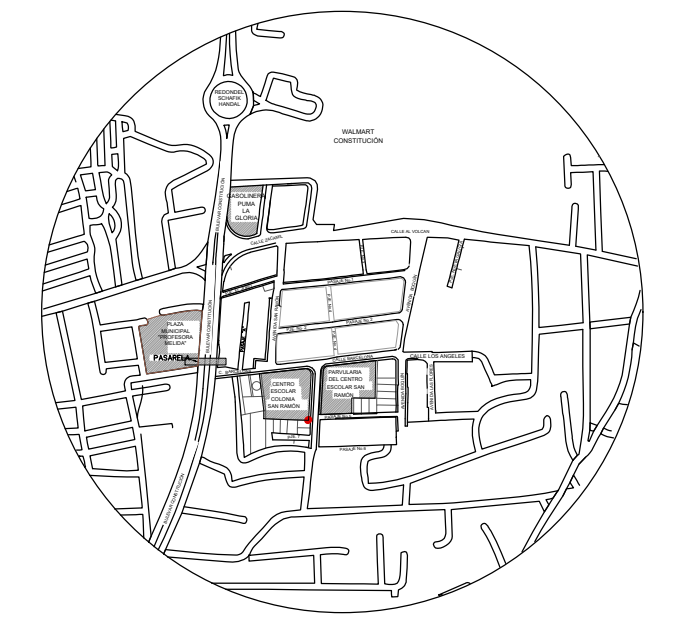


PLANTA ARQUITECTÓNICA EXISTENTE - SEGUNDO NIVEL  
ESC. 1:100



PLANTA ARQUITECTÓNICA EXISTENTE - TERCER NIVEL  
ESC. 1:100

Esquema de Ubicación sin Escala



NOMBRE: CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMÓN

CÓDIGO DE INFRAESTRUCTURA: 11428

UBICACIÓN:  
AVENIDA BOQUÍN, CALLE BARCELONA #12, COLONIA BOQUÍN, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO, DEPARTAMENTO SAN SALVADOR.

CONTENIDO:  
PLANTA DE SITUACIÓN EXISTENTE

PRESENTA:  
FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR  
AMILCAR ALEXÁNDER LARIOS ARDÓN

PROPIETARIO: MINEDUCYT      ÁREA: 3914.40 m<sup>2</sup>

CORRELATIVO: 1/11      ESCALA: 1:100      FECHA: MARZO 2025

Cuadro de Sellos

Esquema de Ubicación sin Escala



NOMBRE: CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMÓN

CÓDIGO DE INFRAESTRUCTURA: 11428

UBICACIÓN:

AVENIDA BOQUÍN, CALLE BARCELONA #12, COLONIA BOQUÍN, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO, DEPARTAMENTO SAN SALVADOR.

CONTENIDO:

ELEVACIONES EXISTENTES

PRESENTA:

FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR  
AMILCAR ALEXÁNDER LARIOS ARDÓN

PROPIETARIO:

MINEDUCYT

ÁREA:

3914.40 m<sup>2</sup>

CORRELATIVO:

2/11

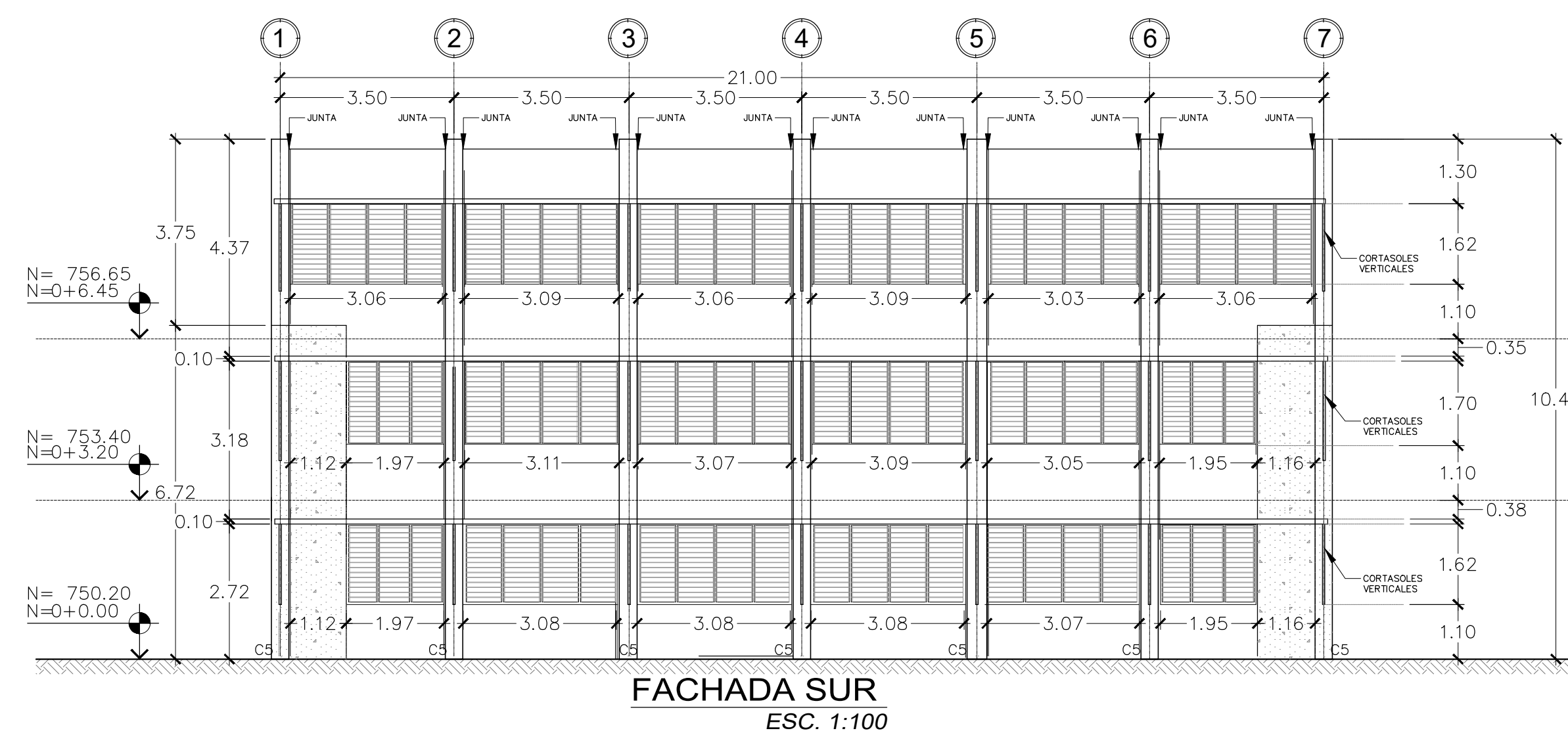
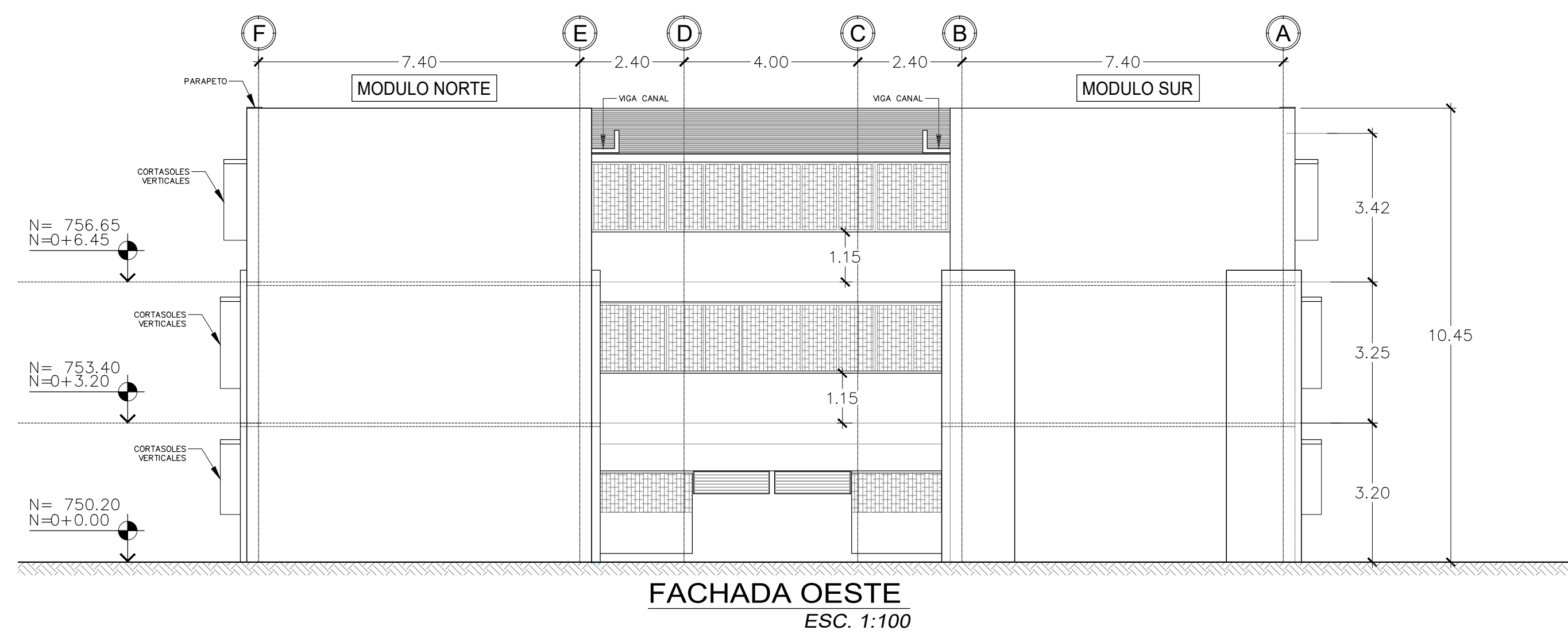
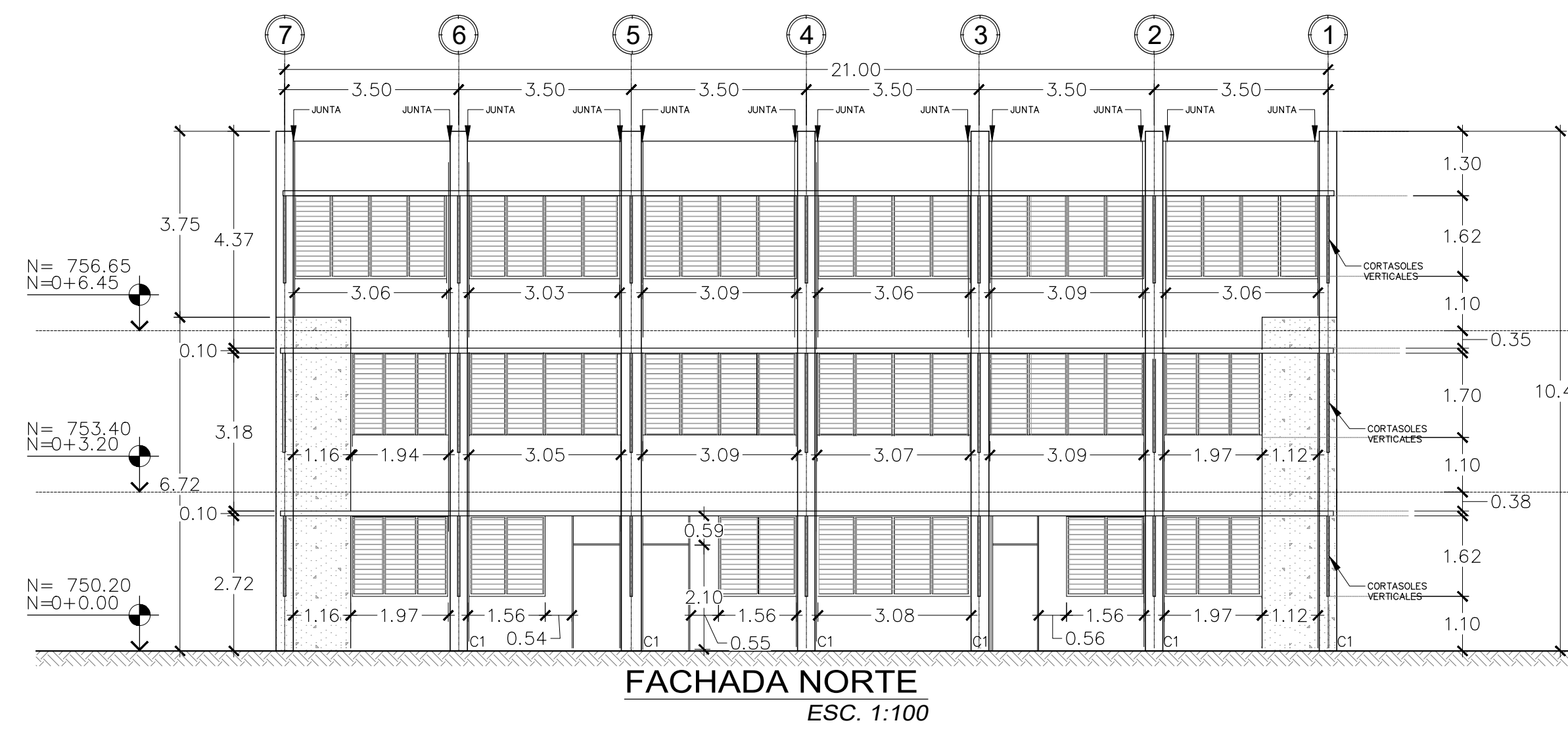
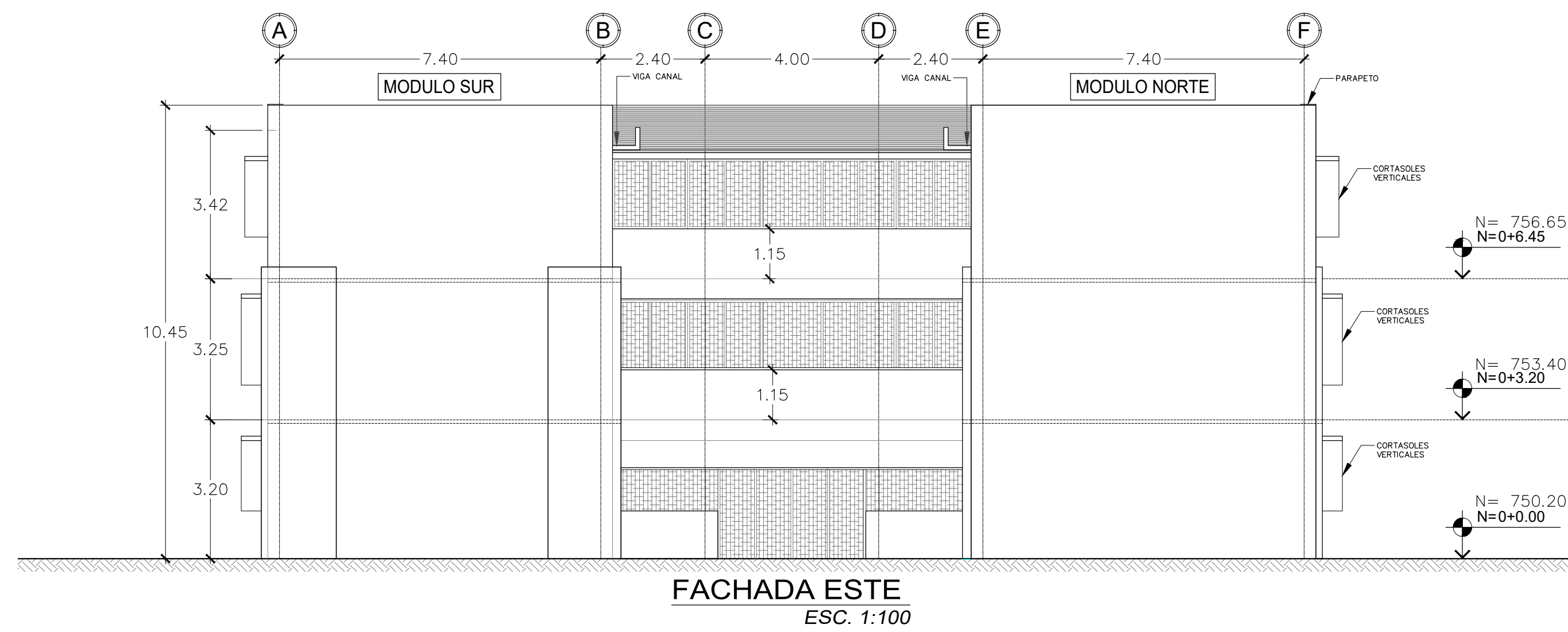
ESCALA:

INDICADAS

FECHA:

MARZO 2025

Cuadro de Sellos



Esquema de Ubicación sin Escala



NOMBRE: CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMÓN

CÓDIGO DE INFRAESTRUCTURA: 11428

UBICACIÓN:

AVENIDA BOQUÍN, CALLE BARCELONA #12, COLONIA BOQUÍN, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO, DEPARTAMENTO SAN SALVADOR.

CONTENIDO:

SECCIONES EXISTENTES

PRESENTA:

FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR  
AMILCAR ALEXÁNDER LARIOS ARDÓN

PROPIETARIO:

MINEDUCYT

ÁREA:

3914.40 m<sup>2</sup>

CORRELATIVO:

3/11

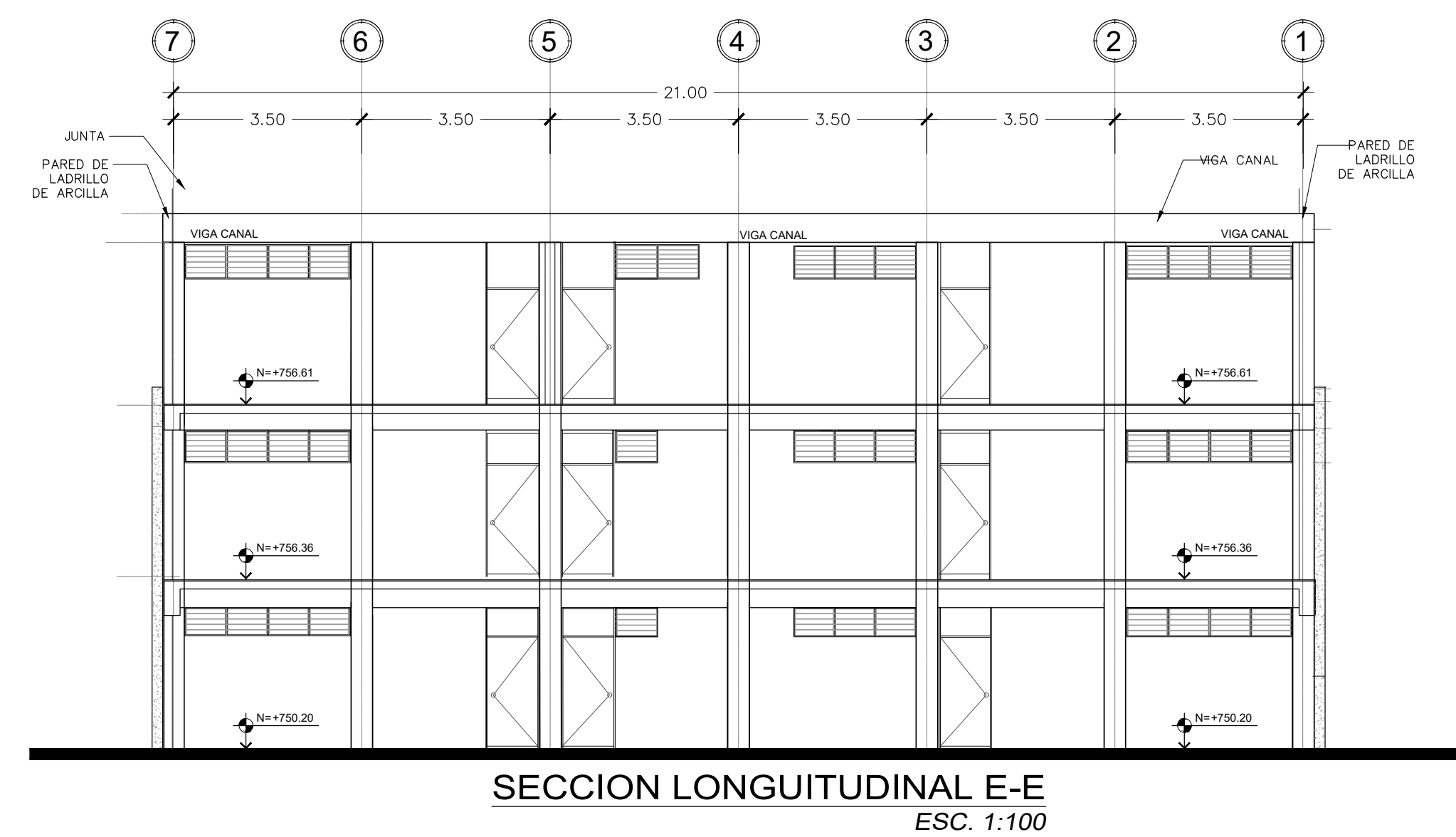
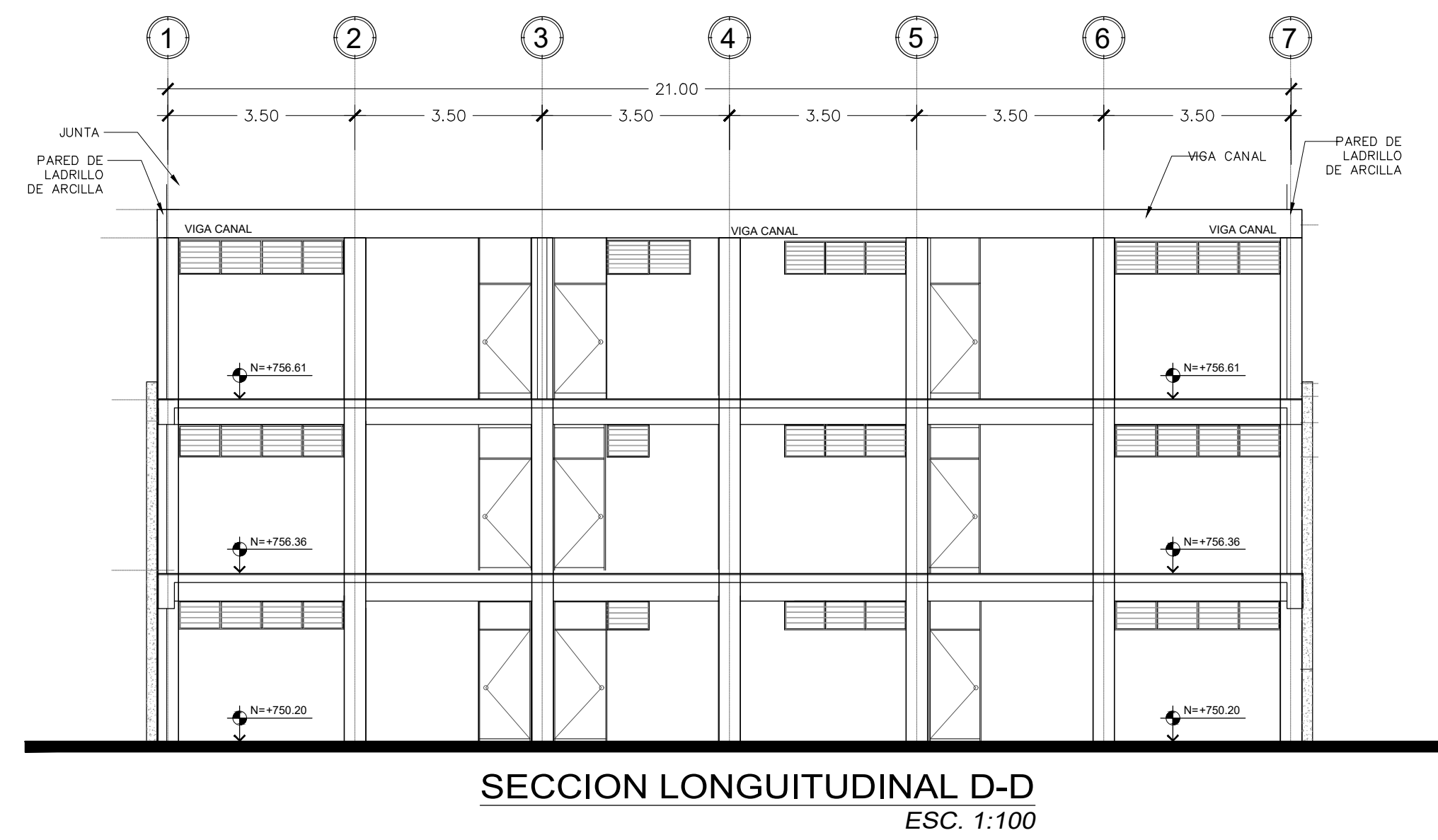
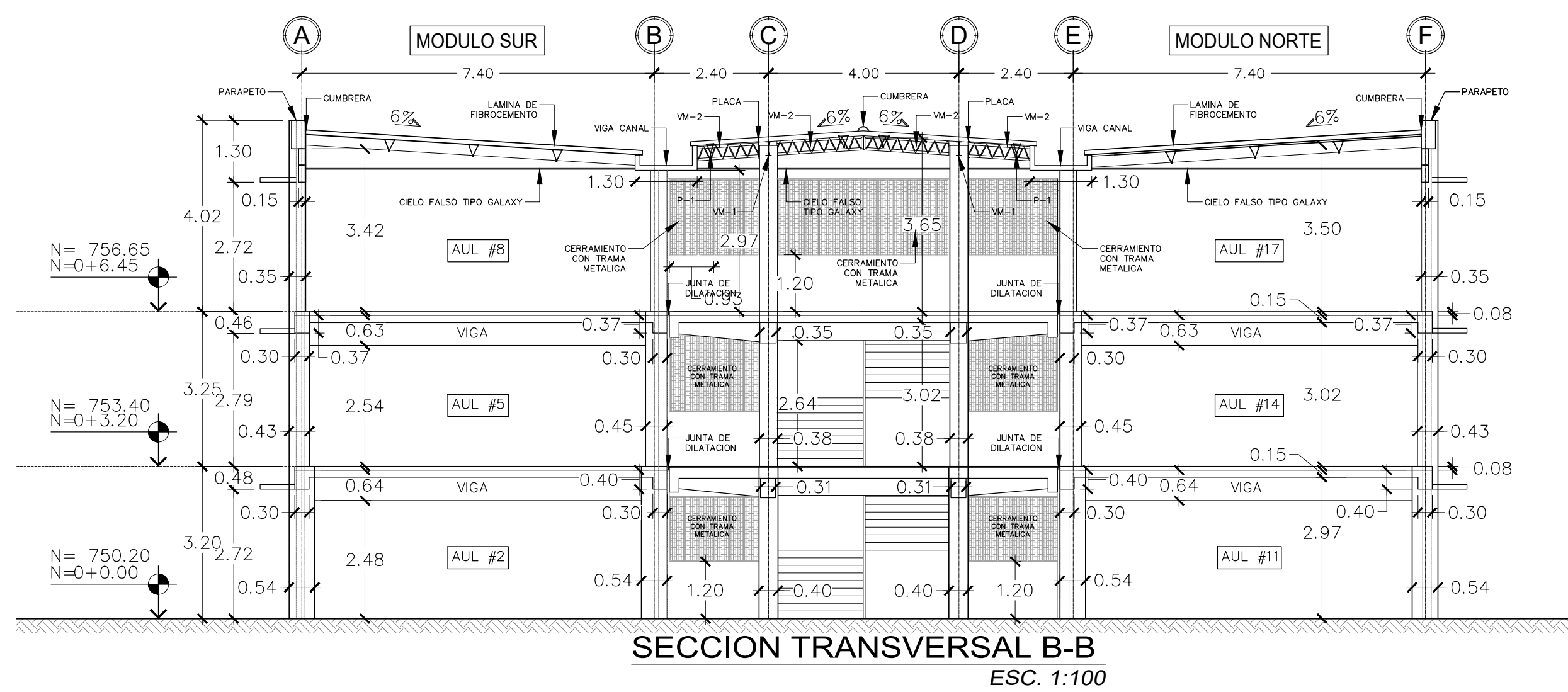
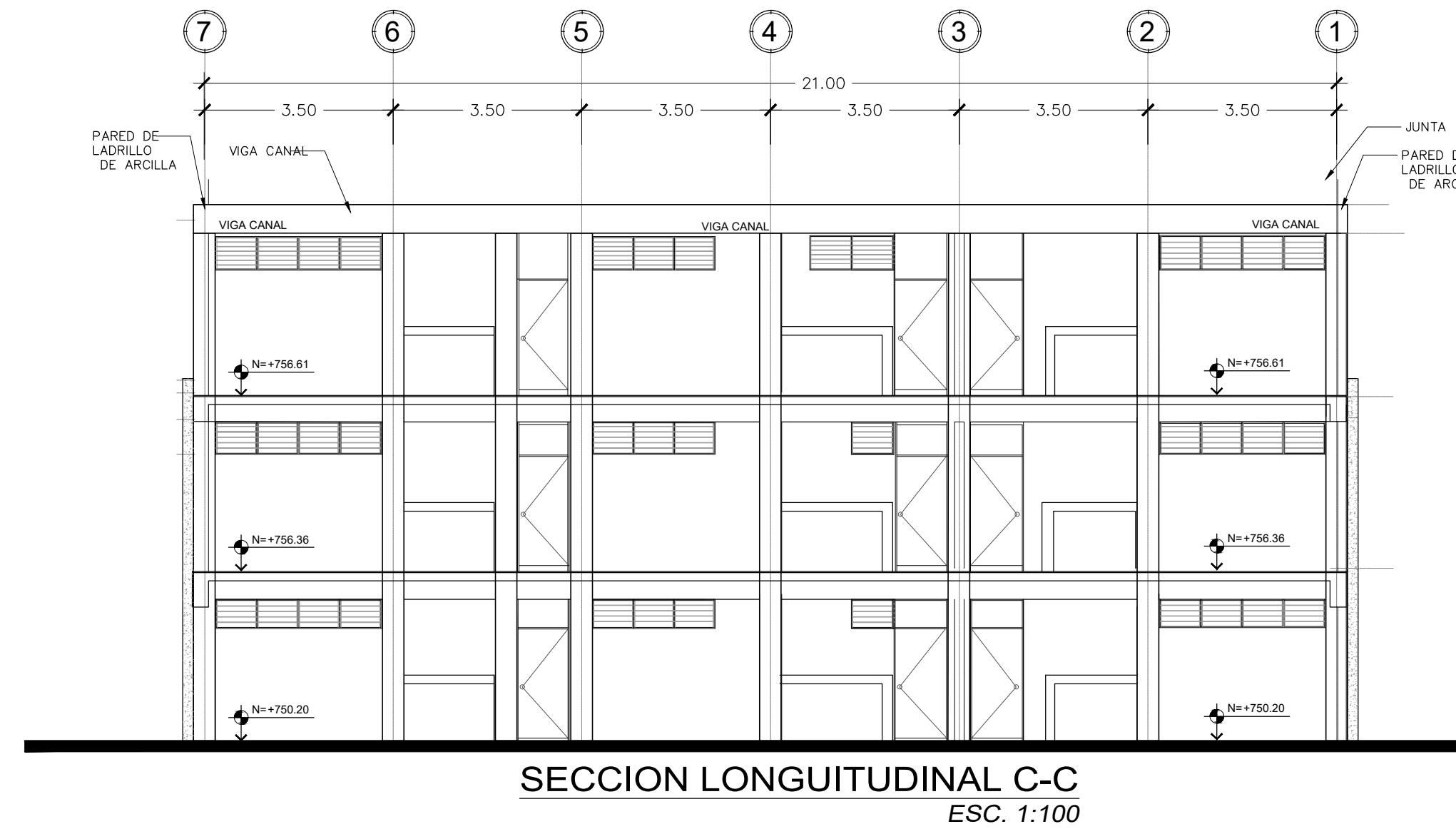
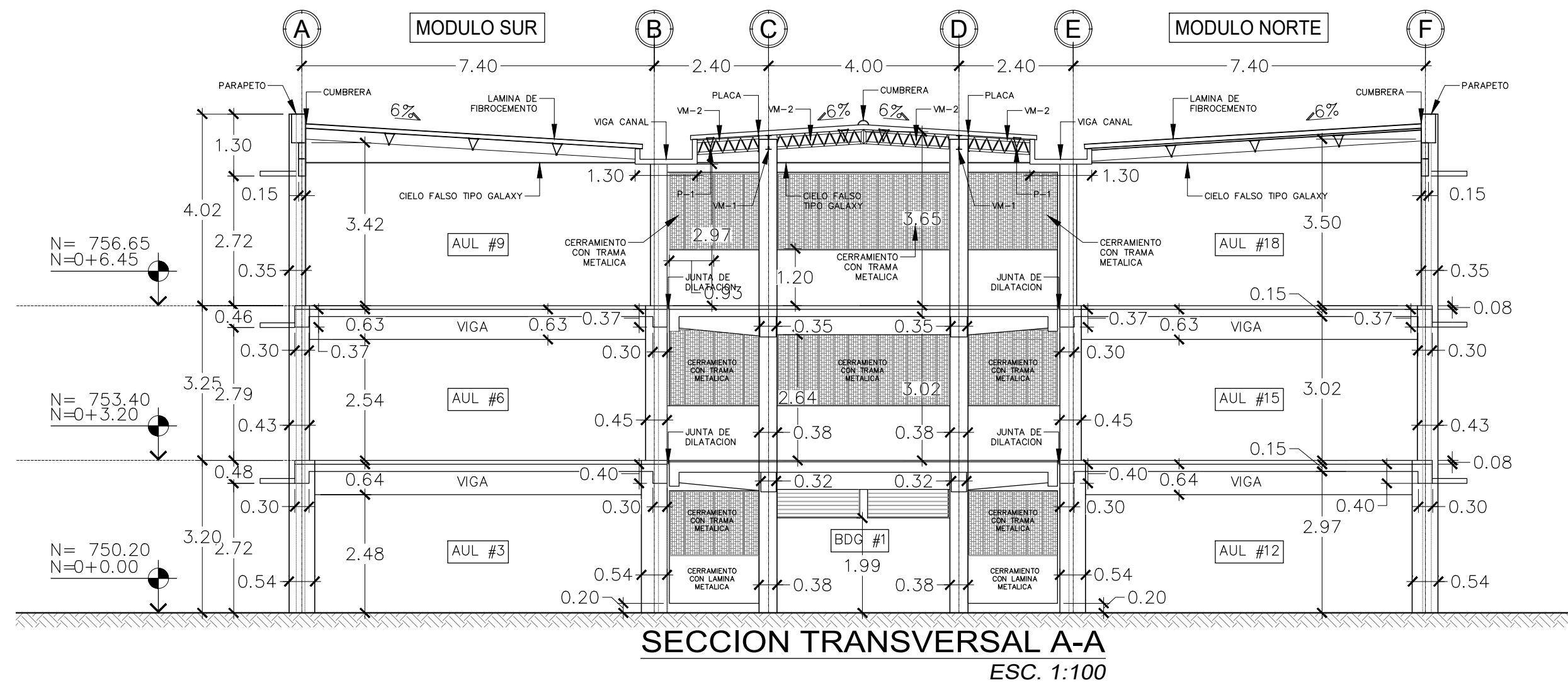
ESCALA:

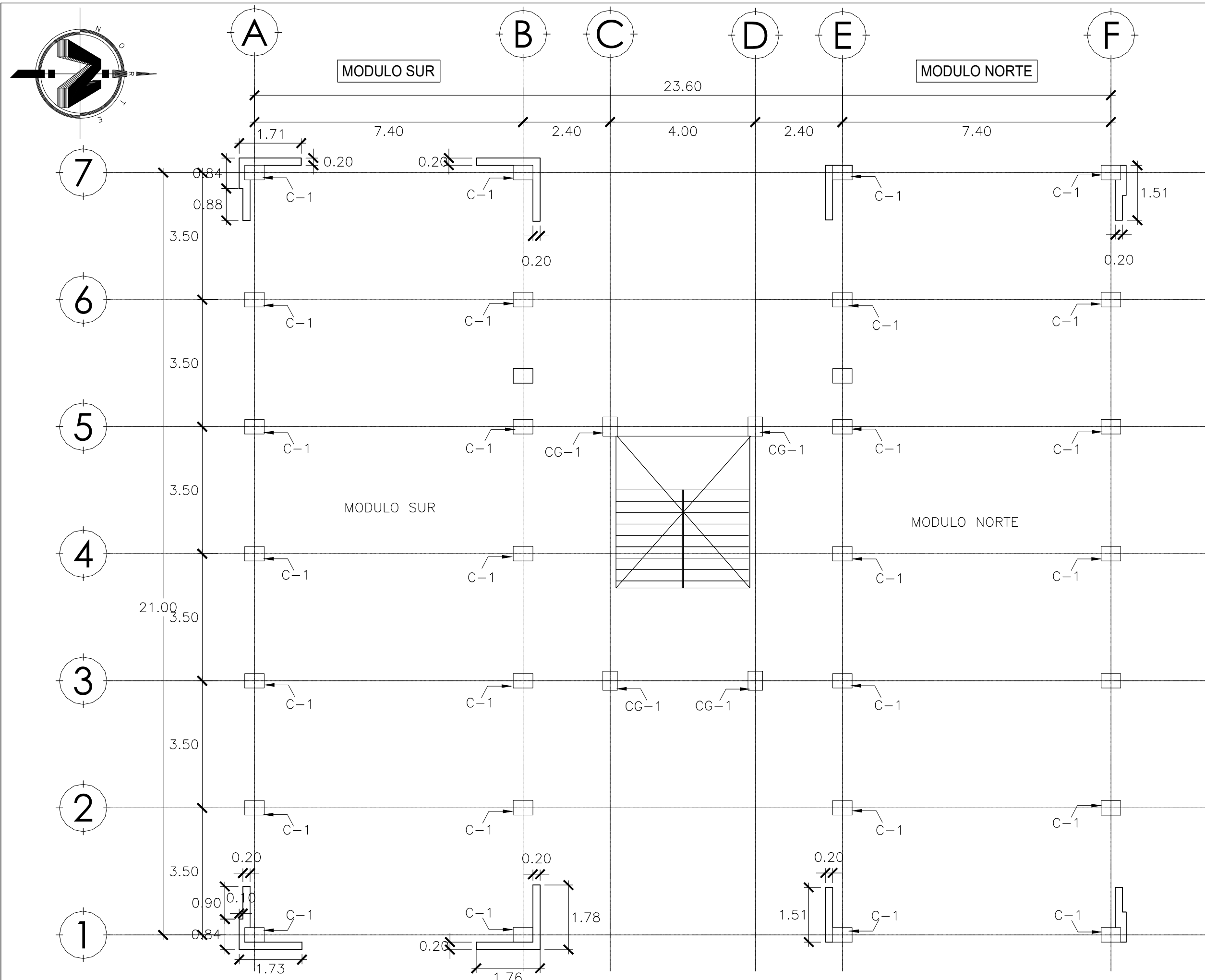
INDICADAS

FECHA:

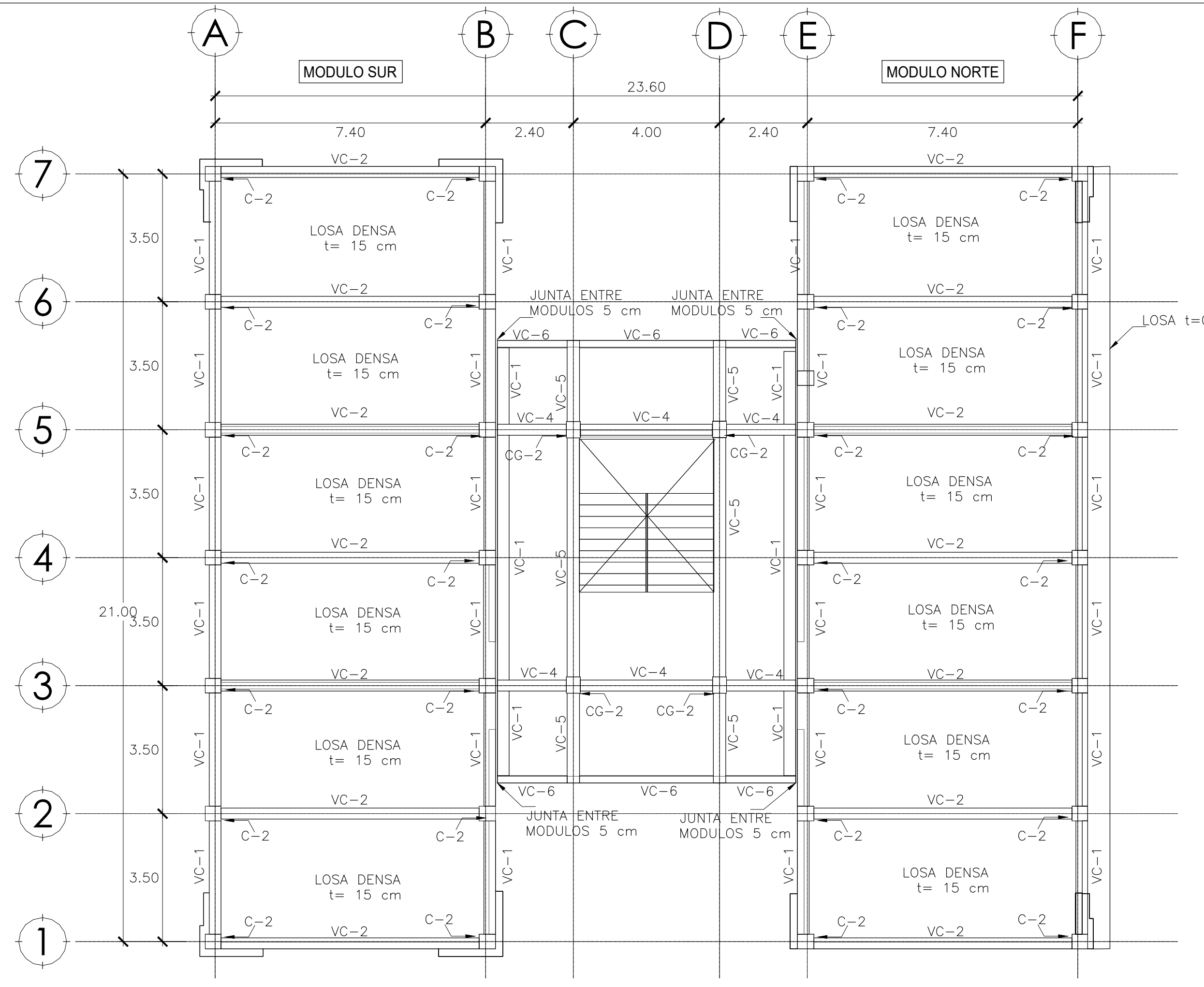
MARZO 2025

Cuadro de Sellos

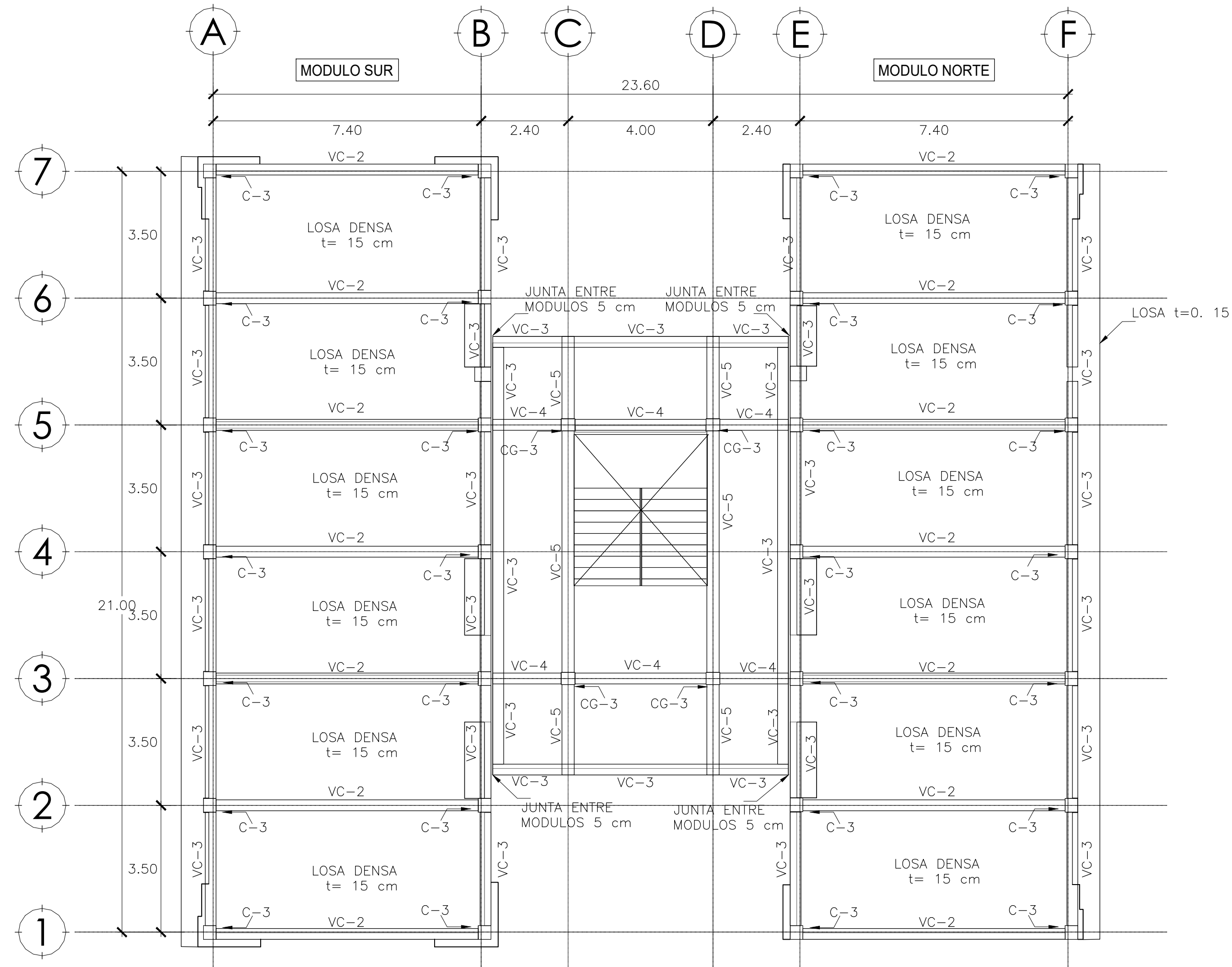




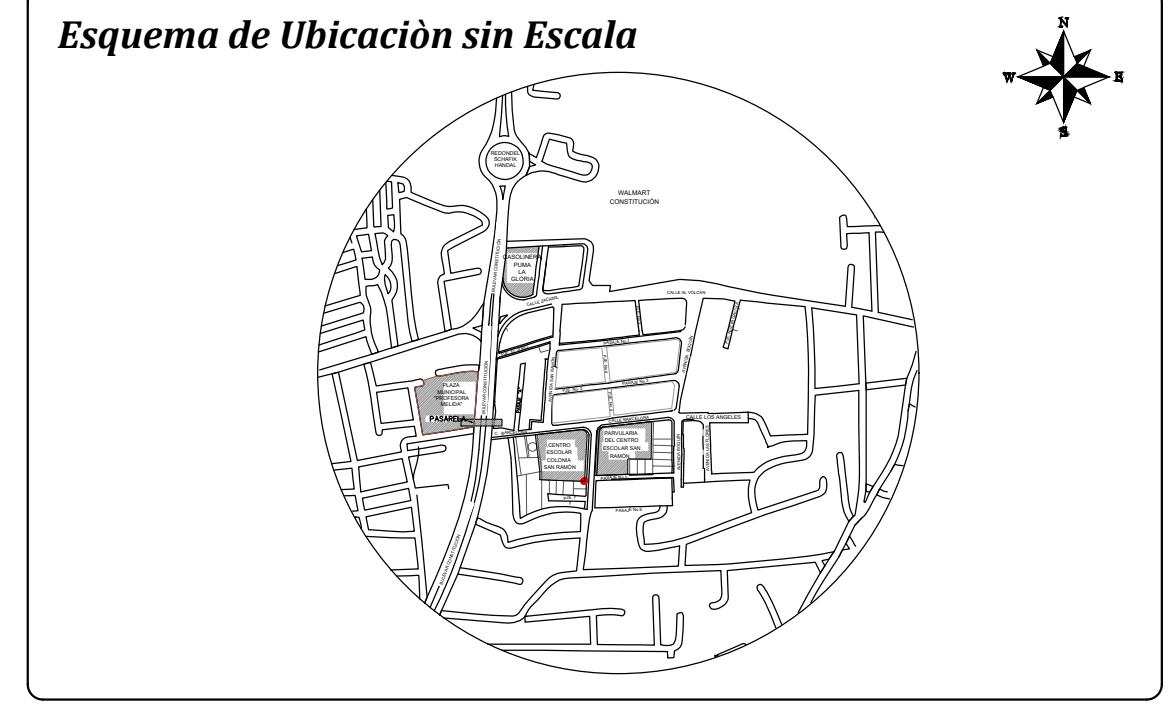
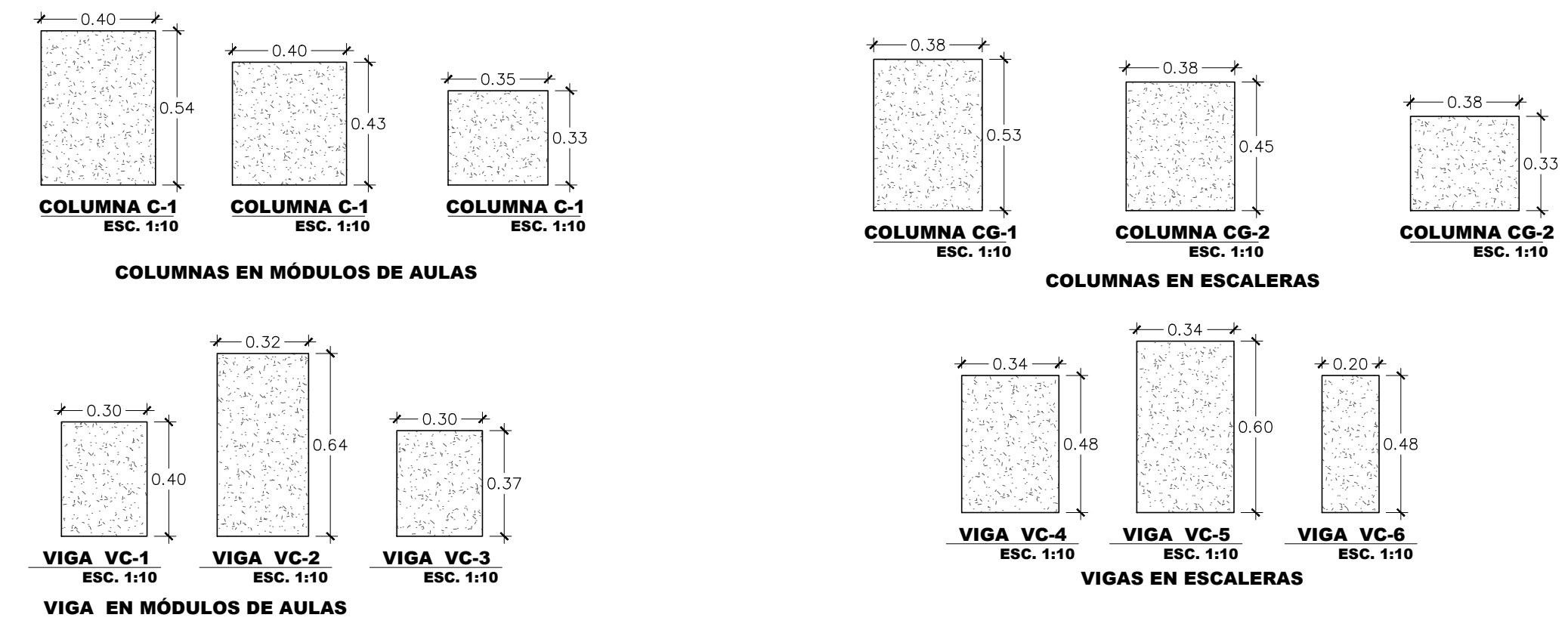
PLANTA ESTRUCTURAL EXISTENTE - PRIMER NIVEL  
ESC. 1:100



PLANTA ESTRUCTURAL EXISTENTE - SEGUNDO NIVEL  
ESC. 1:100



PLANTA ESTRUCTURAL EXISTENTE - TERCER NIVEL  
ESC. 1:100



**NOMBRE:** CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMÓN  
**CÓDIGO DE INFRAESTRUCTURA:** 11428  
**UBICACIÓN:**  
AVENIDA BOQUÍN, CALLE BARCELONA #12, COLONIA BOQUÍN, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO, DEPARTAMENTO SAN SALVADOR.

**CONTENIDO:**  
DISTRIBUCIÓN EXISTENTE DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

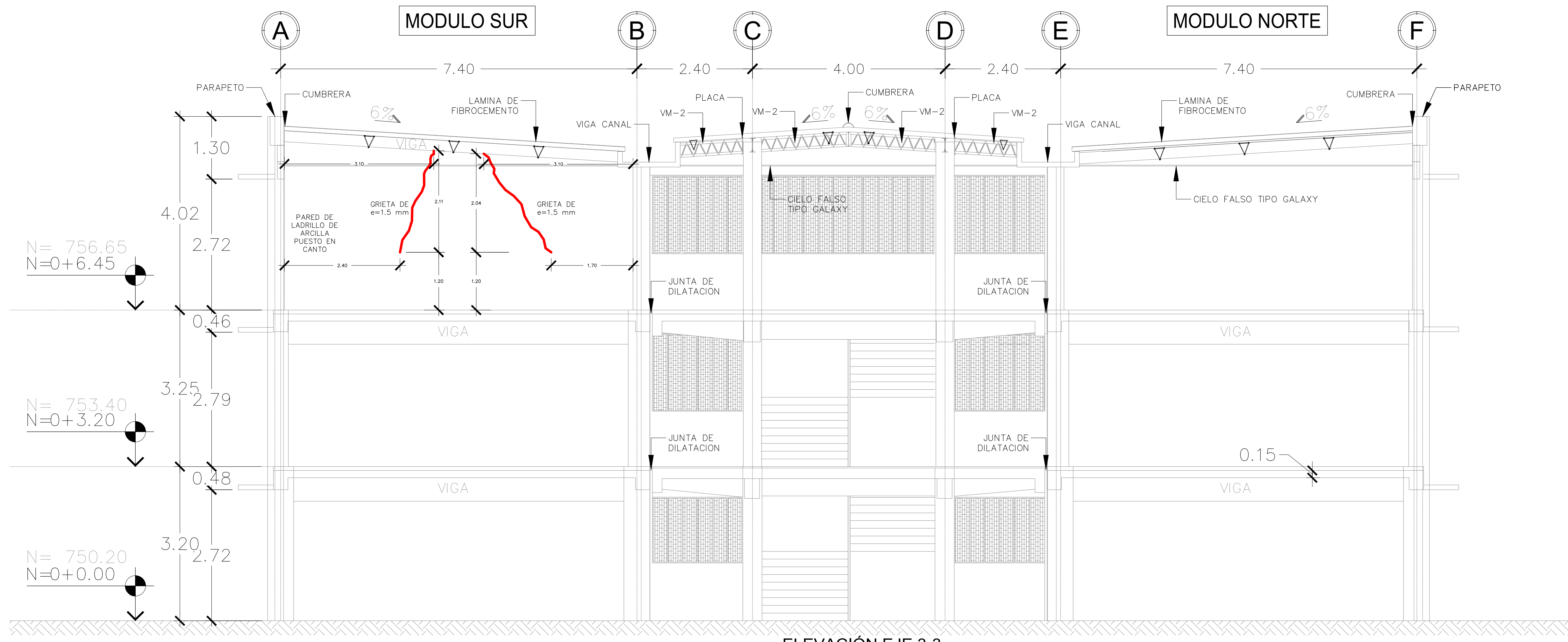
**PRESENTA:**  
FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÚVAR  
AMILCAR ALEXÁNDER LARIOS ARDÓN

**PROPIETARIO:** MINEDUCYT      **ÁREA:** 3914.40 m<sup>2</sup>

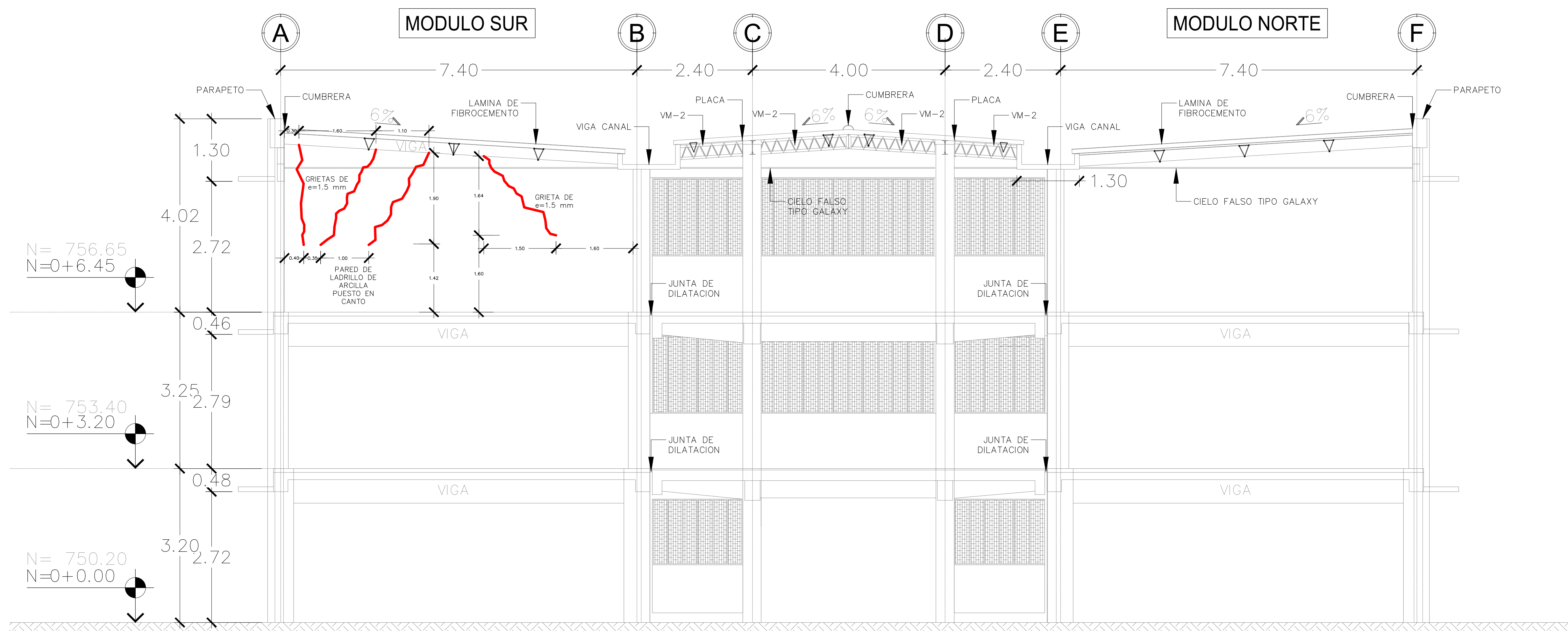
**CORRELATIVO:** 4/11      **ESCALA:** INDICADAS      **FECHA:** MARZO 2025

**Cuadro de Sellos**





ELEVACIÓN EJE 3-3  
ESC. 1:50



ELEVACIÓN EJE 5-5  
ESC. 1:50

Esquema de Ubicación sin Escala



NOMBRE: CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMÓN

CÓDIGO DE INFRAESTRUCTURA: 11428

UBICACIÓN:

AVENIDA BOQUÍN, CALLE BARCELONA #12, COLONIA BOQUÍN, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO, DEPARTAMENTO SAN SALVADOR.

CONTENIDO:

PLANOS DE DAÑOS EN PAREDES

PRESENTA:

FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR

AMILCAR ALEXÁNDER LARIOS ARDÓN

PROPIETARIO:

MINEDUCYT

ÁREA:

3914.40 m<sup>2</sup>

CORRELATIVO:

6/11

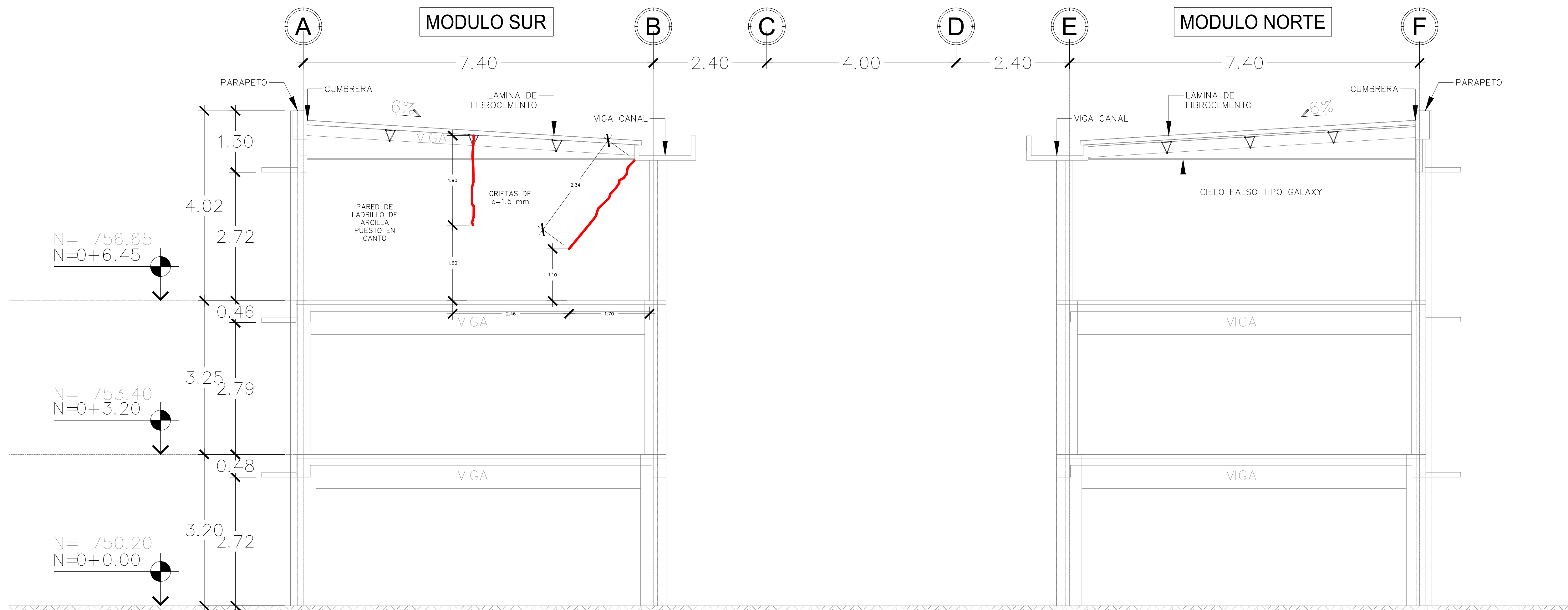
ESCALA:

INDICADAS

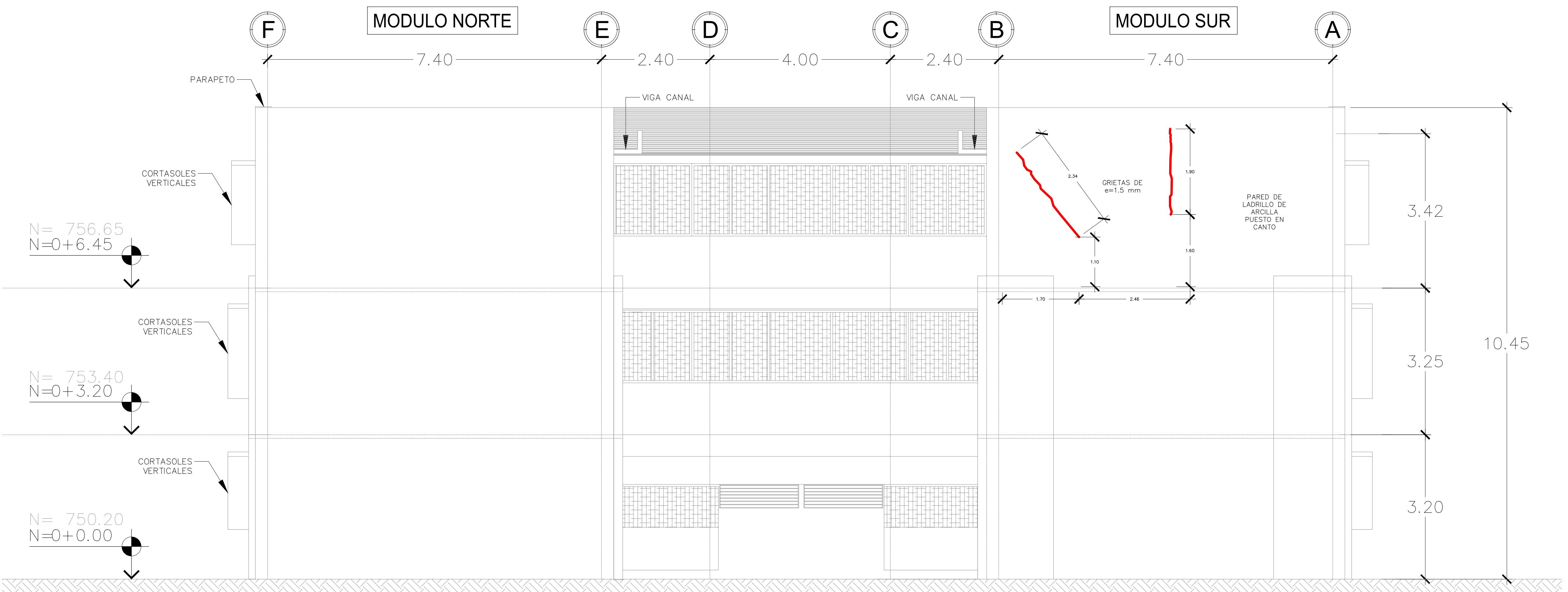
FECHA:

MARZO 2025

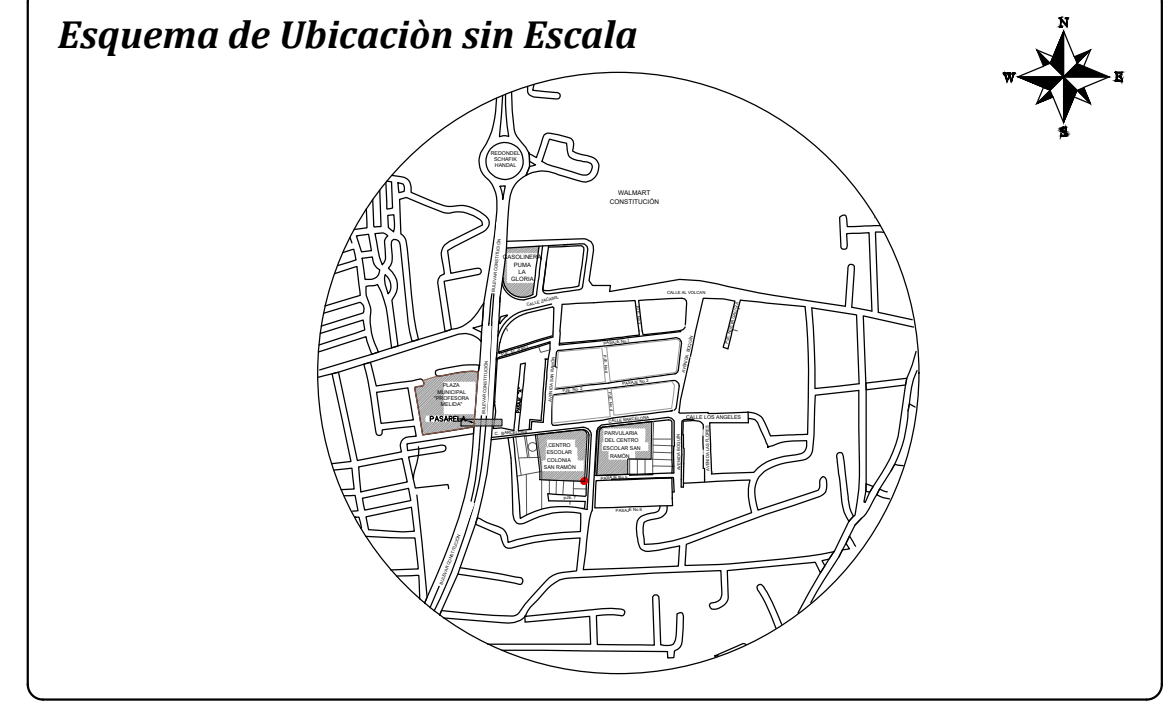
Cuadro de Sellos



ELEVACIÓN EJE 7-7 INTERIOR DE AULA  
ESC. 1:50



ELEVACIÓN EJE 7-7 EXTERIOR DE AULA  
ESC. 1:50



NOMBRE: CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMÓN

CÓDIGO DE INFRAESTRUCTURA: 11428

UBICACIÓN:  
AVENIDA BOQUÍN, CALLE BARCELONA #12, COLONIA BOQUÍN, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO, DEPARTAMENTO SAN SALVADOR.

CONTENIDO:  
PLANOS DE DAÑOS EN PAREDES

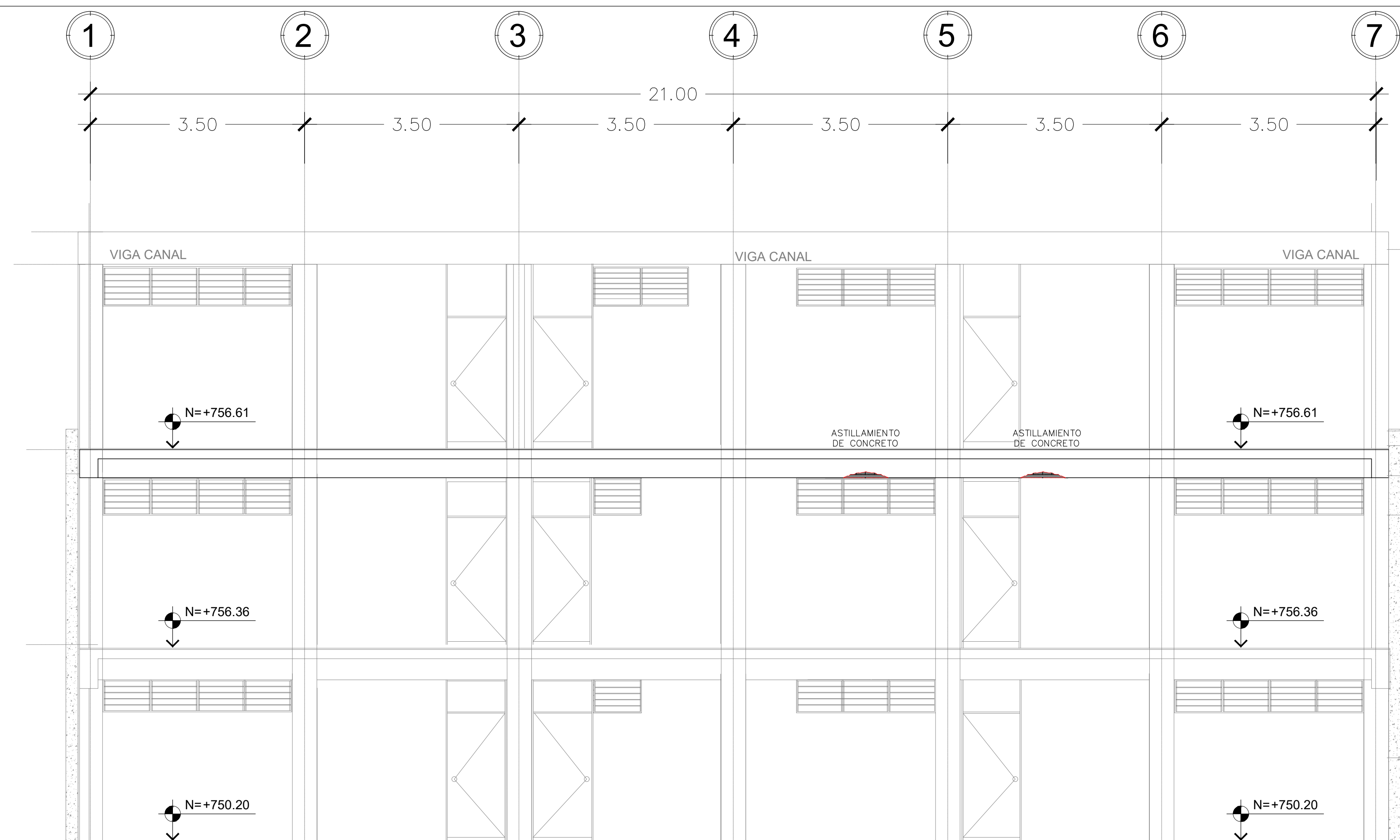
PRESENTA:  
FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR  
AMILCAR ALEXÁNDER LARIOS ARDÓN

PROPIETARIO: MINEDUCYT      ÁREA: 3914.40 m<sup>2</sup>

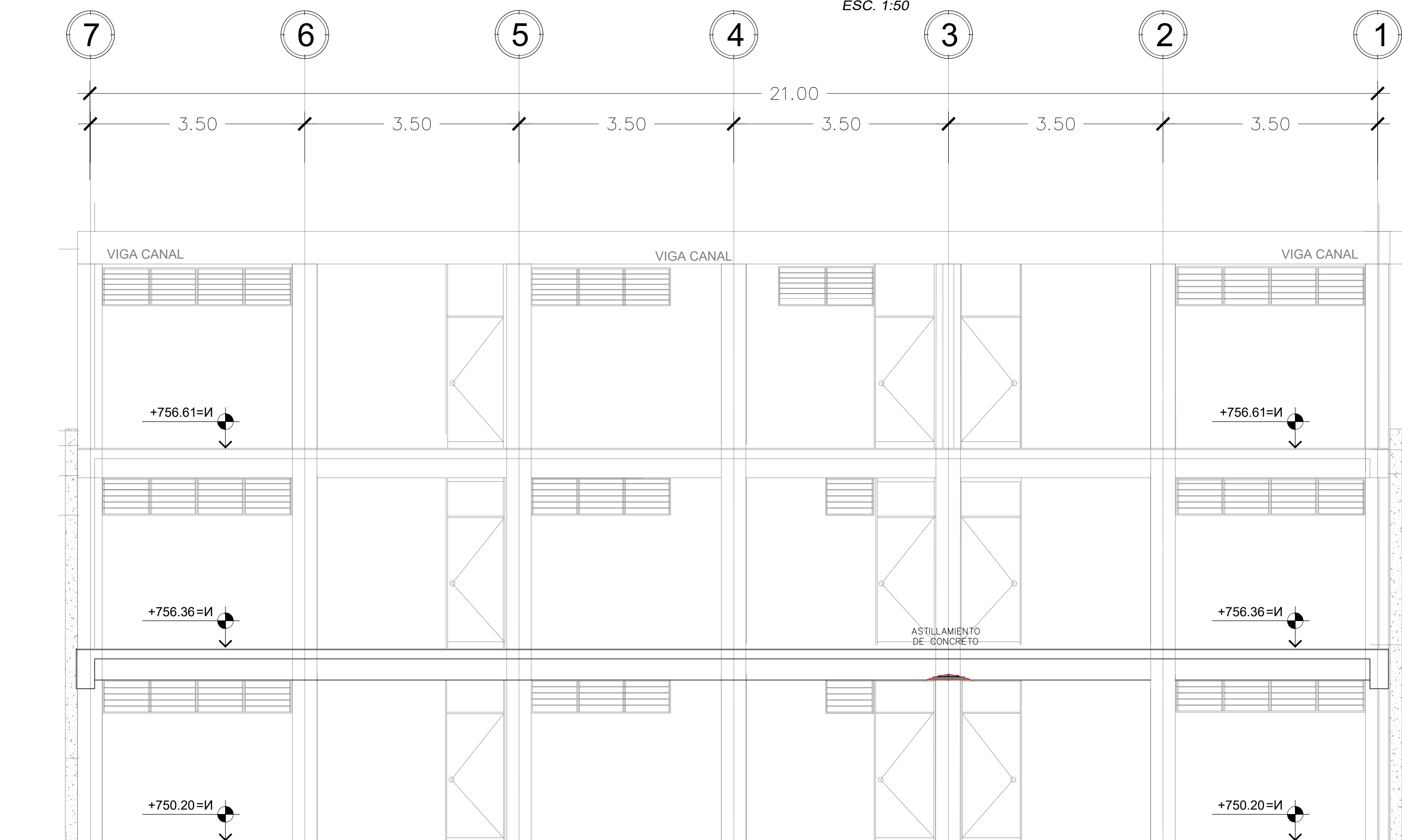
CORRELATIVO: 7/11      ESCALA: INDICADAS      FECHA: MARZO 2025

Cuadro de Sellos

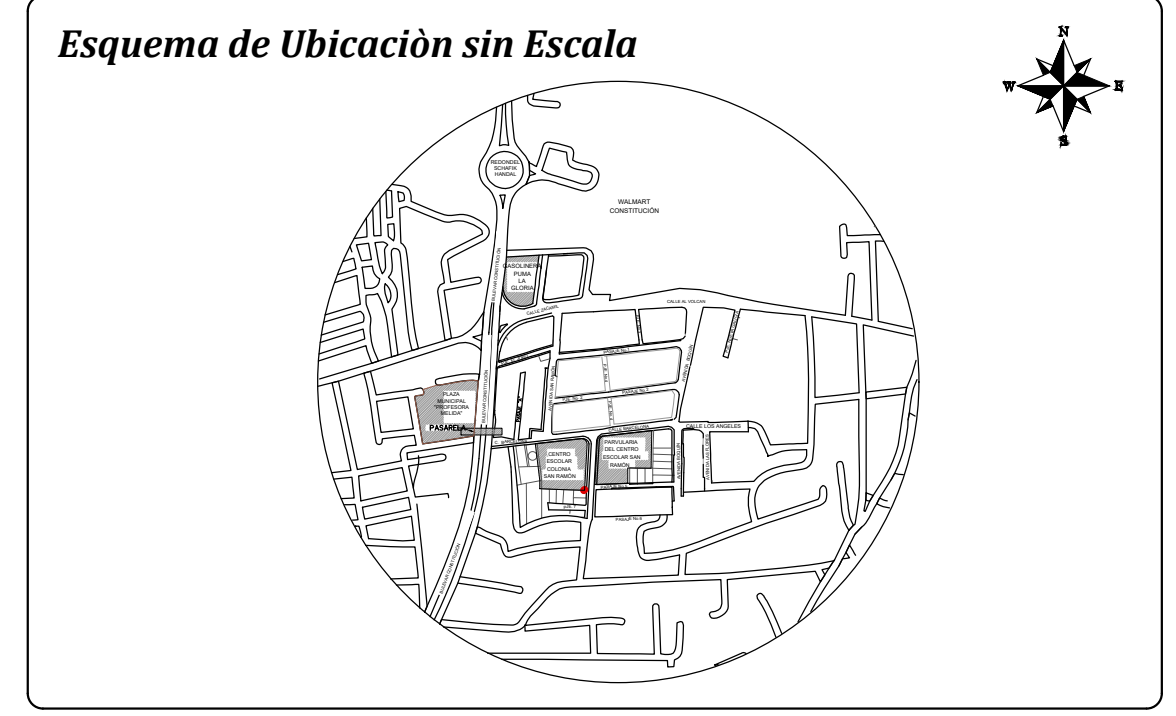
--



SECCION LONGUITUDINAL D-D  
ESC. 1:50



SECCION LONGUITUDINAL E-E  
ESC. 1:50



NOMBRE: CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMÓN  
 CÓDIGO DE INFRAESTRUCTURA: 11428  
 UBICACIÓN:  
 AVENIDA BOQUÍN, CALLE BARCELONA #12, COLONIA BOQUÍN, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO, DEPARTAMENTO SAN SALVADOR.

CONTENIDO:  
 PLANOS DE DAÑOS EN VIGAS

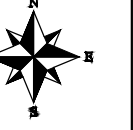
PRESENTA:  
 FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR  
 AMILCAR ALEXÁNDER LARIOS ARDÓN

PROPIETARIO: MINEDUCYT      ÁREA: 3914.40 m<sup>2</sup>

CORRELATIVO: 8/11      ESCALA: INDICADAS      FECHA: MARZO 2025

Cuadro de Sellos

Esquema de Ubicación sin Escala



NOMBRE: CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMÓN

CÓDIGO DE INFRAESTRUCTURA: 11428

UBICACIÓN:

AVENIDA BOQUÍN, CALLE BARCELONA #12, COLONIA BOQUÍN, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO, DEPARTAMENTO SAN SALVADOR.

CONTENIDO:

PLANOS DE DAÑOS EN VIGAS

PRESENTA:

FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR  
AMILCAR ALEXÁNDER LARIOS ARDÓN

PROPIETARIO:

MINEDUCYT

ÁREA:

3914.40 m<sup>2</sup>

CORRELATIVO:

9/11

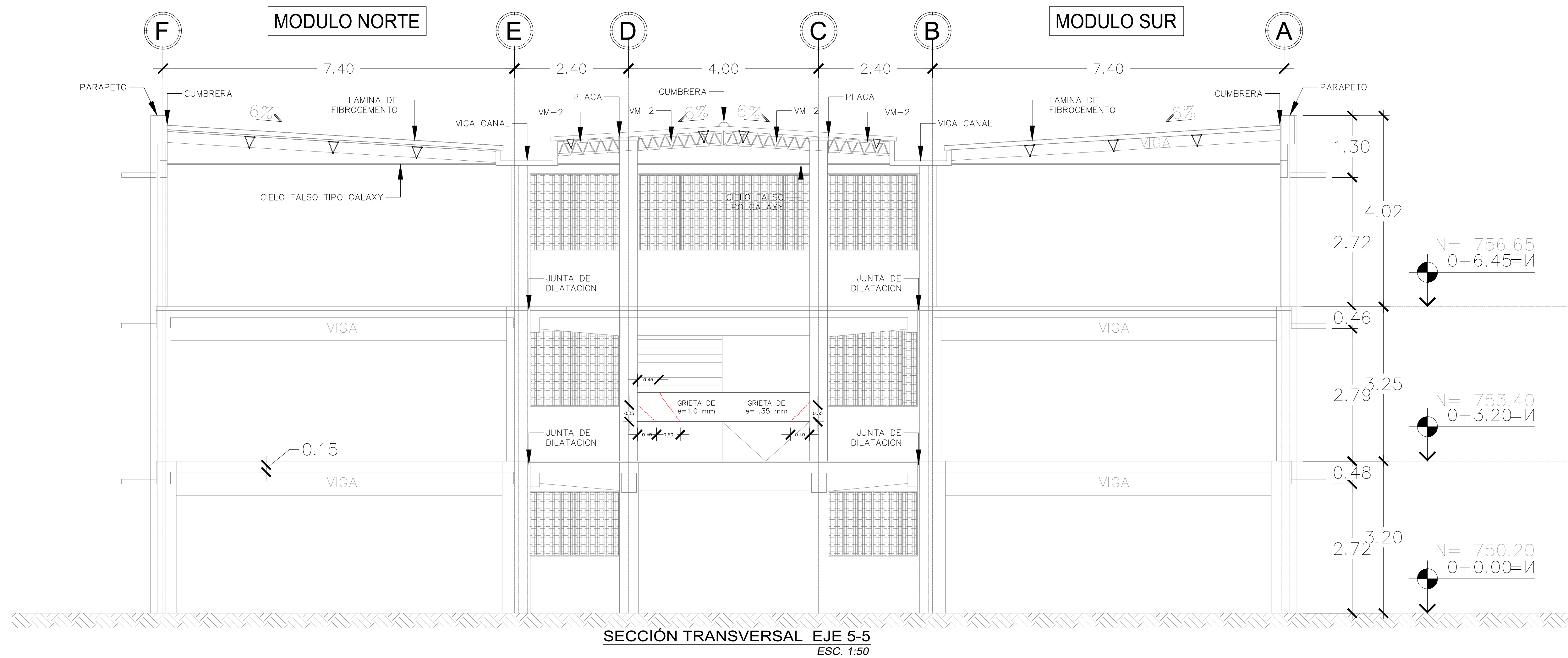
ESCALA:

INDICADAS

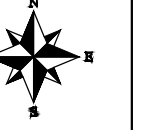
FECHA:

MARZO 2025

Cuadro de Sellos



Esquema de Ubicación sin Escala



NOMBRE: CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMÓN

CÓDIGO DE INFRAESTRUCTURA: 11428

UBICACIÓN:

AVENIDA BOQUÍN, CALLE BARCELONA #12, COLONIA BOQUÍN, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO, DEPARTAMENTO SAN SALVADOR.

CONTENIDO:

PLANOS DE DAÑOS EN LOSAS

PRESENTA:

FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR

AMILCAR ALEXÁNDER LARIOS ARDÓN

PROPIETARIO:

MINEDUCYT

ÁREA:

3914.40 m<sup>2</sup>

CORRELATIVO:

10/11

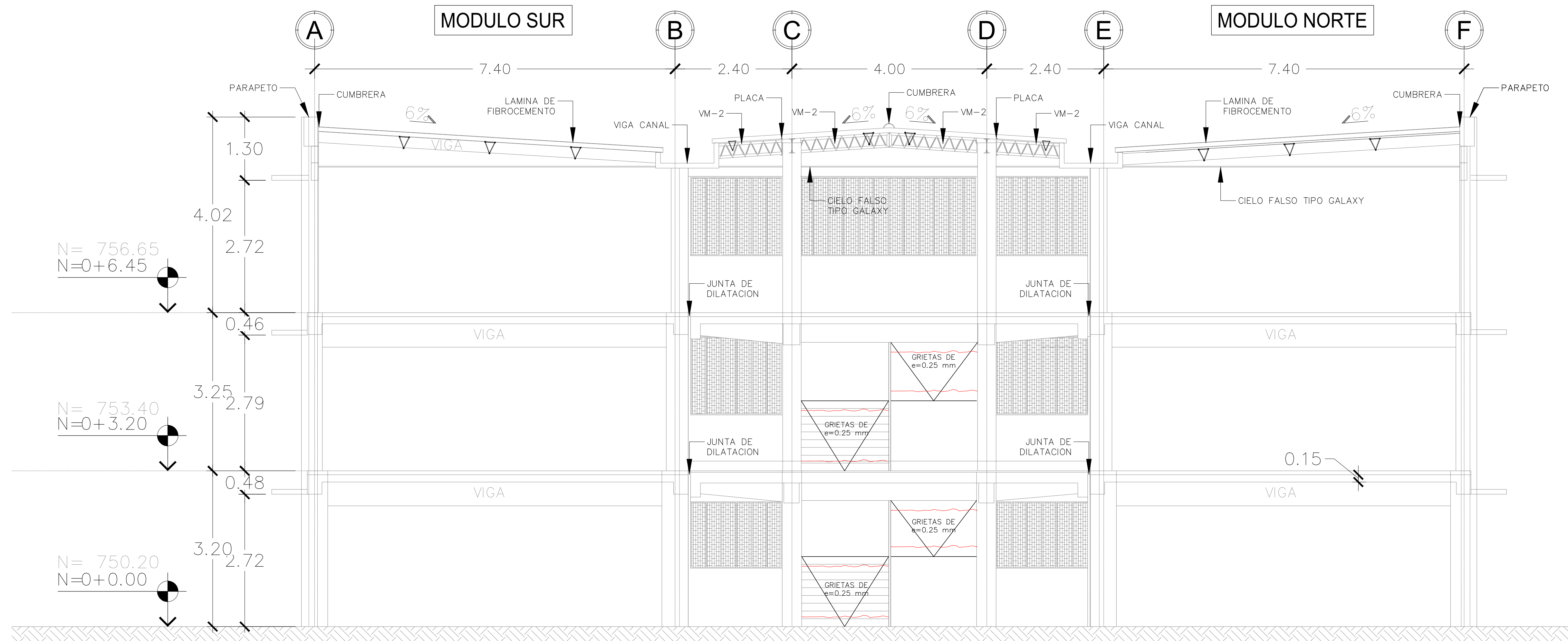
ESCALA:

INDICADAS

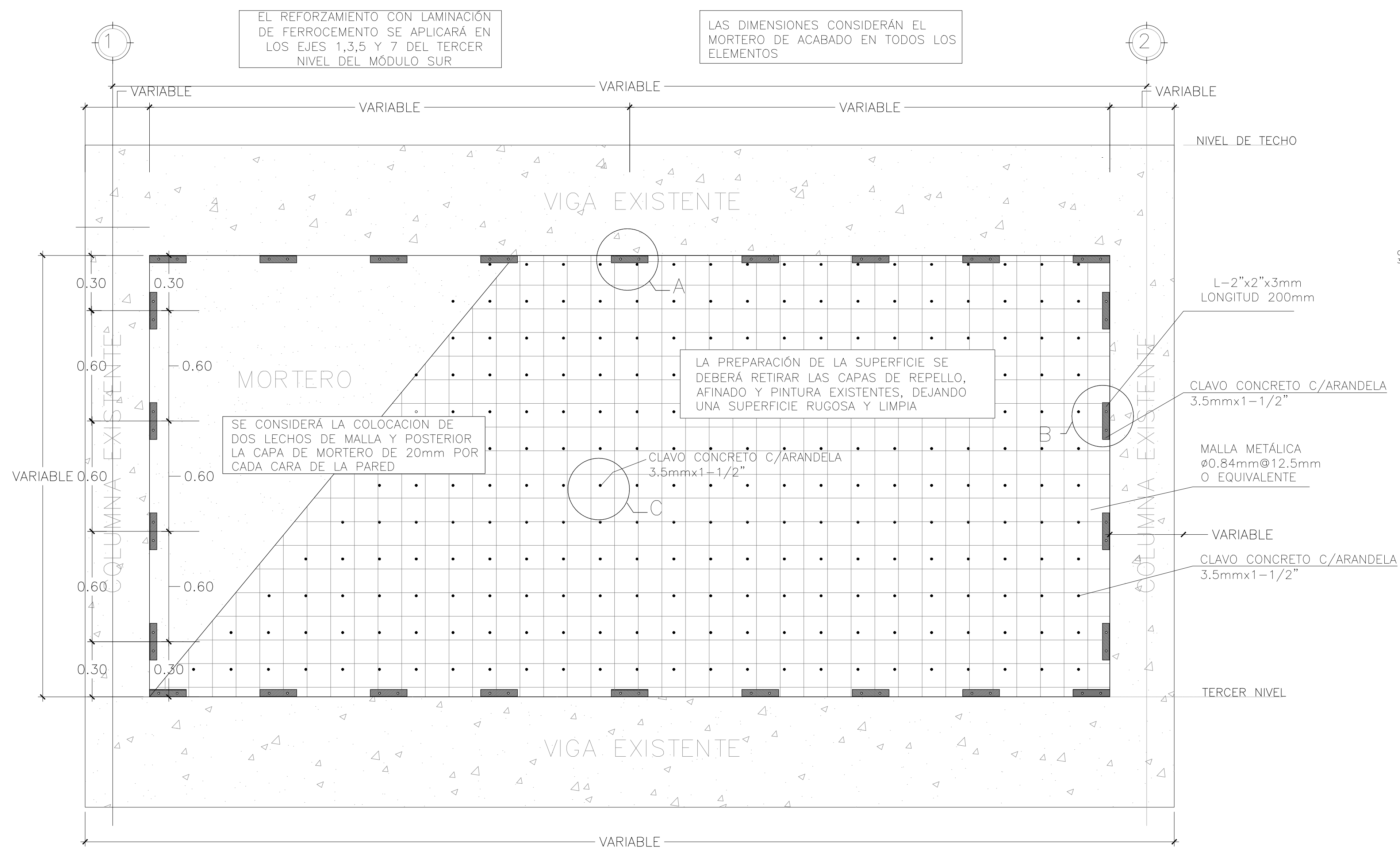
FECHA:

MARZO 2025

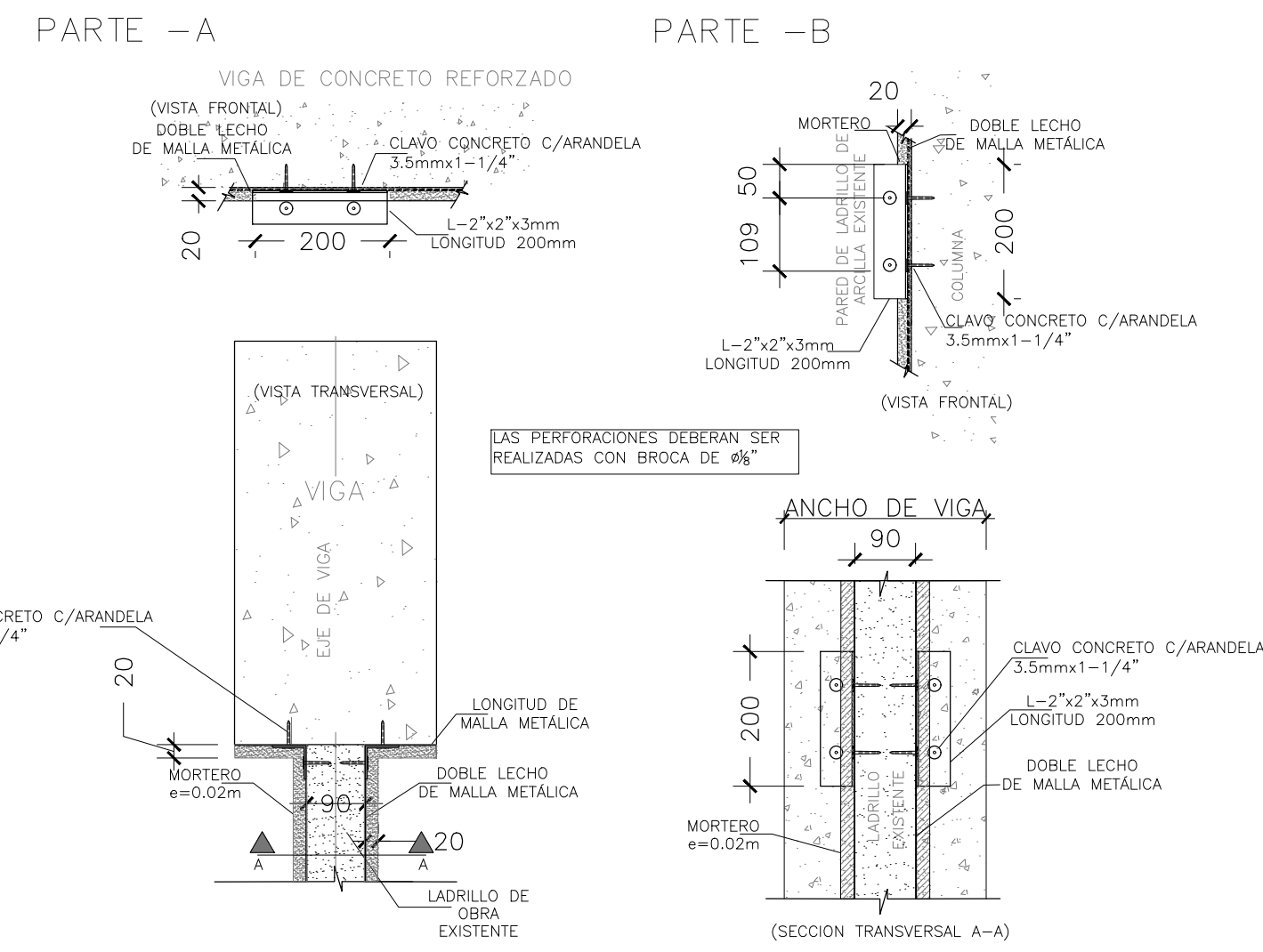
Cuadro de Sellos



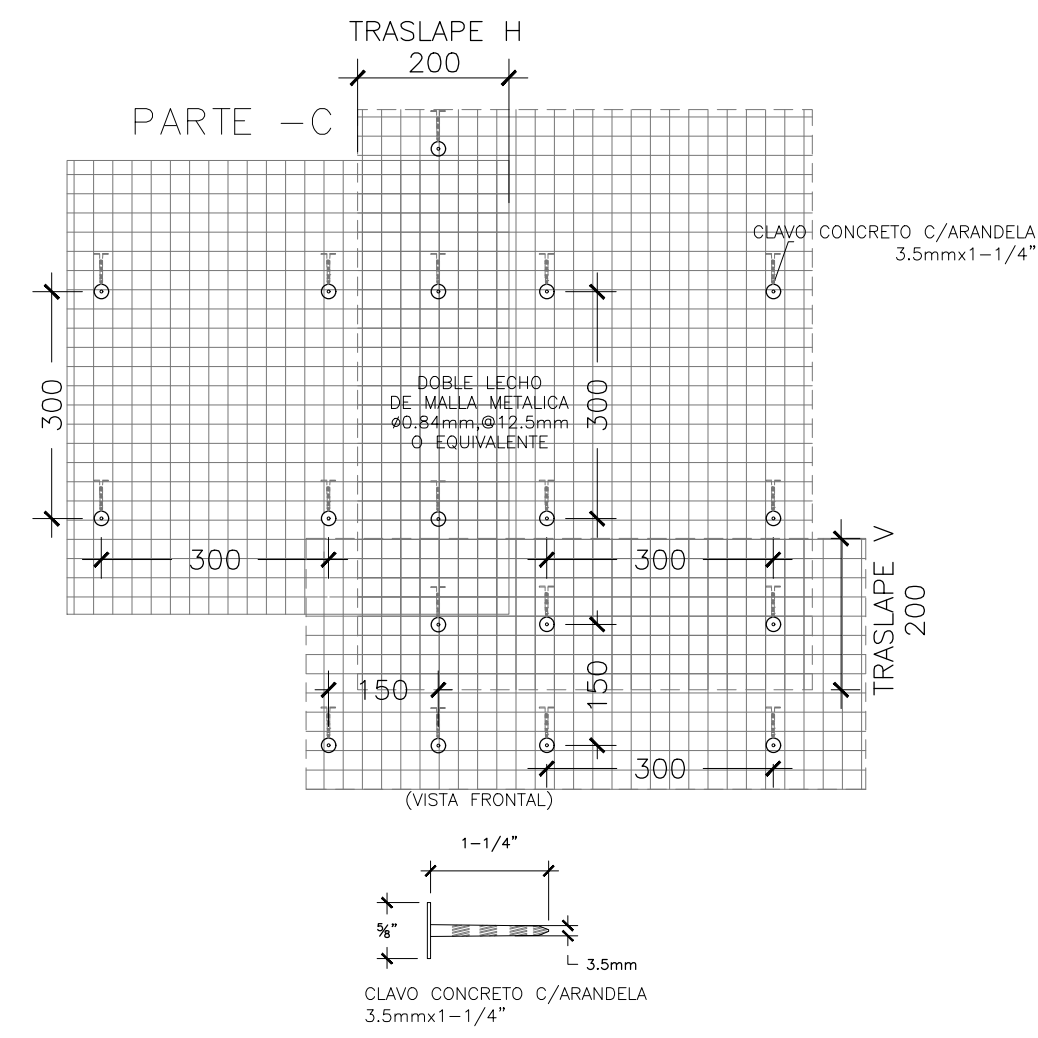
**ELEVACIÓN EJE 3-3**  
ESC. 1:125



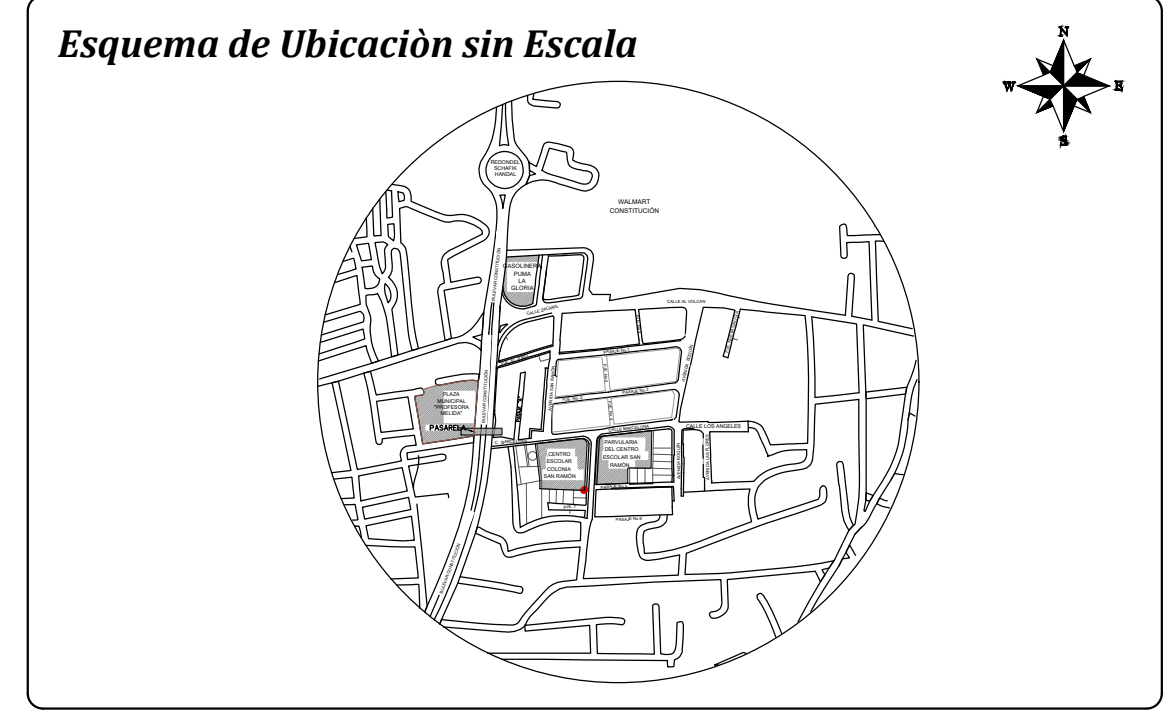
DETALLE TÍPICO DE REFORZAMIENTO SÍSMICO: LAMINACIÓN CON FERROCEMENTO ESCALA 1:15



DETALLE DE ENCLAJE: LAMINACIÓN CON FERROCEMENTO ESCALA 1:10



ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE TRASLAPE Y CLAVOS DE ANCLAJE ESCALA 1:10



NOMBRE: CENTRO ESCOLAR COLONIA SAN RAMÓN

CÓDIGO DE INFRAESTRUCTURA: 11428

UBICACIÓN:  
AVENIDA BOQUÍN, CALLE BARCELONA #12, COLONIA BOQUÍN, DISTRITO DE MEJICANOS, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR CENTRO, DEPARTAMENTO SAN SALVADOR.

CONTENIDO:  
PLANO DE REPARACIONES Y REFORZAMIENTO SÍSMICO

PRESENTA:  
FRANKLIN SIDNEY HENRÍQUEZ MENJÍVAR  
AMILCAR ALEXÁNDER LARIOS ARDÓN

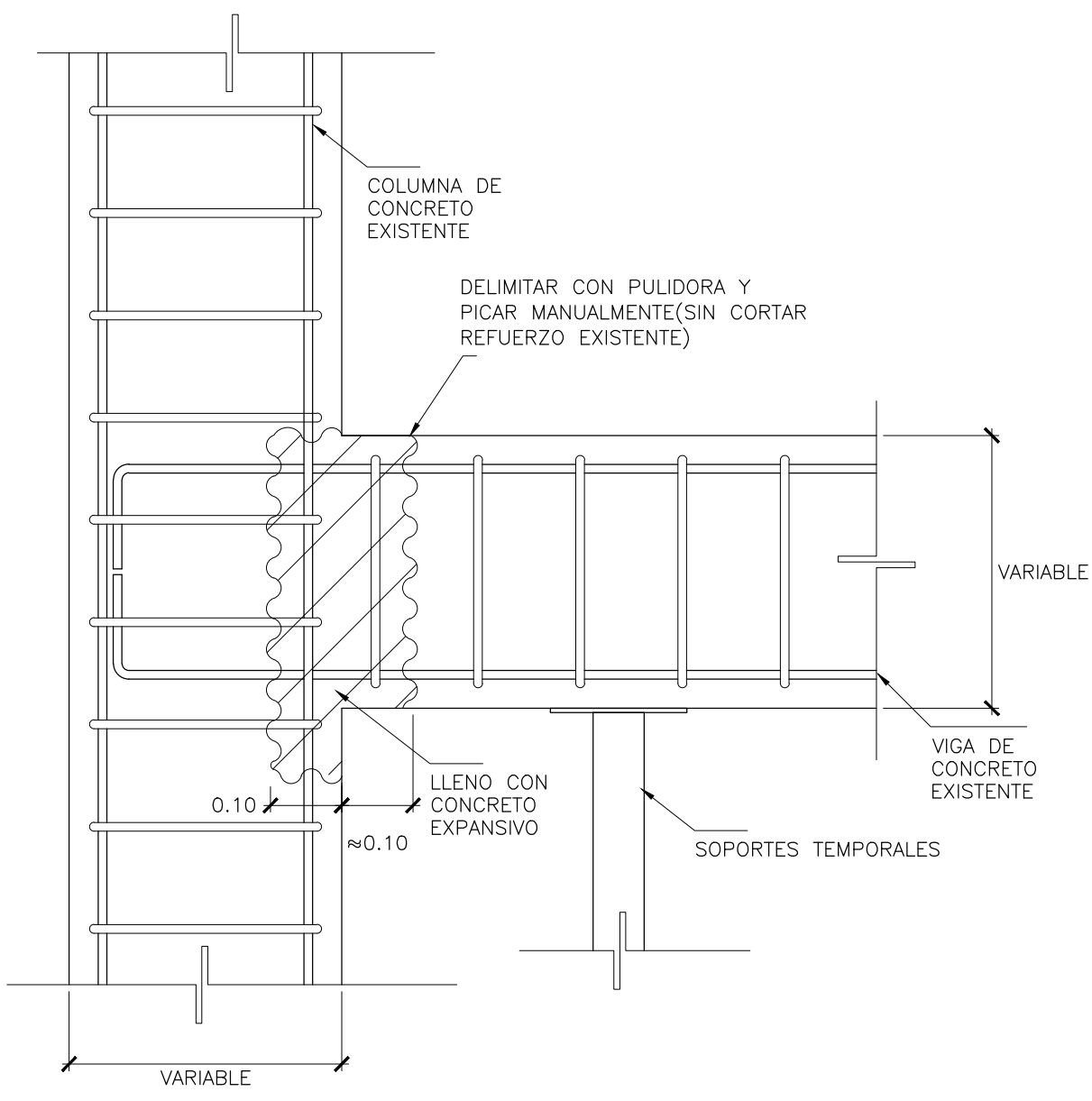
PROPIETARIO: MINEDUCYT

ÁREA: 3914.40 m<sup>2</sup>

CORRELATIVO: 11/11

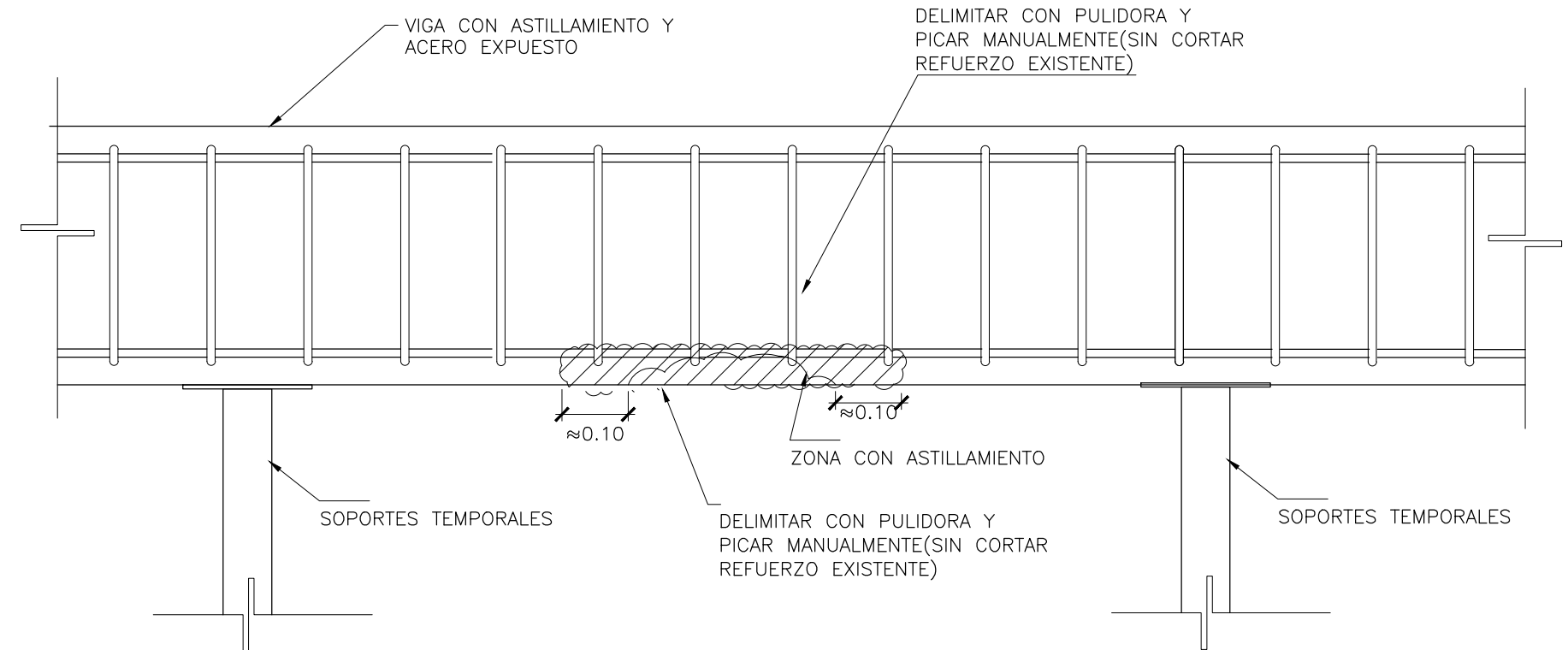
ESCALA: INDICADAS

FECHA: MARZO 2025



DETALLE TÍPICO DE REPARACIÓN DE GRIETA EN UNIÓN DE VIGA-COLUMNA ESCALA 1:10

- PROCEDIMIENTO DE REPARACION
1. APUNTALAR DEBIDAMENTE LA VIGA
  2. DELIMITAR ÁREA DE CORTE CON PULIDORA
  3. PROCEDER A DEMOLICION MANUAL DE CONCRETO DAÑADO, HASTA DESCUBRIR EL ACERO DE REFUERZO
  4. LIMPIAR ÁREA AFECTADA
  5. MOLDEAR ELEMENTO
  6. COLOCAR ADITIVO DE UNION DE CONCRETO NUEVO A CONCRETO ENDURECIDO.
  7. LLENAR CON CONCRETO EXPANSIVO SIKAGROUT 202 O SIMILAR.
  8. RETIRAR MOLDE Y AFINAR.
  9. REPELLAR Y AFINAR SUPERFICIE, HASTA DAR ACABADO FINAL.



DETALLE TÍPICO DE REPARACIÓN EN VIGA CON ASTILLAMIENTO ESCALA 1:10

- PROCEDIMIENTO DE REPARACION
1. APUNTALAR DEBIDAMENTE LA VIGA
  2. DELIMITAR ÁREA DE CORTE CON PULIDORA
  3. PROCEDER A DEMOLICION MANUAL DE CONCRETO DAÑADO, HASTA DESCUBRIR EL ACERO DE REFUERZO
  4. LIMPIAR ÁREA AFECTADA
  5. MOLDEAR ELEMENTO
  6. COLOCAR ADITIVO DE UNION DE CONCRETO NUEVO A CONCRETO ENDURECIDO.
  7. LLENAR CON CONCRETO EXPANSIVO SIKAGROUT 202 O SIMILAR.
  8. RETIRAR MOLDE Y AFINAR.
  9. REPELLAR Y AFINAR SUPERFICIE, HASTA DAR ACABADO FINAL.

Cuadro de Sellos