

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

**COMPARACION DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA
INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA
EMBLEMÁTICA “SANTA TERESITA”- CAJAMARCA,
CONSIDERANDO LA NORMA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE
E.030 DEL 2003 y 2018.**

Para optar el Grado Académico de
MAESTRO EN CIENCIAS
MENCIÓN: INGENIERÍA CIVIL

Presentada por:
Bachiller: ANITA ELIZABET ALVA SARMIENTO

Asesor:
Dr. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO

Cajamarca, Perú

2023

COPYRIGHT © 2023 by
ANITA ELIZABET ALVA SARMIENTO
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS APROBADA:

**COMPARACION DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA
INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA
EMBLEMÁTICA "SANTA TERESITA"- CAJAMARCA,
CONSIDERANDO LA NORMA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE
E.030 DEL 2003 y 2018.**

Para optar el Grado Académico de
MAESTRO EN CIENCIAS
MENCIÓN: INGENIERÍA CIVIL

Presentada por:
Bachiller: ANITA ELIZABET ALVA SARMIENTO

JURADO EVALUADOR

Dr. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
Asesor

M.Cs. José Luis Marchena Araujo
Jurado evaluador

Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas
Jurado evaluador

M.Cs. Jaime Octavio Amorós Delgado
Jurado evaluador

Cajamarca, Perú

2023



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD
Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

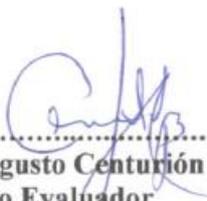
Siendo las 16:00 horas del día 17 de Julio de dos mil veintitrés, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el, **M.Cs. JOSÉ LUIS MARCHENA ARAUJO, Dr. MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS, el Dr. JAIME OCTAVIO AMORÓS DELGADO.** y en calidad de Asesor el **Dr. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO.** Actuando de conformidad con el Reglamento Interno de la Escuela de Posgrado y la Directiva para la Sustentación de Proyectos de Tesis, Seminarios de Tesis, Sustentación de Tesis y Actualización de Marco Teórico de los Programas de Maestría y Doctorado, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada: **“COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA EMBLEMÁTICA “SANTA TERESITA”-CAJAMARCA, CONSIDERANDO LA NORMA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE E 030 DEL 2003 Y 2018”;** presentada por la **Bach. en Ingeniería Civil.**

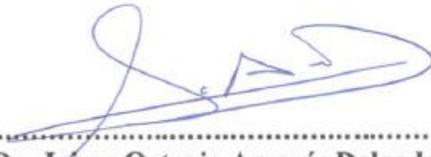
Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBADA con la calificación de Dieciocho (EXCELENTE) la mencionada Tesis; en tal virtud, la **Bach. en Ingeniería Civil. ANITA ELIZABET ALVA SARMIENTO,** está apta para recibir en ceremonia especial el Diploma que la acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS,** de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, con Mención en **Ingeniería Civil.**

Siendo las 17:500 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dr. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
Asesor


.....
M.Cs. José Luis Marchena Araujo
Jurado Evaluador


.....
Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas
Jurado Evaluador


.....
Dr. Jaime Octavio Amorós Delgado
Jurado Evaluador

DEDICATORIA

A mis padres *Gilmer y Manuela*, por motivarme a lograr mis metas, por su apoyo y amor.

A mi *Polita*, mi segunda madre y más, por hacerme sentir siempre su inmenso amor y por acompañarme y guiarme en este camino, ahora como un ángel al lado del Todopoderoso.

A mi esposo *Willy* y a mis *hijos Rodrigo y Joaquín*, principales motores de mi vida y la razón de seguir adelante.

A todos y cada uno de mis familiares y amigos por manifestarme su apoyo incondicional y su motivación a seguir avanzando cada día.

AGRADECIMIENTO

A *Dios y a la Virgencita*, por iluminar mi vida y manifestarme su amor y bondad en cada momento.

A mi asesor *Dr. Miguel Mosqueira Moreno*, por sus enseñanzas, por su paciencia y dedicación en el desarrollo de la presente investigación.

A los docentes de esta magna casa superior de estudios, por sus enseñanzas y dedicación.

A las autoridades de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita” por permitirme el acceso a la información del colegio y por amabilidad y consideración.

La ciencia puede divertirnos y fascinarnos, pero es la ingeniería la que cambia el mundo.

Isaac Asimov

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
EPÍGRAFE	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
LISTA DE ABREVIATURAS y SIGLAS USADAS	xv
GLOSARIO	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.1.1. Contextualización	1
1.1.2. Descripción del problema	8
1.1.3. Formulación del problema	8
1.2 Justificación e importancia.....	9
1.3 Delimitación de la investigación	9
1.4 Limitaciones.....	10
1.5 Objetivos	11
1.5.1. Objetivo general	11
1.5.2. Objetivos específicos.....	11
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	12
2.1. Antecedentes de la Investigación	12
2.1.1. Internacionales	12
2.1.2. Nacionales.....	14
2.1.3. Locales	16

2.2.	Marco teórico.....	17
2.2.1.	Zonificación	18
2.2.2.	Perfiles de suelo	19
2.2.3.	Parámetros de Sitio (S, TP y TL)	20
2.2.4.	Factor de Amplificación Sísmica (C)	21
2.2.5.	Categoría de las edificaciones y Factor de Uso “U”	22
2.2.6.	Sistemas Estructurales	23
2.2.7.	Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R).....	24
2.2.8.	Factores de Irregularidad (I_a , I_p).....	25
2.2.9.	Estimación del Peso (P)	26
2.2.10.	Procedimientos de Análisis Sísmico	26
2.2.11.	Fuerza Cortante en la Base	27
2.2.12.	Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura	27
2.2.13.	Modos de Vibración	28
2.2.14.	Aceleración Espectral	28
2.2.15.	Criterios de Combinación.....	29
2.2.16.	Fuerza Cortante Mínima	30
2.2.17.	Determinación de Desplazamientos Laterales	30
2.2.18.	Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles	31
2.2.19.	Separación entre Edificios (s)	31
2.3.	Definición de términos básicos	32
CAPITULO III: PLANTEAMIENTO DE LA HIPOTESIS y VARIABLES.....		36
3.1.	Hipótesis General	36
3.2.	Variables	36
3.3.	Operacionalización de los componentes de la hipótesis	36
CAPITULO IV: MARCO METODOLOGICO		38
4.1.	Ubicación Geográfica	38
4.2.	Diseño de la investigación	39
4.2.1.	Obtención de datos.....	39

4.2.2.	Verificación de datos	43
4.2.3.	Modelamiento estructural.....	43
4.2.4.	Comparación de resultados	43
4.3.	Métodos de investigación	45
4.4.	Población.....	45
4.4.1.	Población.....	45
4.4.2.	Muestra	45
4.4.3.	Unidad de análisis	45
4.5.	Técnicas e instrumentos de recopilación de la información	47
4.6.	Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	49
4.7.	Matriz de consistencia metodológica	49
CAPITULO V: RESULTADOS y DISCUSION		51
5.1.	Presentación de resultados	51
5.1.1.	Verificación del factor de reducción sísmica “R”	51
5.1.2.	Modelo estructural	54
5.1.3.	Deformaciones	54
5.1.4.	Esfuerzos internos.....	61
5.1.5.	Resumen de las deformaciones y esfuerzos internos	66
5.2.	Análisis, interpretación y discusión de resultados	67
5.2.1.	Deformaciones	67
5.2.2.	Esfuerzos internos.....	68
5.3.	Contrastación de hipótesis.....	70
CAPITULO VI: PROPUESTA.....		72
6.1.	Torsión inicial.....	72
6.2.	Propuesta de reforzamiento.....	73
6.3.	Torsión final.....	76
6.4.	Detalle de anclaje con estructuras existentes	77
6.5.	Costos de la Propuesta de Reforzamiento.....	78

CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	82
APÉNDICES	85
ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Sismos más devastadores que ocurrieron en el Perú	3
Tabla 2	Zonas Sísmicas en el Departamento de Cajamarca NT E.030-2018	5
Tabla 3	Evolución de la Norma Sismorresistente NT E.030.....	6
Tabla 4	Evolución del Mapa Sísmico: Norma de Diseño Sismorresistente. NTE E.030 ..	7
Tabla 5	Ambientes de la IE Emblemática “Santa Teresita” materia de la investigación ..	9
Tabla 6	Factores de zona – E.030 2003.....	18
Tabla 7	Factores de zona – E.030 2018.....	18
Tabla 8	Perfiles de suelo – E.030 2003.....	19
Tabla 9	Perfiles de suelo – E.030 2018.....	19
Tabla 10	Parámetros de suelo – E.030 2003.....	20
Tabla 11	Factor de suelo “S” – E.030 2018	20
Tabla 12	Periodos “T _p ” y “T _L ” – E.030 2018.....	20
Tabla 13	Factor de uso “U” – E.030 2003.....	22
Tabla 14	Factor de uso “U” – E.030 2018.....	22
Tabla 15	Consideraciones para estructuras de concreto armado – E.030 2003	23
Tabla 16	Consideraciones para estructuras de concreto armado – E.030 2018	23
Tabla 17	Coeficiente de reducción “R” – E.030 2003.....	24
Tabla 18	Coeficiente Básico de reducción “R ₀ ” – E.030 2018.....	24
Tabla 19	Irregularidades en altura – E.030 2003.....	25
Tabla 20	Irregularidades en planta – E.030 2003	25
Tabla 21	Irregularidades en altura – E.030 2018.....	25
Tabla 22	Irregularidades en planta – E.030 2018	25
Tabla 23	Límites para el desplazamiento lateral de entrepiso – E.030 2003	31
Tabla 24	Límites para el desplazamiento lateral de entrepiso – E.030 2018	31
Tabla 25	Escala de Richter o de Magnitud Local.....	34
Tabla 26	Escala Modificada de Mercalli.....	35
Tabla 27	Operacionalización de las variables.....	37
Tabla 28	Características de los materiales utilizados	40
Tabla 29	Carga viva y muerta consideradas en los modelamientos	41
Tabla 30	Parámetros sísmicos de acuerdo a la Norma Técnica E.030 (2003).....	42
Tabla 31	Parámetros sísmicos de acuerdo a la Norma Técnica E.030 (2018).....	42
Tabla 32	Módulos analizados de I.E. Emblemática “Santa Teresita”	46
Tabla 33	Detalle de los modelos estructurales creados para el análisis sísmico.	47

Tabla 34 Matriz de consistencia metodológica	50
Tabla 35 Verificación del factor “R” – Modelo 1 (C-J)	51
Tabla 36 Verificación del factor “R” – Modelo 2 (J)	51
Tabla 37 Verificación del factor “R” – Modelo 3 (B)	52
Tabla 38 Verificación del factor “R” – Modelo 4 (C)	53
Tabla 39 Verificación del factor “R” – Modelo 5 (E)	53
Tabla 40 Regularidad e irregularidad de los modelos estructurales de la I.E. Emblemática “Santa Teresita”	54
Tabla 41 Desplazamientos reales para la dirección “X” y “Y”	55
Tabla 42 Derivas para todos los módulos evaluados en la dirección “X”	58
Tabla 43 Derivas para todos los módulos evaluados en la dirección “Y”	59
Tabla 44 Momentos positivos y negativos de los módulos regulares con la norma E.030 2003 y E.030 2018.....	61
Tabla 45 Momentos positivos y negativos de los módulos irregulares con la norma E.030 2003 y E.030 2018	62
Tabla 46 Fuerzas cortantes máximas y mínimas de los módulos regulares con la norma E.030 2003 y E.030 2018	63
Tabla 47 Fuerzas cortantes máximas y mínimas de los módulos irregulares con la norma E.030 2003 y E.030 2018	64
Tabla 48 Ratios de torsión calculados de todos los módulos analizados con la norma E.030 2003 y E.030 2018, para la Dirección “X”	65
Tabla 49 Ratios de torsión calculados de todos los módulos analizados con la norma E.030 2003 y E.030 2018, para la Dirección “Y”	66
Tabla 50 Resumen del porcentaje de variación de las deformaciones y esfuerzos internos	67
Tabla 51 Ratio de torsión inicial.....	72
Tabla 52 Centro de masa y centro de rigidez inicial	73
Tabla 53 Características de las placas incorporadas.....	76
Tabla 54 Ratio de torsión final	76
Tabla 55 Centro de masa y centro de rigidez final.....	77
Tabla 56 Detalle del costo de la propuesta de reforzamiento	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cinturón de fuego del pacífico.....	2
Figura 2 Ubicación de la Placa de Nazca y la Placa Sudamericana.....	2
Figura 3 Zonificación de la I.E. Emblemática “Santa Teresita”	10
Figura 4 Mapa de zonificación sísmica – E.030 2003.....	18
Figura 5 Mapa de zonificación sísmica – E.030 2018.....	18
Figura 6 Ubicación de la I.E. Emblemática “Santa Teresita” - Cajamarca	39
Figura 7 Flujograma del Procedimiento de Análisis de los datos.....	44
Figura 8 Unidad de análisis IE Emblemática “Santa Teresita”	46
Figura 9 Vista 3D de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita”	46
Figura 10 Ubicación de los modelos estructurales utilizados en el análisis sísmico de los módulos/pabellones “B”, “C”, “E” y “J”	48
Figura 11 Vista de desplazamientos en dirección “X” - modelo 1 (C-J).	54
Figura 12 Variación de desplazamientos: Nivel 1 – Dirección “X”	55
Figura 13 Variación de desplazamientos: Nivel 2 – Dirección “X”	56
Figura 14 Variación de desplazamientos: Nivel 3 – Dirección “X”	56
Figura 15 Variación de desplazamientos: Nivel 1 – Dirección “Y”	57
Figura 16 Variación de desplazamientos: Nivel 2 – Dirección “Y”	57
Figura 17 Variación de desplazamientos: Nivel 3 – Dirección “Y”	57
Figura 18 Variación de las derivas – Dirección “X”	60
Figura 19 Variación de las derivas – Dirección “Y”	60
Figura 20 Vista de momentos en la dirección “X” - modelo 1 (C-J).....	62
Figura 21 Vista de fuerzas cortantes en la dirección “X” - modelo 1 (C-J)	64
Figura 22 Modelo 3(B) sin incorporación de placas.....	74
Figura 23 Modelo 3(B) con incorporación de placas	74
Figura 24 Modelo 4(C) sin incorporación de placas	75
Figura 25 Modelo 4(C) con incorporación de placas	75
Figura 26 Detalle del costo de mano de obra	78

LISTA DE ABREVIATURAS y SIGLAS USADAS

ABS	:	Criterio de combinación de la suma de los valores absolutos
CQC	:	Criterio de combinación cuadrática completa
C	:	Factor de amplificación sísmica
C_T	:	Coeficiente para estimar el periodo fundamental de un edificio
F_i	:	Fuerza sísmica horizontal en el nivel "i"
g	:	Aceleración de la gravedad
h_i	:	Altura del nivel "i" con relación al nivel del terreno
h_{ei}	:	Altura del entrepiso "i"
h_n	:	Altura total de la edificación en metros
I_a	:	Factor de irregularidad en altura
I_p	:	Factor de irregularidad en planta
MVCS	:	Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento
NT	:	Norma técnica
P	:	Peso total de la edificación
R	:	Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas
R_0	:	Coeficiente básico de la reducción de las fuerzas sísmicas
RNE	:	Reglamento nacional de edificaciones
s	:	Separación entre edificios
S	:	Factor de amplificación del suelo
S_a	:	Espectro de pseudo aceleraciones
SRSS	:	Criterio de combinación de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados
T	:	Periodo fundamental de la estructura para el análisis estático o periodo de un modo en análisis dinámico
T_P	:	Periodo que define la plataforma del factor C
T_L	:	Periodo que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante
U	:	Factor de uso o importancia
Vd	:	Cortante basal dinámica
Ve	:	Cortante basal estática
Z	:	Factor de zona sísmica

GLOSARIO

I.E. Emblemática	: Son instituciones educativas reconstruidas que cumplen requisitos de calidad y albergan a gran cantidad de estudiantes.
Módulo de elasticidad	: Relación entre el esfuerzo que está sometido el material y su capacidad para deformarse elásticamente.
Módulo de Poisson	: Relación entre la deformación transversal y longitudinal de un material.
Módulo de corte	: Deformación del material ante esfuerzos cortantes, es decir debido a las fuerzas aplicadas en la dirección tangente a la superficie sobre la que actúa.
Resistencia	: Capacidad de una estructura para soportar cargas sin colapsar.
Rigidez	: Capacidad de una estructura para oponerse a las deformaciones antes del colapso.
Peso específico	: Relación entre el peso y el volumen de un material.
Parámetros sísmicos	: Son factores que sirven para hallar la fuerza cortante en la base para el análisis estático o los espectros inelásticos de pseudo aceleraciones para el análisis dinámico.
Ratio de torsión	: Es la relación entre el desplazamiento máximo y el desplazamiento promedio del entrepiso de una edificación.

RESUMEN

Siendo el Perú uno de los países que pertenece al “Cinturón de fuego del Pacífico”, lo cual hace que sea un lugar vulnerable a la presencia de sismos, se tiene la necesidad de contar con normas y reglamentos que puedan contribuir con el diseño de sus estructuras que permitan mitigar los daños y poner a salvo la vida de sus habitantes. Es así que tenemos la Norma de Diseño Sismorresistente NT E.030, la cual viene actualizándose cada cierto tiempo en función de la actividad sísmica presentada en nuestro país, y que divide al Perú en cuatro zonas de acuerdo al peligro sísmico, ubicando al departamento de Cajamarca en las zonas 3 y 2, específicamente a la ciudad de Cajamarca en la zona 3, lo cual advierte que sus edificaciones deben diseñarse con los parámetros correspondientes para soportar sismos de gran intensidad. Es así que, que se tuvo la iniciativa de evaluar el comportamiento sísmico que tendría la infraestructura de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita”, en razón de ser un colegio importante para Cajamarca y por albergar a más de 2000 estudiantes. Se evaluó la institución educativa comparando su comportamiento sísmico (desplazamientos y fuerzas internas) de sus 4 módulos, habiendo sido diseñados y construidos con la normativa anterior NT E.030 del año 2003 y comparando dicha respuesta estructural con los cambios realizados en la norma actual NT E.030 del año 2018, para esta evaluación se utilizó el software computacional ETABS V.20.3.0. Se concluye que el comportamiento de la estructura disminuye en menos del 20% al utilizar la NT E.030 2018 con respecto a la NT E.030 2003, ya que las deformaciones (desplazamientos y derivas) disminuyen aproximadamente en -19% para la dirección “X” y en -15% para “Y”, y en las fuerzas internas (fuerzas cortantes y momentos) de los módulos regulares disminuyen entre -7% y -9%, solo en las fuerzas internas de los módulos irregulares aumentan entre 3% y 4%, lo que significa que la NT E.030 2003 es más conservadora pues tiene una mejor respuesta estructural ante las sollicitaciones sísmicas. Asimismo, se propuso una alternativa de reforzamiento mediante la incorporación de placas para los módulos irregulares que presentan irregularidad torsional extrema.

Palabras clave: Comportamiento sísmico, análisis sísmico, parámetros de diseño sísmico.

ABSTRACT

Being Peru one of the countries that belongs to the "Pacific Ring of Fire", which makes it a place vulnerable to the presence of earthquakes, there is a need to have rules and regulations that can contribute to the design of its structures that allow to mitigate the damage and save the lives of its inhabitants. This is how we have the NT E.030 Seismic Design Standard, which has been updated from time to time based on the seismic activity presented in our country, and which divides Peru into four zones according to seismic hazard, locating the Department of Cajamarca in zones 3 and 2, specifically to the city of Cajamarca in zone 3, which warns that its buildings must be designed with the corresponding parameters to withstand high-intensity earthquakes. Thus, the initiative was taken to evaluate the seismic behavior of the infrastructure of the Emblematic Educational Institution "Santa Teresita", because it is an important school for Cajamarca and because it houses more than 2000 students. The educational institution was evaluated by comparing its seismic behavior (displacements and internal forces) of its 4 modules, having been designed and built with the previous standard NT E.030 of the year 2003 and comparing said structural response with the changes made in the current standard NT E.030 of the year 2018, for this evaluation the ETABS V.20.3.0 computer software was used. It is concluded that the behavior of the structure decreases by less than 20% when using the NT E.030 2018 with respect to the NT E.030 2003, since the deformations (displacements and drifts) decrease approximately -19% for the direction "X" and -15% for "Y", and in the internal forces (shear forces and moments) of the regular modules they decrease between -7% and -9%, only in the internal forces of the irregular modules they increase between 3 % and 4%, which means that the NT E.030 2003 is more conservative since it has a better structural response to seismic solicitations. Likewise, a reinforcement alternative was proposed through the incorporation of plates for irregular modules that present extreme torsional irregularity.

Keywords: Seismic behavior, seismic analysis, seismic design parameters.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización

El origen de los sismos y terremotos se debe a la ruptura brusca de la corteza terrestre y a la liberación de la energía acumulada en su interior mediante la emisión y transmisión de ondas, los movimientos sísmicos más fuertes y destructores son los movimientos tectónicos (movimientos de la litósfera terrestre). Asimismo, los principales factores que afectan a las deformaciones tectónicas son las características geométricas de la fuente sísmica, el mecanismo focal del terremoto y las propiedades elásticas e inelásticas del material. (Bozzo y Barbat, 2022)

Es así que la corteza terrestre está dividida en placas independientes, pero con movimiento relativo entre sí, como las **placas convergentes** que consiste en el deslizamiento de una placa sobre otra (fenómeno de subducción), **placas divergentes** que son las generadoras de grietas en la corteza terrestre ocasionado la actividad volcánica y las **placas transformantes** que generan deslizamientos relativos laterales o de cortante. (Conde et al, 2021)

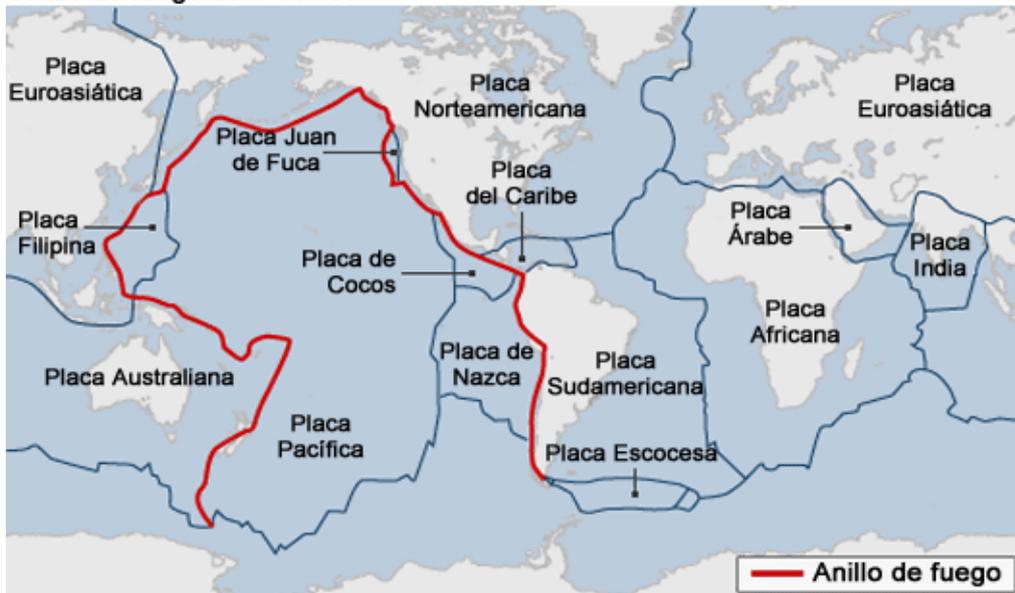
Las placas tectónicas de mayor dimensión son seis: Pacífico, América, Euroasiática, Australia-India, África y Antártida. Existen además otras placas de menor dimensión como la de Nazca y la de Cocos y además porciones aún más pequeñas denominadas subplacas.

El Perú es un país localizado en una zona de alta peligrosidad sísmica, pues está ubicado en el “Cinturón de Fuego de Pacífico” en contacto con las placas del Pacífico y Nazca que ocasiona el fenómeno de subducción y son responsable del 80% de los movimientos fuertes del planeta (Conde et al, 2021). Además de ello, el 40% del territorio peruano (costa peruana) está considerado como altamente sísmico con una posible intensidad de hasta 9 grados según la escala de Mercalli. (Valderrama y Meza, 2014)

Figura 1

Cinturón de fuego del pacífico

Anillo de fuego del Pacífico



Fuente: (Conde et al, 2021)

Figura 2

Ubicación de la Placa de Nazca y la Placa



Fuente: (Conde et al, 2021)

La distribución de la actividad sísmica de los últimos 50 años revela que en la costa de Lima no se ha liberado gran energía sísmica desde el terremoto de 1746. Por otro lado, la técnica del acoplamiento de placas señala que en esta zona no hay mucho movimiento entre las placas de Nazca y Sudamericana. Es decir, habría mucha energía acumulada que podría liberarse abruptamente.

Además, Mucha (2019) menciona que la norma sismorresistente ha evolucionado a lo largo de la historia basándose en los diversos sismos ocurridos en todo el Perú desde el año 1970 hasta el último sísmico devastador del año 2019. Además, menciona que varias instituciones educativas se construyeron con el programa INFES y siguiendo los lineamientos de la norma sismorresistente de 1997. En el 2001 ocurre el sismo de Ático (Arequipa, Moquegua y Tacna), se observó que algunas infraestructuras de las instituciones educativas fallaron principalmente por columna corta, a razón de ello se modificó la norma que se publicó en el año 2003.

Igualmente, Canchanya y Cayetano (2019) publicó en Convoca que, debido al último terremoto devastador en Perú del 26 de mayo del 2019, se vieron afectados 57,098 estudiantes de 217 escuelas de Loreto, Cajamarca y San Martín, las infraestructuras presentaban paredes rajadas, vidrios rotos, columnas dañadas y pisos fisurados. Lo descrito anteriormente destaca la importancia de la actualización de la norma sismorresistente de acuerdo a los diversos sismos ocurridos, logrando mejorar los factores de los parámetros sísmicos, principalmente en las edificaciones esencial para cumplir con la filosofía sismorresistente, la cual indica salvaguardar la vida de las personas.

Tabla 1

Sismos más devastadores que ocurrieron en el Perú

LOCALIZACION	DESCRIPCION
Lugar: Ancash (Callejón de Huaylas) Fecha: 31 de mayo de 1970 Hora: 03:23 pm	Se produjo un gran aluvión y un sismo de magnitud 7.8, dejando como saldo 67 mil muertos y 150 mil heridos.
Lugar: Piura y Tumbes Fecha: 09 de diciembre de 1970 Hora: 11:35 pm	Sismo de magnitud 7.2. El epicentro se ubicó al sur de Tumbes, y dejó como saldo 48 muertos. El sismo se sintió en Ecuador, donde hubo muertes y daños materiales.
Lugar: Lima Fecha: 03 de octubre de 1774 Hora: 09:21 am	Un terremoto de 8.0 azotó la capital del Perú, así como gran parte de la costa peruana, hacia el sur. El movimiento duró

<p>Lugar: Arequipa Fecha: 16 de febrero de 1979 Hora: 05:08 am</p> <p>Lugar: San Martín, Amazonas, Cajamarca, Rioja, Moyobamba, Chachapoyas, Jaén y Bagua Fecha: 29 de mayo de 1990 Hora: 09:34 am</p> <p>Lugar: San Martín, Amazonas y La Libertad. Fecha: 04 de abril de 1991 Hora: 11:19 pm</p> <p>Lugar: Ica, Arequipa, Ayacucho y Huancavelica. Fecha: 12 de noviembre de 1996 Hora: 11:59 am</p> <p>Lugar: Moquegua, Tacna y Arequipa. Fecha: 23 de junio del 2001 Hora: 03:33 pm</p> <p>Lugar: Pisco. Afectando también a Ica, Lima, Ayacucho, Huancavelica y Junín. Además de la Provincia constitucional del Callao. Fecha: 15 de agosto del 2007 Hora: 06:41 pm</p> <p>Lugar: Loreto Fecha: 24 de agosto del 2011 Hora: 12:46 pm</p> <p>Lugar: Loreto Fecha: 26 de mayo del 2019 Hora: 10.00 am</p>	<p>alrededor de 90 segundos y dejó como saldo 252 muertos y 3.600 heridos.</p> <p>Este sismo alcanzó una intensidad máxima del grado VII en la Escala Mercalli. En Arequipa, el sismo fue del grado VI y afectó seriamente algunas viviendas ocasionando muertes y muchos heridos.</p> <p>Un terremoto de 6.4 grados dejó como saldo 77 muertos, 1.680 heridos, 58.835 damnificados y 11 mil viviendas destruidas</p> <p>Un sismo de magnitud 6.2 dejó 53 muertos, 216 heridos, 181.344 damnificados y 30.224 viviendas destruidas. El terremoto remeció Rioja, Moyobamba, Chachapoyas y Bolívar y 139 escuelas se desplomaron.</p> <p>El terremoto tuvo una magnitud de 6.4 y dejó como saldo 17 muertos, 1.591 heridos, 94.047 damnificados, 5.346 viviendas destruidas, 12.700 viviendas afectadas. En Nazca, se destruyeron el 90% de las viviendas.</p> <p>Este sismo tuvo características importantes entre las que se destaca la complejidad de su registro y ocurrencia. El terremoto originó varias réplicas y alcanzó una intensidad máxima de VIII.</p> <p>Fue uno de los terremotos más violentos de nuestra historia reciente. Aunque no fue el que más víctimas ha causado, sí fue uno de los más destructivos. Unas 596 personas fallecieron esa noche o en los días siguientes debido al derrumbe de los edificios.</p> <p>Un sismo de 7 grados remeció Loreto. Ocurrió a 149 km de profundidad por un desplazamiento de la placa de Nazca y dejó daños en algunos colegios y casas, y 20 heridos leves, según Indeci.</p> <p>Es el último sismo devastador registrado en el Perú, tuvo una magnitud de 8 en Lagunas – Región Loreto, el cual dejó 1 muerto y cerca de 2500 afectados.</p>
---	--

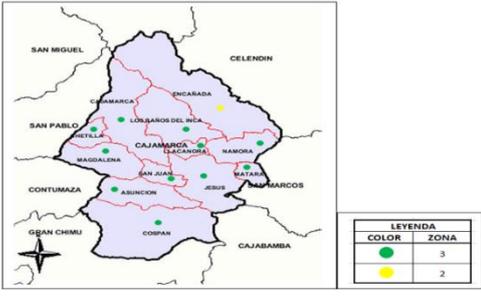
Fuente: (Diario El Comercio, 2020)

Como se puede apreciar en la información anterior, no hay muchos sismos registrados en nuestra ciudad, razón por la cual se habla de un silencio sísmico, siendo necesario prepararse para un evento sísmico de regular magnitud.

Cajamarca se encuentra ubicada en el Nor Oeste del Perú y según el Reglamento Nacional de Edificaciones, en la Norma E.030 2018 de Diseño Sismorresistente, se presentan dos zonas sísmicas, es decir, en el departamento de Cajamarca se tienen regiones ubicadas en las zonas 3 y 2 de alto riesgo sísmico.

Tabla 2

Zonas Sísmicas en el Departamento de Cajamarca NT E.030-2018

CAJAMARCA	
NT E.030	DEPARTAMENTO PROVINCIA
AÑO 2003	Todo el departamento, provincias y distritos pertenecen a la Zona 3 (Factor de Zona Z=0.40)
AÑO 2018	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Provincias de Cajamarca que pertenecen a las Zona 3 (Z=0.35) y a Zona 2 (Z=0.25)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Algunos distritos de Cajamarca pertenecen a Zona 3 (Z=0.35) y a Zona 2 (Z=0.25)</p> </div> </div>

En el área de la Ingeniería, el diseño sismorresistente ha sido y es de gran preocupación, debido a las consecuencias que se pueden generar al momento que ocurre un sismo severo. Por esta razón se han desarrollado Normas Sísmicas a nivel mundial, las cuales se encuentran en constante renovación y revisión debido a las lecciones que dejan los terremotos a nivel mundial. (López y Matheus, 2013)

Las normas de diseño sismorresistente brindan mayor importancia a las edificaciones esenciales, que son diseñadas y construidas para resistir sismos severos con la finalidad que su función no se vea interrumpida inmediatamente después de ocurrido un sismo. En la actualidad el estudio del análisis sísmico en edificaciones se encuentra desarrollándose a gran velocidad, lo cual implica la mejora de nuestros códigos y normas de análisis y diseño estructural, es por ello que se viene trabajando en nuestro país en la implementación, y actualización de nuestra norma la cual será revisada y aplicada en la presente tesis.

Constantemente se vienen realizando estudios en diferentes países, analizando el efecto de las actualizaciones de normativas en los comportamientos de las estructuras, o comparando el comportamiento con dos o más normas diferentes, así se tiene: En Madrid: “Estudio comparativo de distintas normas internacionales respecto de la aplicación de los espectros sísmicos de respuesta” (Málaga, 2015),

en Ecuador: “Comparación entre La Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 y La Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 aplicadas al análisis estructural del Edificio “Manuela Sáenz” mediante el uso del Programa Cypecad” por (Jurado, 2016), en nuestro país se tiene: “Estudio comparativo del análisis sísmico de una edificación de concreto armado para uso educativo aplicando la NTE.030 y la NTCS-2004”, realizado por (Valencia, 2018).

Debido entonces a las razones antes mencionadas, se hace necesario realizar estudios que permitan conocer el comportamiento más probable que podrían tener las edificaciones que se encuentran en nuestra ciudad y con mayor razón las edificaciones que pertenecen a la categoría de esenciales según la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente, como lo son los centros educativos, debido a la población que alberga, con la finalidad de salvaguardar sus vidas, además que eventualmente podría ser un centro de refugio al ocurrir un sismo de gran intensidad.

La Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” ha presentado cambios en los años 1967, 1977, 2003, 2016 y 2018. Debido a esta actualización de la norma E.030, es necesario evaluar y predecir cómo se comportarán las edificaciones ante un sismo severo.

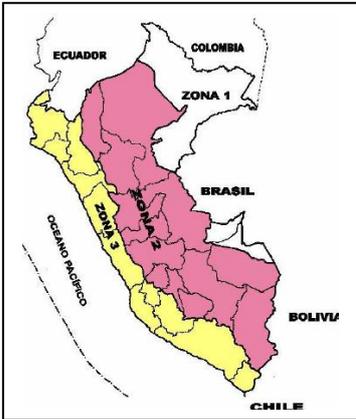
Tabla 3

Evolución de la Norma Sismorresistente NT E.030

AÑO	DESCRIPCION
1970	CAP IV: RNC “Seguridad contra el efecto destructivo de los sismos”
1977	RNC: Norma de Diseño Sismorresistente
1997	(MTC) RNC: Norma Técnica de Edificaciones: NTE E.030 “Diseño Sismorresistente”
2003	(MVCS-SENCICO): RNC/NTE E.030: “Diseño Sismorresistente”
2018	(MVCS-SENCICO): RNC/NTE E.030: “Diseño Sismorresistente”-Modificada

Tabla 4

Evolución del Mapa Sísmico: Norma de Diseño Sismorresistente. NTE E.030

1970	1977	1997	2003	2018			
							
Región	Factor U	Zona	Factor Z	Zona	Factor Z	Zona	Factor Z
3	0.60	3	0.30	3	0.40	4	0.45
2	0.80	2	0.70	2	0.30	3	0.35
1	1	1	1.00	1	0.15	2	0.25
						1	0.10

Nota: Los Mapas de riesgo Sísmico fueron extraídos de las Normas de Diseños Sismorresistente de los años 1970, 1977, 1997, 2003 y 2018.

Considerando lo mencionado, es indispensable que las obras civiles no colapsen y que hasta puedan ser reparadas luego de grandes terremotos, minimizando daños a la propiedad y asegurando la operatividad de instalaciones esenciales, para ello es necesario que las edificaciones tengan un diseño estructural acorde a la normatividad vigente (E.030 2018), lo que podrá asegurar que los elementos estructurales resistan satisfactoriamente las solicitaciones sísmicas (Muñoz, 2020).

Debido a la última actualización del año 2018 que ha tenido la Norma de Diseño Sismorresistente, es importante analizar que implicancias tendrán estos cambios en el comportamiento sísmico de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita”, siendo una estructura esencial y que acoge a una población estudiantil importante en nuestra ciudad. La estructura que se analizó consta de cuatro módulos de tres niveles, en los cuales se ubican aulas, laboratorios y ambientes administrativos, la estructura es de concreto armado con pórticos, muros de albañilería, placas de concreto en las dos direcciones principales.

En el análisis y comparación de los resultados en ambas normas se buscó mostrar las variaciones en cuanto a la implementación del control de irregularidades, teniendo en cuenta que esta verificación es parte fundamental en el predimensionamiento de los elementos estructurales y su posterior análisis, influyendo considerablemente en el cálculo del coeficiente de reducción de fuerza sísmica.

1.1.2. Descripción del problema

El local de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita” en el nivel secundario fue reconstruida en su totalidad, ya que sus instalaciones tenían más de 70 años de antigüedad y según el Informe Técnico de Evaluación Estructural del Proyecto: “ADECUACION, MEJORAMIENTO y SUSTITUCION DE LA I.E. SANTA TERESITA” (2012), no tenían la resistencia de concreto mínimas requeridas, por lo que se estimó conveniente la sustitución total de estas instalaciones, quedando sólo las instalaciones del nivel primario ya que tiene instalaciones nuevas con máximo 05 años de antigüedad.

Por esta razón se construyó una nueva institución educativa, diseñada con las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, entre ellas la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E.030 del año 2003, cumpliendo con las consideraciones para el diseño sísmico, básicamente en lo referente a esfuerzos internos y deformaciones.

Además, considerando que se trata de una edificación esencial, fue necesario, evaluar la infraestructura de la I.E. Emblemática “Santa Teresita”, considerando los nuevos factores de los parámetros sísmicos de la NTE. 030 del 2018, verificando su comportamiento sísmico y si aún con esta actualización de la norma la infraestructura sigue siendo una estructura segura o no, ya que alberga a una población estudiantil de más de 2000 estudiantes.

1.1.3. Formulación del problema

¿En cuánto varía el comportamiento sísmico la infraestructura de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita” aplicando a los parámetros sísmicos de la versión de la Norma de Diseño Sismorresistente E.030 del 2003 y los del 2018 en función de la irregularidad que presenta?

1.2 Justificación e importancia

La ciencia y la ingeniería avanzan sirviéndose una de la otra. Con el desarrollo de la presente investigación, se comparó el comportamiento sísmico de una estructura, analizada con dos Normas de Diseño Sismorresistente peruanas: la E.030 del año 2003 y la nueva Norma E.030 del 2018, ya que se desconoce la influencia que tendría el cambio de algunos parámetros de diseño, siendo importantes para determinar la seguridad de una estructura.

La Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita”, es un colegio de gran envergadura en nuestra ciudad y que alberga en sus instalaciones un promedio de 2000 estudiantes, por lo que es necesario evaluar que éstas cumplan con los requerimientos de la actual norma de diseño sismorresistente del 2018, para poder conocer cómo va a variar su comportamiento sísmico bajo las nuevas consideraciones de esta norma.

Siendo Cajamarca una ciudad con riesgo sísmico alto (zona 3) resulta importante verificar el comportamiento sísmico de las edificaciones que han sido construidas empleando las normas sismorresistentes en versiones anteriores, más aún en infraestructuras esenciales como lo son las instituciones educativas. Por lo que esta investigación se justifica debido a que se encontró que la infraestructura no cumple con algunos requisitos de la nueva norma E.030 2018 por lo que se elaboró una propuesta de reforzamiento.

1.3 Delimitación de la investigación

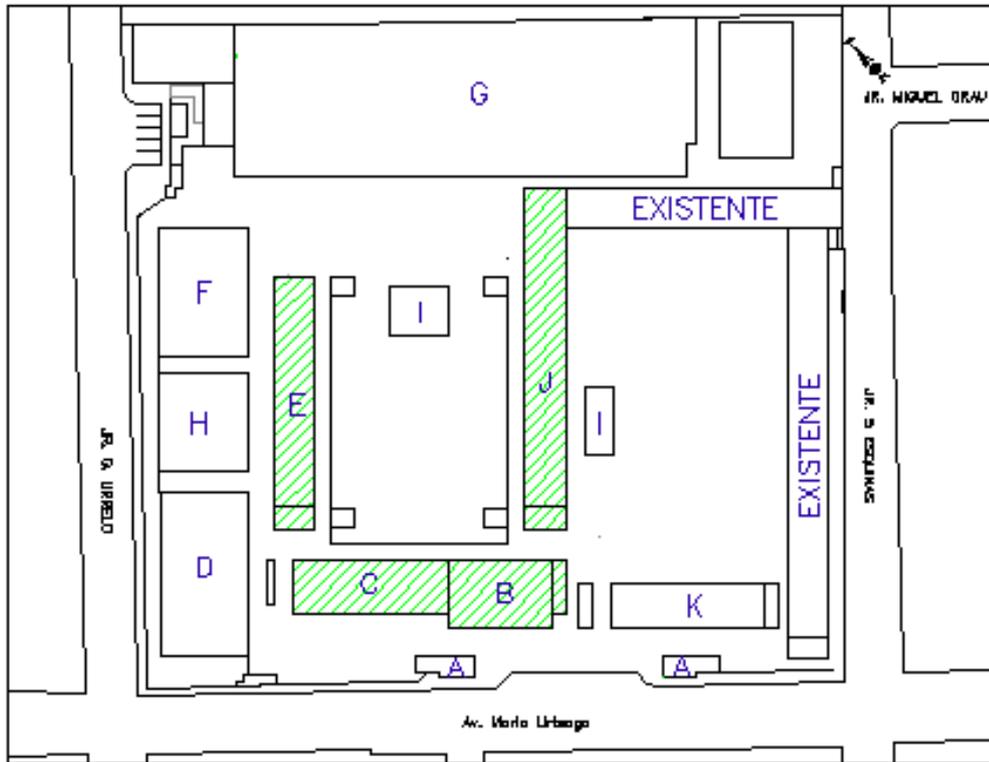
La presente investigación comprende la evaluación del comportamiento sísmico de la infraestructura: Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita”-Cajamarca, en el nivel secundario. Siendo los módulos analizados los siguientes:

Tabla 5
Ambientes de la IE Emblemática “Santa Teresita” materia de la investigación

AMBIENTE	USO	AREA (m ²)		
		1er Piso	2do Piso	3er Piso
MÓDULO “B”	Zona Administrativa (Recibo y oficinas)	397.65	397.65	430.20
MÓDULO “C”	Zona Académica (Aulas)	407.64	407.64	463.80
MÓDULO “E”	Zona Académica (Laboratorios y Zona de Servicios Generales)	664.65	664.65	798.20
MÓDULO “J”	Zona Académica (Aulas y Zona de Servicios Generales)	853.80	853.83	806.55

Figura 3

Zonificación de la I.E. Emblemática “Santa Teresita”



Nota: El área sombreada corresponde a los módulos analizados. Adaptado del Proyecto: Adecuación, Mejoramiento y Sustitución de la Infraestructura Educativa Santa Teresita-Cajamarca (2012)

La institución educativa está conformada por estructuras de concreto armado y de albañilería confinada, esta investigación sólo se limitó a analizar el comportamiento de las estructuras de concreto armado de la superestructura, realizando una comparación de los resultados del modelamiento sísmico con la norma NT E.030 del año 2003 y su actualización en el 2018, verificando la implicancia que tuvo estos cambios en el comportamiento sísmico de una edificación esencial. Asimismo, no se tendrán en cuenta efectos de iteración suelo-estructura, que podrían significar un cambio considerable en el diseño.

1.4 Limitaciones

- La ciudad de Cajamarca no tiene información sobre ocurrencia de sismos, es por esto que se habla de un silencio sísmico, lo cual produce mayor incertidumbre sobre la intensidad que podría presentarse en algún evento que pueda ocurrir, preocupando además el comportamiento que puedan tener las edificaciones. Es por ello, que no se puede realizar el análisis dinámico tiempo-historia al no tener historial sísmico.

- En la presente investigación no ha sido posible realizar pruebas no destructivas como el ensayo de esclerometría para verificar la resistencia del concreto, debido a que la institución educativa es una estructura relativamente nueva y las autoridades a cargo no brindan la autorización, sólo permitieron realizar el levantamiento arquitectónico y estructural del colegio. Tampoco, se pudo emplear las nuevas tecnologías (ensayos láser) para verificar la resistencia de los elementos estructurales debido a que este tipo de ensayos representan un costo elevado para esta investigación. Por ello, la resistencia del concreto se ha asumido $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de acuerdo al expediente técnico y a los certificados de calidad de la liquidación de la obra.
- Las condiciones geotécnicas del suelo y parámetros de sitio han sido obtenidas del estudio de suelos del Proyecto de “Adecuación, Mejoramiento y Sustitución de la Infraestructura Educativa Santa Teresita”, ya que al analizar una estructura existe no se tuvo la autorización para realizar el estudio in situ.
- Se debe indicar, que en la elaboración de la propuesta solo se ha tenido en cuenta el reforzamiento en la superestructura, más no en la subestructura, lo cual puede ser materia de una futura investigación.

1.5 Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Comparar el comportamiento sísmico de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita”-Cajamarca, considerando la Norma Técnica E.030 del año 2003 y la del 2018.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar las deformaciones usando la Norma Técnica E.030 del 2003 y la Norma Técnica E.030 del 2018.
- Determinar los esfuerzos internos usando la Norma Técnica E.030 del 2003 y la Norma Técnica E.030 del 2018.
- Comparar los resultados obtenidos en los modelamientos de la estructura en ambas normas E.030 2003 y 2018.
- Determinar la versión de la Norma E.030 2003 o 2018 que ofrece un mejor comportamiento sísmico de la estructura de la IE Emblemática “Santa Teresita”.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Internacionales

Carrera y Constante (2019) en su investigación denominada: *“Estudio comparativo de una estructura sismo-resistente de hormigón armado utilizando la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC15) y la Norma Chilena de la Construcción (NCh433 mod2009)”* tuvieron como objetivo analizar una edificación de hormigón armado mediante el uso de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15 y La Norma Chilena de la Construcción NCH433mod2009. Como resultados obtuvieron que las estructuras diseñadas con la Norma Chilena son más rígidas que las diseñadas con la Norma Ecuatoriana ya que los periodos calculados con esta norma son mayores que los calculados con la norma chilena, así mismo también se ha observado que en referencia al Factor de Reducción “R”, éste disminuye cuando el periodo también disminuye en la norma chilena, en cambio la norma ecuatoriana toma un valor fijo en función del tipo de estructura y el tipo de suelo. También se pudo verificar que la norma chilena tiene mayor factor de mayoración de la carga sísmica lo que hace aumentar las solicitaciones. En relación a las cortantes basales, las calculadas con la norma chilena son mayores a las obtenidas con la norma ecuatoriana, por lo que queda demostrado que la norma chilena NCH433mod2009 tiene mayor demanda sísmica que la norma ecuatoriana NEC-15, lo cual también se ve reflejado en el factor económico que resulta mayor con la estructura diseñada con la norma chilena.

Jurado (2016), realizó una investigación que lleva por título: *“Comparación entre La Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 y La Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 aplicadas al análisis estructural del Edificio “Manuela Sáenz” mediante el uso del Programa Cypecad”*, en la cual se han comparado parámetros como: derivas de piso, periodos, porcentajes de participación modal, diseño en vigas y columnas y costo de construcción, en ambas actualizaciones de la norma ecuatoriana. Se llegó a concluir que al analizar a la edificación con parámetros de la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 da resultados menos exigentes que los obtenidos con la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011.”, lo cual finalmente genera una disminución en el costo de construcción de la edificación, dando resultados más conservadores sin afectar la seguridad de la estructura.

Gyawali y Jiang (2023), llevaron a cabo el artículo denominado: “*Comparación de la fragilidad sísmica de estructuras de pórticos resistentes a momentos de RC diseñadas de acuerdo con los códigos chino e indio*”, analizaron el comportamiento sísmico de 18 estructuras de sistema aporticado, teniendo en cuenta los requerimientos de los códigos chino e indio. Realizaron su análisis de historial de tiempo no lineal para desarrollar curvas de fragilidad para cuatro niveles de daño diferentes: totalmente, operativo, reparable y prevención de colapso llevando a cabo un análisis de regresión lineal para correlacionar el parámetro de demanda de ingeniería (deriva máxima entre pisos) y la intensidad de un terremoto (aceleración máxima del suelo). Se realizaron análisis de fragilidad sísmica de las estructuras de los edificios y estudio paramétrico variando la altura de las estructuras y tipos de suelo. Los resultados del estudio paramétrico muestran que la probabilidad de excedencia para una estructura diseñada según el código indio es mayor que para una estructura diseñada según el código chino, lo que indica que la estructura diseñada según el código chino es relativamente más segura. El estudio también determinó que la estructura sobre suelo blando es más vulnerable a los terremotos en comparación con la estructura sobre suelo duro, y que la probabilidad de superación para cada nivel de daño disminuye a medida que aumenta la altura de la estructura.

Noriega (2016), en su tesis denominada: “Definición y estudio comparativo de espectros para Diseño Sísmico de la Norma NEC SE DS con otras Normas Internacionales” en la cual compara los espectros de diseño de la norma ecuatoriana NEC SE DS con los de 06 normas de diseño sismorresistente de diferentes países como: Norma de Estados Unidos ASCE/SEI-7-10, Norma Europea Eurocódigo 8, Norma Peruana E.030 (2016), Norma Chilena NCH433.OF1996, Norma Colombiana NSR-10.(2010) y la Norma de Nueva Zelanda NZS 1170.5. Tuvo como resultados aspectos importantes ya que Ecuador está en una zona de alta sismicidad, se justifica el estudio en la búsqueda de analizar la realidad de Ecuador bajo los criterios de otras normas internacionales, se pudo concluir que los espectros de respuesta elástica mayormente son los de la norma ASCE 7-10, la NCH433, el Eurocódigo y la E.030. Las normas ASCE 7-10 de EE.UU y la NCH433 de Chile son muy similares en cuanto a espectros de respuesta elásticos en los suelos A, B, C. También logró concluir que las normas NCH 433, el ASCE 7-10, y la norma peruana E.030 son

aquellas que logran determinar mejor las aceleraciones espectrales en suelo tipo B, bajo los datos del sismo del 12 de agosto del 2014 en Ecuador de magnitud 5.

2.1.2. Nacionales

De la Cruz y Yoctun (2021), realizan un artículo de investigación denominado *“Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación regular e irregular de ocho niveles en sistema de pórticos aplicando la norma E.030 2003, 2016 y 2018 diseño sismorresistente en la ciudad de Lima”*, aplicándolo en dos edificios de 08 niveles con sistema de pórticos y de uso de oficinas de computación, uno con sistema de configuración regular y otro irregular, en los cuales analizaron periodos de vibración, porcentaje de masa participativa, espectro de diseño, distorsión de entrepiso, fuerza cortante basal estática, dinámica y las fuerzas máximas de diseño (momento flector, cortante y axial). Lograron concluir que la estructura regular presentó una variación del 12.50% en la cortante estática y 12.20% para el análisis dinámico al analizarla con parámetros de la Norma E.030-2003 en comparación con las normas E.030 - 2016 y 2018, en cambio en la estructura irregular varía 50% según la norma del 2003 en comparación con la del 2016, también obtuvieron una variación de -16.67% entre la norma del 2016 y 2018 debido a los cambios en las irregularidades. Finalmente, concluyen indicando que la norma E.030 del 2018 proporciona una respuesta intermedia considerando periodos modales para ambas estructuras por medio del análisis estático y dinámico.

Cárdenas y Villegas (2019), en su tesis denominada *“Comparación en el análisis sísmico de una estructura irregular considerando las Normas E.030 2003, 2016 y 2018”*, realiza su investigación en un edificio de 07 niveles ubicado en esquina y con uso de oficinas, tuvo como objetivo verificar la respuesta sismorresistente de la estructura bajo los requerimientos de la norma E.030 en sus 03 últimas actualizaciones. Uno de los parámetros fue la irregularidad la cual solo se manifestó en la norma E.030 del 2016, a diferencia de las otras dos versiones para las cuales la edificación resultó siendo regular. También se puede indicar que el valor de las fuerzas basales obtenidas con la norma E.030-2016 aumentaron en 70% en comparación con la norma E.030-2003, pero las calculadas con la norma del 2018 disminuyen en 33% en comparación con la norma E.030-2016. En relación a la cortante en la base el valor con la norma E.030-2018 es 12.5% mayor que el valor calculado con la norma E.030-2003. Llegando a la conclusión que la

norma E.030-2018 tiene resultados intermedios entre las normas E.030 del 2003 y 2016, debido que el factor de zonificación aumentó con respecto a la norma E.030-2003 pero no hubo cambios respecto al factor en el año 2016, en cuanto a la definición de irregularidad por torsión se tomó parámetros de la norma E.030-2003 y 2016 resultando una solución intermedia y por último el desplazamiento inelástico para una edificación irregular tiene un factor de amplificación mayor al de la norma E.030-2003 (75%) pero menor que el de la norma E.030 del 2016, demostrando de esta forma la hipótesis planteada.

León y Gutierrez (2018), en su tesis de pregrado titulada *“Comparación estructural y económica de edificio de 07 pisos ante cambio de la norma E.030 Diseño Sismorresistente”*, los investigadores analizaron un edificio de 07 niveles motivo de una anterior investigación que fue diseñado bajo los requerimientos de la norma E.030 del año 2003, teniendo como objetivo verificar la respuesta estructural del edificio bajo los nuevos requisitos de la norma E.030 actualizada en el año 2016. Como resultado del análisis comprobaron que el parámetro que tuvo mayor influencia en el análisis fue el Factor Z (factor de Zona) ya que actualizó su valor de $Z=0.40$ a $Z=0.45$ lo cual representa un incremento de 12.5%, teniendo incidencia directa en espectro de análisis de la estructura, dando como resultado el incremento de las fuerzas internas conllevando a un nuevo diseño de la estructura de concreto armado. En relación al parámetro TL (parámetro nuevo en la norma E.030 2016) que se usa para estructuras con periodos de vibración considerados muy largos, este no tuvo participación en el análisis. También se tuvo un cambio en el valor de la junta sísmica, se vio incrementada de acuerdo a su actualización en la norma E.030 del 2016, concluyendo que la actual norma tiene mayor exigencia en relación a las juntas sísmicas. Otro de los parámetros que mostraron incremento fueron las fuerzas internas de las placas, vigas y columnas, alcanzando un incremento entre el 10% y 20% sobre todo en los elementos que resisten las fuerzas laterales.

Quispe y Terry (2017), realizaron una investigación denominada *“Análisis comparativo del Diseño Sismorresistente de una edificación de concreto armado de 7 pisos en Lima empleando la norma E.030 (versión 2016 vs versión 2003)”*, teniendo como objetivo principal analizar la influencia de los cambios en la versión de la norma E.030 del 2016 y su incidencia en el volumen y cantidad de acero en las edificaciones analizadas. Tuvieron como muestra 03 edificaciones con características particulares, uso vivienda y suelo tipo S3 (suelo blando), justamente para analizar la incidencia de los cambios de la norma E.030-2016, la

primera, diseñada con la versión anterior de la norma sismorresistente E.030 (2003); la segunda, teniendo la edificación en la zona 4 con la norma vigente E.030 (2016); la tercera también con la norma vigente, pero con la diferencia de que la edificación se encontró en la zona 3. Como resultados se tuvo que en las tres edificaciones los periodos obtenidos en ambas direcciones se encuentran dentro de la plataforma del espectro, en el desarrollo de la investigación se ha podido apreciar que la aceleración espectral en la norma vigente en zona 4 y 3, estos representan el 88% y 75% respecto a la versión anterior de la norma E.030, esta variación también sucede en las fuerzas cortante pero no necesariamente en los desplazamientos, estos cambios se ven reflejados en el diseño del concreto y acero de los elementos los cuales disminuyen en relación a los resultados obtenidos por la norma E.030 del 2016 en ambas zonas sísmicas.

2.1.3. Locales

Camacho y Barrantes (2021), en su investigación denominada *“Análisis sísmico aplicando NTE 030 2018 para edificios multifamiliares elaborados con NTE 030 2003 en la ciudad de Cajamarca, 2021”*, en la cual analizaron la variación del comportamiento sísmico de 05 edificios multifamiliares de 04 pisos, comparando los requerimientos de ambas normas y su respuesta estructural, verificando las fuerzas cortantes estáticas y dinámicas, los espectros de diseño, la incorporación de los factores de irregularidad en planta y altura, siendo estos últimos parámetros adicionados en la actual norma E.030 y teniendo mayor incidencia en el factor de reducción R, irregularidades extremas y los desplazamientos máximos permitidos. Se logró demostrar la hipótesis ya que los parámetros analizados logran una variación positiva a favor de lo establecido en la Norma E.030-2003, con lo cual afirman que la Norma E.030-2018 proporciona resultados más conservadores.

Marín (2020), en su investigación descriptiva denominada *“Variación del Comportamiento Sísmico y Costo de ejecución en el módulo “E” del Colegio “Santa Teresita” con la Norma E.030 del 2003 y la del 2016”*, determinó la variación de dos variables: el comportamiento sismorresistente de la edificación y el costo de ejecución en la partida de acero de uno de los módulos del centro educativo, de acuerdo a los nuevos parámetros sísmicos actualizados en la norma sismorresistente E.030. Se han comparado los factores sísmicos, tales como: espectros de pseudo aceleración de la estructura, cortante basal, distorsiones estáticas y dinámicas, reacciones, cortantes y momentos máximos de los elementos estructurales: columnas, vigas y muros. Esta investigación concluye

indicando que el edificio cumple con las nuevas solicitaciones sísmicas de la norma E.030 del 2016, encontrando una variación de 19% a favor de los resultados obtenidos con la Norma E.030 del 2003, y respecto al factor económico los costos en las partidas de acero, también varían a favor a dicha norma, pero solo en un 0.2%, logrando de esta forma demostrar parcialmente su hipótesis, ya que se obtuvo una variación mayor al 11% en el comportamiento de la estructura con la Norma E.030 del 2003, pero no un incremento mayor del 5% en los costos de la partida de acero.

Valdivia (2019), realizó una investigación titulada: *“Análisis comparativo del Diseño Estructural de una edificación de tres niveles de Estructura Irregular según las Normas de Sismorresistencia E.030-2006 y la E.030-2016, en la ciudad de Cajamarca”*, analizando una edificación irregular en un suelo flexible y una zona de alto peligro sísmico, condiciones que la hacen una estructura interesante de estudio. Realizó los análisis estático y dinámico espectral, según lo establecido por la norma de diseño sismorresistente E.030, teniendo como objetivo principal comparar la respuesta estructural de la edificación usando las normas E.030-2006 y la E.030-2016, analizando los períodos de vibración, fuerzas internas de los elementos estructurales y distorsiones de entrepiso, llegando a concluir que aplicando los parámetros actualizados en la versión de la norma E.030-2016, el diseño estructural brinda resultados más conservadores en referencia a las fuerzas internas influyendo en su resistencia, con respecto al análisis dinámico, el investigador concluye que la irregularidad estructural es uno de los factores más importantes del análisis, se implementó el modelamiento de la estructura con la ubicación de una junta sísmica y otro sin la junta, llegando a concluir que la irregularidad de la estructura es un factor que determina su comportamiento quedando claro que si la estructura es regular su comportamiento mejora, lo que se evidencia en los resultados del comportamiento sísmico con la Norma E.0.30 del 2016 siendo más rigurosa que la Norma E.030 2006 por los factores de reducción y desplazamientos laterales debido a las irregularidades.

2.2. Marco teórico

Debido a que la finalidad de la presente investigación es analizar el comportamiento sísmico de la estructura de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita” bajo las dos versiones de la Norma E.030 del 2003 y 2018, es necesario definir los parámetros sísmicos y demás consideraciones importantes que sirven para los modelamientos sísmicos.

2.2.1. Zonificación

La zonificación se expresa a través del factor “Z” que hace referencia a la aceleración máxima horizontal en un suelo rígido y con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. A continuación, se detalla los valores que toma el factor de zona de acuerdo a la peligrosidad sísmica:

NORMA E.030 2003

Figura 4
Mapa de zonificación sísmica – E.030 2003



Tabla 6
Factores de zona – E.030 2003

ZONA	Z
3	0,4
2	0,3
1	0,15

NORMA E.030 2018

Figura 5
Mapa de zonificación sísmica – E.030 2018



Tabla 7
Factores de zona – E.030 2018

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Comentario:

Se observa que hay cambios considerables en los valores del factor de zona, además de que en la Norma E.030 2018 existe una nueva zona sísmica (zona 4) con un valor de 0.45.

2.2.2. Perfiles de suelo

Los perfiles de suelo se clasifican teniendo en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, como el espesor, el estrato, el pedido fundamental de vibración y velocidad de propagación de las ondas.

NORMA E.030 2003

Los tipos de perfiles de suelos son cuatro:

- a. **Perfil tipo S1:** Roca o suelos muy rígidos
- b. **Perfil tipo S2:** Suelos intermedios
- c. **Perfil tipo S3:** Suelos flexibles o con estratos de gran espesor
- d. **Perfil Tipo S4:** Condiciones excepcionales

Resumen de los valores típicos para cada perfil de suelo.

Tabla 8

Perfiles de suelo – E.030 2003

Suelos Cohesivos	Resistencia al corte típica en condición no drenada (kPa)	Espesor del estrato (m) (*)
Blandos	< 25	20
Medianament e compactos	25 - 50	25
Compactos	50 - 100	40
Muy compactos	100 - 200	60
Suelos granulares	Valores N típicos en ensayos de penetración estándar (SPT)	Espesor del estrato (m) (*)
Sueltos	4 - 10	40
Medianament e densos	10 - 30	45
Densos	Mayor que 30	100

(*) Suelos con velocidad de onda de corte menor que el de una roca.

NORMA E.030 2018

Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

- a. **Perfil Tipo S0:** Roca dura
- b. **Perfil Tipo S1:** Roca o suelos muy rígidos
- c. **Perfil Tipo S2:** Suelos intermedios
- d. **Perfil Tipo S3:** Suelos blandos
- e. **Perfil Tipo S4:** Condiciones excepcionales

Resumen de los valores típicos para cada perfil de suelo.

Tabla 9

Perfiles de suelo – E.030 2018

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	Vs	N60	Su
S0	> 1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100kPa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100kPa
S3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50kPa
S4	Clasificación basada en EMS		

Comentario:

Se observa que en la Norma E.030 2018 existe un nuevo perfil de suelo (S0: Roca dura), además de que en el perfil de suelo S3 ha cambiado de suelos flexibles a suelos blandos.

2.2.3. Parámetros de Sitio (S, TP y TL)

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor del suelo “S”, del periodo de vibración del terreno “ T_P ” y del periodo de vibración de la edificación “ T_L ”.

NORMA E.030 2003

El factor de suelo “S” y el valor de T_P únicamente dependen de los perfiles de suelo.

Tabla 10
Parámetros de suelo – E.030 2003

PARÁMETROS DE SUELO			
Tipo	Descripción	T_p (s)	S
S1	Roca o suelos muy rígidos	0,4	1,0
S2	Suelos intermedios	0,6	1,2
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0,9	1,4
S4	Condiciones excepcionales	*	*

(*) Los valores de T_p y S para este caso serán establecidos por el especialista, pero en ningún caso serán menores que los especializados para el perfil tipo S.

NORMA E.030 2018

El factor de suelo “S” y los valores de T_P y T_L dependen del perfil de suelo y del factor de zona “Z”.

Tabla 11
Factor de suelo “S” – E.030 2018

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S0	S1	S2	S3
Z4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z1	0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla 12
Periodos “ T_P ” y “ T_L ” – E.030 2018

PERIODOS " T_P " y " T_L "				
	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
T_p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Comentario:

Se observa que en la Norma E.030 2003 solo se considera el factor de suelo “S” y el periodo de vibración del terreno “ T_P ”. Sin embargo, en la Norma E.030 2018 se añade el valor del periodo de vibración de la edificación “ T_L ”.

2.2.4. Factor de Amplificación Sísmica (C)

El factor de amplificación sísmica “C” hace referencia a la amplificación de la aceleración de la estructura respecto a la aceleración del suelo, definiéndose de acuerdo a las siguientes ecuaciones.

NORMA E.030 2003

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por la siguiente expresión:

$$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right) \cdot C \leq 2,5$$

Periodo fundamental de vibración:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

CT = 35 para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente pórticos.

CT = 45 para edificios de concreto armado cuyos elementos sismorresistentes sean pórticos y las cajas de ascensores y escaleras.

CT = 60 para estructuras de mampostería y para todos los edificios de concreto armado cuyos elementos sismorresistentes sean fundamentalmente muros de corte.

Comentario:

Se observa que en la Norma E.030 2003 existe solo una ecuación para obtener el valor de “C”, en cambio en la Norma E.030 2018 existen 3 ecuaciones que dependen de los factores “T”, “T_P” y “T_L”.

NORMA E.030 2018

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} T < T_p & C = 2,5 \\ T_p < T < T_L & C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right) \\ T < T_L & C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right) \end{aligned}$$

Periodo fundamental de vibración:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

CT = 35 Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostamiento.

CT = 45 Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- Pórticos de acero arriostrados.

CT = 60 Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada

2.2.5. Categoría de las edificaciones y Factor de Uso “U”

El factor de uso depende de la categoría y esencialidad de la edificación.

NORMA E.030 2003

El coeficiente de uso e importancia (U), se usará según la siguiente clasificación.

Tabla 13
Factor de uso “U” – E.030 2003

CATEGORIA DE LA EDIFICACIÓN		
Categoría	Descripción	U
A Edificaciones esenciales	<ul style="list-style-type: none"> - Hospitales - Centrales de comunicaciones - Cuarteles de bomberos y policía - Subestaciones eléctricas. - Reservorios de agua - Centros educativos 	1,5
B Edificaciones importantes	<ul style="list-style-type: none"> - Teatros, estadios, centros comerciales. - Establecimientos penitenciarios - Museos, bibliotecas y archivos especiales. - Depósitos de granos y otros almacenes 	1,3
C Edificaciones comunes	<ul style="list-style-type: none"> - Viviendas, oficinas. - Hoteles, restaurantes - Depósitos e instalaciones industriales. 	1,0
D Edificaciones menores	<ul style="list-style-type: none"> - Depósitos temporales - Pequeñas viviendas temporales y construcciones similares. 	*

(*) En estas edificaciones, a criterio del proyectista, se podrá omitir el análisis por fuerzas sísmicas, pero deberá proveerse de la resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales.

NORMA E.030 2018

El coeficiente de uso e importancia (U), se usará según la siguiente clasificación.

Tabla 14
Factor de uso “U” – E.030 2018

CATEGORIA DE LA EDIFICACIÓN		
Categoría	Descripción	U
A Edificaciones esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud de 2do y 3er nivel.	Nota 1
	A2: <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud excepto 2do y 3er nivel, puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias, sistemas masivos de transporte - Estaciones de bomberos, cuarteles y policía. - Instalaciones de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores y universidades. - Hornos, fábricas, depósitos de materiales inflamables - Edificios con información esencial del estado 	1,5
B Edificaciones importantes	<ul style="list-style-type: none"> - Cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales - Terminales, estaciones penitenciarias, museos, bibliotecas - Depósitos de granos y otros 	1,3
C Edificaciones comunes	<ul style="list-style-type: none"> - Viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales. 	1,0
D Edificaciones menores	<ul style="list-style-type: none"> - Construcciones provisionales 	Nota 2

Nota1: Las edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base para zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1,5.

Nota2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales a criterio del

Comentario:

Los coeficientes de uso en ambas normas se mantienen, sin embargo, en la Norma E.030 2018 la categoría A (edificación esencial) se divide en A1 y A2, siendo la categoría A1 solo establecimientos de salud con aislamiento sísmico de acuerdo a la zona sísmica.

2.2.6. Sistemas Estructurales

Se clasifica según los materiales utilizados y el sistema de estructuración según lo siguiente:

NORMA E.030 2003

Estructuras de concreto armado

Tabla 15

Consideraciones para estructuras de concreto armado – E.030 2003

Tipo	Consideración cortante basal
Pórticos	Cortante basal > 80% en columnas
Muros estructurales	Cortante basal > 80% en muros
Dual	Cortante basal > 25% en columnas
Muros de ductilidad limitada (EMDL)	Edificaciones de baja altura con alta densidad de muros de ductilidad limitada.

NORMA E.030 2018

Estructura de concreto armado

Tabla 16

Consideraciones para estructuras de concreto armado – E.030 2018

Tipo	Consideración cortante basal
Pórticos	Cortante basal > 80% en columnas
Muros estructurales	Cortante basal > 70% en muros
Dual	> 20% Cortante basal < 70% en muros
Muros de ductilidad limitada (EMDL)	Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesor reducido.

Estructura de acero

- Pórticos especiales resistentes a momentos (SMF)
- Pórticos intermedios resistentes a momentos (MF)
- Pórticos ordinarios resistentes a momentos (OMF)
- Pórticos especiales concéntricamente arriostrados (SCBF)
- Pórticos ordinarios concéntricamente arriostrados (OCBF)
- Pórticos excéntricamente arriostrados (EBF)

Estructura de albañilería

Edificaciones cuyos elementos sismorresistentes son muros a base de unidades de albañilería de arcilla o concreto, ya sea albañilería armado o confinada.

Estructura de madera

Se considera a las edificaciones cuyos elementos resistentes son principalmente a base de madera.

Estructura de tierra

Son edificaciones cuyos muros están hechos con unidades de albañilería de tierra o tierra apisonada in situ.

Comentario:

Se observa que en la Norma E.030 2018 los criterios para los tipos de estructuras “muros estructurales” y “dual” han cambiado. Además, se considera criterios para evaluar más tipos de estructuras como: acero, albañilería, madera y tierra.

2.2.7. Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R)

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración en cada dirección de análisis.

NORMA E.030 2003

Tabla 17

Coeficiente de reducción "R" – E.030 2003

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente de Reducción, R Para estructuras regulares (*) (**)
Acero	
Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos.	9,5
Otras estructuras de acero Arriostres Excéntricos.	6,5
Arriostres de Cruz.	6,0
Concreto Armado	
Pórticos (1).	8
Dual (2).	7
De muros estructurales (3).	6
Muros de ductilidad limitada (4).	4
Albañilería Armada o Confinada (5).	3
Madera (Por esfuerzos admisibles).	7

(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplica a estructuras tipo péndulo invertido.

(**) Para estructuras irregulares, los valores de R deberán ser tomados como $\frac{3}{4}$ de los anotados en la tabla.

Para construcciones de tierra referirse a la NTE E.080 Adobe. Este tipo de construcciones no se recomienda en suelos S3, ni se permite en suelo S4.

Para: estructuras irregulares el coeficiente de reducción sísmica debe ser multiplicado por:

$$R = R * 3/4$$

Comentario:

Se observa que en la Norma E.030 2018 han cambiado los factores de reducción sísmica para las estructuras de acero. Además, en la Norma E.030 2003 se considera el coeficiente de reducción sísmica "R" y en la Norma E.030 2018 se considera el coeficiente básico de reducción sísmica "R₀" que debe ser multiplicado por los factores de las irregularidades para obtener el valor final de "R".

NORMA E.030 2018

Tabla 18

Coeficiente Básico de reducción "R₀" – E.030 2018

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción, R ₀ (*)
Acero	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado	
Pórticos.	8
Dual.	7
De muros estructurales.	6
Muros de ductilidad limitada.	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles).	7 (**)

(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplica a estructuras tipo péndulo invertido.

(**) Para diseño por esfuerzos admisibles

Para: obtener el coeficiente de reducción sísmica se debe multiplicar el R₀ por los factores de irregularidades en altura y planta.

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

2.2.8. Factores de Irregularidad (I_a , I_p)

NORMA E.030 2003

Si existiera alguna de las siguientes irregularidades en altura o planta, el coeficiente de reducción sísmica “R” debe ser afectada o multiplicada por el valor de $\frac{3}{4}$.

Tabla 19

Irregularidades en altura – E.030 2003

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA
Irregularidades de Rigidez - Piso blando.
Irregularidad de masa
Irregularidad Geométrica Vertical
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

Tabla 20

Irregularidades en planta – E.030 2003

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA
Irregularidad Torsional
Esquinas entrantes
Discontinuidad de diafragma

NORMA E.030 2018

El factor I_a se determinará como el menor de los valores correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones de análisis. El factor I_p se determinará como el menor de los valores correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en planta en las dos direcciones de análisis.

Si se obtuvieran valores distintos de los factores I_a o I_p para las dos direcciones de análisis, se deberá tomar para cada factor el menor valor entre los obtenidos para las dos direcciones.

Tabla 21

Irregularidades en altura – E.030 2018

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de irregularidad (I_a)
Irregularidad de rigidez – Piso blando Irregularidades de resistencia – Piso débil	0.75
Irregularidad extrema rigidez Irregularidad extrema resistencia	0.50
Irregularidad de masa o peso	0.90
Irregularidad geométrica vertical	0.90
Discontinuidad en los sistemas existentes	0.80
Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes	0.60

Tabla 22

Irregularidades en planta – E.030 2018

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de irregularidad (I_p)
Irregularidad torsional	0.75
Irregularidad torsional extrema	0.60
Esquinas entrantes	0.90
Discontinuidad de diafragma	0.85
Sistemas no paralelos	0.90

Comentario:

Se observa que en la Norma E.030 2018 han aumentado las consideraciones para irregularidades en altura y planta, además de que en la Norma E.030 2003 cualquier tipo de irregularidad era castigada por $\frac{3}{4}$ y en la Norma E.030 2018 debe del tipo de irregularidad.

2.2.9. Estimación del Peso (P)

El peso se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de carga viva o sobrecarga de acuerdo a lo siguiente:

NORMA E.030 2003

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la Edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- a. En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50% de la carga viva.
- b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25% de la carga viva.
- c. En depósitos, el 80% del peso total que es posible almacenar.
- d. En azoteas y techos en general se tomará el 25% de la carga viva.
- e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100% de la carga que puede contener.

NORMA E.030 2018

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- a. En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
- c. En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- d. En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- e. e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

Comentario:

En las consideraciones para la estimación del peso no existe ninguna modificación entre la Norma E.030 2003 y 2018.

2.2.10. Procedimientos de Análisis Sísmico

NORMA E.030 2003

-

NORMA E.030 2018

Deberá utilizarse uno de los procedimientos siguientes:

- Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes.
- Análisis dinámico modal espectral.

El análisis se hará considerando un modelo de comportamiento lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas.

El procedimiento de análisis dinámico tiempo - historia, podrá usarse con fines de verificación, pero en ningún caso será exigido como sustituto de los procedimientos indicados anteriormente.

Comentario:

Se observa que en la Norma E.030 2003 no considera ningún procedimiento específico para el análisis sísmico.

2.2.11. Fuerza Cortante en la Base

NORMA E.030 2003

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Debiendo considerarse para C/R el siguiente valor mínimo:

$$\frac{C}{R} \geq 0,125$$

Comentario:

En las consideraciones para obtener la fuerza cortante en la base no existe ninguna modificación entre la Norma E.030 2003 y 2018.

NORMA E.030 2018

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot P$$

El valor de C/R no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0,125$$

2.2.12. Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

NORMA E.030 2003

Si el período fundamental T, es mayor que 0,7 s, una parte de la fuerza cortante V, denominada Fa, deberá aplicarse como fuerza concentrada en la parte superior de la estructura. Esta fuerza Fa se determinará mediante la expresión:

$$F_i = \frac{P_i \cdot h_i}{\sum_{j=1}^n P_j \cdot h_j} \cdot (V - F_a)$$

Comentario:

Se observa que en la Norma E.030 2018 las fuerzas sísmicas en altura cambian y ahora dependen del periodo fundamental de vibración "T".

NORMA E.030 2018

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i, correspondientes a la dirección considerada, se calcularán mediante:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j (h_j)^k}$$

Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

- a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: k = 1,0.
- b) Para T mayor que 0,5 segundos: k = (0,75 + 0,5 T) ≤ 2,0.

2.2.13. Modos de Vibración

NORMA E.030 2003

Los periodos naturales y modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas de la estructura.

NORMA E.030 2018

Los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el **90 % de la masa total**, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

Comentario:

Se observa que en la Norma E.030 2018 la masa de los modos de vibración debe ser mayor o igual al 90% de la masa total y en la Norma E.030 2003 no existía ninguna consideración para los modos de vibración.

2.2.14. Aceleración Espectral

La aceleración espectral se utiliza para hallar la cortante basal de diseño y depende de los parámetros sísmicos Z, U, C, S, R, y valor de la gravedad.

NORMA E.030 2003

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} \cdot g$$

Para el **análisis en la dirección vertical** podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales.

NORMA E.030 2018

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudoaceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

Para el **análisis en la dirección vertical** podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales, considerando los valores de C, excepto para la zona de periodos muy cortos ($T < 0.2 T_p$) en la que se considera:

$$T < 0.2 T_p \quad C = 1.75 \left(\frac{T}{T_p} \right)$$

Comentario:

Se observa que para la Norma E.030 2018 el análisis espectral en la dirección vertical depende del periodo fundamental de vibración "T", en cambio para la Norma E.030 2003 solo considera el valor de los 2/3 de las direcciones horizontales.

2.2.15. Criterios de Combinación

NORMA E.030 2003

Mediante los criterios de combinación que se indican, se podrá obtener la respuesta máxima esperada (r) tanto para las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, como para los parámetros globales del edificio como fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso.

La respuesta máxima elástica esperada (r) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados (r_i) podrá determinarse usando la siguiente expresión.

$$r = 0,25 \cdot \sum_{i=1}^m |r_i| + 0,75 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2}$$

Alternativamente, la respuesta máxima podrá estimarse mediante la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

Comentario:

Se observa que como criterio de combinación principal en la Norma E.030 2018 la respuesta máxima elástica se obtiene mediante las combinaciones SRSS y CQC, en cambio para la Norma E.030 se obtiene mediante las combinaciones de (0.25 ABS+0.75 SRSS).

NORMA E.030 2018

Mediante los criterios de combinación que se indican, se podrá obtener la respuesta máxima elástica esperada (r) tanto para las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, como para los parámetros globales del edificio como fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso.

La respuesta máxima elástica esperada (r) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados (r_i) podrá determinarse usando la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j}$$

Donde r representa las respuestas modales, desplazamientos o fuerzas. Los coeficientes de correlación están dados por:

$$\rho_{ij} = \frac{8\beta^2(1+\lambda^{3/2})}{(1-\lambda^2)^2+4\beta^2\lambda(1+\lambda)^2} \quad \lambda = \frac{w_j}{w_i}$$

β , fracción del amortiguamiento crítico, que se puede suponer constante para todos los modos igual a 0,05

w_i , w_j son las frecuencias angulares de los modos i , j

Alternativamente, la respuesta máxima podrá estimarse mediante la siguiente expresión.

$$r = 0,25 \cdot \sum_{i=1}^m |r_i| + 0,75 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2}$$

2.2.16. Fuerza Cortante Mínima

NORMA E.030 2003

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en la base del edificio no podrá ser menor que:

$$V_d > 80\% V_e \text{ (Estructuras Regulares)}$$

$$V_d > 90\% V_e \text{ (Estructuras Irregulares)}$$

Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

NORMA E.030 2018

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrespacio del edificio no podrá ser menor que:

$$V_d > 80\% V_e \text{ (Estructuras Regulares)}$$

$$V_d > 90\% V_e \text{ (Estructuras Irregulares)}$$

Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

Comentario:

En las consideraciones para obtener la fuerza cortante mínima no existe ninguna modificación entre la Norma E.030 2003 y 2018.

2.2.17. Determinación de Desplazamientos Laterales

NORMA E.030 2003

Los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por $0,75R$ los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas.

$$\Delta_{real} = 0.75R (\Delta_{elástico})$$

(Para todo tipo de estructuras)

Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se considerarán los valores mínimos de C/R indicados en el Artículo 17 (17.3) ni el cortante mínimo en la base especificada en el Artículo 18 (18.2 d).

NORMA E.030 2018

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por $0,75 R$ los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por $0,85R$ los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

$$\Delta_{real} = 0.75R (\Delta_{elástico})$$

(Para estructuras regulares)

$$\Delta_{real} = 0.85R (\Delta_{elástico})$$

(Para estructuras irregulares)

Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se considerarán los valores mínimos de C/R indicados en el numeral 4.5.2 ni el cortante mínimo en la base especificada en el numeral 4.6.4.

Comentario:

Se observa que para la Norma E.030 2018 el valor real de los desplazamientos laterales depende de la regularidad e irregularidad de las estructuras, en cambio para la Norma E.030 2003 no hace distinción en el tipo de estructura.

2.2.18. Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

NORMA E.030 2003

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el Artículo 16 (16.4), no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso que se indica en la Tabla N° 8.

Tabla 23

Límites para el desplazamiento lateral de entrepiso – E.030 2003

Estos límites no son aplicables a naves industriales	
Material Predominante	(Di / hei)
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010

NORMA E.030 2018

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el numeral 5.1, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla N° 11.

Tabla 24

Límites para el desplazamiento lateral de entrepiso – E.030 2018

Estos límites no son aplicables a naves industriales	
Material Predominante	(Δi / hei)
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Nota: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial serán establecidos por el proyectista, pero en ningún caso excederán el doble de los valores de esta Tabla.

Comentario:

Se observa que para la Norma E.030 2018 se ha incrementado el límite de desplazamientos laterales para los edificios de muros de ductilidad limitada (EMDL).

2.2.19. Separación entre Edificios (s)

NORMA E.030 2003

Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas una distancia mínima *s* para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

Esta distancia mínima no será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes ni menor que:

$$s = 3 + 0,004 \cdot (h - 500) \quad (h \text{ y } s \text{ en centímetros})$$

$$s > 3 \text{ cm}$$

NORMA E.030 2016

Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas, desde el nivel del terreno natural, una distancia mínima *s* para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

Esta distancia no será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes ni menor que:

$$s = 0,006h \geq 0,03m$$

Donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar s .

El Edificio se retirará de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores que $2/3$ del desplazamiento máximo calculado según Artículo 16 (16.4) ni menores que $s/2$.

Donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar s .

El edificio se retirará de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores de $2/3$ del desplazamiento máximo calculado según el numeral 5.1 ni menores que $s/2$ si la edificación existente cuenta con una junta sísmica reglamentaria.

En caso de que no exista la junta sísmica reglamentaria, el edificio deberá separarse de la edificación existente el valor de $s/2$ que le corresponde más el valor $s/2$ de la estructura vecina.

Comentario:

Se observa que para la Norma E.030 2018 cambia la fórmula para hallar la separación mínima entre edificios "s".

2.3. Definición de términos básicos

- **Sismo**

Los sismos son fenómenos naturales que ocurren producto de la liberación de la energía acumulada por el choque o deslizamiento de las placas tectónicas en el interior de la tierra, pudiendo ocasionar en zonas vulnerables grandes desastres. (Chuy, 2013)

- **Aceleración sísmica**

Es la medición directa de las aceleraciones que sufre la superficie del suelo siendo un indicador preciso del daño producto de la actividad sísmica, es decir que corresponde a una medida de intensidad, se puede medir con simples acelerómetros. (Carazo, 2015)

- **Amplitud**

Es el desplazamiento máximo del movimiento oscilatorio de la estructura desde su posición neutral. Este factor de la amplitud debe ser limitado, ya que los desplazamientos laterales de las edificaciones pueden generar daños a los elementos estructurales y no estructurales, choques entre edificios, etc. (Cutimbo, 2016)

- **Deriva**

Son desplazamiento lateral que existe entre dos niveles o pisos consecutivos al aplicar fuerzas sísmicas. Para calcularla se toma la diferencia entre los desplazamientos de la flecha del nivel (i) y la del nivel (i-1) y luego se divide entre la altura de piso. (Cutimbo, 2016)
- **Desplazamiento**

Son los desplazamientos laterales de las estructuras y que depende directamente del amortiguamiento de los materiales más no de la resistencia de los mismos. (Bozzo y Barbat, 2022)
- **Espectro de diseño sísmico**

Es la gráfica de la respuesta máxima entre la fuerza cortante basal y la respuesta en desplazamientos de la estructura, está en función de los desplazamientos, velocidad y aceleración que produce una acción dinámica (Bozzo y Barbat, 2022).
- **Amortiguamiento**

Es la propiedad de una estructura para disipar la energía producto de los movimientos sísmicos a la que está siendo sometida, depende del material del que está hecho, de las conexiones entre sus elementos estructurales y de la configuración de sus muros estructurales y no estructurales. (Cutimbo, 2016)
- **Fuerza cortante**

Es el esfuerzo interno o resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de un prisma mecánico. (Rodríguez, 2014)
- **Momento flector**

Momento de fuerza resultante de una distribución de tensiones sobre una sección transversal de un prisma mecánico flexionado o una placa que es perpendicular al eje longitudinal a lo largo del que se produce la flexión. (Rodríguez, 2014)
- **Magnitud**

Este concepto fue introducido por Charles Francis Richter en 1935 para hacer referencia a la energía total liberada en el foco durante un evento sísmico y depende de la distancia epicentral, profundidad del foco y del tipo de suelo donde está ubicado el sismógrafo. (Bozzo y Barbat, 2022)

A continuación, se muestra una tabla que indica los diferentes valores de la magnitud en la Escala de Richter o también llamada Escala de Magnitud Local.

Tabla 25
Escala de Richter o de Magnitud Local

Magnitud	Descripción	Como se siente	Frecuencia
< 2	Micro	No es percibido por las personas	Millones por año
2 a 2.9	Menor	No hay daños en los edificios	Más de un millón por año
3 a 3.9	Menor	Apenas se percibe, se pueden mover los objetos dentro de los edificios	Más de 100 000 por año
4 a 4.9	Ligero	Objetos dentro de edificios se mueven o se caen al piso. No hay daño significativo	10 000 a 15 000 por año
5 a 5.9	Moderado	Daño extensivo a los edificios que no han sido diseñados correctamente	1000 a 1500 por año
6 a 6.9	Fuerte	Puede causar daños 160 km alrededor en zonas populosas	100 a 1500 por año
7 a 7.9	Mayor	Daños extensivos en la mayoría de áreas	10 a 20 por año
8 a 8.9	Grande	Daños severos en varios cientos de kilómetros a la redonda	1 por año
9 a 9.9	Grande	Daños severos para la mayoría de edificios a miles de kilómetros alrededor	1 cada 5 - 50 años
10 o más	Masivo	Nunca registrado. Devastación en todas las áreas.	Nunca registrado

Fuente: (Díaz y Westervelt, 2016)

- **Intensidad**

Es un parámetro que describe los daños producidos en edificios y estructuras durante un evento sísmico, así como sus consecuencias sobre el terreno y los efectos sobre las personas, depende del lugar y la forma en que se realiza su evaluación. (Bozzo y Barbat, 2022)

A continuación, en la Tabla 26 se muestran diferentes valores de intensidad en la Escala modificada de Mercalli.

Tabla 26*Escala Modificada de Mercalli*

VALOR DE INTENSIDAD	DESCRIPCIÓN	ACELERACIÓN MÁXIMA (cm/s ²)
I	Sentido sólo por algunas personas en condiciones sumamente favorables	1.5 >
II	Percibo por personas en descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios	3 > y > 1.5
III	Percibido en el interior de los edificios, pero sin reconocerse como sismos	7 > y > 3
IV	Percibido en el interior de edificios y por algunas personas en las calles, objetos colgantes que oscilan. Vibración perceptible en puertas, ventanas y vajilla. Los vehículos detenidos oscilan.	15 > y > 7
V	Percibido por la mayoría de personas. Algunas personas despiertan. Objetos inestables se vuelcan. Es posible estimar la dirección del movimiento.	40 > y > 15
VI	Percibido por todos. Personas que huyen hacia exteriores. Caminar inestable. Se rompen vidrios, caen objetos de los armarios y muros. Muebles desplazados. Algunas grietas en revestimientos y construcciones tipo D. Pequeñas campanas que tañan. Árboles sacudidos y visibles.	70 > y > 40
VII	Dificultad para mantenerse en pie. Percibido por conductores de automóviles en marcha. Tañen las campanas. Grietas en edificaciones tipo D. Algunas grietas en edificios tipo C. Algunas chimeneas caen. Ondas en los lagos. Pequeños deslizamientos y hundimientos en terraplenes y taludes de arena y grava. Daños en canales de concreto para riego.	150 > y > 70
VIII	Manejo inseguro de vehículos. Daños y hasta colapsos parciales en edificios tipo C. Daños menores en construcciones tipo B. Ningún daño en construcciones tipo A. Caen chimeneas, monumentos, torres y depósitos elevados. Desprendimiento de tabiques. Se quiebran las ramas de los árboles. Cambios en las corrientes de agua. Grietas en suelos húmedos y pendientes escarpadas.	350 > y > 150
IX	Pánico general. Destrucción de construcciones tipo D. Daños serios en construcciones tipo C., inclusive algunos colapsos. Daños importantes en edificaciones tipo B y en depósitos de agua. Ruptura de tuberías subterráneas. Grietas grandes en suelos secos. Pequeñas eyecciones de arena y barro en suelos aluviales.	700 > y > 350
X	Gran destrucción de edificaciones. Grandes daños en malecones, represas, diques y terraplenes. Grandes desplazamientos de tierra en taludes y orillas de ríos. Agua de canales, ríos y lagos sale hacia las playas. Rieles de las vías férreas deformados.	
XI	Pocas edificaciones quedan en pie. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. Puentes destruidos. Grandes grietas en el suelo. Rieles de vías férreas muy retorcidos. Hundimiento y desplazamiento en suelos blandos.	y > 700
XII	Destrucción casi total. Cambios en la topografía. Desplazamiento de grandes masas de roca. Líneas de mira y niveles distorsionados. Objetos lanzados al aire	

Fuente: (Diáz y Westervelt, 2016)

CAPITULO III

PLANTEAMIENTO DE LA HIPOTESIS y VARIABLES

3.1. Hipótesis General

El comportamiento sísmico de la infraestructura de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita”, aplicando los parámetros sísmicos de la versión de la Norma Técnica E.030 del 2018 en comparación con los resultados obtenidos con la Norma Técnica E.030 del 2003, disminuye en menos del 20% en los módulos regulares y aumenta hasta 5% en módulos irregulares.

3.2. Variables

Variable Independiente:

- Versión de la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E.030 (2003-2018)

Variable Dependiente:

- Comportamiento sísmico de la edificación

3.3. Operacionalización de los componentes de la hipótesis

Tabla 27

Operacionalización de las variables

Título: Comparación del Comportamiento Sísmico de la infraestructura de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita”-Cajamarca considerando la norma de diseño sismorresistente E.030 del 2003 y 2018					
Hipótesis	Definición conceptual de las variables	Variables	Dimensiones	Definición operacional	
				Indicadores	Fuente o Instrumento de recolección de datos
El comportamiento sísmico de la infraestructura de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita”, aplicando los parámetros sísmicos de la versión de la Norma Técnica E.030 del 2018 en comparación con los resultados obtenidos con la Norma Técnica E.030 del 2003, disminuye en menos del 10% en los módulos regulares y aumenta hasta 5% en módulos irregulares.	Documento que establece las especificaciones técnicas para el Diseño Sismorresistente	<i>Variable Independiente:</i> Versión de la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E.030 (2003-2018)	Año de aprobación de la Norma Técnica E.030	Parámetros sísmicos de la Norma E.030 de los años 2003 y 2018	<ul style="list-style-type: none"> • Norma Técnica E-030 – Año 2003 • Norma Técnica E-030 – Año 2018
	Análisis del edificio basado en su desempeño sísmico	<i>Variable Dependiente:</i> Comportamiento sísmico de la edificación	Deformaciones Esfuerzos internos	<ul style="list-style-type: none"> • Desplazamientos • Derivas • Momentos • Cortantes • Torsión 	<ul style="list-style-type: none"> • RNE (NT E.020, E.030, E.060 y E.070) • Revisión documental (Exp. Técnico de ejecución) • Observación directa • Software Etabs V.20.3.0 (Modelamiento estructural)

CAPITULO IV

MARCO METODOLOGICO

4.1. Ubicación Geográfica

La presente investigación se desarrolló en la ciudad de Cajamarca, la cual tiene las siguientes características geográficas:

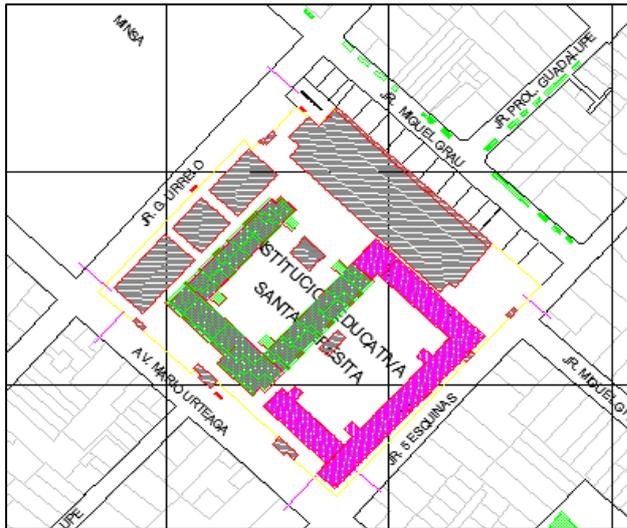
- **Ubicación:** El departamento de Cajamarca se encuentra ubicado en la zona norte del país.
- **Clima:** Templado, seco y soleado en el día y frío en la noche. Las precipitaciones se dan de diciembre a marzo.
- **Altitud:** 2,719.00 msnm

La Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita” se encuentra ubicada al Este de la ciudad de Cajamarca en el Barrio La Colmena, entre el Jr. Antonio Guillermo Urrelo, el Jr. Miguel Grau, Jr. Cinco Esquinas y Av. Mario Urteaga en donde se ubica el ingreso principal de la I.E. y presenta los siguientes linderos y medidas perimétricas (Ver: Apéndice 5 – Plano U1)

- **Por el Frontis:** Con la Av. Mario Urteaga, con una longitud de 142.64 m
- **Por el Costado derecho entrando:** Con el Jr. Antonio Guillermo Urrelo, con una longitud de 125.75m
- **Por el Costado izquierdo entrando:** Con el Jr. Cinco Esquinas, con una longitud de 136.63m
- **Por el Fondo:** Con propiedad de terceros, con una longitud de 154.92m
- **Área del Lote:** 19,207.28 m²
- **Perímetro del Lote:** 557.60 m

Figura 6

Ubicación de la I.E. Emblemática “Santa Teresita” - Cajamarca



Fuente: Proyecto: Adecuación, mejoramiento y sustitución de la I.E. “Santa Teresita”-2012

4.2. Diseño de la investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se han tenido en cuenta los siguientes pasos:

4.2.1. Obtención de datos

Consistió en solicitar a las autoridades de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita”, los planos y toda información que se tenga del colegio, pudiendo obtener el Expediente Técnico del Proyecto: “Adecuación, mejoramiento y sustitución de la I.E. Santa Teresita”, el cual contiene la siguiente información.

- Ayuda Memoria del Proyecto.
- Informe estructural de las antiguas instalaciones de la I.E.
- Memorias descriptivas por especialidad
 - ✓ Arquitectura
 - ✓ Estructuras
 - ✓ Instalaciones eléctricas y sanitarias
- Planos de ejecución del proyecto por especialidad
 - ✓ Arquitectura
 - ✓ Estructuras
 - ✓ Instalaciones eléctricas
 - ✓ Instalaciones sanitarias
- Especificaciones técnicas
- Presupuesto y metrados

- Estudio de suelos
- Ficha de evaluación ambiental
- Ficha técnica
- Informe de vulnerabilidad
- Levantamiento topográfico
- Otros documentos

Se obtuvieron los siguientes datos:

- **Características de los materiales**

Las características de los materiales se obtuvieron de la memoria de cálculo estructural y de las especificaciones técnicas de los planos del expediente técnico adquirido, además de las Normas Técnicas E.020, E.060 y E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 28

Características de los materiales utilizados

	DETALLE	VALOR	FUENTE
Concreto	Resistencia del concreto (F'c)	210 kg/cm ²	Planos de Expediente Técnico
	Módulo de elasticidad (Ec)	217370.65 kg/cm ²	NT E.060
	Módulo de poisson (U)	0.15	
	Peso Especifico	2400 kg/m ³	NT E.020
Acero Corrugado Grado 60	Esfuerzo de fluencia (F'y)	4200 kg/cm ²	
	Módulo de elasticidad (Ea)	2x10 ⁶ kg/cm ²	NT E.060
	Módulo de poisson (U)	0.30	
	Peso Especifico	7850 kg/m ³	NT E.020
Albañilería	Resistencia de albañilería (F'm)	45 kg/cm ²	
	Módulo de elasticidad (Em)	22500.00 kg/cm ²	NT E.070
	Módulo de poisson (U)	0.25	
	Peso Especifico	1800 kg/m ³	NT E.020
Combinaciones de Carga	U1 = 1.4(CM) + 1.7(CV)		
	U2 = 1.25(CM+CV) + CSx		
	U3 = 1.25(CM+CV) - CSx		
	U4 = 1.25(CM+CV) + CSy		
	U5 = 1.25(CM+CV) - CSy		NT E.060
	U6 = 0.90(CM) + CSx		
	U7 = 0.90(CM) - CSx		
	U8 = 0.90(CM) + CSy		
	U9 = 0.90(CM) - CSy		

- **Carga viva y muerta**

Las cargas vivas y muertas consideradas para los modelamientos sísmicos fueron las siguientes:

Tabla 29

Carga viva y muerta consideradas en los modelamientos

DETALLE		VALOR		FUENTE
CARGA MUERTA				
1° Piso y 2° Piso	Acabados	100 kg/m ²		Memoria de cálculo estructural y planos (Exp. Técnico)
	Ladrillo 30x30x15cm	67 kg/m ²	217 kg/m ²	
	Tabiquería Fija	50 kg/m ²		
Techos	Ladrillo 30x30x15cm	67 kg/m ²	77 kg/m ²	
	Teja Andina	10 kg/m ²		
CARGA VIVA				
1° Piso y 2° Piso	Aulas / oficinas/Lab	250 kg/m ²	250 kg/m ²	NT E.020
	Pasadizos/Escaleras	400 kg/m ²	400 kg/m ²	
Techos	Techos inclinados	50 kg/m ²	50 kg/m ²	NT E.020
	Techos planos	100 kg/m ²	100 kg/m ²	

- **Parámetros Sísmicos**

A continuación, se muestran los parámetros sísmicos (Z, U, C, S y R) que se han considerado para definir el espectro de diseño de acuerdo a las Normas Técnicas E.030 del año 2003 y del año 2018.

Cabe indicar que el factor de reducción sísmica “R” para cada módulo analizado y para cada dirección de análisis “X” y “y”, se ha estimado de acuerdo al porcentaje de cortante en la base que actúa sobre las columnas y muros y de acuerdo a las irregularidades que presentan las estructuras (Apéndice 03).

Tabla 30*Parámetros sísmicos de acuerdo a la Norma Técnica E.030 (2003)*

MODELO		1 (C,J)		2 (J)		3 (B)		4 (C)		5 (E)	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Factor de zona	Z	0.4		0.4		0.4		0.4		0.4	
Factor de uso	U	1.5		1.5		1.5		1.5		1.5	
Factor de suelo	S	1.2		1.2		1.2		1.2		1.2	
	T _P	0.6		0.6		0.6		0.6		0.6	
Amplificación sísmica	C	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	h _n	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4
	C _T	60	35	60	35	60	60	60	60	60	60
	T	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Reducción sísmica	R	3	8	3	8	4.5	4.5	4.50	4.5	6	6
	R ₀	3	8	3	8	6	6	6	6	6	6
	l _a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	l _p	1	1	1	1	3/4	3/4	3/4	3/4	1	1

Tabla 31*Parámetros sísmicos de acuerdo a la Norma Técnica E.030 (2018)*

MODELO		1 (C,J)		2 (J)		3 (B)		4 (C)		5 (E)	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Factor de zona	Z	0.35		0.35		0.35		0.35		0.35	
Factor de uso	U	1.5		1.5		1.5		1.5		1.5	
Factor de suelo	S	1.15		1.15		1.15		1.15		1.15	
	T _P	0.6		0.6		0.6		0.6		0.6	
	T _L	2		2		2		2		2	
Amplificación sísmica	C	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	h _n	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4
	C _T	60	35	60	35	60	60	60	60	60	60
	T	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Reducción sísmica	R	3	8	3	8	3.6	3.6	3.6	3.6	6	6
	R ₀	3	8	3	8	6	6	6	6	6	6
	l _a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	l _p	1	1	1	1	0.6	0.6	0.6	0.6	1	1

4.2.2. Verificación de datos

Una vez obtenidos los datos, se ha procedido a realizar la evaluación de las edificaciones, verificando las dimensiones y el uso de cada uno de los ambientes, comprobando que están acorde con los planos del expediente técnico. Luego se procedió a realizar el levantamiento arquitectónico y estructural de las edificaciones en estudio y a elaborar los planos de replanteo, solo con fines de actualización de la información.

4.2.3. Modelamiento estructural

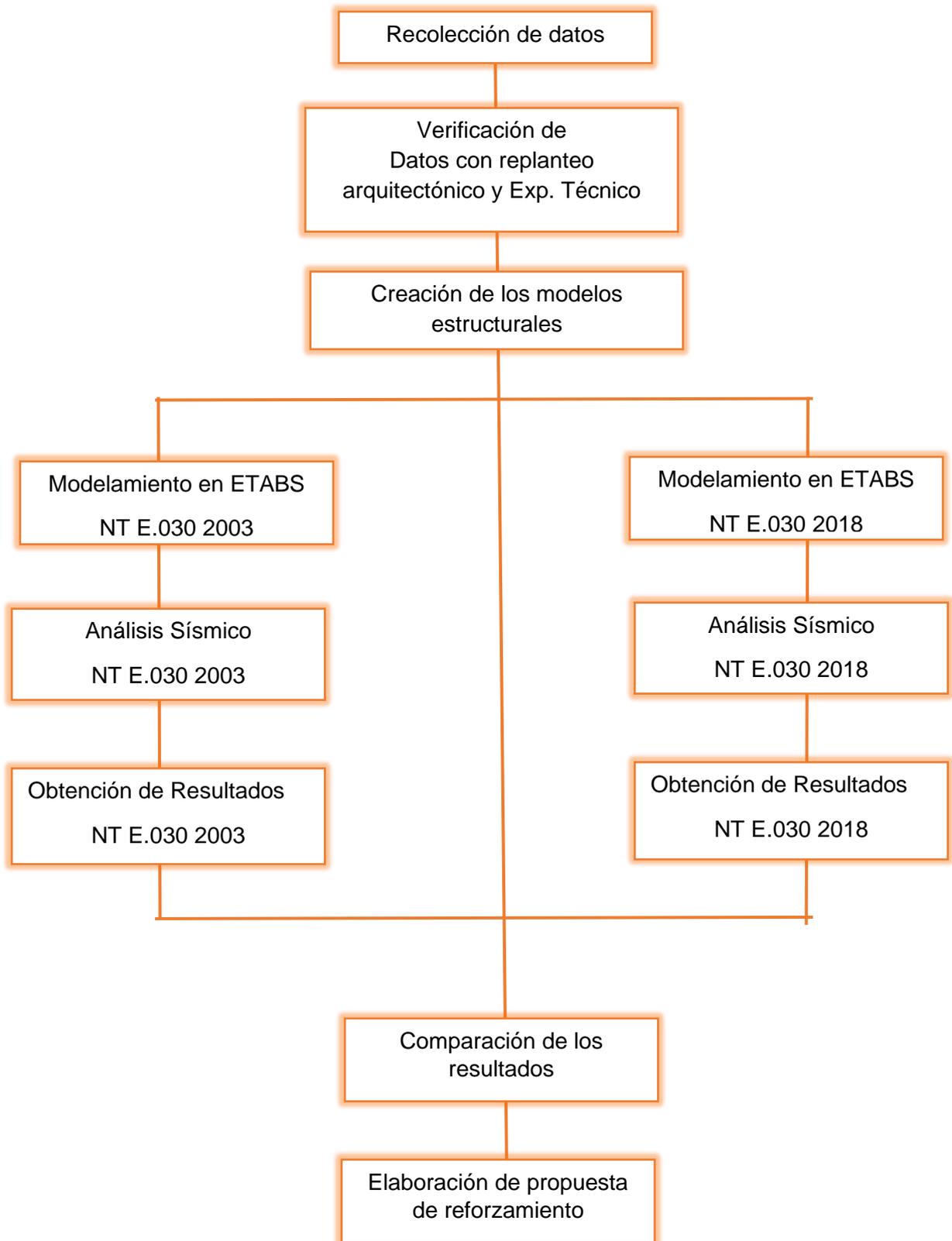
Se realizó el modelamiento estructural y un análisis sísmico estático y dinámico moda-espectral de la edificación, en el software computacional ETABS V.20.3.0. (Versión Educacional) de la infraestructura de la institución educativa, utilizando los valores de la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E0.30 del año 2003 y 2018.

4.2.4. Comparación de resultados

Con los resultados que se obtuvieron, se realizó la comparación de las deformaciones y esfuerzos internos de las estructuras diseñadas al considerar la Norma Técnica E0.30 del año 2003 y 2018.

Figura 7

Flujograma del Procedimiento de Análisis de los datos



4.3. Métodos de investigación

Se ha utilizado el método hipotético-deductivo, el cual es un proceso de razonamiento científico que se basa en una hipótesis, es decir una idea tentativa sobre el problema de investigación y luego se realizaron modelamientos para verificar la veracidad de la hipótesis planteada. Este método se basa en el planteamiento de un conjunto de premisas para deducir consecuencias las cuales serán verificadas en los modelamientos realizados, Básicamente, se han seguido los siguientes pasos: Observación, formulación de la hipótesis, deducción, experimentación (modelamiento) y evaluación.

4.4. Población

4.4.1. Población

Instituciones Educativas Emblemáticas de la ciudad de Cajamarca, construidas en los diez últimos años en su totalidad.

4.4.2. Muestra

El tipo de muestra que se ha empleado para el muestreo es no probabilístico, tomando las instalaciones de la Institución Educativa Emblemática "Santa Teresita", debido a que se tuvo fácil acceso a sus planos de arquitectura, estructuras e instalaciones ejecutadas, además las autoridades del centro de estudios permitieron que se realice las mediciones dentro de sus ambientes. Además, se tuvo en cuenta, que la selección de la presente institución educativa se debe a que es uno de los dos colegios dentro del distrito de Cajamarca considerado emblemático y porque el proyecto actualmente se encuentra culminado al 100%.

4.4.3. Unidad de análisis

Módulos de aulas, laboratorios y ambientes administrativos de la Institución Educativa Emblemática "Santa Teresita", como se detalla a continuación:

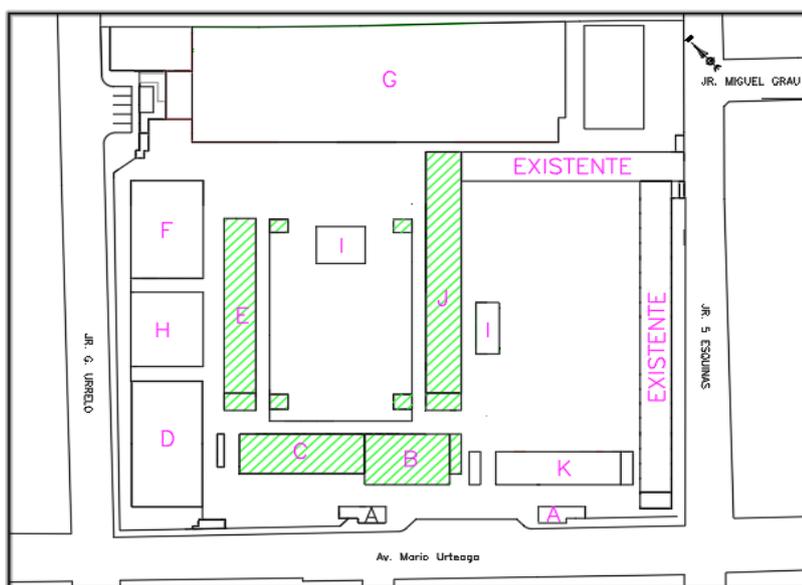
Tabla 32

Módulos analizados de I.E. Emblemática “Santa Teresita”

MODULOS ANALIZADOS	USO
MÓDULO “B”	Ambientes administrativos
MÓDULO “C”	Aulas
MÓDULO “E”	Laboratorios
MÓDULO “J”	Aulas

Figura 8

Unidad de análisis IE Emblemática “Santa Teresita”



Nota: Ver Apéndice 5: Plano C1

Figura 9

Vista 3D de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita”



4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de la información

Técnicas de recopilación de datos:

- Revisión documental: Consistió en la obtención de todo el expediente técnico de la institución educativa y revisión de la información, de los cuales principalmente se emplearon el estudio de análisis de suelos, memorias de cálculos estructurales, planos de arquitectura y estructuras. También se recopiló parte de la información de la liquidación de obra, principalmente los documentos de la certificación de la calidad del concreto para verificar la resistencia a la compresión de los elementos estructurales.
- Observación directa: La observación directa consistió en la verificación visual de las instalaciones de la institución educativa, procediendo a la toma de datos (levantamiento arquitectónico) empleado una estación total, toma de fotografías y apuntes necesarios.

Instrumentos de recopilación de datos:

- Reglamento Nacional de Edificaciones: Del RNE específicamente se utilizó la Norma E.020 para la asignación de las cargas vivas y muertas de la estructura, la Norma E.030 para la definición de los valores de los parámetros sísmicos, la Norma E.060 para las propiedades y características del concreto y la Norma E.070 para las propiedades y características de la albañilería confinada.
- Modelamiento estructural (Software Etabs V.20.3.0): se realizó el modelamiento estático y dinámico modal-espectral empleando el software computacional ETABS V.20.3.0 (Versión Educativa), obteniendo los resultados para proceder a la comparación de los mismos. Se crearon 5 modelamientos estructurales de acuerdo a la siguiente tabla:

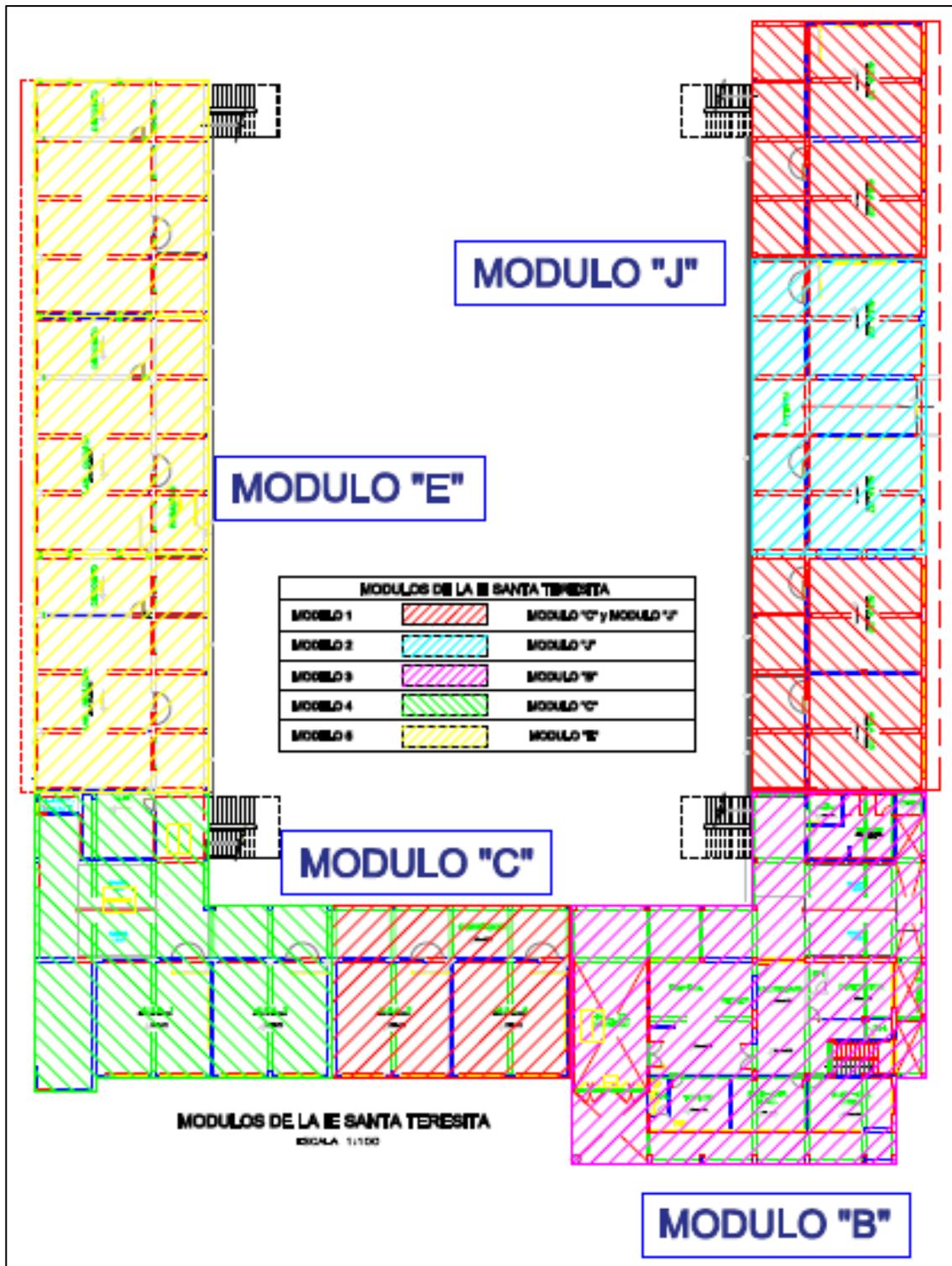
Tabla 33

Detalle de los modelos estructurales creados para el análisis sísmico.

N° MODELO	MÓDULO
MODELO 1	Módulo "C" y "J"
MODELO 2	Módulo "J"
MODELO 3	Módulo "B"
MODELO 4	Módulo "C"
MODELO 5	Módulo "E"

Figura 10

Ubicación de los modelos estructurales utilizados en el análisis sísmico de los módulos/pabellones "B", "C", "E" y "J"



4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

- Verificación de datos: consistió en la verificación y comprobación de los planos de replanteo con los planos del expediente técnico para corroborar si este ha tenido modificaciones en su construcción.
- Creación de los modelos estructurales: Se realizó el modelamiento estructural, el análisis estático y análisis dinámico modal – espectral, con el uso del software ETABS V.20.3.0. (Versión Educacional), utilizando los valores de la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E0.30 del año 2003 y 2018. Con la finalidad de evaluar su comportamiento estructural y su respuesta ante un sismo severo. El procedimiento para el modelamiento y análisis de las edificaciones se detalla en el Apéndice 02.
- Comparación de resultados: Una vez obtenidos todos los resultados se procedió a realizar la comparación de los modelamientos del comportamiento sísmico, analizando con cuál de las normas sismorresistentes (Norma E.030 del año 2003 y E.030 del 2018) la estructura presenta un comportamiento más conservador.
- Elaboración de propuesta de reforzamiento: Consistió en la ubicación de elementos estructurales que mejoren el comportamiento sísmico de los módulos que no cumplen con lo establecido con la Norma Sismorresistente, para luego elaborar los metrados, análisis de precios unitarios y finalmente el presupuesto del reforzamiento de las estructuras.

4.7. Matriz de consistencia metodológica

Tabla 34

Matriz de consistencia metodológica

Título: Comparación del Comportamiento Sísmico de la infraestructura de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita”-Cajamarca considerando la norma de diseño sismorresistente E.030 del 2003 y 2018.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	FUENTE O INSTRUMENTO Y RECOLECCIÓN DE DATOS	METODOLOGIA	POBLACION y MUESTRA
<p>¿En cuánto varía el comportamiento sísmico la infraestructura de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita” aplicando a los parámetros sísmicos de la versión de la Norma de Diseño Sismorresistente E.030 del 2003 y los del 2018 en función de la irregularidad que presenta?</p>	<p>Objetivo General: Compara el comportamiento sísmico de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita”-Cajamarca, considerando la Norma Técnica E.030 del año 2003 y la del 2018.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar las deformaciones usando la Norma Técnica E.030 del 2003 y la Norma Técnica E.030 del 2018. • Determinar los esfuerzos internos usando la Norma Técnica E.030 del 2003 y la Norma Técnica E.030 del 2018. • Comparar los resultados obtenidos en los modelamientos de la estructura en ambas normas E.030 2003 y 2018. • Determinar la versión de la Norma E.030 2003 o 2018 que ofrece un mejor comportamiento sísmico de la estructura de la IE Emblemática “Santa Teresita”. 	<p>El comportamiento sísmico de la infraestructura de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita”, aplicando los parámetros sísmicos de la versión de la Norma Técnica E.030 del 2018 en comparación con los resultados obtenidos con la Norma Técnica E.030 del 2003, disminuye en menos del 20% en los módulos regulares y aumenta hasta 5% en módulos irregulares</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Versión de la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E.030 (2003-2018)</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Comportamiento Sísmico de la Edificación</p>	<p>Parámetros sísmicos de la Norma E.030 de los años 2003 y 2018</p> <p>Deformaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desplazamientos • Derivas <p>Esfuerzos internos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Momentos • Cortantes • Torsión 	<ul style="list-style-type: none"> • Norma Técnica E.030 – Año 2003 • Norma Técnica E.030 – Año 2018 • RNE (NT E.020, E.030, E.060 y E.070) • Revisión documental (Exp. Técnico de ejecución) • Observación directa • Software Etabs V.20.3.0 (Modelamiento estructural) 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección de datos • Verificación de datos con replanteo arquitectónico y Exp. Técnico • Creación de los modelos estructurales • Comparación de los resultados • Elaboración de propuesta de reforzamiento 	<p>Población: Instituciones Educativas Emblemáticas construidos en los diez últimos años en su totalidad.</p> <p>Muestra: Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita”</p> <p>Unidad de análisis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Módulo B: Ambientes administrativos • Módulo C: Aulas • Módulo E: Laboratorios • Módulo J: Aulas

CAPITULO V

RESULTADOS y DISCUSION

5.1. Presentación de resultados

5.1.1. Verificación del factor de reducción sísmica “R”

La verificación del factor de reducción sísmica “R” se realizó mediante la comprobación del porcentaje de cortante basal estática que aportan los muros y el porcentaje de cortante que aportan las columnas.

Tabla 35

Verificación del factor “R” – Modelo 1 (C-J)

Dirección		Cortante Muros Albañilería (Tonf)		Cortante Columnas (Tonf)	Cortante Total (Tonf)		Sistema Estructural
X	P1	76.57					
	P2	83.39	249.58	41.86	291.44	R=3	Albañilería
	P3	89.62					
	% Cortante:		85.64%		14.36%	100.00%	
Y	P1	0.37					
	P2	0.44	1.18	108.12	109.29	R=8	Pórticos
	P3	0.37					
	% Cortante:		1.08%		98.92%	100.00%	

Tabla 36

Verificación del factor “R” – Modelo 2 (J)

Dirección		Cortante Muros Albañilería (Tonf)		Cortante Columnas (Tonf)	Cortante Total (Tonf)		Sistema Estructural
X	P1	69.78					
	P2	76.28	311.60	64.39	375.99	R=3	Albañilería
	P3	79.41					
	P4	86.14					
% Cortante:		82.87%		17.13%	100.00%		
Y	P1	0.41					
	P2	0.49	1.81	139.19	141.00	R=8	Pórticos
	P3	0.49					
	P4	0.41					
% Cortante:		1.28%		98.72%	100.00%		

Tabla 37*Verificación del factor "R" – Modelo 3 (B)*

Dirección		Cortante Muros Concreto (Tonf)		Cortante Columnas (Tonf)		Cortante Total (Tonf)		Sistema Estructural
X	P1 X	79.67						
	P2 X	265.44						
	P3 X	130.28						
	P4 X	69.55						
	P5 y	1.98						
	P6 y	0.50	551.91	30.93	582.84	R=6	Muros Estructurales	
	P7 y	0.82						
	P8 y	2.10						
	P9 y	0.53						
	P10 y	0.15						
	P11 y	0.88						
		% Cortante:	94.69%	5.31%	100.00%			
Y	P1 X	1.07						
	P2 X	5.12						
	P3 X	6.06						
	P4 X	3.02						
	P5 y	160.43						
	P6 y	16.36	538.29	44.55	582.84	R=6	Muros Estructurales	
	P7 y	28.17						
	P8 y	193.05						
	P9 y	44.34						
	P10 y	30.81						
	P11 y	49.85						
		% Cortante:	92.36%	7.64%	100.00%			

Tabla 38*Verificación del factor "R" – Modelo 4 (C)*

Dirección		Cortante Muros Concreto (Tonf)		Cortante Columnas (Tonf)		Cortante Total (Tonf)		Sistema Estructural	
X	P1 X	102.68							
	P2 X	132.83							
	P3 X	62.08							
	P4 y	4.79							
	P5 y	1.34	306.71		79.11		385.82	R=6	Muros Estructurales
	P6 y	0.94							
	P7 y	1.13							
	P8 y	0.92							
		% Cortante:	79.50%		20.50%		100.00%		
Y	P1 X	1.41							
	P2 X	1.98							
	P3 X	2.91							
	P4 y	58.96							
	P5 y	48.62	332.74		53.08		385.82	R=6	Muros Estructurales
	P6 y	70.07							
	P7 y	74.98							
	P8 y	73.81							
		% Cortante:	86.24%		13.76%		100.00%		

Tabla 39*Verificación del factor "R" – Modelo 5 (E)*

Dirección		Cortante Muros Concreto (Tonf)		Cortante Columnas (Tonf)		Cortante Total (Tonf)		Sistema Estructural	
X	P1 X	60.45							
	P2 X	65.99							
	P3 y	0.74							
	P4 y	0.70							
	P5 y	0.81	131.14		8.46		139.61	R=6	Muros Estructurales
	P6 y	0.81							
	P7 y	0.79							
	P8 y	0.86							
		% Cortante:	93.94%		6.06%		100.00%		
Y	P1 X	0.44							
	P2 X	0.44							
	P3 y	11.06							
	P4 y	31.74							
	P5 y	11.65	122.39		17.21		139.61	R=6	Muros Estructurales
	P6 y	13.55							
	P7 y	38.46							
	P8 y	15.05							
		% Cortante:	87.67%		12.33%		100.00%		

5.1.2. Modelo estructural

Se realizaron los modelados estructurales en el software ETABS V.20.3.0., teniendo en cuenta las características de los materiales, las cargas vivas y muertas, y los parámetros sísmicos. Asimismo, se ha determinado la irregularidad de los pabellones de acuerdo a las Normas Técnicas E.030 2003 y 2018, encontrando que existen 3 regulares y 2 irregulares (Apéndice 03).

Tabla 40

Regularidad e irregularidad de los modelos estructurales de la I.E. Emblemática “Santa Teresita”.

MODELO (Módulo)	DESCRIPCIÓN	FACTOR DE IREGULARIDAD	
		E.030 (2003)	E.030 (2018)
1 (C, J)	REGULAR	-	-
2 (J)	REGULAR	-	-
3 (B)	Irregularidad Torsional		0.75
	Irregularidad Torsional Extrema	0.75	0.60
	Esquinas Entrantes		0.90
4 (C)	Irregularidad Torsional		0.75
	Irregularidad Torsional Extrema	0.75	0.60
	Esquinas Entrantes		0.90
5 (E)	REGULAR	-	-

5.1.3. Deformaciones

a) Desplazamientos

A continuación, se muestran los máximos desplazamientos reales (multiplicados por 0.75R para los módulos regulares y 0.85R para los módulos irregulares).

Figura 11

Vista de desplazamientos en dirección “X” - modelo 1 (C-J).

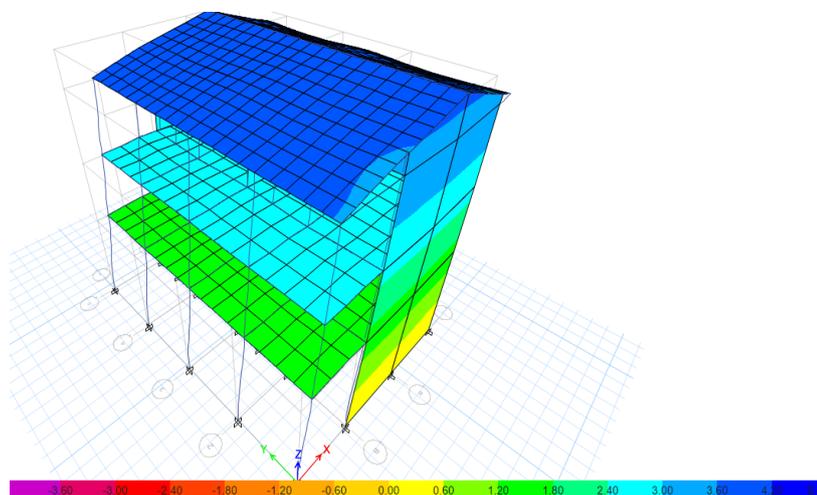


Tabla 41

Desplazamientos reales para la dirección "X" y "Y"

DESPLAZAMIENTOS REALES (m)							
MODELO (Módulo)	NIVEL	DIRECCION X			DIRECCION Y		
		NORMA 2003	NORMA 2018	Variación (%)	NORMA 2003	NORMA 2018	Variación (%)
1 (C,J)	NIVEL 3	0.0168	0.0141	-16.00%	0.0696	0.0506	-27.00%
	NIVEL 2	0.0122	0.0102	-16.00%	0.0456	0.0386	-15.00%
	NIVEL 1	0.0074	0.0062	-16.00%	0.0271	0.0233	-14.00%
2 (J)	NIVEL 3	0.0157	0.0130	-17.00%	0.0707	0.0586	-17.00%
	NIVEL 2	0.0115	0.0096	-17.00%	0.0496	0.0414	-17.00%
	NIVEL 1	0.0070	0.0058	-18.00%	0.0300	0.0248	-17.00%
3 (B)	NIVEL 3	0.0373	0.0330	-11.00%	0.0427	0.0388	-9.00%
	NIVEL 2	0.0238	0.0212	-11.00%	0.0315	0.0289	-8.00%
	NIVEL 1	0.0115	0.0102	-12.00%	0.0152	0.0138	-9.00%
4 (C)	NIVEL 3	0.0042	0.0024	-42.00%	0.0070	0.0064	-8.00%
	NIVEL 2	0.0040	0.0030	-25.00%	0.0067	0.0062	-8.00%
	NIVEL 1	0.0027	0.0020	-27.00%	0.0038	0.0034	-9.00%
5 (E)	NIVEL 3	0.0394	0.0328	-17.00%	0.0326	0.0261	-20.00%
	NIVEL 2	0.0238	0.0198	-17.00%	0.0203	0.0162	-20.00%
	NIVEL 1	0.0108	0.0089	-18.00%	0.0092	0.0073	-21.00%
Promedio				-18.67%	Promedio		-14.60%

Nota: El signo - indica que la variación de los desplazamientos ha disminuido y el signo + que la variación ha aumentado.

En las siguientes Figuras 12,13,14,15,16 y 17 se muestra la variación de desplazamientos reales, para los 3 niveles (pisos) de cada módulo y para ambas direcciones de análisis.

Figura 12

Variación de desplazamientos: Nivel 1 – Dirección "X"

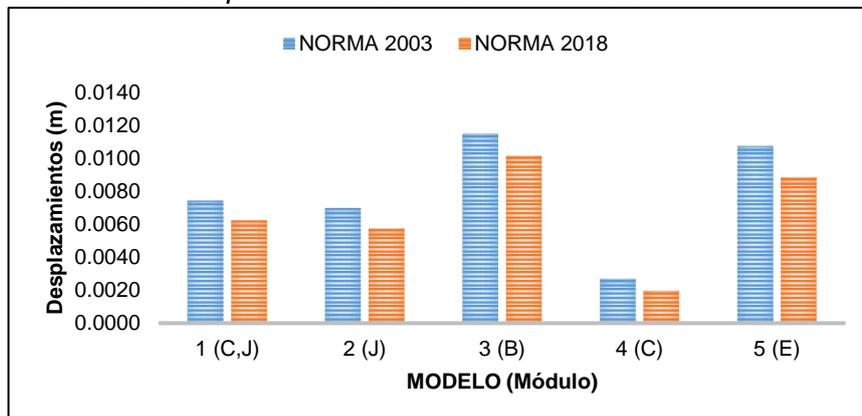


Figura 13

Variación de desplazamientos: Nivel 2 – Dirección “X”

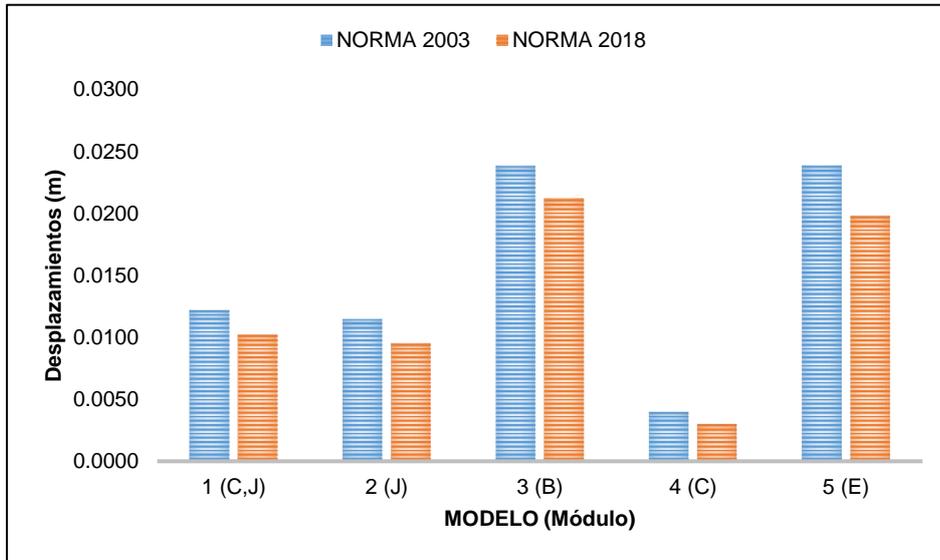


Figura 14

Variación de desplazamientos: Nivel 3 – Dirección “X”

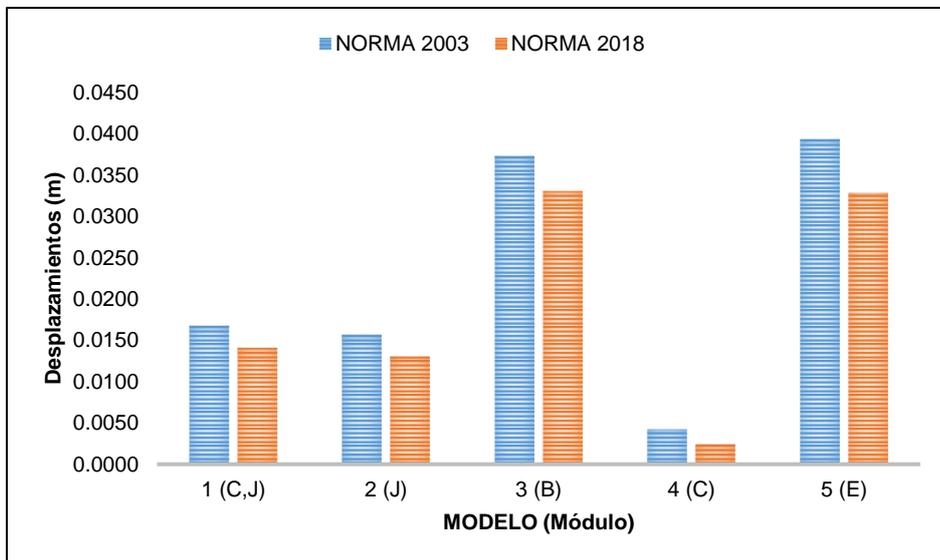


Figura 15

Variación de desplazamientos: Nivel 1 – Dirección “Y”

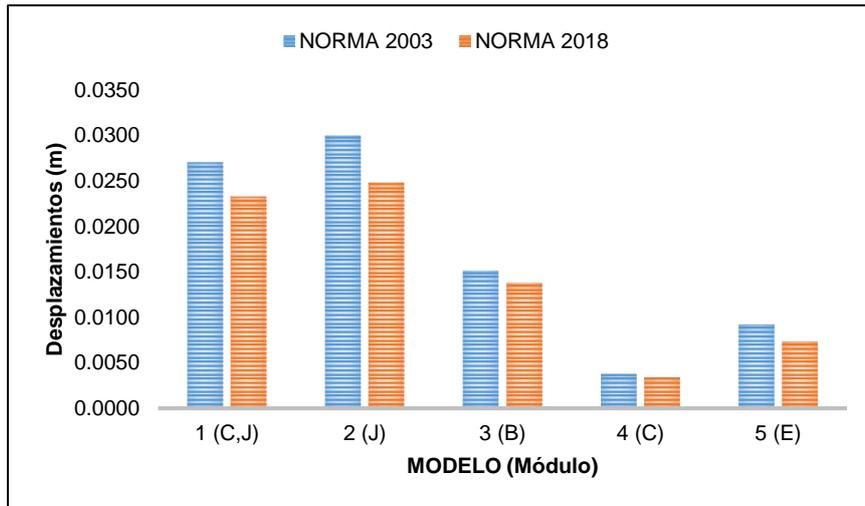


Figura 16

Variación de desplazamientos: Nivel 2 – Dirección “Y”

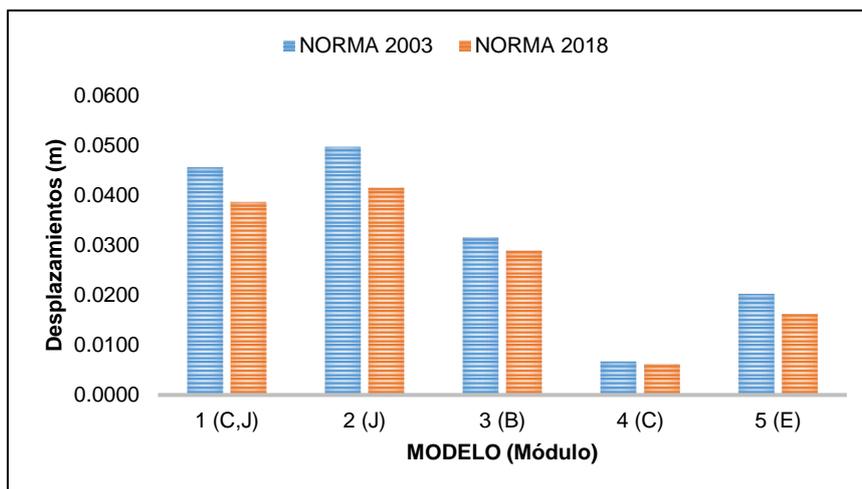
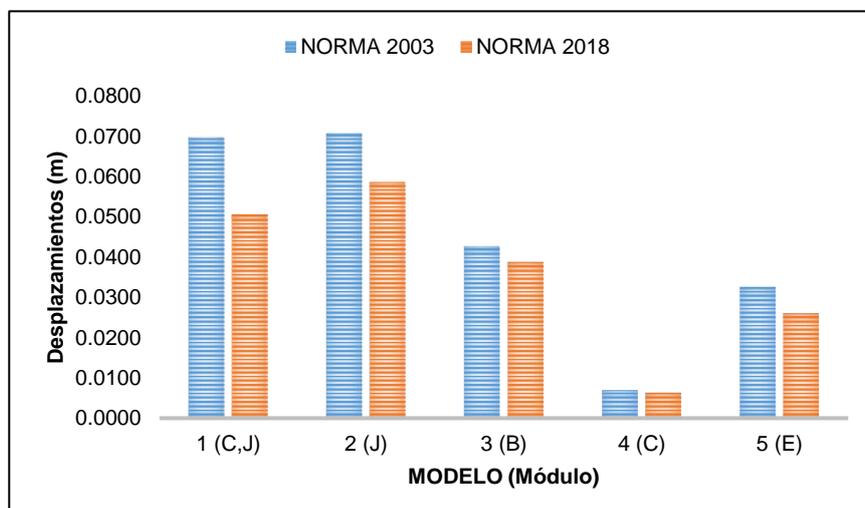


Figura 17

Variación de desplazamientos: Nivel 3 – Dirección “Y”



En base a los desplazamientos calculados en la sección anterior, se han determinado las derivas para todos los modelos estudiados en ambas direcciones tanto para los resultados obtenidos con la Norma Técnica E.030 del año 2003 así como del año 2018. Cabe agregar que las derivas obtenidas del Software ETABS V.20.3.0., son derivas elásticas, por lo que para obtener las derivas reales los valores se han multiplicado por 0.75R para edificaciones regulares y 0.85R para las edificaciones irregulares.

Tabla 42

Derivas para todos los módulos evaluados en la dirección "X"

DERIVAS REALES "X"								
MODELO (Módulo)	NIVEL	NORMA 2003			NORMA 2018			Variación (%)
		Deriva	Criterio	Norma	Deriva	Criterio	Norma	
1 (C,J)	NIVEL 3	0.0013	< 0.005	Cumple	0.0010	< 0.005	Cumple	-16.00%
	NIVEL 2	0.0014	< 0.005	Cumple	0.0012	< 0.005	Cumple	-16.00%
	NIVEL 1	0.0015	< 0.005	Cumple	0.0013	< 0.005	Cumple	-16.00%
2 (J)	NIVEL 3	0.0012	< 0.005	Cumple	0.0009	< 0.005	Cumple	-20.00%
	NIVEL 2	0.0013	< 0.005	Cumple	0.0011	< 0.005	Cumple	-18.00%
	NIVEL 1	0.0014	< 0.005	Cumple	0.0012	< 0.005	Cumple	-18.00%
3 (B)	NIVEL 3	0.0036	< 0.007	Cumple	0.0031	< 0.007	Cumple	-15.00%
	NIVEL 2	0.0035	< 0.007	Cumple	0.0032	< 0.007	Cumple	-11.00%
	NIVEL 1	0.0023	< 0.007	Cumple	0.0020	< 0.007	Cumple	-12.00%
4 (C)	NIVEL 3	0.0042	< 0.007	Cumple	0.0024	< 0.007	Cumple	-42.00%
	NIVEL 2	0.0040	< 0.007	Cumple	0.0030	< 0.007	Cumple	-25.00%
	NIVEL 1	0.0027	< 0.007	Cumple	0.0020	< 0.007	Cumple	-27.00%
5 (E)	NIVEL 3	0.0040	< 0.007	Cumple	0.0032	< 0.007	Cumple	-18.00%
	NIVEL 2	0.0037	< 0.007	Cumple	0.0031	< 0.007	Cumple	-17.00%
	NIVEL 1	0.0022	< 0.007	Cumple	0.0018	< 0.007	Cumple	-18.00%
Promedio								-19.27%

Nota: El signo (-) indica que la variación de las derivas ha disminuido y el signo (+) que la variación ha aumentado.

Tabla 43Derivas para *todos los módulos evaluados en la dirección "Y"*

DERIVAS REALES "Y"								
MODELO (Módulo)	NIVEL	NORMA 2003			NORMA 2018			Variación (%)
		Deriva	Criterio	Norma	Deriva	Criterio	Norma	
1 (C,J)	NIVEL 3	0.0064	< 0.007	Cumple	0.0053	< 0.007	Cumple	-16.00%
	NIVEL 2	0.0054	< 0.007	Cumple	0.0045	< 0.007	Cumple	-16.00%
	NIVEL 1	0.0054	< 0.007	Cumple	0.0046	< 0.007	Cumple	-16.00%
2 (J)	NIVEL 3	0.0056	< 0.007	Cumple	0.0045	< 0.007	Cumple	-20.00%
	NIVEL 2	0.0057	< 0.007	Cumple	0.0047	< 0.007	Cumple	-17.00%
	NIVEL 1	0.0060	< 0.007	Cumple	0.0050	< 0.007	Cumple	-17.00%
3 (B)	NIVEL 3	0.0045	< 0.007	Cumple	0.0039	< 0.007	Cumple	-12.00%
	NIVEL 2	0.0047	< 0.007	Cumple	0.0043	< 0.007	Cumple	-9.00%
	NIVEL 1	0.0031	< 0.007	Cumple	0.0028	< 0.007	Cumple	-9.00%
4 (C)	NIVEL 3	0.0070	< 0.007	Cumple	0.0064	< 0.007	Cumple	-8.00%
	NIVEL 2	0.0067	< 0.007	Cumple	0.0062	< 0.007	Cumple	-8.00%
	NIVEL 1	0.0038	< 0.007	Cumple	0.0034	< 0.007	Cumple	-9.00%
5 (E)	NIVEL 3	0.0033	< 0.007	Cumple	0.0026	< 0.007	Cumple	-22.00%
	NIVEL 2	0.0031	< 0.007	Cumple	0.0025	< 0.007	Cumple	-20.00%
	NIVEL 1	0.0019	< 0.007	Cumple	0.0015	< 0.007	Cumple	-21.00%
Promedio								-14.67%

Nota: El signo (-) indica que la variación de las derivas ha disminuido y el signo (+) que la variación ha aumentado.

A continuación, en las siguientes Figuras 18 y 19 se aprecia de mejor manera la variación de las derivas calculadas con la Norma E.030 del año 2003 y del año 2018.

Figura 18

Variación de las derivas – Dirección “X”

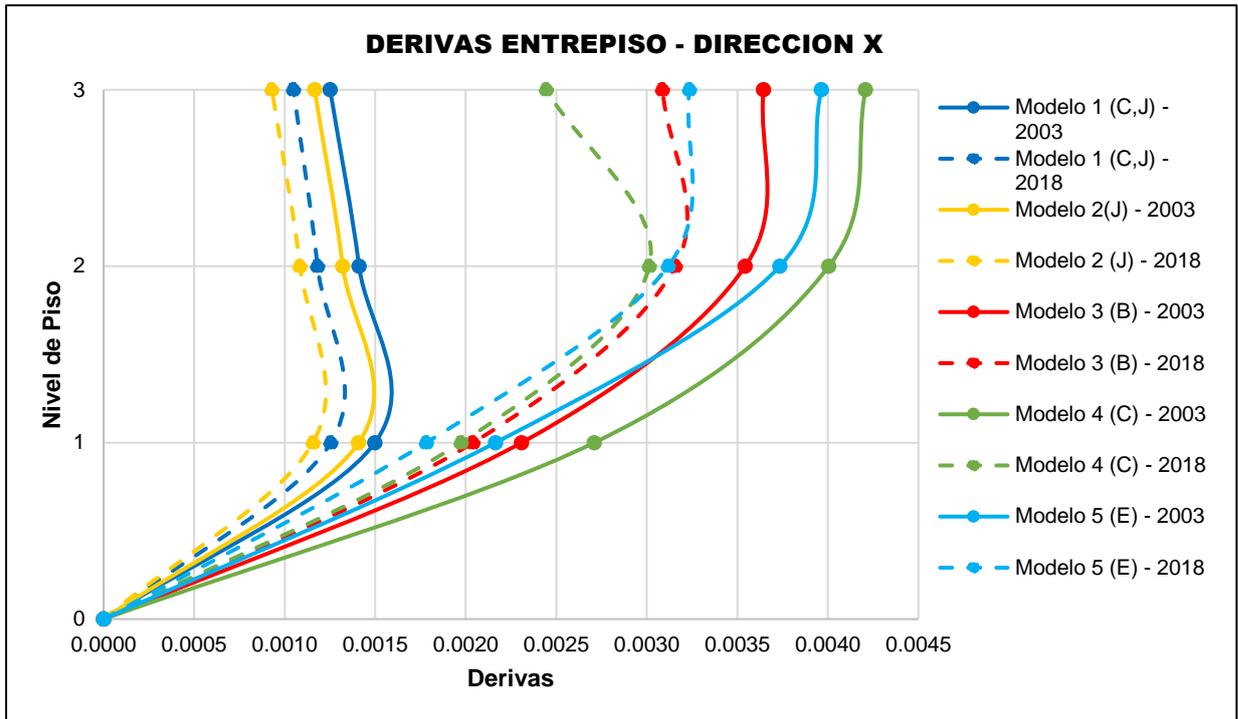
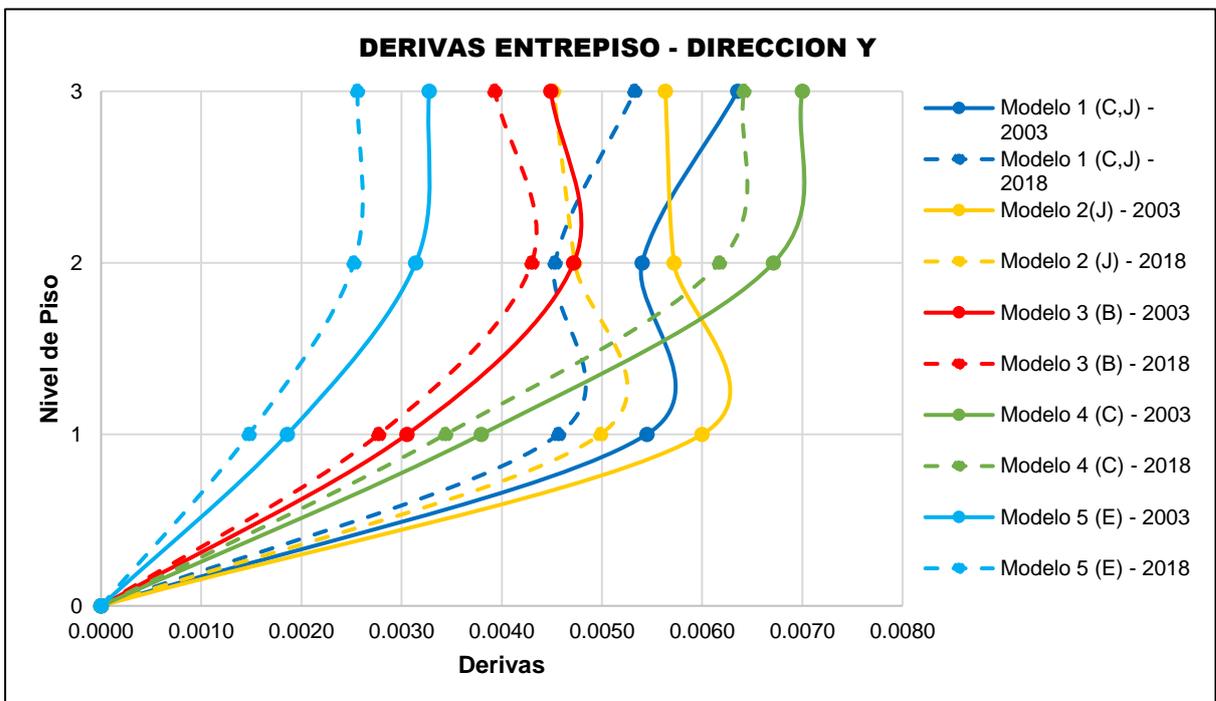


Figura 19

Variación de las derivas – Dirección “Y”



5.1.4. Esfuerzos internos

a. Momentos

Los momentos han sido obtenidos a partir de las combinaciones de cargas (envolvente) según la NTE E-060 y han sido estimados considerando sólo el momento máximo positivo y el momento mínimo negativo para todas las vigas y de todos los módulos analizados.

Tabla 44

Momentos positivos y negativos de los módulos regulares con la norma E.030 2003 y E.030 2018

MODELO (Módulo)	ELEMENTO	MOMENTOS POSITIVOS (Tonf.m)			MOMENTOS NEGATIVOS (Tonf.m)		
		NORMA 2003	NORMA 2018	Variación (%)	NORMA 2003	NORMA 2018	Variación (%)
1 (C,J)	VB1 - 45x20	0.901	0.861	-4.36%	-2.228	-2.085	-6.41%
	VB2 - 25x20	0.597	0.597	0.00%	-1.185	-1.124	-5.12%
	VP - 25x40	3.215	3.091	-3.86%	-5.785	-5.485	-5.17%
	VP - 30x60	8.876	8.876	0.00%	-19.091	-18.161	-4.87%
	VS - 25x50	13.817	11.652	-15.66%	-13.188	-11.024	-16.41%
2 (J)	VB1 - 45x20	0.869	0.825	-5.06%	-2.109	-1.954	-7.35%
	VB2 - 25x20	0.806	0.580	-28.08%	-1.238	-0.997	-19.47%
	VCH - 25x20	0.384	0.362	-5.55%	-0.893	-0.832	-6.77%
	VP1 - 30x60	8.956	8.916	-0.45%	-18.612	-17.648	-5.18%
	VP2 - 25x40	2.912	2.816	-3.31%	-6.979	-6.623	-5.10%
	VS - 25x50	15.053	12.506	-16.92%	-15.194	-12.646	-16.77%
5 (E)	VB1 45x20	0.696	0.696	0.00%	-1.303	-1.205	-7.48%
	VB2 25x20	0.340	0.320	-5.82%	-0.526	-0.488	-7.39%
	VP 25x40	6.315	5.217	-17.40%	-6.624	-5.525	-16.59%
	VP 30x60	1.653	1.653	0.00%	-2.412	-2.253	-6.60%
	VP 30x70	14.311	14.311	0.00%	-23.953	-22.737	-5.08%
	VS 25x50	9.051	7.330	-19.01%	-10.638	-8.917	-16.18%
Promedio Estructuras Regulares				-7.38%			-9.29%

Nota: El signo (-) indica que la variación los momentos positivos y negativos ha disminuido y el signo (+) que la variación ha aumentado.

Tabla 45

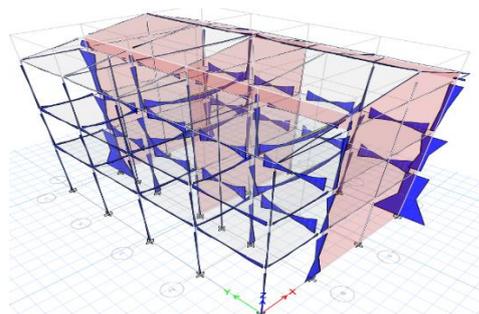
Momentos positivos y negativos de los módulos irregulares con la norma E.030 2003 y E.030 2018

MODELO (Módulo)	ELEMENTO	MOMENTOS POSITIVOS (Tonf.m)			MOMENTOS NEGATIVOS (Tonf.m)		
		NORMA 2003	NORMA 2018	Variación (%)	NORMA 2003	NORMA 2018	Variación (%)
3 (B)	VB1 45x20	1.975	1.704	-13.71%	-2.895	-2.571	-11.19%
	VB2 20x20	0.360	0.301	-16.40%	-0.573	-0.481	-16.08%
	VCH 25x20	0.476	0.480	0.86%	-0.749	-0.749	0.00%
	VP 25x40	3.940	3.981	1.02%	-7.453	-7.460	0.09%
	VP 25x50	5.660	6.599	16.59%	-10.574	-11.592	9.62%
	VP 25X60	4.074	4.050	-0.59%	-6.945	-7.524	8.34%
	VP 30x40	1.994	2.019	1.23%	-1.392	-1.378	-1.00%
	VP 30x45	1.683	1.607	-4.52%	-6.253	-6.425	2.76%
	VP 30x70	11.538	12.149	5.29%	-19.313	-20.862	8.02%
	VS 25x40	5.713	6.781	18.69%	-6.088	-7.155	17.54%
	VS 25x50	6.759	7.329	8.44%	-15.433	-15.959	3.41%
	VS 25x60	12.796	14.934	16.71%	-17.930	-20.068	11.93%
	VS 30x70	13.142	13.142	0.00%	-14.246	-15.158	6.40%
4 (C)	VB1 45x20	1.127	1.143	1.42%	-3.001	-3.099	3.26%
	VB2 20x20	0.882	0.889	0.75%	-1.322	-1.313	-0.72%
	VCH 25x20	0.185	0.186	0.38%	-0.380	-0.380	0.00%
	VP 25x40	14.484	15.454	6.70%	-15.980	-16.950	6.07%
	VP 25x50	10.264	10.264	0.00%	-25.249	-25.997	2.96%
	VP 30x45	1.096	1.137	3.80%	-7.459	-7.380	-1.07%
	VP 30x70	16.756	18.661	11.37%	-33.609	-35.305	5.05%
	VS 25x35	2.044	2.375	16.22%	-3.148	-3.555	12.91%
	VS 25x40	2.888	3.064	6.11%	-4.569	-4.804	5.14%
	VS 25x50	13.459	16.135	19.89%	-14.574	-17.251	18.37%
Promedio Estructuras Irregulares			4.36%	Promedio	3.99%		

Nota: El signo (-) indica que la variación los momentos positivos y negativos ha disminuido y el signo (+) que la variación ha aumentado.

Figura 20

Vista de momentos en la dirección "X" - modelo 1 (C-J)



Las fuerzas cortantes han sido obtenidas a partir de las combinaciones de cargas (envolvente) según la NTE E-060 y han sido estimadas considerando los valores máximos y mínimos de todas las vigas evaluadas de todos los módulos analizados.

Tabla 46

Fuerzas cortantes máximas y mínimas de los módulos regulares con la norma E.030 2003 y E.030 2018

MODELO (Módulo)	ELEMENTO	CORTANTE MÁXIMA (Tonf)			CORTANTE MÍNIMA (Tonf)		
		NORMA 2003	NORM A 2018	Variación (%)	NORMA 2003	NORMA 2018	Variación (%)
1 (C,J)	VB1 - 45x20	3.148	3.031	-3.73%	-3.149	-3.024	-3.98%
	VB2 - 25x20	1.101	1.101	0.00%	-1.060	-1.060	0.00%
	VP - 25x40	5.947	5.947	0.00%	-5.433	-5.198	-4.33%
	VP - 30x60	13.192	12.776	-3.15%	-13.739	-13.448	-2.12%
	VS - 25x50	18.495	15.730	-14.95%	-16.721	-13.956	-16.54%
2 (J)	VB1 - 45x20	3.048	2.919	-4.22%	-3.023	-2.887	-4.49%
	VB2 - 25x20	1.366	1.101	-19.41%	-1.378	-1.103	-19.98%
	VCH - 25x20	1.188	1.187	-0.07%	-1.187	-1.186	-0.07%
	VP1 - 30x60	14.558	12.632	-13.23%	-13.697	-13.504	-1.41%
	VP2 - 25x40	7.162	7.161	-0.02%	-5.080	-4.732	-6.86%
	VS - 25x50	17.674	14.985	-15.22%	-15.194	-12.703	-16.40%
5 (E)	VB1 45x20	1.296	1.242	-4.20%	-1.981	-1.942	-1.93%
	VB2 25x20	0.731	0.720	-1.49%	-0.642	-0.615	-4.27%
	VP 25x40	4.776	4.242	-11.17%	-3.730	-3.155	-15.42%
	VP 30x60	3.894	3.679	-5.51%	-2.367	-2.367	0.00%
	VP 30x70	16.396	16.396	0.00%	-15.698	-15.698	0.00%
	VS 25x50	11.111	9.358	-15.77%	-9.262	-7.509	-18.92%
Promedio Estructuras Regulares				-6.60%			-6.87%

Nota: El signo (-) indica que la variación de las cortantes ha disminuido y el signo (+) que la variación ha aumentado.

Tabla 47

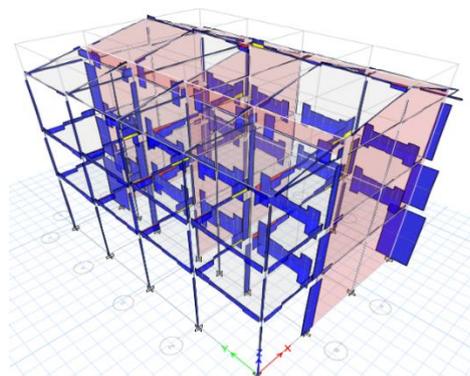
Fuerzas cortantes máximas y mínimas de los módulos irregulares con la norma E.030 2003 y E.030 2018

MODELO (Módulo)	ELEMENTO	CORTANTE MÁXIMA (Tonf)			CORTANTE MÍNIMA (Tonf)		
		NORMA 2003	NORMA 2018	Variación (%)	NORMA 2003	NORMA 2018	Variación (%)
3 (B)	VB1 45x20	3.446	3.126	-9.28%	-3.415	-3.016	-11.66%
	VB2 20x20	0.172	0.153	-10.76%	-0.413	-0.354	-14.20%
	VCH 25x20	1.394	1.394	0.00%	-0.847	-0.847	0.00%
	VP 25x40	3.819	3.884	1.70%	-8.353	-8.375	0.26%
	VP 25x50	17.363	18.205	4.85%	-11.002	-11.645	5.85%
	VP 25x60	1.680	1.809	7.64%	-7.560	-7.741	2.40%
	VP 30x40	2.141	2.168	1.27%	-0.609	-0.636	4.45%
	VP 30x45	8.062	8.283	2.75%	-5.904	-5.801	-1.75%
	VP 30x70	18.811	19.452	3.41%	-15.724	-16.301	3.67%
	VS 25x40	3.748	4.332	15.59%	-3.689	-4.274	15.83%
	VS 25x50	11.699	11.869	1.45%	-10.462	-10.682	2.10%
	VS 25x60	9.035	9.221	2.05%	-10.741	-11.519	7.25%
	VS 30x70	11.144	11.365	1.98%	-1.859	-1.644	-11.54%
4 (C)	VB1 45x20	3.735	3.810	2.00%	-3.590	-3.651	1.68%
	VB2 20x20	1.032	1.047	1.46%	-1.181	-1.190	0.80%
	VCH 25x20	0.421	0.420	-0.02%	-0.254	-0.257	0.87%
	VP 25x40	12.130	12.956	6.81%	-15.760	-16.586	5.24%
	VP 25x50	12.291	12.291	0.00%	-22.064	-22.326	1.19%
	VP 30x45	2.235	2.209	-1.16%	-6.544	-6.454	-1.38%
	VP 30x70	19.450	20.549	5.65%	-21.873	-22.820	4.33%
	VS 25x35	2.287	2.456	7.39%	-2.430	-2.753	13.29%
	VS 25x40	3.286	3.359	2.23%	-1.557	-1.741	11.81%
VS 25x50	13.685	16.000	16.92%	-11.228	-12.984	15.64%	
Promedio Estructuras Irregulares			2.78%	Promedio	2.44%		

Nota: El signo (-) indica que la variación de las cortantes ha disminuido y el signo (+) que la variación ha aumentado.

Figura 21

Vista de fuerzas cortantes en la dirección "X" - modelo 1 (C-J)



Este acápite se ha estimado considerando los desplazamientos relativos de entrepiso en relación al desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso y para la misma dirección de carga. A continuación, se muestran los resultados de las ratios de torsión para las direcciones de análisis "X" y "Y".

Tabla 48

Ratios de torsión calculados de todos los módulos analizados con la norma E.030 2003 y E.030 2018, para la Dirección "X"

RATIOS DE TORSIÓN POR DESPLAZAMIENTOS "X"								
MODELO (Módulo)	NIVEL	NORMA E-030 (2003)			NORMA E-030 (2018)			Variación (%)
		Máx. Desplaz. (m)	Promedio Desplaz. (m)	Ratio de Torsión	Máx. Desplaz. (m)	Promedio Desplaz. (m)	Ratio de Torsión	
1 (C,J)	NIVEL 2	0.0054	0.0052	1.0450	0.0045	0.0044	1.0450	0.00%
	NIVEL 1	0.0033	0.0032	1.0480	0.0028	0.0026	1.0480	0.00%
2 (J)	NIVEL 2	0.0051	0.0049	1.0370	0.0042	0.0041	1.0360	-0.10%
	NIVEL 1	0.0031	0.0030	1.0400	0.0026	0.0025	1.0390	-0.10%
5 (E)	NIVEL 2	0.0053	0.0052	1.0170	0.0044	0.0043	1.0170	0.00%
	NIVEL 1	0.0024	0.0023	1.0180	0.0020	0.0019	1.0180	0.00%
Promedio Estructuras Regulares								-0.03%
3 (B)	NIVEL 2	0.0071	0.0046	1.5450	0.0069	0.0045	1.5430	-0.13%
	NIVEL 1	0.0034	0.0022	1.5680	0.0033	0.0021	1.5690	0.06%
4 (C)	NIVEL 2	0.0081	0.0051	1.5910	0.0083	0.0052	1.5860	-0.31%
	NIVEL 1	0.0040	0.0025	1.6280	0.0040	0.0025	1.6230	-0.31%
Promedio Estructuras Irregulares								-0.17%

Nota: El signo (-) indica que la variación de los ratios de torsión ha disminuido y el signo (+) que la variación ha aumentado.

Tabla 49

Ratios de torsión calculados de todos los módulos analizados con la norma E.030 2003 y E.030 2018, para la Dirección "Y"

RATIOS DE TORSIÓN POR DESPLAZAMIENTOS "Y"								
MODELO (Módulo)	NIVEL	NORMA E-030 (2003)			NORMA E-030 (2018)			Variación (%)
		Máx. Desplaz. (m)	Promedio Desplaz. (m)	Ratio de Torsión	Máx. Desplaz. (m)	Promedio Desplaz. (m)	Ratio de Torsión	
1 (C,J)	NIVEL 2	0.0076	0.0075	1.0120	0.0064	0.0063	1.0120	0.00%
	NIVEL 1	0.0045	0.0044	1.0200	0.0038	0.0037	1.0200	0.00%
2 (J)	NIVEL 2	0.0083	0.0082	1.0120	0.0069	0.0068	1.0130	0.10%
	NIVEL 1	0.0050	0.0049	1.0180	0.0041	0.0041	1.0180	0.00%
5 (E)	NIVEL 2	0.0045	0.0037	1.2190	0.0036	0.0030	1.2060	-1.07%
	NIVEL 1	0.0021	0.0017	1.2190	0.0016	0.0013	1.2080	-0.90%
Promedio Estructuras Regulares								-0.31%
3 (B)	NIVEL 2	0.0093	0.0052	1.7810	0.0094	0.0053	1.7900	0.51%
	NIVEL 1	0.0045	0.0025	1.7800	0.0045	0.0025	1.7930	0.73%
4 (C)	NIVEL 2	0.0125	0.0102	1.2270	0.0127	0.0104	1.2160	-0.90%
	NIVEL 1	0.0056	0.0046	1.2110	0.0056	0.0047	1.2010	-0.83%
Promedio Estructuras Irregulares								-0.12%

Nota: El signo (-) indica que la variación de los ratios de torsión ha disminuido y el signo (+) que la variación ha aumentado.

5.1.5. Resumen de las deformaciones y esfuerzos internos

En base a las tablas mostradas anteriormente se construye el siguiente resumen de las deformaciones y esfuerzos internos, en donde se muestra los porcentajes de variación al analizar todos los módulos de la Institución Educativa Emblemática "Santa Teresita" usando las versiones de la Norma de Diseños Sismorresistente del año 2003 y 2018.

Tabla 50

Resumen del porcentaje de variación de las deformaciones y esfuerzos internos

INDICADOR		VARIACIÓN PROMEDIO (%)	
DEFORMACIONES	Desplazamientos "X"	-18.67%	
	Desplazamientos "Y"	-14.60%	
	Derivas "X"	-19.27%	
	Derivas "Y"	-14.67%	
ESFUERZOS INTERNOS	Momentos máximos (+)	-7.38%	
	Momentos máximos (-)	-9.29%	
	ESTRUCTURAS REGULARES	Cortantes máximas	-6.60%
		Cortantes mínimas	-6.87%
	Torsión "X"	-0.03%	
	Torsión "Y"	-0.31%	
	Momentos máximos (+)	4.36%	
	Momentos máximos (-)	3.99%	
	ESTRUCTURAS IRREGULARES	Cortantes máximas	2.78%
		Cortantes mínimas	2.44%
Torsión "X"	-0.17%		
Torsión "Y"	-0.12%		

5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

5.2.1. Deformaciones

a) Desplazamiento

En la Tabla 41 y Figuras 12, 13, 14, 15, 16 y 17 se observan que los desplazamientos obtenidos según la Norma E.030 del 2018 disminuyen en relación a los obtenidos con la Norma E.030 del 2003, logrando una variación promedio de 18.67% en la Dirección "X" y 14.60% en la Dirección "Y", lo cual demuestra que en este parámetro la Norma E.030 del 2003 es más rigurosa.

b) Derivas

En las Tablas 42 y 43, se muestran los resultados de las derivas para ambas direcciones "X" y "Y", observando que para ambas Normas E.030 del año 2003 y 2018, se logró cumplir con lo mínimo requerido, es decir, las derivas obtenidas son menores que la establecida en ambas normas de acuerdo al tipo de sistema estructural predominante.

También se puede apreciar que las derivas calculadas con la Norma E.030 del 2018 son menores que las obtenidas con la Norma E.030 del 2003 y finalmente el porcentaje de variación para la Dirección “X” fue de 19.27% y para la Dirección “Y” se obtuvo: 14.67%. Con esto concluimos que para ambas normas E.030 del 2003 y 2018, se logran derivas menores a los requerido por la norma, corroborando que la norma E.030 del 2003 sigue siendo más exigente en sus parámetros sísmicos.

5.2.2. Esfuerzos internos

a) Momentos

Según la Tabla 44y 45, se muestran los resultados de los momentos positivos y negativos en las vigas, observando que para los modelos 1, 2 y 5 (estructuras regulares) los momentos positivos y negativos disminuyen con la Norma E.030 del 2018 respecto a la Norma E.030 del 2003, en cambio en los modelos 3 y 4 (estructuras irregulares) la mayoría de los valores aumentan respecto a la Norma E.030 del 2018 en comparación con los obtenido en la Norma E.030 del 2003, esto debido a la presencia de las irregularidades, las cuales al ser analizadas con la norma E030 del 2003 solo consideraba un valor para cualquier tipo de irregularidad: $\frac{3}{4}$ (0.75), en cambio en la norma E.030 del 2018, los factores dependen del tipo de irregularidad, siendo para estos módulos la mayor irregularidad de 0.60 (irregularidad torsional extrema).

Finalmente, como resultado se tiene que en las estructuras regulares el promedio de la variación de los momentos máximos positivos disminuye en 7.38% y la de los momentos máximos negativos disminuyen en 9.29%, en cambio para las estructuras irregulares aumentan en 4.36% para los momentos positivos y en 3.99%, para los momentos máximos negativos. Llegando a concluir que para el caso de las estructuras regulares la Norma E.030 del 2003 es más exigente y para las estructuras irregulares la más exigente es la del año 2018.

b) *Fuerzas Cortantes*

Según la Tabla 46 y 47, se muestra los resultados de las fuerzas cortantes positivas y negativas en las vigas, observando que para los modelos 1, 2 y 5 (estructuras regulares) los momentos positivos y negativos disminuyen con la Norma E.030 del 2018 respecto a la Norma E.030 del 2003, en cambio en los modelos 3 y 4 (estructuras irregulares) la mayoría de los valores aumentan con la Norma E.030 del 2018 en comparación con los obtenidos en la Norma E.030 del 2003, esto debido al factor de irregularidad pues la mayor irregularidad encontrada es la irregularidad extrema torsional, que en la Norma E.030 del 2003 tiene un valor de 0.75 en cambio en la Norma E.030 del 2018 tiene un valor de 0.60, ocasionando que la estructura sea más resistente y rígida.

c) *Torsión*

De acuerdo a la Tabla 40, en la cual se observa que la infraestructura tiene 2 módulos que presentan irregularidades tales como: irregularidad torsional, irregularidad torsional extrema y esquinas entrantes, siendo la más crítica la irregularidad torsional extrema.

En consecuencia, en la Tabla 48 y 49, se muestran los resultados de los ratios de torsión por los desplazamientos en las direcciones "X" y "Y", observando justamente que los mayores ratios de torsión se encuentran en los módulos que han sido identificados como irregulares (módulo B y C).

Con respecto a la variación de los ratios de torsión utilizando las Normas E.030 2003 y 2018, se observa que para los desplazamientos en "X" en las estructuras regulares la variación fue del -0.03% y para las estructuras irregulares de -0.17%. Asimismo, la variación para la dirección "Y" en las estructuras regulares fue de -0.31% y para estructuras irregulares de -0.12%, concluyendo que en ambas direcciones los ratios de torsión disminuyen.

En comparación con los antecedentes internacionales, tenemos que Jurado (2016) comparó el análisis estructural de un edificio empleando la Norma Ecuatoriana de la Construcción del año 2011 y 2015, obteniendo que la del año 2015 tiene resultados menos exigentes, lo mismo sucede en la presente investigación, pues el comportamiento sísmico en las estructuras regulares (desplazamientos y fuerzas internas) con la N.T. E.030 del año 2018 es menos rigurosa que la N.T. E.030 del año 2003.

Asimismo, comparando nuestros resultados con los antecedentes nacionales tenemos que: De la Cruz y Yoctun (2021) así como Cárdenas y Villegas (2019) evaluaron el comportamiento sísmico de estructuras regulares e irregulares con las Norma E.030 2003, 2016 Y 2018 concluyendo que la norma del año 2018 es la que proporciona una respuesta intermedia en referencias a las 3 versiones de normas comparadas, en cambio en la presenta investigación comparando el comportamiento sísmico con las Normas E.030 2003 y 2018 se obtuvo que la Norma E.030 2003 es la más rigurosa y conservadora pues los desplazamientos y fuerzas internas de la estructura son mayores a las de la Norma E.030 2018.

Finalmente, en la comparación con los antecedentes locales se tiene que Valdivia (2019), evaluó el comportamiento sísmico de una estructura irregular con las Normas Sismorresistentes E.030 2006 y E.030 2016, manifestando que para las estructuras irregulares la Norma más actual E.030 2016 brinda resultados más conservadores en el diseño estructural, confirmando esta conclusión en la presente investigación, ya que en los módulos irregulares (Módulo B y C) de la I.E. Emblemática Santa Teresita se tiene que para el diseño estructural (fuerzas internas) la N.T. E.030 2018 es más rigurosa que la N.T. E.030 2003.

5.3. Contrastación de hipótesis

Los resultados muestran que el comportamiento sísmico (deformaciones) de todos los módulos de la infraestructura de la I.E. Emblemática "Santa Teresita" empleando la NT E.030 del 2003 no mejoran al utilizar la norma NT E.030 del 2018, al contrario, disminuyen, se observa en los resultados (tabla 50) que las deformaciones disminuyen en aproximadamente -19% en la dirección "X" y en -15% en la dirección "Y".

De igual manera, las fuerzas internas (momentos y cortantes máximos) de los módulos regulares también disminuyen entre -7% y -9% al emplear la NT E.030 del 2003 en comparación con la NT E.030 del 2018. En cambio, en los módulos irregulares las fuerzas internas aumentan entre 3% y 4% al emplear la NT E.030 del 2003 en comparación con la NT E.030 del 2018.

Por lo que luego de lo estudiando, se acepta la hipótesis pues el comportamiento de la estructura disminuye menos del 20% al utilizar la NT E.030 2018 con respecto a la NT E.030 2003 en módulos regulares y aumenta hasta 5% en módulos irregulares, lo que significa que la Norma Sismorresistente del año 2003 es más conservadora.

CAPITULO VI PROPUESTA

Según lo encontrado en la investigación, los dos módulos irregulares (módulo B y C) de la I.E. Santa Teresita presentan irregularidad extrema torsional, pues la los desplazamientos máximos de entrepiso supera en 1.5 veces al desplazamiento promedio de los entrepisos.

Por ello, se ha diseñado la presente propuesta de reforzamiento que radica en la incorporación de placas de concreto armado en donde sea necesario para dar simetría a la distribución de los elementos estructurales y disminuir la torsión.

A continuación, se muestra los ratios de torsión de las estructuras irregulares, las cuales presentan irregularidad torsional extrema:

6.1. Torsión inicial

Tabla 51

Ratio de torción inicial

MODELO (Módulo)	NIVEL	DIRECCIÓN X			DIRECCIÓN Y		
		Máximo Desplaz.	Promedio Desplaz.	Ratio de Torsión	Máximo Desplaz.	Promedio Desplaz.	Ratio de Torsión
3 (B)	NIVEL 2	0.0069	0.0045	1.543	0.0094	0.0053	1.790
	NIVEL 1	0.0033	0.0021	1.569	0.0045	0.0025	1.793
4 (C)	NIVEL 2	0.0083	0.0052	1.586	0.0127	0.0104	1.216
	NIVEL 1	0.0040	0.0025	1.623	0.0056	0.0047	1.201

Asimismo, los módulos irregulares presentaban sus centros de masa y centros de rigidez muy distanciados conllevando a una alta excentricidad, como se muestra a continuación.

Tabla 52*Centro de masa y centro de rigidez inicial*

MODELO (Módulo)	DIAFRAGMA	CENTRO DE MASA		CENTRO DE RIGIDEZ		EXCENRICIDAD m
		X(CM) m	Y(CM) m	X(CR) m	y(CR) m	
3 (B)	D1	13.07	11.29	3.40	18.04	11.80
	D2	11.96	10.79	3.16	17.84	11.28
4 (C)	D1	8.49	8.49	8.49	8.49	5.57
	D2	8.49	8.49	8.49	8.49	5.14

6.2. Propuesta de reforzamiento

El reforzamiento propuesto consiste en la incorporación de placas de concreto armado de 25cm de espesor en los módulos irregulares (B y C) con la finalidad de corregir los efectos de torsión dando simetría a la ubicación de los elementos estructurales y aumentando la rigidez en ambas direcciones. Se ha realizado un proceso de iteración hasta conseguir la ubicación y longitud más adecuadas para las placas que permitan corregir el ratio de torsión hasta conseguir un valor inferior a 1.3 (elimina la irregularidad torsional), sin cambiar drásticamente su configuración estructural y arquitectónica.

Existen otras alternativas de solución para corregir los efectos de torsión, como la instalación de disipadores o aisladores sísmicos, sin embargo, la mejor solución fue la incorporación de placas de concreto armado, pues las placas son menos invasivas en la distribución arquitectónica y más económicas. En cambio, la instalación de disipadores sísmicos conllevaría a un costo mayor y a la modificación de la arquitectura ya que serían instalados en las ventanas de la institución educativa. Por otro lado, la propuesta de incorporación de aisladores sísmicos aparte de tener un costo elevado sería difícil su ejecución pues la infraestructura se encuentra construida lo que imposibilitaría colocar amortiguadores en sus cimentaciones.

De esta manera se han incorporado placas en las siguientes ubicaciones:

Figura 22

Modelo 3(B) sin incorporación de placas



Figura 23

Modelo 3(B) con incorporación de placas

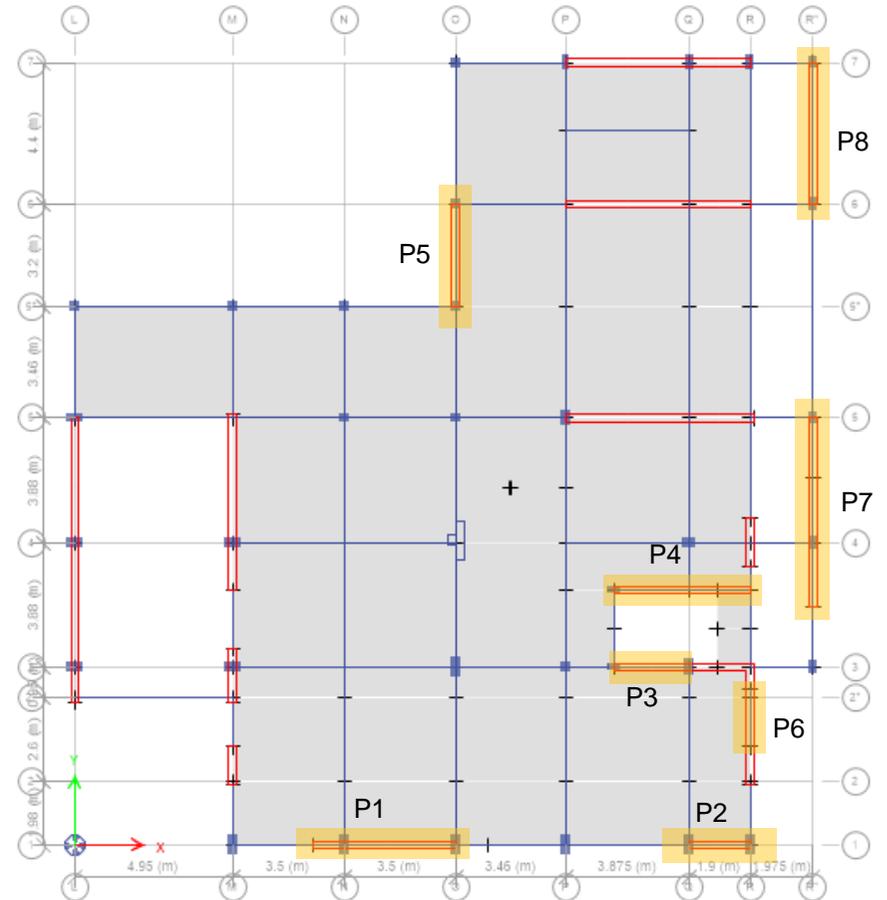


Figura 24

Modelo 4(C) sin incorporación de placas

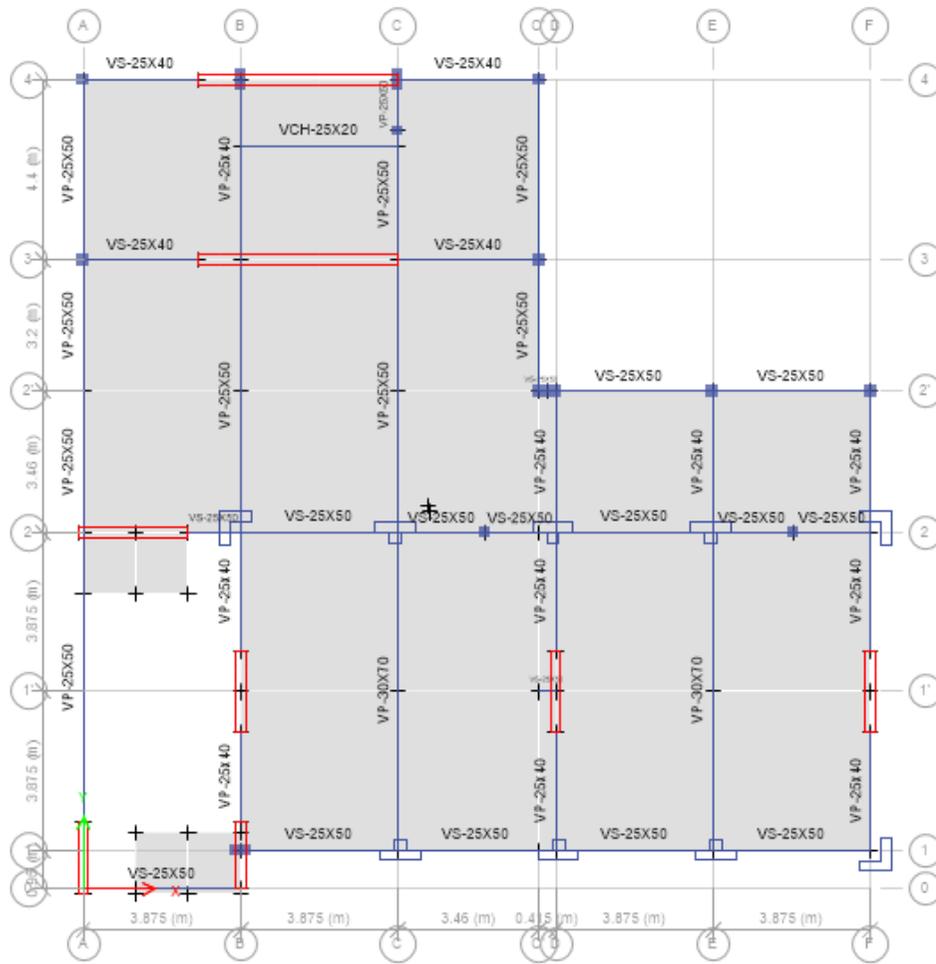


Figura 25

Modelo 4(C) con incorporación de placas

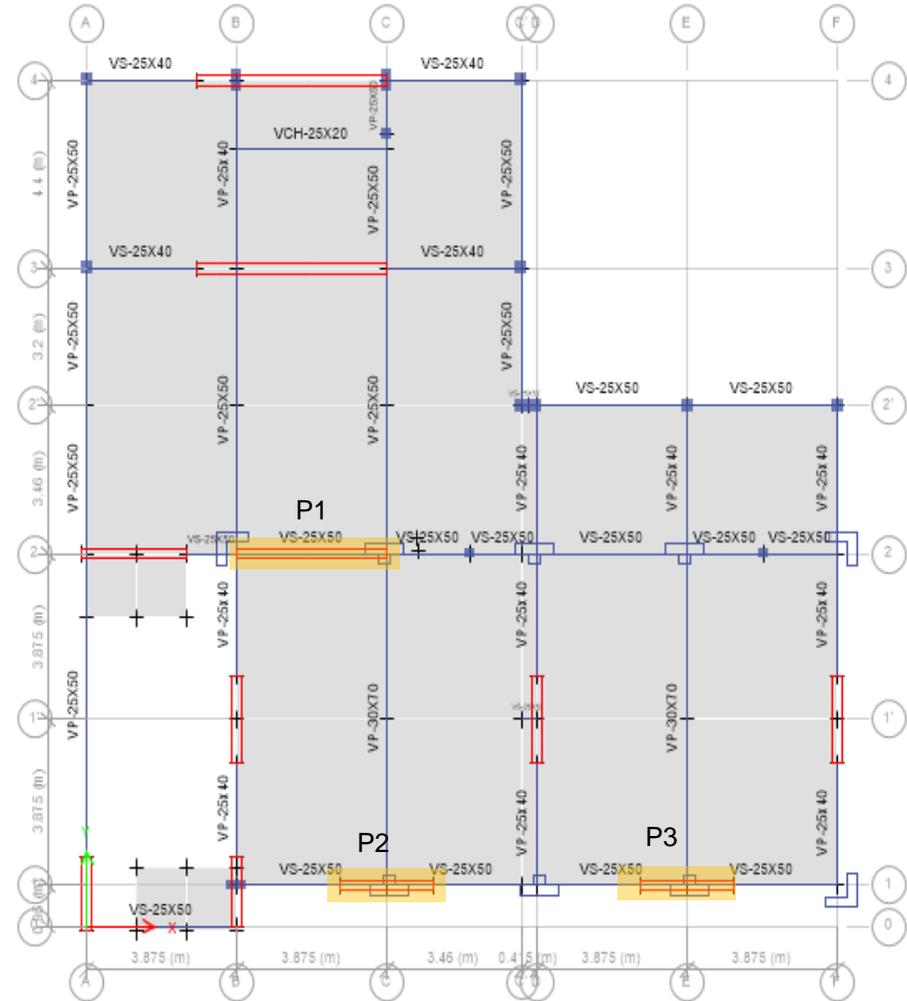


Tabla 53*Características de las placas incorporadas*

MÓDULO (Módulo)	Nº PLACA	DIRECCIÓN	LONGITUD (m)	ESPESOR (m)
3 (B)	Placa 01	X	4.50	0.25
	Placa 02	X	1.90	
	Placa 03	X	2.40	
	Placa 04	X	4.30	
	Placa 05	Y	3.20	
	Placa 06	Y	1.80	
	Placa 07	Y	5.90	
	Placa 08	Y	4.40	
4 (C)	Placa 01	X	3.88	0.25
	Placa 02	X	2.40	
	Placa 03	X	2.40	

6.3. Torsión final

Luego de la incorporación de las placas de concreto y de realizar el análisis correspondiente se han calculado nuevamente los ratios de torsión para los modelos evaluados, encontrando que los ratios de torsión han disminuido y ahora son menores a 1.3, como se muestra a continuación.

Tabla 54*Ratio de torsión final*

MODELO (Módulo)	NIVEL	DIRECCIÓN X			DIRECCIÓN Y		
		Máximo Desplaz.	Promedio Desplaz.	Ratio de Torsión	Máximo Desplaz.	Promedio Desplaz.	Ratio de Torsión
3 (B)	NIVEL 2	0.0038	0.0030	1.298	0.0033	0.0025	1.289
	NIVEL 1	0.0017	0.0013	1.285	0.0015	0.0012	1.272
4 (C)	NIVEL 2	0.0048	0.0038	1.291	0.0153	0.0138	1.109
	NIVEL 1	0.0022	0.0017	1.298	0.0067	0.0062	1.093

Asimismo, se volvió a verificar los centros de masa y centros de rigidez de los dos módulos irregulares observando que la excentricidad había disminuido considerablemente como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 55

Centro de masa y centro de rigidez final

MODELO (Módulo)	DIAFRAGMA	CENTRO DE MASA		CENTRO DE RIGIDEZ		EXCENTRICIDAD m
		X(CM) m	Y(CM) m	X(CR) m	Y(CR) m	
3 (B)	D1	13.62	11.12	10.96	12.95	3.23
	D2	12.53	10.70	10.25	13.57	3.67
4 (C)	D1	8.52	9.05	9.32	11.49	2.56
	D2	8.89	8.93	9.96	11.24	2.54

6.4. Detalle de anclaje con estructuras existentes

La incorporación de placas conlleva a la perforación y anclaje entre el concreto nuevo (concreto de placas) y concreto antiguo (concreto de vigas y columnas existentes), por ello para el anclaje se ha propuesto el uso de barras de acero corrugado de ½" y adhesivo epóxico. Se recomienda el uso de los siguientes aditivos para un mejor desempeño estructural de las placas incorporadas:

- Sika AnchorFix: Aditivo epóxico de 2 componentes para anclajes, de alto desempeño y para uso en concreto fisurado y no fisurado. Con uso esencial en anclajes con barras corrugadas, para aplicaciones horizontales o verticales.
- Sikadur – 31 Gel: Aditivo especial para unión entre elementos de concreto, acero, fierro, etc.
- Sikadur – 32 Gel: Aditivo especial como adhesivo estructural entre el concreto fresco con concreto endurecido.

En el Anexo 03 de la presente investigación se ubican las fichas técnicas de los aditivos propuestos.

6.5. Costos de la Propuesta de Reforzamiento

El reforzamiento propuesto mediante la incorporación de las placas en los módulos B y C conlleva para su ejecución un presupuesto con costo directo de S/ 365,697.65 soles (Son: Trecientos sesenta y cinco mil seiscientos noventa y siete con 65/100), como se detalla:

Tabla 56

Detalle del costo de la propuesta de reforzamiento

Ítem	Descripción	Costo
1.1	Obras Provisionales	1,471.24
1.2	Seguridad y Salud	10,390.40
1.3	Plan de Manejo Ambiental	689.97
1.4	Construcción de Placas	343,162.04
1.5	Flete Terrestre	10,000.00
	Costo Total:	365,697.65

Nota: En el Apéndice 1, se detalla el presupuesto completo del proyecto, los metrados y análisis de precios unitarios.

Los precios para la propuesta fueron obtenidos del **Suplemento Técnico del Mes de Abril 2023 de la Revista Costos**, que se actualiza mensualmente con precio referenciales de todo el país, y de la misma fuente se obtuvieron los costos de la mano de obra, como se detalla:

Figura 26

Detalle del costo de mano de obra

COSTO DE HORA HOMBRE EN OBRAS DE EDIFICACIÓN (VIGENTE AL 1 DE ENERO DE 2023)

ITEM	CONCEPTOS	CATEGORÍA		
		OPERARIO	OFICIAL	PEÓN
1.00	REMUNERACIÓN BÁSICA VIGENTE (RB) (vigente del 01.06.2022 al 31.05.2023)	80,50	63,15	56,80
2.00	BONIFICACIÓN UNIFICADA DE CONSTRUCCIÓN (BUC) (vigente del 01.06.2022 al 31.05.2023)	25,76	18,95	17,04
3.00	LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE LA RB (113.59%)	91,44	71,73	64,52
4.00	LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE EL BUC (12.00%)	3,09	2,27	2,04
5.00	BONIFICACIÓN POR MOVILIDAD	8,00	8,00	8,00
6.00	OVEROL (2 und. anuales)	0.43	0.43	0.43
	COSTO DÍA HOMBRE (DH)	209.22	164.53	148.83
	COSTO HORA HOMBRE (HH)	26.15	20.57	18.60

CONCLUSIONES

- Se acepta la hipótesis, pues el comportamiento de la estructura disminuye menos del 20% al utilizar los parámetros sísmicos de la versión de la NT E.030 2018 con respecto a la NT E.030 2003, pues en las deformaciones (desplazamientos y derivas) disminuyen aproximadamente en -19% en la dirección “X” y en -15% en la dirección “Y”, y en las fuerzas internas (fuerzas cortantes y momentos) de los módulos regulares disminuyen entre -7% y -9%, solo en las fuerzas internas de los módulos irregulares aumentan entre 3% y 4%.
- Se concluye que al comparar el comportamiento sísmico de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita” – Cajamarca empleando las versiones de las Normas Técnica E.030 del año 2003 y la del 2018; la N.T E.030 del año 2003 presenta un mejor comportamiento sísmico, es decir, es más exigente y por tanto produce resultados mayores que los calculados usando la N.T E.030 del año 2018. No obstante, esto no significa que la última normativa no es menos adecuada para diseñar edificaciones, sino que es más precisa y arroja resultados menos conservadores.
- Las deformaciones (desplazamientos y derivas) de todos los módulos analizados usando la Norma Técnica E.030 del 2003 y la Norma Técnica E.030 del 2018, disminuyen en -19% en la dirección “X” y en -15% en la dirección “Y”.
- La comparación de los esfuerzos internos (fuerzas cortantes, momentos y torsión) usando la Norma Técnica E.030 del 2003 con la Norma Técnica E.030 del 2018, dieron como resultado que para los módulos regulares las fuerzas cortantes y momentos disminuyen entre -7% y -9%, y para los módulos irregulares las fuerzas cortantes y momentos aumentan entre 3% y 4%, esto se debe a que en la E.030 2003 el factor es $\frac{3}{4}$ por cualquier tipo de irregularidad en cambio en la NT E.030 2018 el factor depende del tipo de irregularidad (siendo para esta investigación el menor valor de 0.60 por irregularidad extrema torsional). Con respecto a la torsión, los resultados también disminuyen entre 0% y -0.31%.
- En la comparación de las deformaciones y fuerzas internas en los modelamientos sísmicos de la estructura con las N.T E.030 2003 y 2018, se obtuvo que los mayores resultados se registran con la N.T E.030 2003, por lo que se concluye que la Norma Sismorresistente del año 2003 es más conservadora, pues presenta una mejor respuesta estructural ante las sollicitaciones sísmicas.

- En la población analizada (módulos B, C, E y J) de la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita” se encontró que 2 módulos presentan irregularidad extrema torsional (Módulo B y C), lo cual es una observación a la ejecución del proyecto ya que ninguna de las Normas Técnicas E.030 2003 y E.030 2018 permiten irregularidades en edificaciones esenciales como lo son las instituciones educativas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar la propuesta de reforzamiento en la Institución Educativa Emblemática “Santa Teresita” (módulo B y C) pues la irregularidad más crítica que presenta es la irregularidad torsional extrema; y en ninguna de las Normas Sismorresistentes E.030 2003 y 2018 se permiten irregularidades en edificaciones esenciales como son las instituciones educativas, lo que conllevaría que esta edificación no cumpla con la filosofía sismorresistente.
- Se recomienda que en futuras investigaciones se analice el comportamiento sísmico de las estructuras esenciales con las diferentes versiones de la Norma de Diseño Sismorresistente E.030 considerando la interacción suelo – estructura.
- En la presente investigación solo se llegó a comparar el comportamiento sísmico de la superestructura con el cambio de las versiones de la Norma de Diseño Sismorresistente, por lo que se recomienda que se continúe con la investigación y se compare el comportamiento sísmico, pero de la subestructura (cimentaciones).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bozzo, L., y Barbat, A. (2022). *Diseño sismorresistente de edificios*. Barcelona: Editorial Reverté.
- Camacho , C., y Barrantes, D. (2021). Análisis Sísmico aplicando NTP. E.030-2018 para edificios multifamiliares elaborados con NTP. E.030-2003 en la ciudad de Cajamarca, 2021. (*Tesis de grado*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Canchanya, A., y Cayetano, S. (2019). Más de 57 mil escolares de tre regiones fueron afectados por el último terremoto en Perú. *Convoca*. Obtenido de <https://convoca.pe/agenda-propia/mas-de-57-mil-escolares-de-tres-regiones-fueron-afectados-por-el-ultimo-terremoto-en>
- Carazo, N. (15 de Marzo de 2015). *¿Qué es la aceleración sísmica?* Obtenido de NC Arquitectura: <https://ncarquitectura.com/que-es-la-aceleracion-sismica/>
- Cárdenas, B., y Villegas, K. (2019). Comparación en el análisis sísmico de una estructura irregular considerando las Normas E.030 2003, 2016 y 2018. (*Tesis de grado*). Pontifice Universidad Católica del Perú, Lima.
- Carrera, L., y Constante, C. (2019). Estudio comparativo de una estructura sismo-resistente de hormigón armado utilizando la Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC15) y la Norma Chilena de la construcción (NCh433 mod2009). (*Tesis de grado*). Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18644>
- Chuy, T. (2013). Sismo: Ciencia y Comunidad en la Gestión de los Riesgos Naturales. *Colectivo CENAIS*.
- Conde, J., Benito, M., Bernabeu, A., De la Cal, M., Cervera, J., Gómez, J., . . . De la Torre, J. (2021). *Estructuras Sismorresistentes*. España: UPM-press.
- Cutimbo, W. (2016). *Ingeniería sismorresistente*. Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui.
- De la Cruz, A., y Yoctun, R. (2021). Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación regular e irregular de ocho niveles en sistema de pórticos aplicando la norma e.030 2003, 2016 y 2018 diseño sismorresistente en la ciudad de Lima. *Redalyc*. doi:<https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.5>

- Diario El Comercio. (15 de 01 de 2020). Los sismos más devastadores que ocurrieron en el Perú en los últimos años. Obtenido de <https://elcomercio.pe/peru/sismos-los-sismos-mas-devastadores-que-ocurrieron-en-peru-en-los-ultimos-anos-fotos-noticia/>
- Díaz, G., y Westervelt, J. (2016). Black Swan Event Assessment for Fort Leonard Wood, Missouri. *Innovative Solutions*.
- Gyawali, B., y Jiang, H. (2023). Comparación de la fragilidad sísmica de estructuras de pórticos resistentes a momentos de RC diseñadas de acuerdo con los códigos chino e indio. *Elsevier*, 50(347-358). doi:<https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.02.053>
- Jurado, L. (2016). Comparación entre la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 y la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 Aplicadas al Análisis Estructural del Edificio “Manuela Sáenz” mediante el uso del Programa Cypecad. (*Tesis de grado*). Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- León , M., y Gutierrez , S. (2018). Comparación Estructural y Económica de edificio de 7 pisos ante cambio de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente. (*Tesis de grado*). Pontifice Universidad Católica del Perú, Lima.
- López, K., y Matheus, A. (2013). Evaluación del impacto en la selección de normas sísmicas para el diseño de estructuras en instalaciones industriales. (*Tesis de grado*). Universidad Católica Andrés Bello, Caracas.
- Málaga, J. (2015). Estudio comparativo de distintas normas internacionales respecto de la aplicación de los espectros sísmicos de respuesta. (*Tesis de maestría*). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Marín, A. (2020). Variación del comportamiento sísmico y costo de ejecución en el módulo “E” del colegio “Santa Teresita” con la norma e-0.30 del 2003 y del 2016. (*Tesis de grado*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Mucha, J. (2019). Evaluación del comportamiento sismorresistente de un centro educativo empleando la norma técnica E.0.30, anterior y la actual vigente. (*Tesis de grado*). Universidad Continental, Huancayo.
- Muñoz, A. (2020). *Comentarios a la Norma Peruana E.030 Diseño Sismorresistente*. Sencico, Lima.
- Noriega, M. (2016). *Definición y estudio comparativo de espectros para diseño sísmico de la Norma NEC SE DS con otras normas internacionales*. Quito.

- Quispe, E., y Terry, E. (2017). Análisis comparativo del diseño sismorresistente de una edificación de concreto armado de 7 pisos en Lima empleando la Norma E.030 (versión 2016 vs versión 2003). (*Tesis de grado*). Universidad Peruana de Ciencias Apliaicadas, Lima.
- RNE. (2003). *Norma E.030 Diseño sismorresistente*. Perú: El Peruano.
- RNE. (2018). *Norma E0.30 Diseño sismorresistente*. Perú: El Peruano.
- Rodríguez, A. (29 de Agosto de 2014). *Esfuerzos*. Obtenido de Casiopea: [https://wiki.ead.pucv.cl/Andres_Rodriguez_-_Ficha_07/07082014#:~:text=Se%20denomina%20momento%20flector%20\(o,que%20s e%20produce%20la%20flexi%C3%B3n.](https://wiki.ead.pucv.cl/Andres_Rodriguez_-_Ficha_07/07082014#:~:text=Se%20denomina%20momento%20flector%20(o,que%20s e%20produce%20la%20flexi%C3%B3n.)
- Valderrama, C., y Meza, J. (2014). Influencia de la interacción suelo-estructura en la reducción de esfuerzos de una edificación con zapatas aisladas. (*Tesis de grado*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Valdivia, J. (2019). Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación de tres niveles de estructura irregular según las normas de sismorresistencia E.030-2006 y la E.030-2016, en la ciudad de Cajamarca. (*Tesis de grado*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Valencia, J. (2018). Estudio Comparativo Del Analisis Sismico NTE E.030 y NTCS-2004. (*Tesis de grado*). Universidad Andina del Cusco, Cusco.

APÉNDICES

APÉNDICE 01: Costos de la propuesta

APÉNDICE 02: Modelamiento estructural en el software ETABS

APÉNDICE 03: Verificación de irregularidades

APÉNDICE 04: Panel fotográfico de levantamiento arquitectónico

APÉNDICE 05: Planos

- Plano de ubicación
- Plano clave
- Plano de ubicación de modelos estructurales
- Planos de replanteo: Plantas generales
- Planos de replanteo: Módulo “B”
- Planos de replanteo: Módulo “C”
- Planos de replanteo: Módulo “E”
- Planos de replanteo: Módulo “J”

APÉNDICE 06: Planos de distribución en planta de los Módulos B y C con propuesta de reforzamiento

ANEXOS

ANEXO 01: Estudio de mecánica de suelos del proyecto “Adecuación, Mejoramiento y Sustitución de la Infraestructura Educativa Santa Teresita”

ANEXO 02: Certificación de la calidad del concreto del proyecto “Adecuación, Mejoramiento y Sustitución de la Infraestructura Educativa Santa Teresita”

ANEXO 03: Fichas Técnicas de Aditivos para anclaje con acero de refuerzo.

APÉNDICE 01:

Costos de la propuesta

PRESUPUESTO DE OBRA

PROYECTO : REFORZAMIENTO DE LA I.E. EMBLEMÁTICA SANTA TERESITA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - CAJAMARCA
 PROPIETARIO : I.E. SANTA TERESITA
 UBICACION : DPTO: CAJAMARCA PROV: CAJAMARCA DIST: CAJAMARCA
 FECHA PROYECTO : 10/04/2023

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1.0	REFORZAMIENTO I.E. EMBLEMÁTICA SANTA TERESITA					365,697.65
1.1	OBRAS PROVISIONALES					1,455.24
1.1.1	CARTEL DE OBRA 4.80 X 3.60M	und	1.00	705.24	705.24	
1.1.2	ALQUILER DE ALMACÉN PROVISIONAL DE OBRA	mes	1.00	750.00	750.00	
1.2	SEGURIDAD Y SALUD					10,390.40
1.2.1	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN PLAN SST	gib	1.00	2,500.00	2,500.00	
1.2.2	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	gib	1.00	4,678.50	4,678.50	
1.2.3	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	gib	1.00	1,275.50	1,275.50	
1.2.4	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	gib	1.00	720.00	720.00	
1.2.5	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD EN EL TRABAJO	gib	1.00	1,216.40	1,216.40	
1.3	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL					689.97
1.3.1	INSTALACIÓN DE CONTENEDORES DE RESIDUOS SÓLIDOS CLASIFICADOS	und	3.00	107.81	323.43	
1.3.2	PLÁSTICO O MANTA PARA CUBRIR AGREGADOS	gib	10.00	21.03	210.30	
1.3.3	LIMPIEZA PERMANENTE EN OBRA	mes	1.00	156.24	156.24	
1.4	CONSTRUCCIÓN DE PLACAS					343,162.04
1.4.1	DESMONTAJE DE VENTANAS	m²	88.28	18.80	1,659.66	
1.4.2	CORTE Y DEMOLICIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA	m²	198.11	30.39	6,020.56	
1.4.3	CORTE Y DEMOLICIÓN DE PISO TERMINADO	m²	183.00	22.80	4,172.40	
1.4.4	EXCAVACIÓN PARA PARA ESTRUCTURAS	m³	30.03	39.06	1,172.97	
1.4.5	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m³	16.76	26.04	436.43	
1.4.6	AFIRMADO COMPACTADO E=0.20M	m²	12.98	18.27	237.14	
1.4.7	ELIMINACIÓN DE MATERIAL	m³	90.25	39.13	3,531.48	
1.4.8	FALSO PISO DE CONCRETO SIMPLE	m²	74.16	164.48	12,197.84	
1.4.9	PERFORACIÓN Y ANCLAJE DE BARRAS DE ACERO 1/2"	und	286.00	259.53	74,225.58	
1.4.10	CONCRETO F'c=210 KG/CM²	m³	133.58	483.46	64,580.59	
1.4.11	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m²	1,068.65	80.39	85,908.77	
1.4.12	ACERO DE REFUERZO F'y=4200 KG/CM²	kg	4,057.20	6.81	27,629.53	
1.4.13	PISO DE PORCELANATO 60X60 ALTO TRÁNSITO	m²	92.70	93.80	8,695.26	
1.4.14	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES (MORTERO C.A 1:5)	m²	484.26	33.48	16,213.02	
1.4.15	PINTURA LATEX EN INTERIORES Y EXTERIORES	m²	484.26	25.19	12,198.51	
1.4.16	VIDRIO DOBLE TEMPLADO	m²	88.28	275.06	24,282.30	
1.5	FLETE TERRESTRE					10,000.00
1.5.1	FLETE TERRESTRE	gib	1.00	10,000.00	10,000.00	

Costo Directo	365,697.65
---------------	------------

[Son: cero Soles]

PLANILLA DE METRADOS

PROYECTO: REFORZAMIENTO DE LA I.E. EMBLEMÁTICA SANTA TERESITA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - CAJAMARCA

FECHA: ABRIL 2023

Partida	Descripción	Unid	N° Elem.	Dimensiones			Parotal	Total
				Longitud	Ancho	Altura		
01.	REFORZAMIENTO DE LA I.E. EMBLEMÁTICA SANTA TERESITA							
01.01	OBRAS PROVISIONALES							
01.01.01	CARTEL DE OBRA 2.40 x3.60m	und						1.00
01.01.02	ALQUILER DE ALMACÉN	mes						1.00
01.02	SEGURIDAD Y SALUD							
01.02.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	Gib						1.00
			1	1.00			1.00	
01.02.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	Gib						1.00
			1	1.00			1.00	
			MESES	USOS	N° TRABJ. APROX./MES			
	UNIFORME (PANTALON + POLERA)	und	1	0.50	20.00		10.00	
	TAPONES AUDITIVOS	par	1	0.50	20.00		10.00	
	LENTES DE PROTECCION	und	1	0.50	20.00		10.00	
	GUANTES DE JEBE	par	1	1.00	26.00		26.00	
	GAUNTES DE CUERO	par	1	1.15	20.00		23.00	
	CHALECOS DE MALLA REFLECTANTE	und	1	1.00	20.00		20.00	
	CASCOS DE PROTECCION	und	1	2.00	25.00		50.00	
	RESPIRADOR CONTRA POLVO	und	1	0.50	10.00		5.00	
	BOTAS DE CUERO CON PUNTA DE ACERO	par	1	0.50	20.00		10.00	
	BOTAS DE JEBE	par	1	1.15	10.00		12.00	
01.02.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	Gib						1.00
			1				1.00	
01.02.04	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	Gib						1.00
			1	1.00			1.00	
01.02.05	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD	Gib						1.00
			1	1.00			1.00	
	BOTIQUIN (PASTILLAS, VENDAS, ETC)	und	1					
	EXTINTORES DE INCENDIOS, MÓDULO UNIVERSAL PARA FUEGOS	und	1					
01.03	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL							
01.03.01	INSTALACION DE CONTENEDORES DE RESIDUOS SOLIDOS CLASIFICADOS	und						3.00
			3				3.00	
01.03.02	PLASTICOS O MANTAS PARA EL CUBRIMIENTO DE LOS AGREGADOS	m						10.00
			1	10.00			10.00	
01.03.03	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA	mes						1.00
			1				1.00	
01.04	CONSTRUCCIÓN DE PLACAS							
01.04.01	DESMONTAJE DE VENTANAS	m2						88.28
	MÓDULO 3 (B)							
	PLACA 01							
	Segundo nivel			6.37		1.97	12.55	
	Tercer nivel			6.37		1.97	12.55	
	MÓDULO 4 (C)							
	PLACA 02							
	Primer nivel			5.40		1.95	10.53	
	Segundo nivel			5.40		1.95	10.53	
	Tercer nivel			5.40		1.95	10.53	
	PLACA 03							
	Primer nivel			5.40		1.95	10.53	
	Segundo nivel			5.40		1.95	10.53	
	Tercer nivel			5.40		1.95	10.53	
01.04.02	CORTE Y DEMOLICIÓN DE MUROS EXISTENTES	m2						188.11
	MÓDULO 3 (B)							
	PLACA 01							
	Segundo nivel			6.36		1.97	12.53	
	Tercer nivel			6.36		1.97	12.53	
	PLACA 02							
	Primer nivel			1.58		3.52	5.56	
	Segundo nivel			1.58		3.52	5.56	
	Tercer nivel			1.58		3.52	5.56	

PLANILLA DE METRADOS

PROYECTO: REFORZAMIENTO DE LA I.E. EMBLEMÁTICA SANTA TERESITA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - CAJAMARCA

FECHA: ABRIL 2023

Partida	Descripción	Unid	Nº Elem.	Dimensiones			Paroial	Total
				Longitud	Ancho	Altura		
	PLACA 03							
	Primer nivel			1.95		3.52	6.86	
	Segundo nivel			1.95		3.52	6.86	
	Tercer nivel			1.95		3.52	6.86	
	PLACA 04							
	Primer nivel			4.13		3.52	14.54	
	Segundo nivel			4.13		3.52	14.54	
	Tercer nivel			4.13		3.52	14.54	
	PLACA 05							
	Primer nivel			1.80		1.95	3.51	
	Segundo nivel			1.80		3.52	6.34	
	Tercer nivel			1.80		3.52	6.34	
	MÓDULO 4 (C)							
	PLACA 01							
	Primer nivel			3.88		1.10	4.27	
	Segundo nivel			3.88		1.10	4.27	
	Tercer nivel			3.88		1.10	4.27	
	PLACA 02							
	Primer nivel			5.40		1.95	10.53	
	Segundo nivel			5.40		1.95	10.53	
	Tercer nivel			5.40		1.95	10.53	
	PLACA 03							
	Primer nivel			5.40		1.95	10.53	
	Segundo nivel			5.40		1.95	10.53	
	Tercer nivel			5.40		1.95	10.53	
01.04.03	CORTE Y DEMOLICIÓN DE PISO TERMINADO	m2		Área				183.00
	MÓDULO 3 (B)							
	PLACA 01							
	Primer nivel			6.36	2.00		12.72	
	Segundo nivel			6.36	2.00		12.72	
	Tercer nivel			6.36	2.00		12.72	
	PLACA 02							
	Primer nivel			1.58	2.00		3.16	
	Segundo nivel			1.58	2.00		3.16	
	Tercer nivel			1.58	2.00		3.16	
	PLACA 03							
	Primer nivel			1.95	2.00		3.90	
	Segundo nivel			1.95	2.00		3.90	
	Tercer nivel			1.95	2.00		3.90	
	PLACA 04							
	Primer nivel			4.13	2.00		8.26	
	Segundo nivel			4.13	2.00		8.26	
	Tercer nivel			4.13	2.00		8.26	
	PLACA 05							
	Primer nivel			1.80	2.00		3.60	
	Segundo nivel			1.80	2.00		3.60	
	Tercer nivel			1.80	2.00		3.60	
	MÓDULO 4 (C)							
	PLACA 01							
	Primer nivel			3.88	2.00		7.76	
	Segundo nivel			3.88	2.00		7.76	
	Tercer nivel			3.88	2.00		7.76	
	PLACA 02							
	Primer nivel			5.40	2.00		10.80	
	Segundo nivel			5.40	2.00		10.80	
	Tercer nivel			5.40	2.00		10.80	
	PLACA 03							
	Primer nivel			5.40	2.00		10.80	
	Segundo nivel			5.40	2.00		10.80	
	Tercer nivel			5.40	2.00		10.80	

PLANILLA DE METRADOS

PROYECTO: REFORZAMIENTO DE LA I.E. EMBLEMÁTICA SANTA TERESITA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - CAJAMARCA

FECHA: ABRIL 2023

Partida	Descripción	Unid	Nº Elem.	Dimensiones			Paralal	Total
				Longitud	Ancho	Altura		
01.04.04	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS	m3						30.03
	MÓDULO 3 (B)							
	Placa 01			4.50	0.60	1.35	3.65	
	Placa 02			1.90	0.60	1.35	1.54	
	Placa 03			2.40	0.60	1.35	1.94	
	Placa 04			4.30	0.60	1.35	3.48	
	Placa 05			3.20	0.60	1.35	2.59	
	Placa 06			1.80	0.60	1.35	1.46	
	Placa 07			5.90	0.60	1.35	4.78	
	Placa 08			4.40	0.60	1.35	3.56	
	MÓDULO 4 (C)							
	Placa 01			3.88	0.60	1.35	3.14	
	Placa 02			2.40	0.60	1.35	1.94	
	Placa 03			2.40	0.60	1.35	1.94	
01.04.06	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3						16.78
	MÓDULO 3 (B)							
	Placa 01			4.50	0.35	1.35	2.13	
	Placa 02			1.90	0.35	1.35	0.90	
	Placa 03			2.40	0.35	1.35	1.13	
	Placa 04			4.30	0.35	1.35	2.03	
	Placa 05			3.20	0.35	1.35	1.51	
	Placa 06			1.80	0.35	1.35	0.85	
	Placa 07			5.90	0.35	1.35	2.79	
	Placa 08			4.40	0.35	1.35	2.08	
	MÓDULO 4 (C)							
	Placa 01			3.88	0.35	1.10	1.49	
	Placa 02			2.40	0.35	1.10	0.92	
	Placa 03			2.40	0.35	1.10	0.92	
01.04.08	AFIRMADO COMPACTADO e: 0.20m	m2						12.88
	MÓDULO 3 (B)							
	Placa 01			4.50	1.75	0.20	1.58	
	Placa 02			1.90	1.75	0.20	0.67	
	Placa 03			2.40	1.75	0.20	0.84	
	Placa 04			4.30	1.75	0.20	1.51	
	Placa 05			3.20	1.75	0.20	1.12	
	Placa 06			1.80	1.75	0.20	0.63	
	Placa 07			5.90	1.75	0.20	2.07	
	Placa 08			4.40	1.75	0.20	1.54	
	MÓDULO 4 (C)							
	Placa 01			3.88	1.75	0.20	1.36	
	Placa 02			2.40	1.75	0.20	0.84	
	Placa 03			2.40	1.75	0.20	0.84	
01.04.07	ELIMINACIÓN DE MATERIAL	m3		Área				90.26
	Demolición Muros			198.11		0.25	49.53	
	Demolición de Piso Terminado			183.00		0.15	27.45	
	Excavación de estructuras					30.03	13.27	
	Relleno con material propio					-16.76		
01.04.08	FALSO PISO DE CONCRETO SIMPLE	m2						74.18
	MÓDULO 3 (B)							
	Placa 01			4.50	2.00		9.00	
	Placa 02			1.90	2.00		3.80	
	Placa 03			2.40	2.00		4.80	
	Placa 04			4.30	2.00		8.60	
	Placa 05			3.20	2.00		6.40	
	Placa 06			1.80	2.00		3.60	
	Placa 07			5.90	2.00		11.80	
	Placa 08			4.40	2.00		8.80	
	MÓDULO 4 (C)							
	Placa 01			3.88	2.00		7.76	
	Placa 02			2.40	2.00		4.80	
	Placa 03			2.40	2.00		4.80	

PLANILLA DE METRADOS

PROYECTO: REFORZAMIENTO DE LA I.E. EMBLEMÁTICA SANTA TERESITA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - CAJAMARCA

FECHA: ABRIL 2023

Partida	Descripción	Unid	Nº Elem.	Dimensiones			Paralal	Total
				Longitud	Ancho	Altura		
01.04.09	PERFORACIÓN Y ANCLAJE DE BARRAS DE ACERO 1/2"	und						288.00
	MÓDULO 3 (B) - Anclaje a cada metro de placa							
	Placa 01		26				26.00	
	Placa 02		26				26.00	
	Placa 03		26				26.00	
	Placa 04		26				26.00	
	Placa 05		26				26.00	
	Placa 06		26				26.00	
	Placa 07		26				26.00	
	Placa 08		26				26.00	
	MÓDULO 4 (C) - Anclaje a cada metro de placa							
	Placa 01		26				26.00	
	Placa 02		26				26.00	
	Placa 03		26				26.00	
01.04.10	CONCRETO F'c 210 kg/m ²	m ²						133.68
	MÓDULO 3 (B)							
	Placa 01			4.50	0.25	14.41	16.21	
	Placa 02			1.90	0.25	14.41	6.84	
	PLACAS			2.40	0.25	14.41	8.65	
	Placa 03			2.40	0.25	14.41	8.65	
	Placa 04			4.30	0.25	14.41	15.49	
	Placa 05			3.20	0.25	14.41	11.53	
	Placa 06			1.80	0.25	14.41	6.48	
	Placa 07			5.90	0.25	14.41	21.25	
	Placa 08			4.40	0.25	14.41	15.85	
	MÓDULO 4 (C)							
	Placa 01			3.88	0.25	14.41	13.98	
	PLACAS			2.40	0.25	14.41	8.65	
	Placa 02			2.40	0.25	14.41	8.65	
	Placa 03			2.40	0.25	14.41	8.65	
01.04.11	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m ²						1,088.85
	MÓDULO 3 (B)							
	Placa 01		2	4.50		14.41	129.69	
	Placa 02		2	1.90		14.41	54.76	
	Placa 03		2	2.40		14.41	69.17	
	Placa 04		2	4.30		14.41	123.93	
	Placa 05		2	3.20		14.41	92.22	
	Placa 06		2	1.80		14.41	51.88	
	Placa 07		2	5.90		14.41	170.04	
	Placa 08		2	4.40		14.41	126.81	
	MÓDULO 4 (C)							
	Placa 01		2	3.88		14.41	111.82	
	Placa 02		2	2.40		14.41	69.17	
	Placa 03		2	2.40		14.41	69.17	
01.04.12	ACERO DE REFUERZO	kg		Acero 5/8"	Acero 3/8"	Peco		4,067.20
	Placa 01		53	4.50		0.56	133.56	
	Placa 02		53	1.90		0.56	56.39	
	PLACAS - Longitudinal			2.40		0.56	71.23	
	Placa 03		53	2.40		0.56	71.23	
	Placa 04		53	4.30		0.56	127.62	
	Placa 05		53	3.20		0.56	94.98	
	Placa 06		53	1.80		0.56	53.42	
	Placa 07		53	5.90		0.56	175.11	
	Placa 08		53	4.40		0.56	130.59	
	Placa 01		17	13.42		1.55	354.07	
	Placa 02		7	13.42		1.55	145.79	
	PLACAS - Estribos			9	13.42	1.55	187.45	
	Placa 03		9	13.42		1.55	187.45	
	Placa 04		17	13.42		1.55	354.07	
	Placa 05		12	13.42		1.55	249.93	
	Placa 06		7	13.42		1.55	145.79	
	Placa 07		23	13.42		1.55	479.04	
	Placa 08		17	13.42		1.55	354.07	
	MÓDULO 4 (C)							
	Placa 01		53	3.88		0.56	115.16	
	PLACAS - Estribos			2.40		0.56	71.23	
	Placa 02		53	2.40		0.56	71.23	
	Placa 03		53	2.40		0.56	71.23	
	Placa 01		15	13.42		1.55	312.02	
	PLACAS - Longitudinal			9	13.42	1.55	187.21	
	Placa 02		9	13.42		1.55	187.21	
	Placa 03		9	13.42		1.55	187.21	

PLANILLA DE METRADOS

PROYECTO: REFORZAMIENTO DE LA I.E. EMBLEMÁTICA SANTA TERESITA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - CAJAMARCA

FECHA: ABRIL 2023

Partida	Descripción	Unid	N° Elem.	Dimensiones			Paralel	Total
				Longitud	Ancho	Altura		
01.04.13	PISO PORCELANATO COLOR 80x80 ALTO TRANSITO	m2						82.70
	MÓDULO 3 (B)							
	Placa 01			4.50	2.50		11.25	
	Placa 02			1.90	2.50		4.75	
	Placa 03			2.40	2.50		6.00	
	Placa 04			4.30	2.50		10.75	
	Placa 05			3.20	2.50		8.00	
	Placa 06			1.80	2.50		4.50	
	Placa 07			5.90	2.50		14.75	
	Placa 08			4.40	2.50		11.00	
	MÓDULO 4 (C)							
	Placa 01			3.88	2.50		9.70	
	Placa 02			2.40	2.50		6.00	
	Placa 03			2.40	2.50		6.00	
01.04.14	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES CON MORTERO 1:6, e=1.5 cm	m2						484.28
	MÓDULO 3 (B)							
	Placa 01			4.50		13.06	58.77	
	Placa 02			1.90		13.06	24.81	
	Placa 03			2.40		13.06	31.34	
	Placa 04			4.30		13.06	56.16	
	Placa 05			3.20		13.06	41.79	
	Placa 06			1.80		13.06	23.51	
	Placa 07			5.90		13.06	77.05	
	Placa 08			4.40		13.06	57.46	
	MÓDULO 4 (C)							
	Placa 01			3.88		13.06	50.67	
	Placa 02			2.40		13.06	31.34	
	Placa 03			2.40		13.06	31.34	
01.04.15	PINTURA LATEX INTERIOR Y EXTERIOR	m2						484.28
	MÓDULO 3 (B)							
	Placa 01			4.50		13.06	58.77	
	Placa 02			1.90		13.06	24.81	
	Placa 03			2.40		13.06	31.34	
	Placa 04			4.30		13.06	56.16	
	Placa 05			3.20		13.06	41.79	
	Placa 06			1.80		13.06	23.51	
	Placa 07			5.90		13.06	77.05	
	Placa 08			4.40		13.06	57.46	
	MÓDULO 4 (C)							
	Placa 01			3.88		13.06	50.67	
	Placa 02			2.40		13.06	31.34	
	Placa 03			2.40		13.06	31.34	
01.04.18	VIDRIO DOBLE TEMPLADO	m2						88.28
	MÓDULO 3 (B)							
	PLACA 01							
	Segundo nivel			6.37		1.97	12.55	
	Tercer nivel			6.37		1.97	12.55	
	MÓDULO 4 (C)							
	PLACA 02							
	Primer nivel			5.40		1.95	10.53	
	Segundo nivel			5.40		1.95	10.53	
	Tercer nivel			5.40		1.95	10.53	
	PLACA 03							
	Primer nivel			5.40		1.95	10.53	
	Segundo nivel			5.40		1.95	10.53	
	Tercer nivel			5.40		1.95	10.53	
01.05	FLETE TERRESTRE							
01.05.01	FLETE TERRESTRE	gb						1.00

Análisis de Costos Unitarios

PROYECTO : REFORZAMIENTO DE LA I.E. EMBLEMÁTICA SANTA TERESITA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - CAJAMARCA
 PRESUPUESTO 1.0 : REFORZAMIENTO I.E. EMBLEMÁTICA SANTA TERESITA
 PROPIETARIO : I.E. SANTA TERESITA
 UBICACION : DPTO: CAJAMARCA PROV: CAJAMARCA DIST: CAJAMARCA
 FECHA PROYECTO : 10/04/2023

Partida: 1.1.1 CARTEL DE OBRA 4.80 X 3.60M

Rendimiento: 1 und/Día

Costo unitario por und **705.24**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						169.72
470020001	OPERARIO	hh	0.1000	0.8000	26.1500	20.92
470020006	PEON	hh	1.0000	8.0000	18.6000	148.80
MATERIALES						527.03
020020001	CLAVOS PARA MADERA C/C 2 1/2", 3", 4"	kg	-	1.0000	5.1000	5.10
210020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	bol	-	1.2000	26.6900	32.03
430010001	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADOS	p ²	-	25.0000	10.8000	270.00
020020007	GIGANTOGRAFIA DE 4.80M X 3.60M	und	-	1.0000	200.0000	200.00
050020001	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m ³	-	0.1900	54.1500	10.29
040010001	ARENA GRUESA	m ³	-	0.1600	49.1500	7.86
390020001	AGUA	m ³	-	0.0900	19.4700	1.75
EQUIPO						8.49
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	169.7200	8.49

Partida: 1.1.2 ALQUILER DE ALMACÉN PROVISIONAL DE OBRA

Rendimiento: 1 mes/Día

Costo unitario por mes **750.00**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
SUB-CONTRATOS						750.00
390010002	ALQUILER DE ALMACÉN DE OBRA	mes	-	1.0000	750.0000	750.00

Partida: 1.2.1 ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN PLAN SST

Rendimiento: 1 glb/Día

Costo unitario por glb **2,500.00**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
SUB-CONTRATOS						2,500.00
390010001	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN PLAN SST	glb	-	1.0000	2,500.0000	2,500.00

Partida: 1.2.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Rendimiento: 1 glb/Día

Costo unitario por glb **4,678.50**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES						4,678.50
370010002	CASCO DE SEGURIDAD	und	-	15.0000	50.0000	750.00
370010003	PROTECTOR DE OÍDOS TIPO TAPON	und	-	15.0000	10.0000	150.00
370010004	RESPIRADORES DE DOS VIAS	und	-	15.0000	79.9000	1,198.50
370010015	LENTE DE SEGURIDAD	und	-	15.0000	10.0000	150.00
370010005	GUANTES DE CUERO	par	-	15.0000	12.0000	180.00
370010016	GUANTES DE JEBE	par	-	15.0000	15.0000	225.00
370010006	CHALECO DE SEGURIDAD	und	-	15.0000	35.0000	525.00
370010007	ZAPATOS DE SEGURIDAD DIELECTRICOS	par	-	15.0000	100.0000	1,500.00

Partida: 1.2.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

Rendimiento:1 glb/Día

Costo unitario por glb 1,275.50

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES						1,275.50
370010008	CINTA SEÑALIZADORA AMARILLA X 220M	rl	-	5.0000	52.9000	264.50
370010009	MALLA DE SEGURIDAD ROLLO 50YD X 1M	rl	-	10.0000	69.9000	699.00
370010010	CONO DE SEÑALIZACIÓN NARANJA DE 28" DE ALTURA	und	-	12.0000	26.0000	312.00

Partida: 1.2.4 SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD

Rendimiento:1 glb/Día

Costo unitario por glb 720.00

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES						720.00
370010011	CARTEL INFORMATIVO SOBRE SEGURIDAD INCL/SOPORTES	und	-	4.0000	45.0000	180.00
370010012	CARTEL SEÑALES DE ADVERTENCIA INCL/SOPORTES	und	-	4.0000	45.0000	180.00
370010014	CARTEL SEÑALES DE PROHIBICION INCL/SOPORTES	und	-	4.0000	45.0000	180.00
370010013	CARTEL SEÑALES DE EVACUACION Y EMERGENCIA INCL/	und	-	4.0000	45.0000	180.00

Partida: 1.2.5 RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Rendimiento:1 glb/Día

Costo unitario por glb 1,216.40

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES						1,216.40
370010017	EXTINTOR DE GAS CARBÓNICO (CO2)	und	-	1.0000	716.4000	716.40
370010018	BOTIQUIN EQUIPADO	und	-	1.0000	500.0000	500.00

Partida: 1.3.1 INSTALACIÓN DE CONTENEDORES DE RESIDUOS SÓLIDOS CLASIFICADOS

Rendimiento:20 und/Día

Costo unitario por und 107.81

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						7.44
470020006	PEON	hh	1.0000	0.4000	18.6000	7.44
MATERIALES						100.00
370010019	CILINDRO VACIO ABIERTO	und	-	1.0000	100.0000	100.00
EQUIPO						0.37
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	7.4400	0.37

Partida: 1.3.2 PLÁSTICO O MANTA PARA CUBRIR AGREGADOS

Rendimiento:50 glb/Día

Costo unitario por glb 21.03

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						2.98
470020006	PEON	hh	1.0000	0.1600	18.6000	2.98
MATERIALES						17.90
370010020	PLÁSTICO	m	-	1.0000	17.9000	17.90
EQUIPO						0.15
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	2.9800	0.15

Partida: 1.3.3 LIMPIEZA PERMANENTE EN OBRA

Rendimiento:1 mes/Día

Costo unitario por mes 156.24

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						148.80
470020006	PEON	hh	1.0000	8.0000	18.6000	148.80
EQUIPO						7.44
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	148.8000	7.44

Partida: 1.4.1 DESMONTAJE DE VENTANAS

Rendimiento:20 m²/Día

Costo unitario por m² 18.80

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						17.90
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	26.1500	10.46
470020006	PEON	hh	1.0000	0.4000	18.6000	7.44
EQUIPO						0.90
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	17.9000	0.90

Partida: 1.4.2 CORTE Y DEMOLICIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA

Rendimiento:15 m²/Día

Costo unitario por m² 30.39

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						23.87
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	26.1500	13.95
470020006	PEON	hh	1.0000	0.5333	18.6000	9.92
EQUIPO						6.52
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	23.8700	1.19
370010021	CORTADORA DE CONCRETO 14"	he	1.0000	0.5333	10.0000	5.33

Partida: 1.4.3 CORTE Y DEMOLICIÓN DE PISO TERMINADO

Rendimiento:20 m²/Día

Costo unitario por m² 22.80

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						17.90
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	26.1500	10.46
470020006	PEON	hh	1.0000	0.4000	18.6000	7.44
EQUIPO						4.90
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	17.9000	0.90
370010021	CORTADORA DE CONCRETO 14"	he	1.0000	0.4000	10.0000	4.00

Partida: 1.4.4 EXCAVACIÓN PARA PARA ESTRUCTURAS

Rendimiento:4 m³/Día

Costo unitario por m³ 39.06

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						37.20
470020006	PEON	hh	1.0000	2.0000	18.6000	37.20
EQUIPO						1.86
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	37.2000	1.86

Partida: 1.4.5 RELLENO CON MATERIAL PROPIO

Rendimiento:6 m³/Día

Costo unitario por m³ 26.04

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						24.80
470020006	PEON	hh	1.0000	1.3333	18.6000	24.80
EQUIPO						1.24
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	24.8000	1.24

Partida: 1.4.6 AFIRMADO COMPACTADO E=0.20M

Rendimiento:150 m²/Día

Costo unitario por m² 18.27

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						5.07
470010001	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	20.5700	1.10
470020006	PEON	hh	4.0000	0.2133	18.6000	3.97
MATERIALES						10.86
380010001	AFIRMADO	m³	-	0.2150	49.1500	10.57
390020001	AGUA	m³	-	0.0150	19.4700	0.29
EQUIPO						2.34
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	5.0700	0.25
490010002	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4HP	he	1.0000	0.0533	36.2000	1.93
370010023	REGLA DE ALUMINIO 1"X4"X8"	he	1.0000	0.0533	3.0000	0.16

Partida: 1.4.7 ELIMINACIÓN DE MATERIAL

Rendimiento:100 m³/Día

Costo unitario por m³ 39.13

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						2.98
470020006	PEON	hh	2.0000	0.1600	18.6000	2.98
EQUIPO						36.15
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	2.9800	0.15
490010004	CARGADOR FRONTAL	hm	1.0000	0.0800	250.0000	20.00
480010002	CAMIÓN VOLQUETE 15M³	hm	1.0000	0.0800	200.0000	16.00

Partida: 1.4.8 FALSO PISO DE CONCRETO SIMPLE

Rendimiento:20 m²/Día

Costo unitario por m² 164.48

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						96.11
470020001	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	26.1500	20.92
470010001	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	20.5700	8.23
470020006	PEON	hh	9.0000	3.6000	18.6000	66.96
MATERIALES						51.88
050020001	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m³	-	0.5430	54.1500	29.40
040010001	ARENA GRUESA	m³	-	0.4445	49.1500	21.85
210020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	bol	-	0.0237	26.6900	0.63
EQUIPO						16.49
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	96.1100	4.81
480010001	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 23HP 11-12P3	hm	1.0000	0.4000	26.2100	10.48
370010023	REGLA DE ALUMINIO 1"X4"X8"	he	1.0000	0.4000	3.0000	1.20

Partida: 1.4.9 PERFORACIÓN Y ANCLAJE DE BARRAS DE ACERO 1/2"

Rendimiento:10 und/Día

Costo unitario por und 259.53

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						50.68
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	26.1500	20.92
470020006	PEON	hh	2.0000	1.6000	18.6000	29.76
MATERIALES						198.32
300010001	ADHESIVO EPOXICO PARA ANCLAJE	gln	-	0.6597	294.0000	193.95
030010001	BARRA DE ACERO CORRUGADO 1/2"	kg	-	0.9940	4.4000	4.37
EQUIPO						10.53
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	50.6800	2.53
490010001	TALADRO CON BROCA DE TUNGSTENO 5/8"	he	1.0000	0.8000	10.0000	8.00

Partida: 1.4.10 CONCRETO FC=210 KG/CM²

Rendimiento: 15 m³/Día

Costo unitario por m³ 483.46

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						135.09
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	26.1500	13.95
470010001	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	20.5700	21.94
470020006	PEON	hh	10.0000	5.3333	18.6000	99.20
MATERIALES						323.36
050020001	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m³	-	0.7600	54.1500	41.15
040010001	ARENA GRUESA	m³	-	0.5100	49.1500	25.07
390020001	AGUA	m³	-	0.1840	19.4700	3.58
210020001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	bol	-	9.5000	26.6900	253.56
EQUIPO						25.01
480010001	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 23HP 11-12P3	hm	1.0000	0.5333	26.2100	13.98
490010003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.5333	8.0200	4.28
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	135.0900	6.75

Partida: 1.4.11 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS

Rendimiento: 15 m²/Día

Costo unitario por m² 80.39

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						34.84
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	26.1500	13.95
470010001	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	20.5700	10.97
470020006	PEON	hh	1.0000	0.5333	18.6000	9.92
MATERIALES						43.81
020010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	-	0.4000	4.5000	1.80
030010002	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM² GRADO 60	kg	-	0.2200	4.4000	0.97
430010001	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADOS	p²	-	3.8000	10.8000	41.04
EQUIPO						1.74
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	34.8400	1.74

Partida: 1.4.12 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM²

Rendimiento: 250 kg/Día

Costo unitario por kg 6.81

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						2.16
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	26.1500	0.84
470010001	OFICIAL	hh	2.0000	0.0640	20.5700	1.32
MATERIALES						4.54
030010002	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM² GRADO 60	kg	-	1.0000	4.4000	4.40
020010003	ALAMBRE DE ACERO RECOCIDO N° 16	kg	-	0.0300	4.5000	0.14
EQUIPO						0.11
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	2.1600	0.11

Partida: 1.4.13 PISO DE PORCELANATO 60X60 ALTO TRÁNSITO

Rendimiento: 15 m²/DíaCosto unitario por m² 93.80

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						23.87
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	26.1500	13.95
470020006	PEON	hh	1.0000	0.5333	18.6000	9.92
MATERIALES						67.14
300010004	PORCELANATO 60X60 ALTO TRÁNSITO	m ²	-	1.0500	50.5000	53.03
300010003	PEGAMENTO PORCELANATO 25 KG	kg	-	0.3000	3.3000	0.99
300010002	FRAGUA	kg	-	0.2000	57.0000	11.40
300010005	SELLADOR PORCELANATO	gln	-	0.0100	55.9000	0.56
390020001	AGUA	m ³	-	0.0080	19.4700	0.16
300010006	CRUCETAS (BOLSA 200 UND)	bol	-	0.1000	10.0000	1.00
EQUIPO						2.79
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	23.8700	1.19
370010023	REGLA DE ALUMINIO 1"X4"X8"	he	1.0000	0.5333	3.0000	1.60

Partida: 1.4.14 TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES (MORTERO C.A 1:5)

Rendimiento: 12 m²/DíaCosto unitario por m² 33.48

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						23.63
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	26.1500	17.43
470020006	PEON	hh	0.5000	0.3333	18.6000	6.20
EQUIPO						9.85
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	23.6300	1.18
370010022	ANDAMIO METÁLICO	he	1.0000	0.6667	10.0000	6.67
370010023	REGLA DE ALUMINIO 1"X4"X8"	he	1.0000	0.6667	3.0000	2.00

Partida: 1.4.15 PINTURA LATEX EN INTERIORES Y EXTERIORES

Rendimiento: 25 m²/DíaCosto unitario por m² 25.19

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						14.32
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	26.1500	8.37
470020006	PEON	hh	1.0000	0.3200	18.6000	5.95
MATERIALES						6.95
390010004	LIJA DE FIERRO #80	und	-	0.2000	1.6500	0.33
540010001	PINTURA LATEX	gln	-	0.0440	68.6400	3.02
300010007	IMPRIMANTE	gln	-	0.0850	28.0000	2.38
540010002	SELLADOR	gln	-	0.0350	28.0000	0.98
540010003	CINTA DE PAPEL ENGOMADO 2"	rl	-	0.0200	12.0000	0.24
EQUIPO						3.92
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	14.3200	0.72
370010022	ANDAMIO METÁLICO	he	1.0000	0.3200	10.0000	3.20

Partida: 1.4.16 VIDRIO DOBLE TEMPLADO

Rendimiento: 15 m²/DíaCosto unitario por m² 275.06

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						23.87
470020001	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	26.1500	13.95
470020006	PEON	hh	1.0000	0.5333	18.6000	9.92
MATERIALES						250.00
300010008	VIDRIO TEMPLADO 6MM + ACCESORIOS DE FIJACIÓN	m ²	-	1.0000	250.0000	250.00
EQUIPO						1.19
370010001	Herramientas	%mo	-	5.0000	23.8700	1.19

Partida: 1.5.1 FLETE TERRESTRE

Rendimiento: 1 glb/Día

Costo unitario por glb 10,000.00

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
SUB-CONTRATOS						10,000.00
390010005	FLETE TERRESTRE	glb	-	1.0000	10,000.0000	10,000.00

APÉNDICE 02:

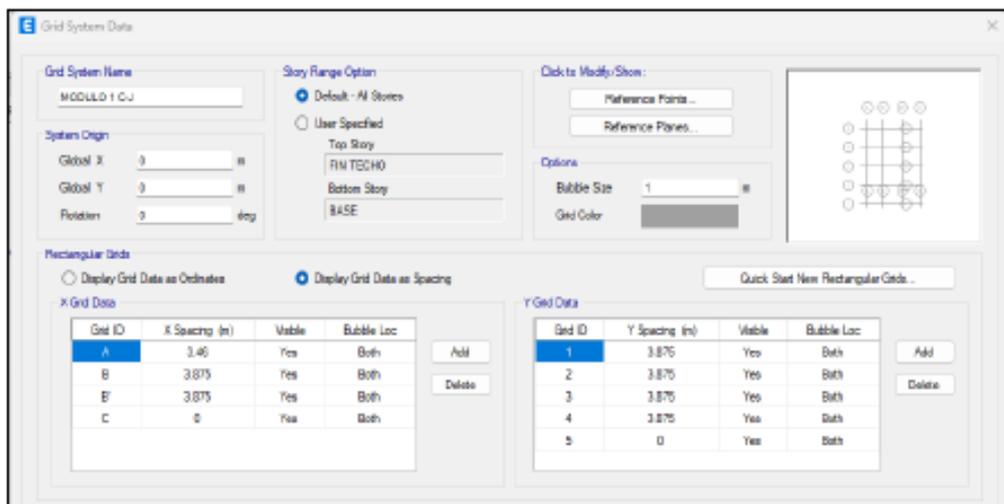
Modelamiento estructural en el software

ETABS

A continuación, se detalla los procedimientos para el modelamiento de las estructuras y resultados gráficos (derivas, desplazamientos y cortantes) de todos los modelos con la Norma E-030 (2003) y E-030 (2018).

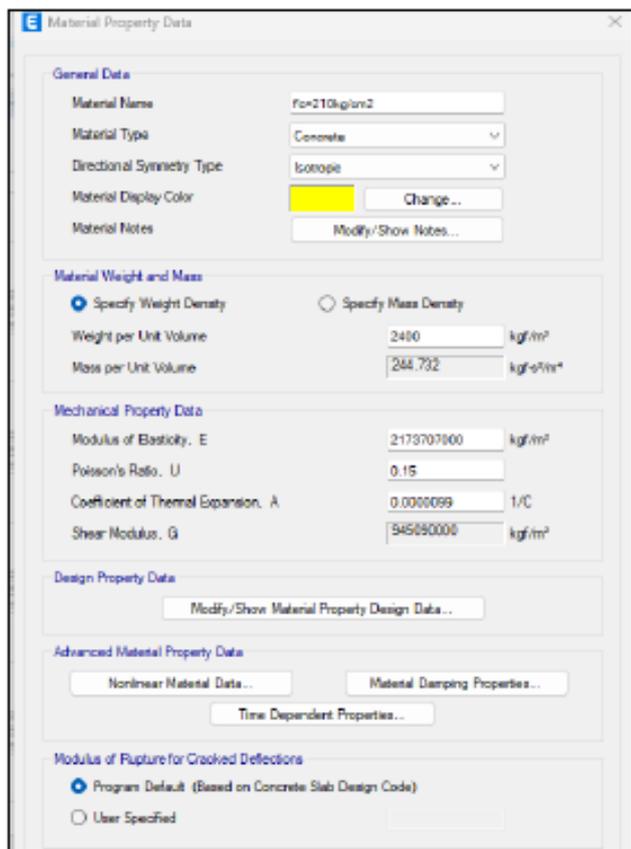
1. MODELAMIENTO DE LOS EDIFICIOS

1.1. UBICACIÓN DE EJES



1.2. DEFINICIÓN DE MATERIALES

- Característica y propiedades del Concreto 210 kg/cm²



- Característica y propiedades de la Albañilería Confinada

The dialog box 'Material Property Data' is shown with the following settings:

- General Data:**
 - Material Name: Albañilería
 - Material Type: Masonry
 - Directional Symmetry Type: Isotropo
 - Material Display Color: (Red color swatch)
 - Material Notes: (Empty field)
- Material Weight and Mass:**
 - Specify Weight Density: (Selected)
 - Specify Mass Density: (Not selected)
 - Weight per Unit Volume: 1800 kgf/m³
 - Mass per Unit Volume: 183.549 kgf·s²/m⁴
- Mechanical Property Data:**
 - Modulus of Elasticity, E: 225000000 kgf/m²
 - Poisson's Ratio, U: 0.25
 - Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000081 1/C
 - Shear Modulus, G: 90000000 kgf/m²
- Design Property Data:** (Empty field)
- Advanced Material Property Data:**
 - Nonlinear Material Data... (Button)
 - Material Damping Properties... (Button)
 - Time Dependent Properties... (Button)

Buttons: OK, Cancel

1.3. CREACIONES DE SECCIONES: Vigas, columnas, losas y muros

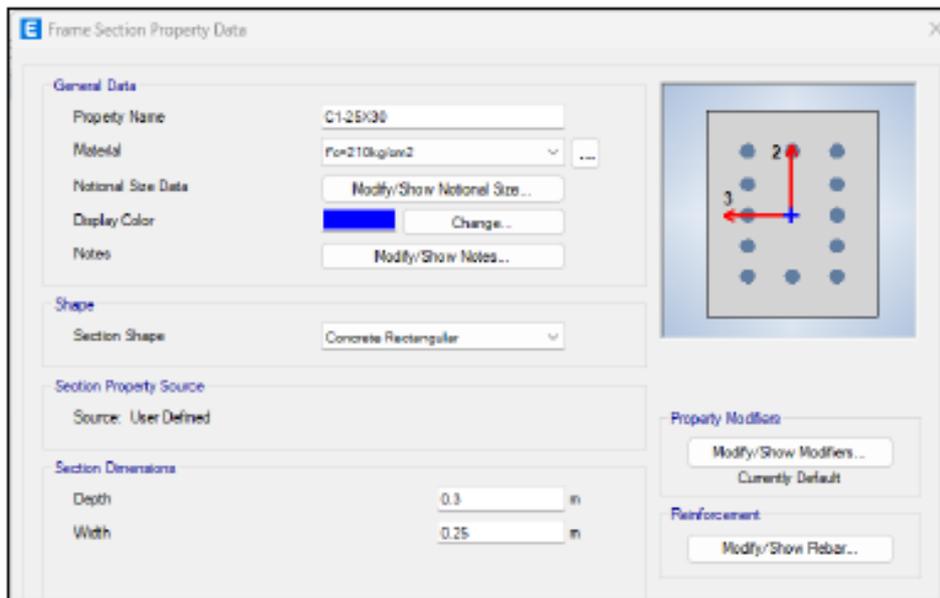
- Secciones de Viga Principal

The dialog box 'Frame Section Property Data' is shown with the following settings:

- General Data:**
 - Property Name: VP-25x40
 - Material: For-210kg/cm²
 - National Size Data: (Empty field)
 - Display Color: (Red color swatch)
 - Notes: (Empty field)
- Shape:**
 - Section Shape: Concrete Rectangular
- Section Property Source:**
 - Source: User Defined
- Section Dimensions:**
 - Depth: 0.4 m
 - Width: 0.25 m
- Property Modifiers:**
 - Modify/Show Modifiers... (Button)
 - Currently Default
- Reinforcement:**
 - Modify/Show Rebar... (Button)

Diagram: A rectangular cross-section with a vertical Z-axis and a horizontal Y-axis.

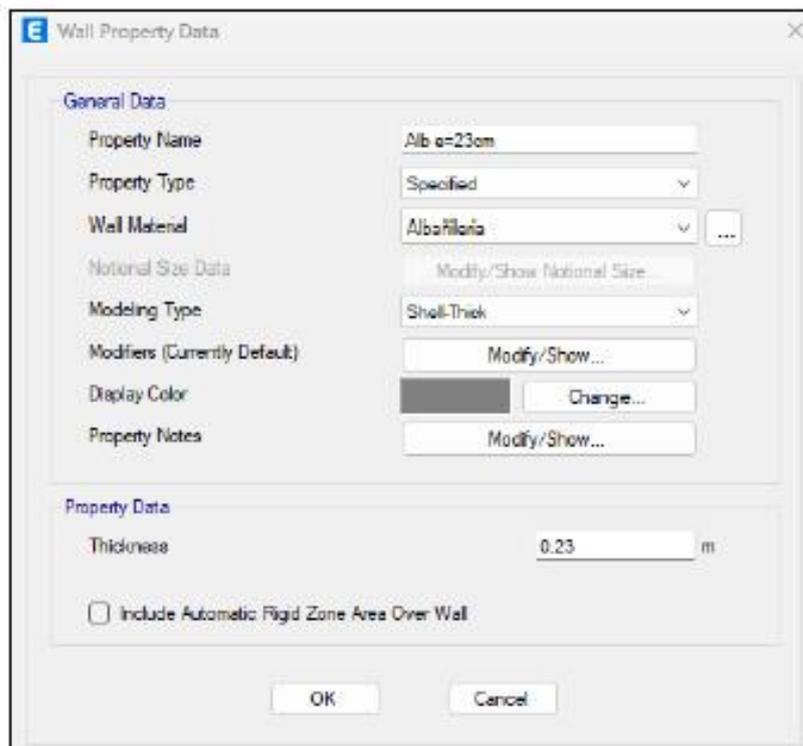
- Secciones de columnas



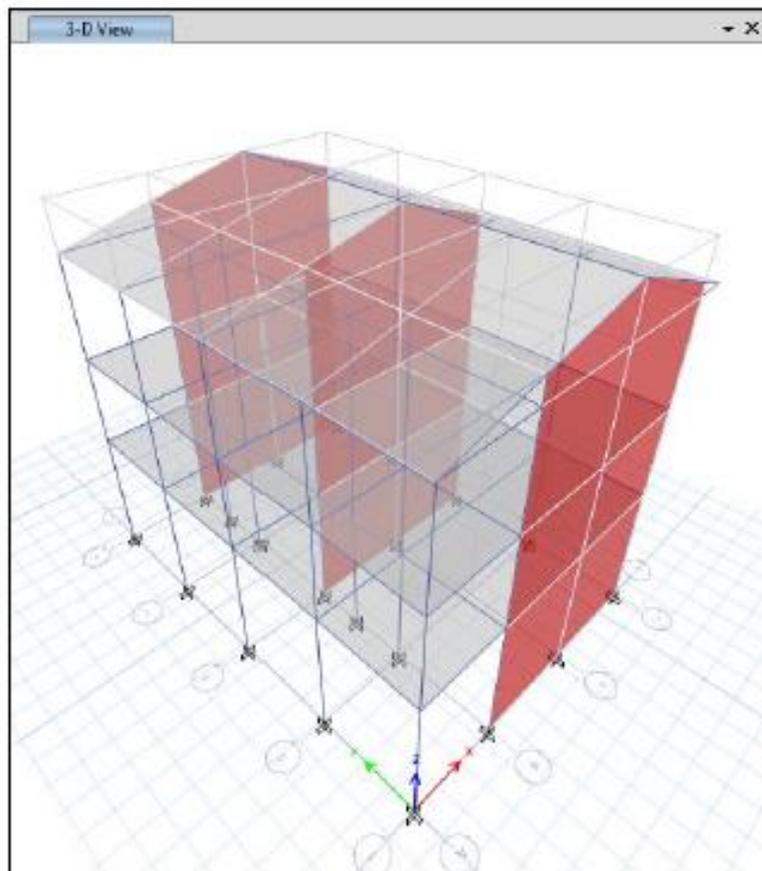
- Secciones de losa aligerada



- Secciones de muro de albañilería



1.4. DIBUJO DE LA ESTRUCTURA



1.5. DEFINIR CARGAS MUERTAS Y VIVAS

E Mass Source Data

Mass Source Name: PESO

Mass Source

Element Self Mass

Additional Mass

Specified Load Patterns

Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:

This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:

This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
Carga Muerta	1
Carga Muerta	1
Carga Viva	0.5
Carga Viva Techo	0.25

Buttons: Add, Modify, Delete

Mass Options

Include Lateral Mass

Include Vertical Mass

Lump Lateral Mass at Story Levels

1.6. DEFINIR PATRONES DE CARGA

- Patrones de carga: Norma E030(2003)

E Define Load Patterns

Loads

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
EST XX	Seismic	0	User Coefficient
Carga Muerta	Dead	1	
Carga Viva	Live	0	
Carga Viva Techo	Roof Live	0	
EST XX	Seismic	0	User Coefficient
EST YY	Seismic	0	User Coefficient

E Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.): 0.05

Overwrite Eccentricities: Overwrite...

Factors

Base Shear Coefficient, C: 0.6

Building Height Exp., K: 1

Story Range

Top Story: FIN TECHO

Bottom Story: BASE

E Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.): 0.05

Overwrite Eccentricities: Overwrite...

Factors

Base Shear Coefficient, C: 0.225

Building Height Exp., K: 1

Story Range

Top Story: FIN TECHO

Bottom Story: BASE

- Patrones de carga: Norma E030(2018)

E Define Load Patterns

Loads

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
EST XX	Seismic	0	User Coefficient
Carga Muerta	Dead	1	
Carga Viva	Live	0	
Carga Viva Techo	Roof Live	0	
EST XX	Seismic	0	User Coefficient
EST YY	Seismic	0	User Coefficient



E Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir
 X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity
 X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

Factors

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

Story Range

Top Story

Bottom Story



E Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir
 X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity
 X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

Factors

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

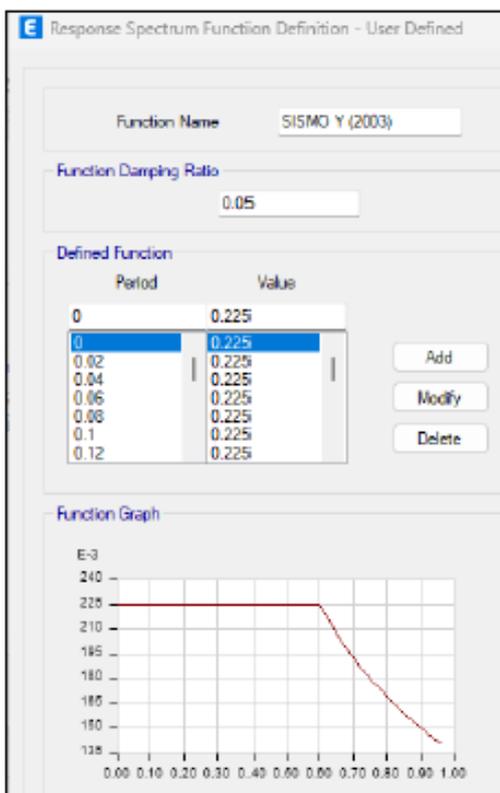
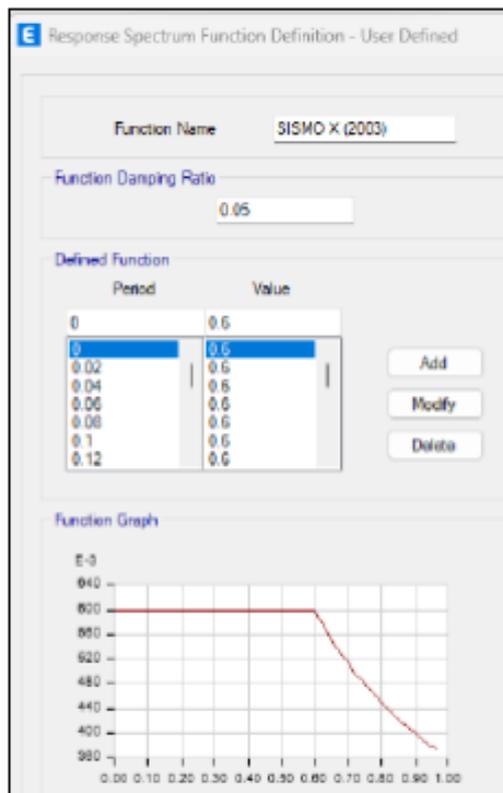
Story Range

Top Story

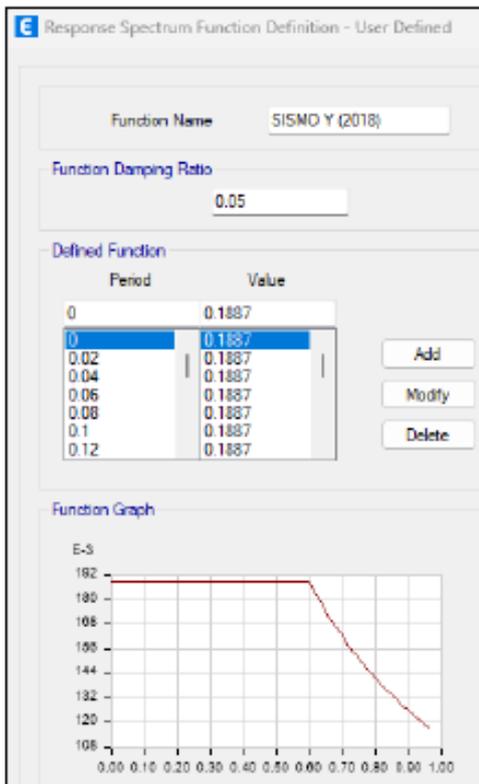
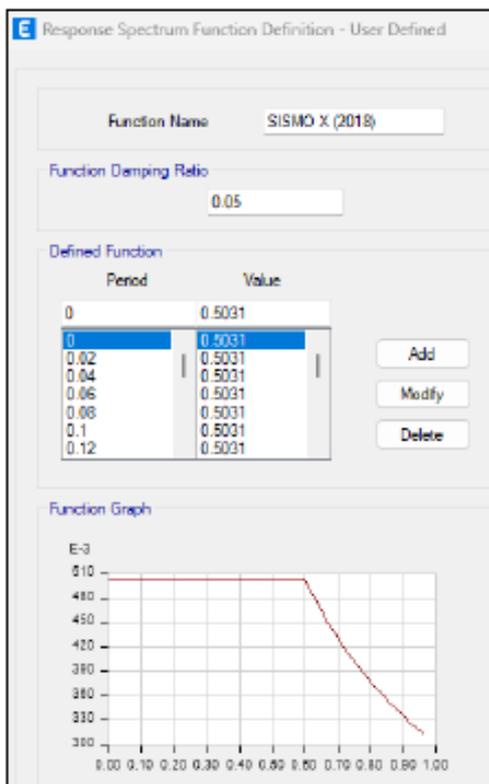
Bottom Story

1.7. CREAR ESPECTROS DE DISEÑO

- Espectro de diseño: Norma E-030 (2003)



- Espectro de diseño: Norma E-030 (2018)



1.8. DEFINIR MODOS DE VIBRACIÓN: Modos Ritz

E Load Case Data

General

Load Case Name: Modal Design...

Load Case Type/Subtype: Modal / Ritz Notes...

Mass Source: PESO

Analysis Model: Default

P-Delta/Nonlinear Stiffness

Use Preset P-Delta Settings: None Modify/Show...

Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case: _____

Loads Applied

Load Type	Load Name	Maximum Cycles	Target Dyn. Par. Ratio, %
Acceleration	LUX	0	99
Acceleration	UY	0	99

Add Delete

Other Parameters

Maximum Number of Modes: 9

Minimum Number of Modes: 3

1.9. CASOS DE CARGA

- Casos de Carga: Norma E-030 (2003)

E Load Case Data

General

Load Case Name: ABS XX

Load Case Type: Response Spectrum

Mass Source: Previous (PESO)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	SISMO X (2003)	9.81

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: Absolute

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: _____

Rigid Frequency, f2: _____

Periodic + Rigid Type: _____

Earthquake Duration, td: _____

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor: _____

Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms Modify/Show...

E Load Case Data

General

Load Case Name: SRSS XX

Load Case Type: Response Spectrum

Mass Source: Previous (PESO)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	SISMO X (2003)	9.81

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: SRSS

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: _____

Rigid Frequency, f2: _____

Periodic + Rigid Type: _____

Earthquake Duration, td: _____

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor: _____

Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms Modify/Show...

- Casos de Carga: Norma E-030 (2018)

E Load Case Data

General

Load Case Name: DIN XX

Load Case Type: Response Spectrum

Mass Source: Previous (PES0)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	SISMO X (2018)	9.81

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: COC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Model Damping: Constant at 0.05

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms

E Load Case Data

General

Load Case Name: DIN YY

Load Case Type: Response Spectrum

Mass Source: Previous (PES0)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	SISMO Y (2018)	9.81

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: COC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Model Damping: Constant at 0.05

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms

1.10. DEFINIR LAS COMBINACIONES (Envolvente de diseño)

E Load Combinations ✕

Combinations

ENVOLVENTE DE DISEÑO

U1 = 1.4CM + 1.7CV

U2 = 1.25(CM + CV) + DIN XX

U3 = 1.25(CM + CV) - DIN XX

U4 = 1.25(CM + CV) + DIN YY

U5 = 1.25(CM + CV) - DIN YY

U6 = 0.90CM + DIN XX

U7 = 0.90CM - DIN XX

U8 = 0.90CM + DIN YY

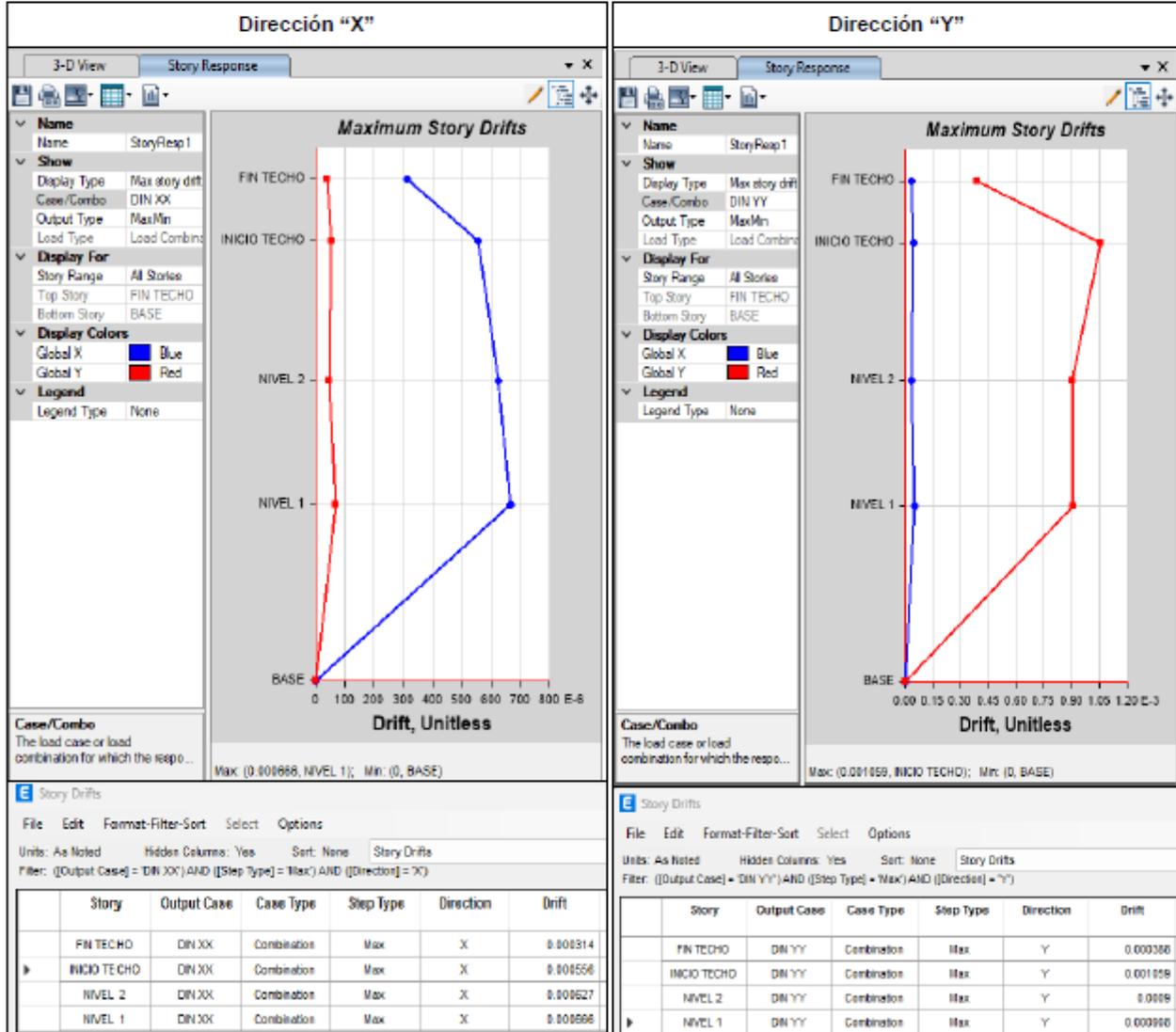
U9 = 0.90CM - DIN YY

Click to:

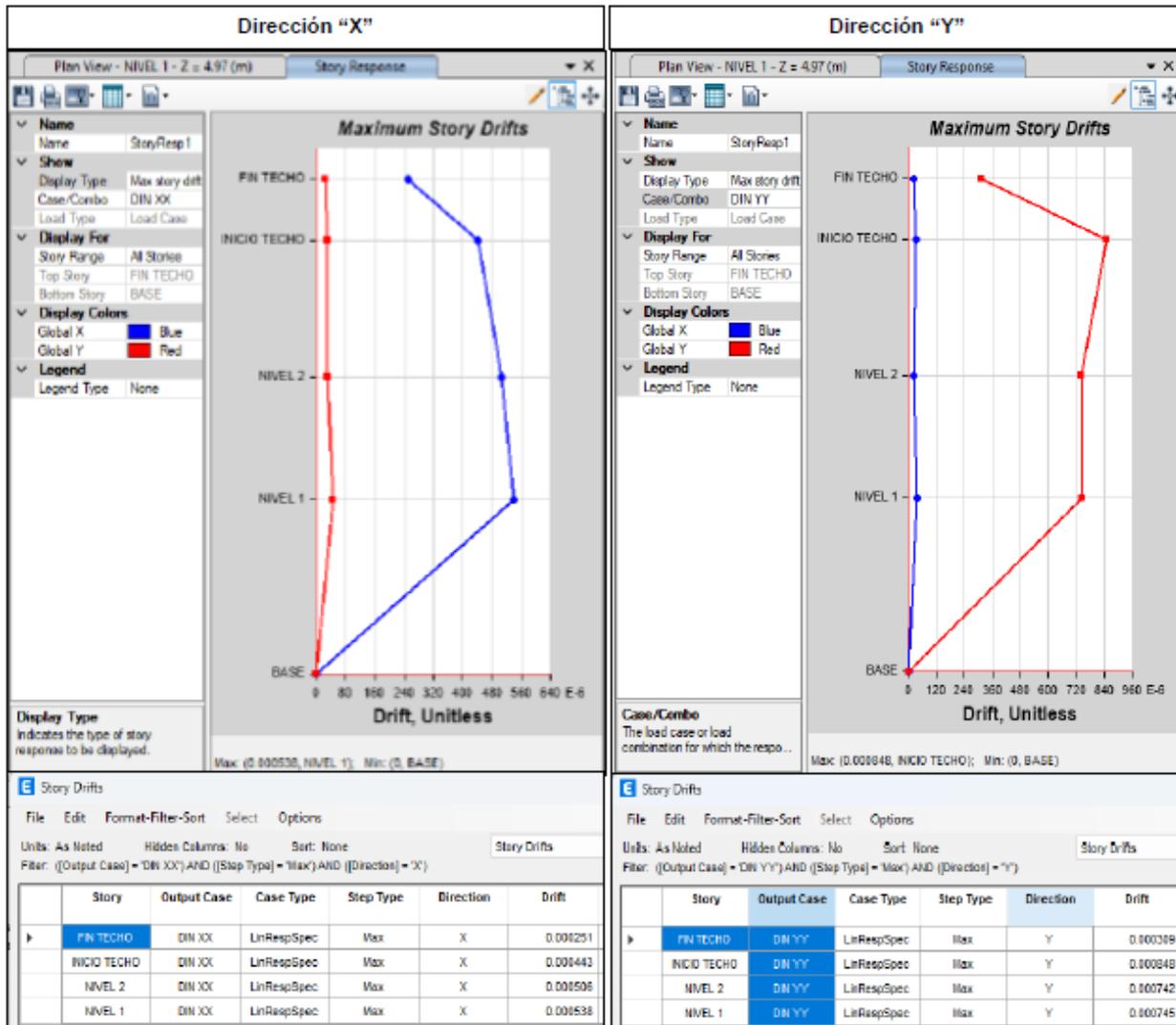
2. RESULTADOS: MODELO 1 (C-J)

2.1. DERIVAS

- Norma E-030 (2003)

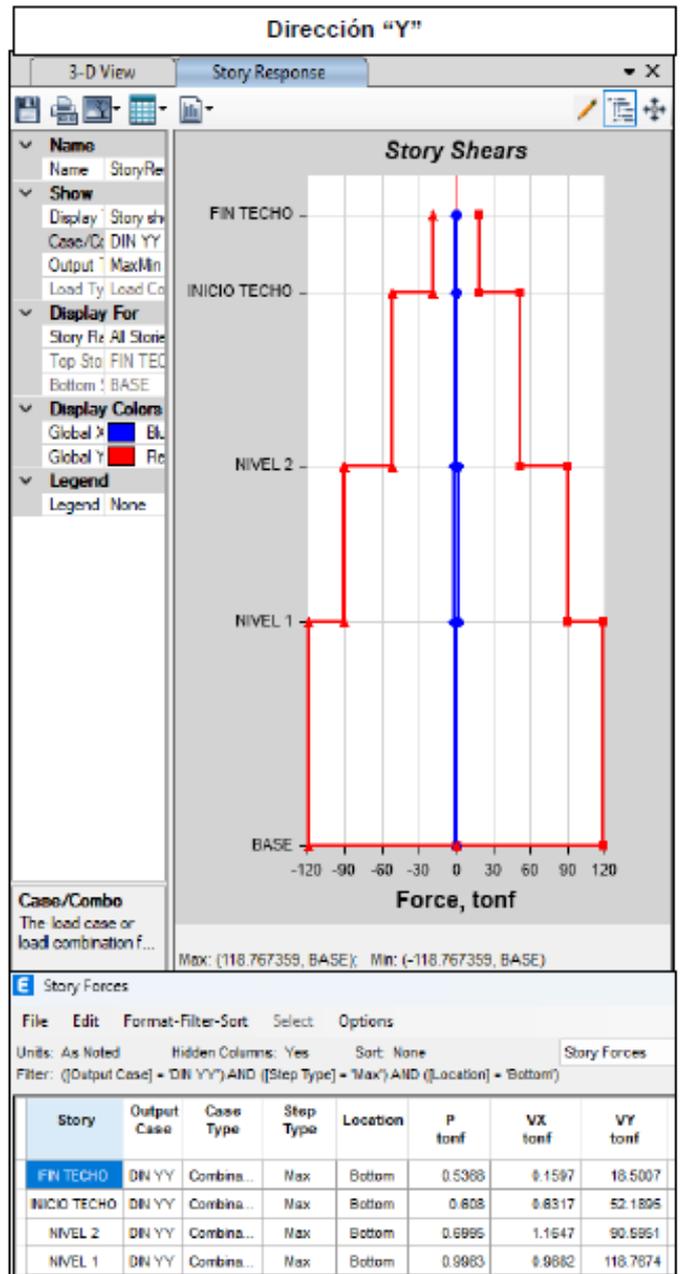
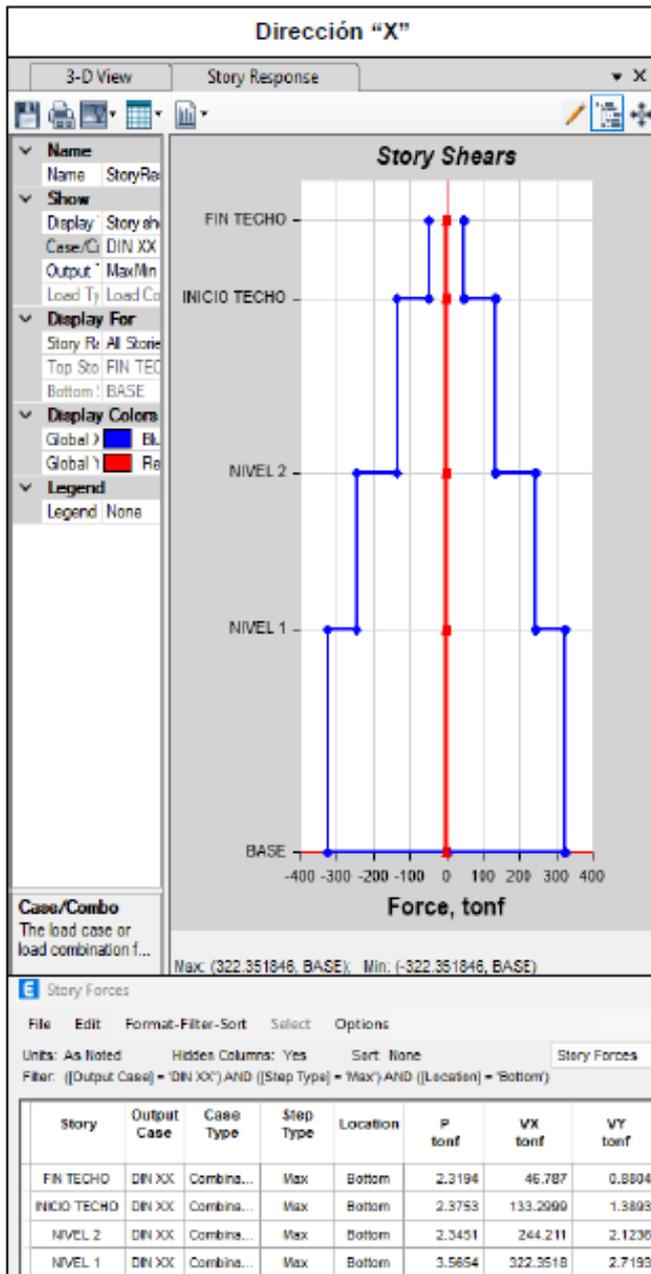


- Norma E-030 (2018)

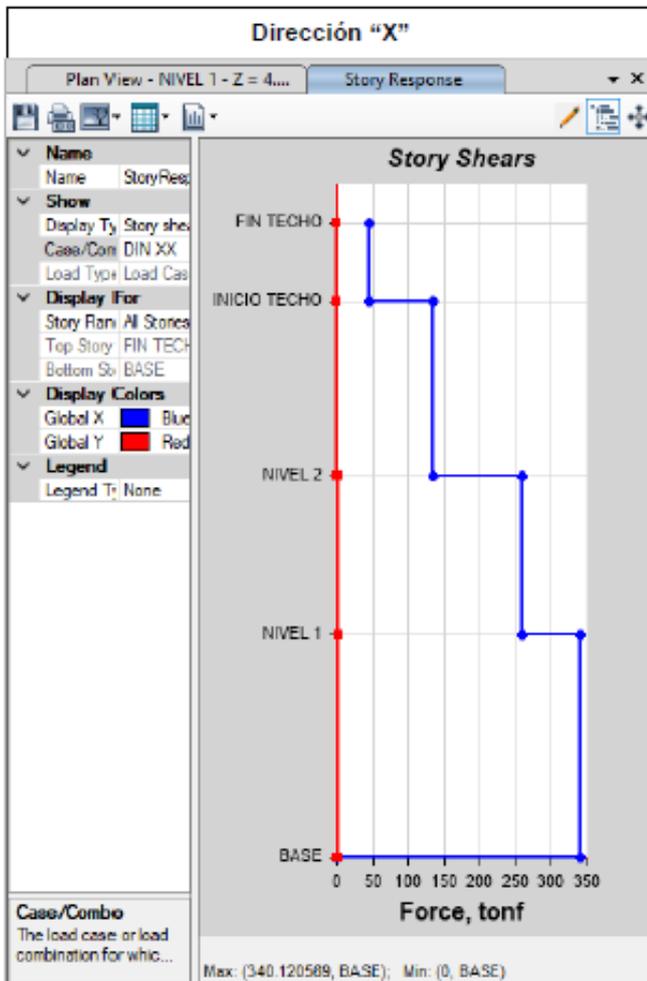


2.2. CORTANTE DINÁMICO

- Norma E-030 (2003)



- Norma E-030 (2018)



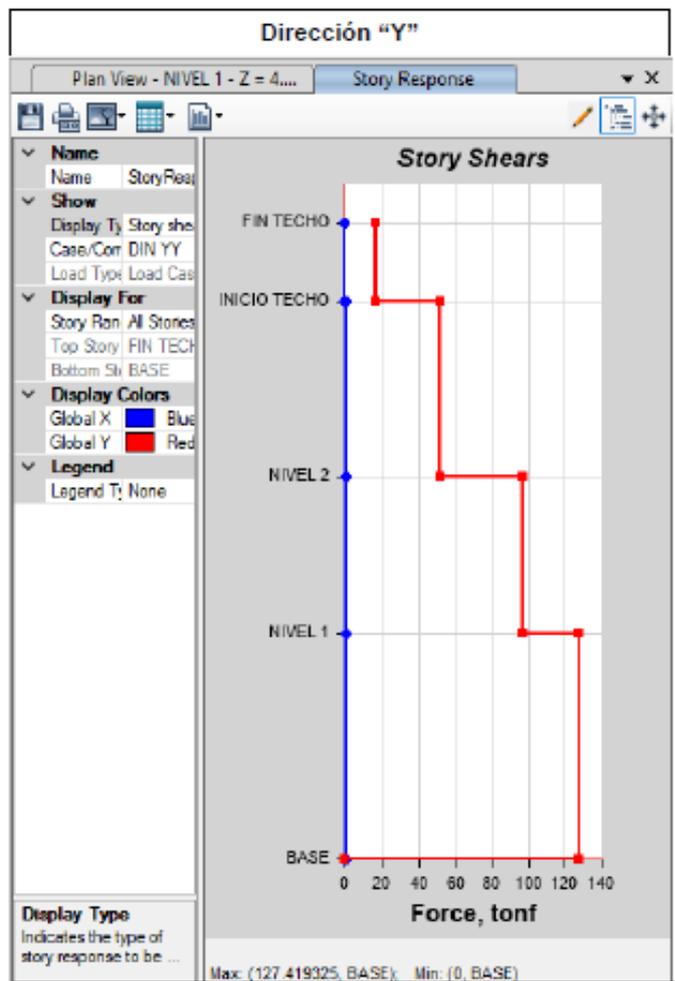
Story Forces

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: Yes Sort: None Story Forces

Filter: ([Output Case] = 'DIN XX') AND ([Step Type] = 'Max') AND ([Location] = 'Bottom')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
FIN TECHO	DIN XX	LinResp...	Max	Bottom	4.034	45.3148	0.7558
INICIO TECHO	DIN XX	LinResp...	Max	Bottom	4.4884	130.6	0.7983
NIVEL 2	DIN XX	LinResp...	Max	Bottom	4.5496	250.2278	1.045
NIVEL 1	DIN XX	LinResp...	Max	Bottom	5.8163	340.1206	1.2027



Story Forces

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: Yes Sort: None Story Forces

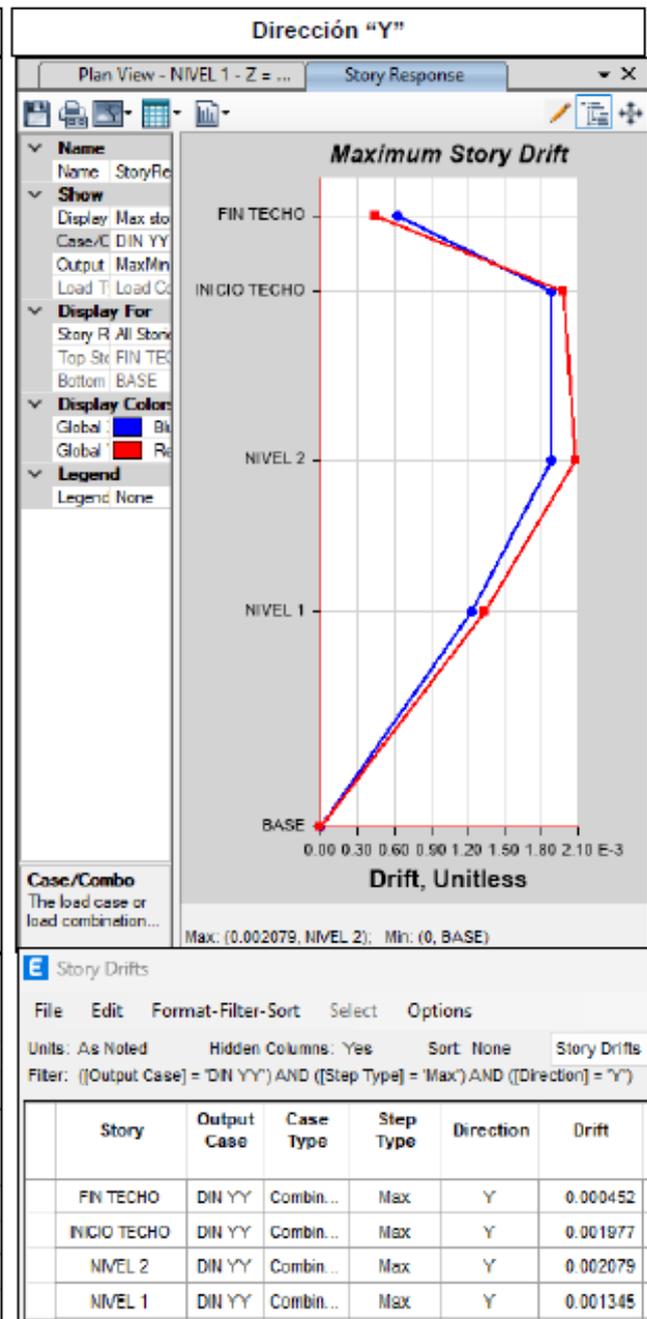
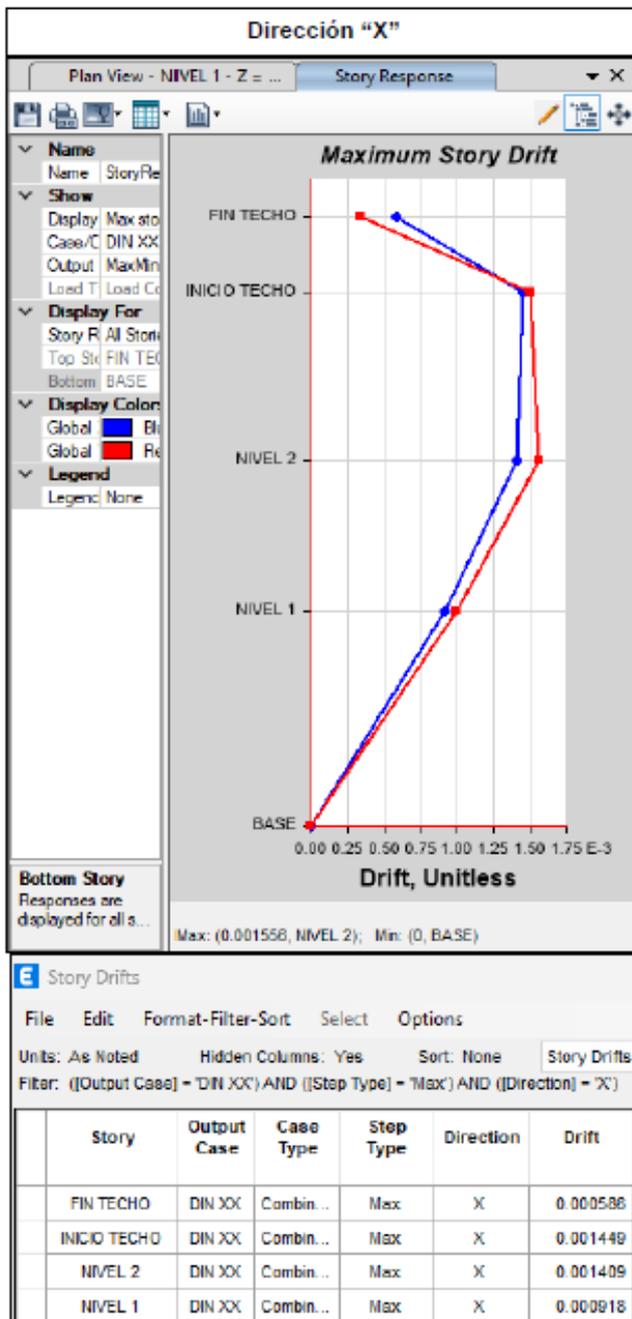
Filter: ([Output Case] = 'DIN YY') AND ([Step Type] = 'Max') AND ([Location] = 'Bottom')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
FIN TECHO	DIN YY	LinResp...	Max	Bottom	0.4037	0.1314	17.1921
INICIO TECHO	DIN YY	LinResp...	Max	Bottom	0.4538	0.4629	51.1968
NIVEL 2	DIN YY	LinResp...	Max	Bottom	0.5172	0.4912	97.1872
NIVEL 1	DIN YY	LinResp...	Max	Bottom	0.6255	0.4277	127.4193

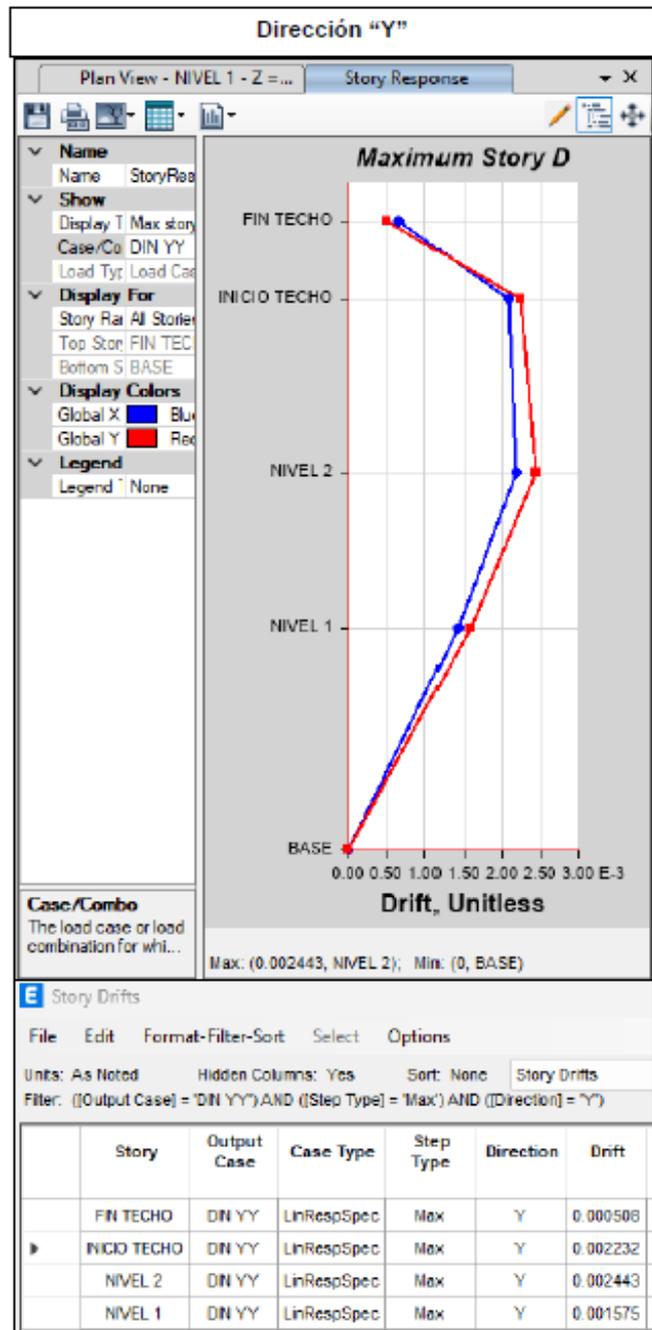
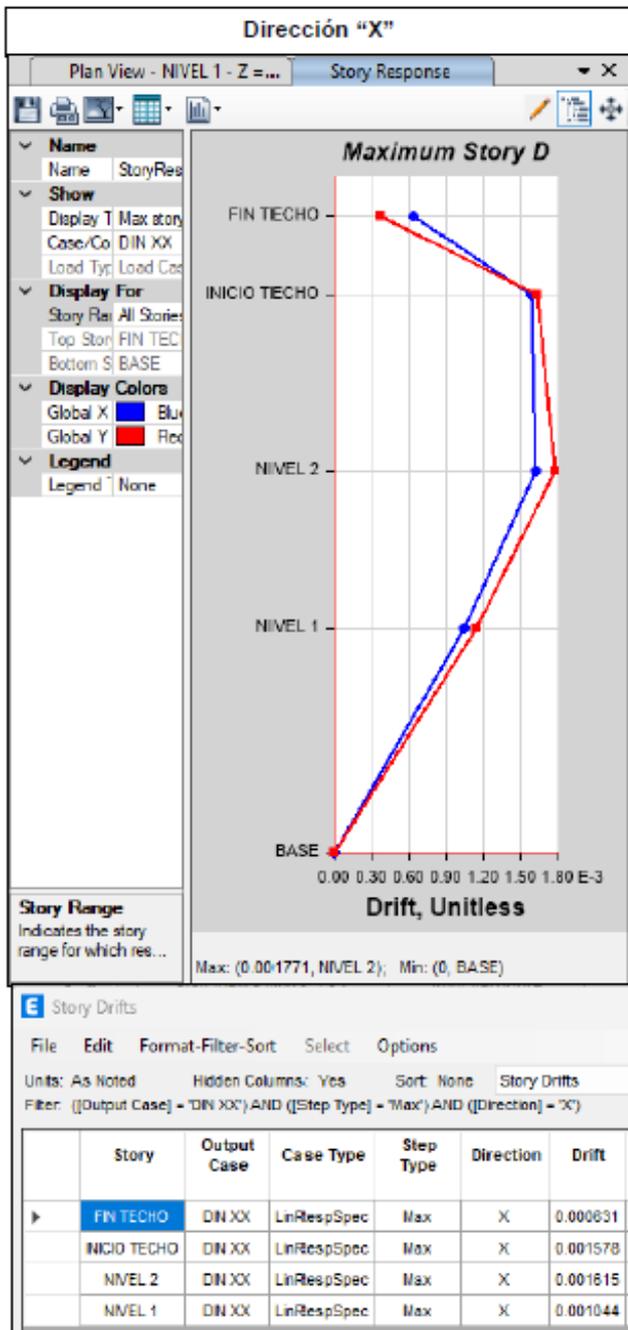
4. RESULTADOS: MODELO 3 (B)

4.1. DERIVAS

- Norma E-030 (2003)

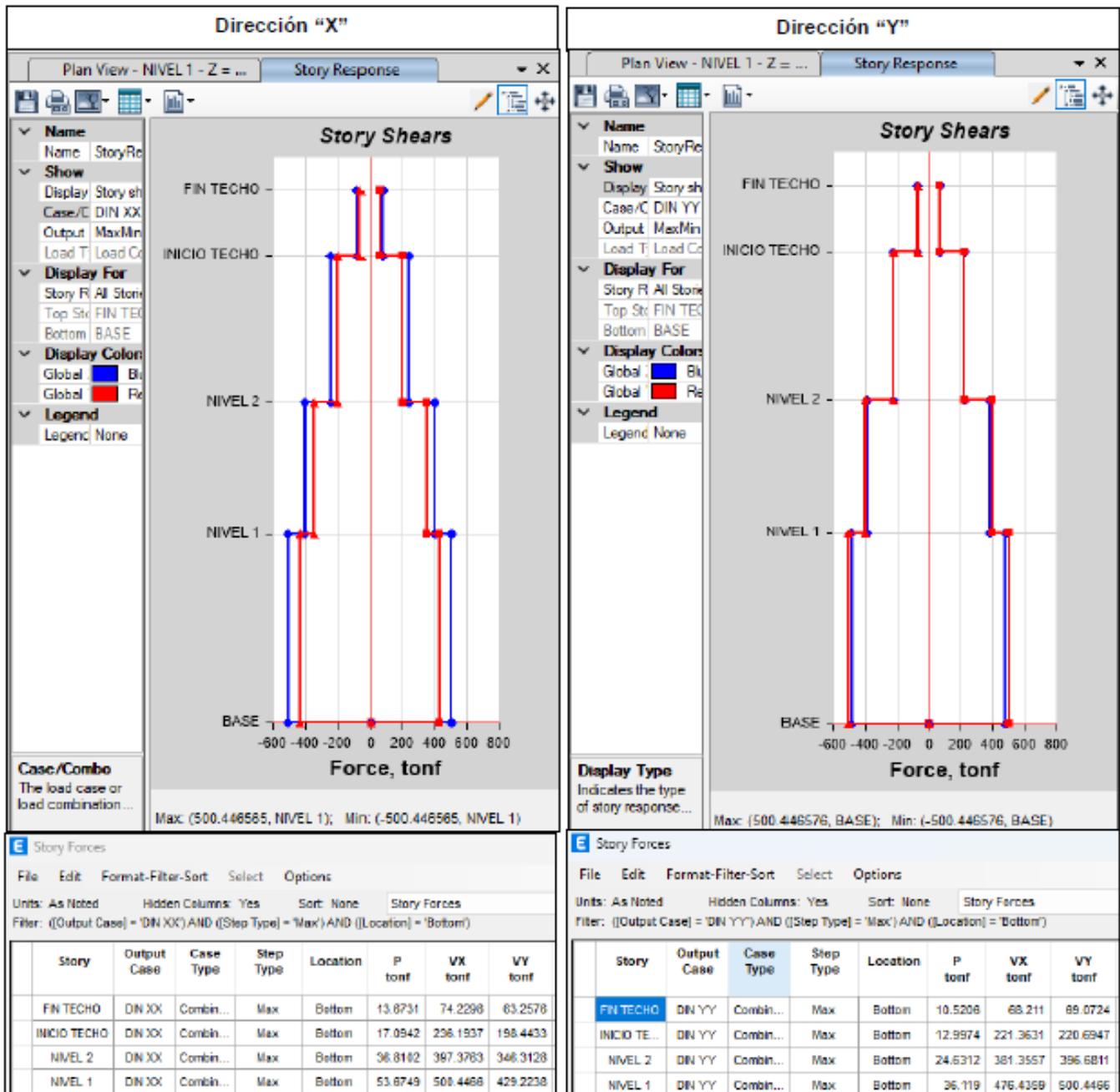


- Norma E-030 (2018)

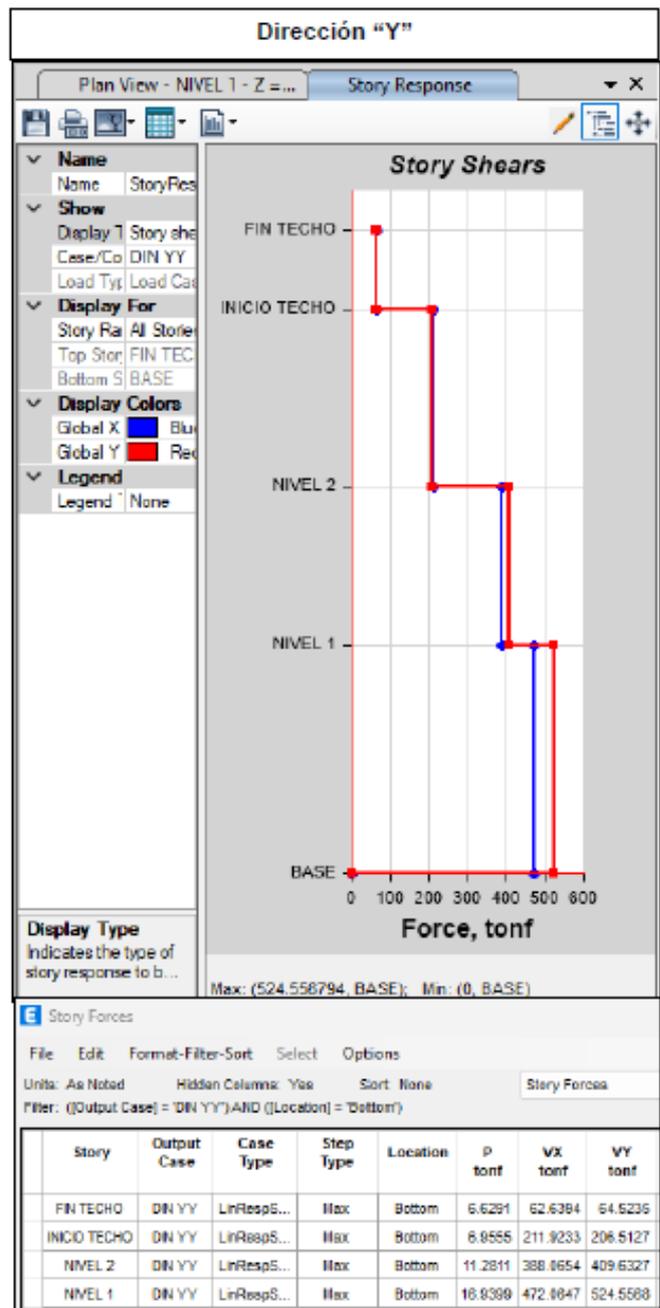
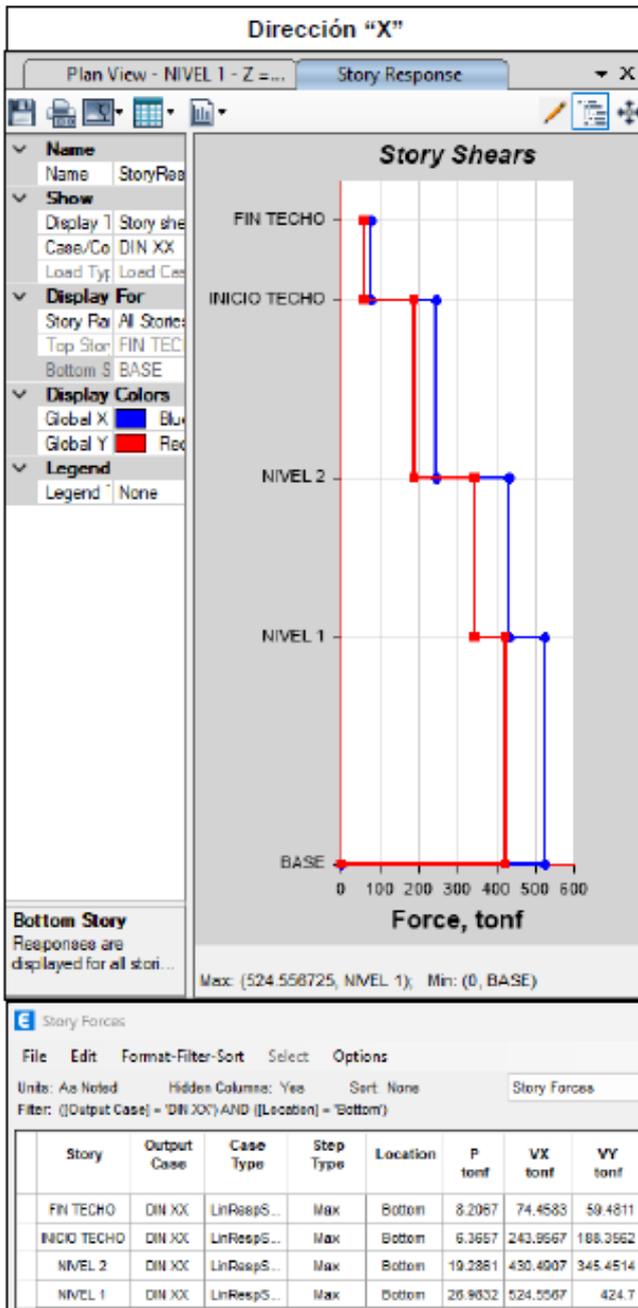


4.2. CORTANTE DINÁMICO

- Norma E-030 (2003)



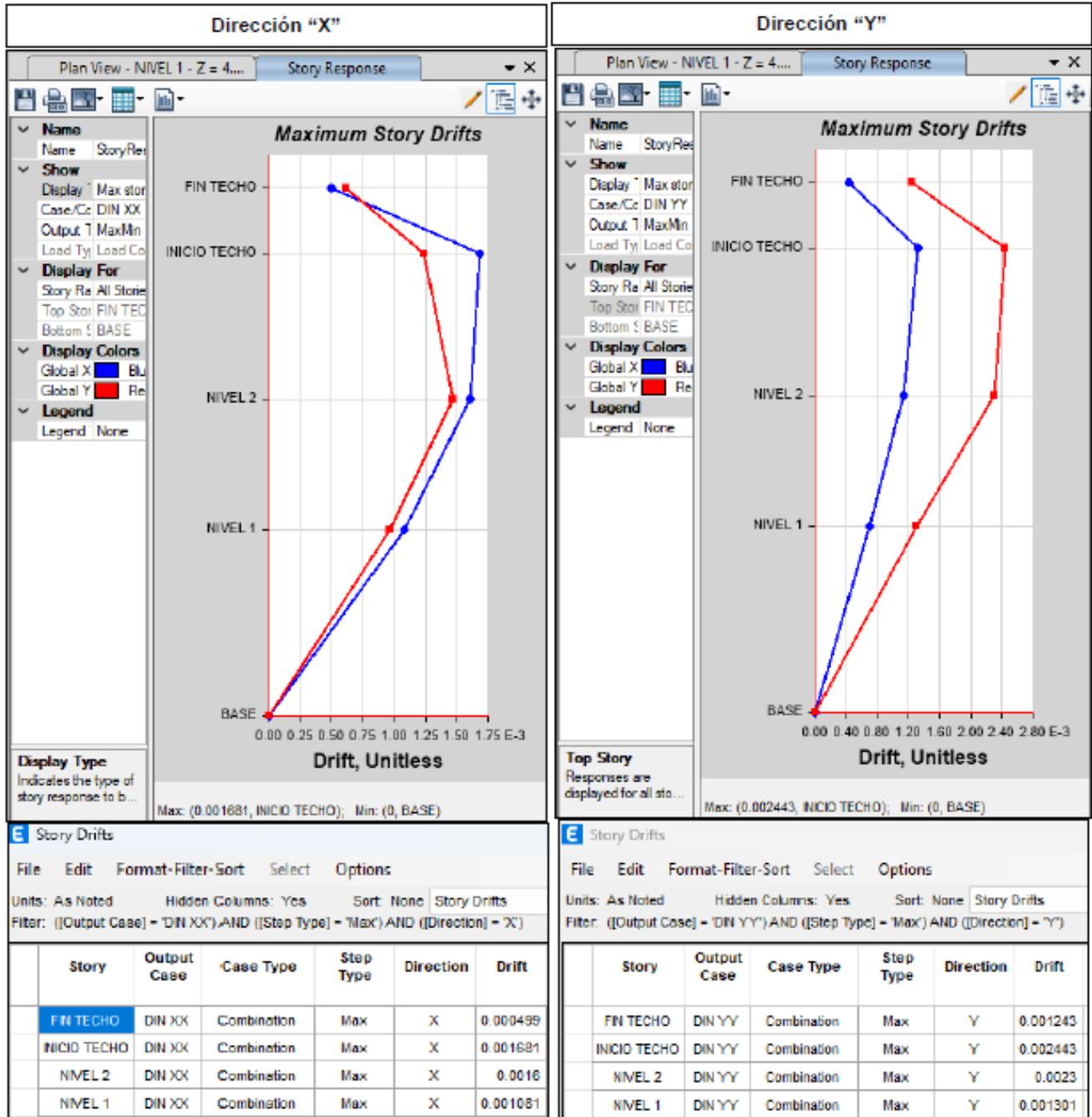
- Norma E-030 (2018)



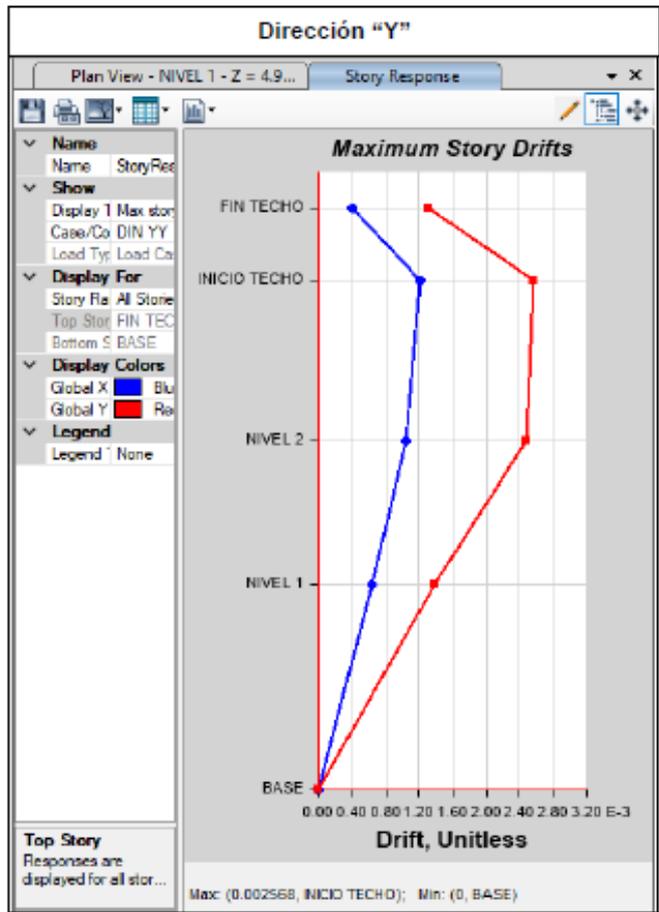
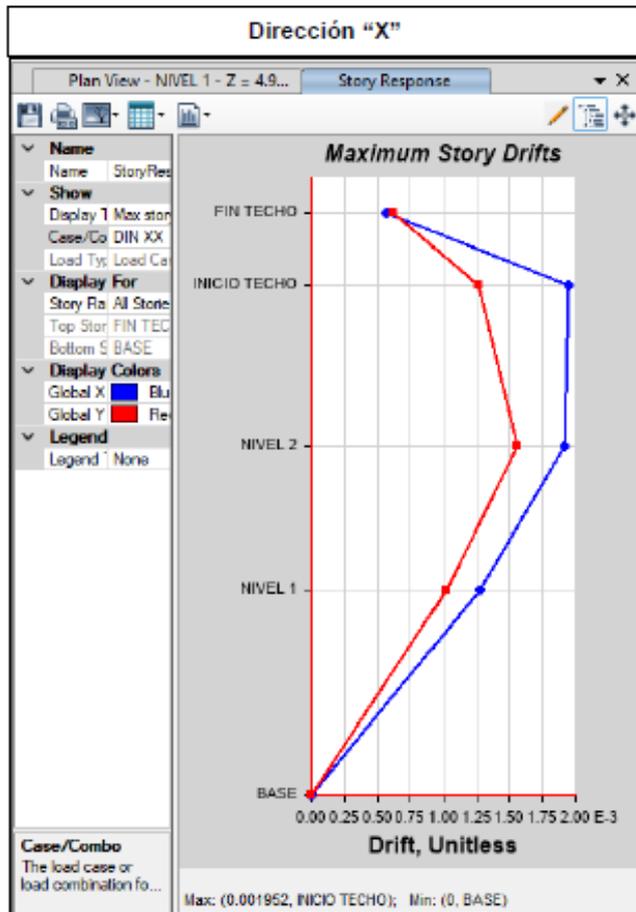
5. RESULTADOS: MODELO 4 (C)

5.1. DERIVAS

- Norma E-030 (2003)



- Norma E-030 (2018)



Story Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: Yes Sort: None Story Drifts

Filter: ((Output Case) = 'DIN XX') AND ((Direction) = 'X')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift
FIN TECHO	DIN XX	LinRespS...	Max	X	0.000563
INICIO TECHO	DIN XX	LinRespS...	Max	X	0.001952
NIVEL 2	DIN XX	LinRespS...	Max	X	0.001914
NIVEL 1	DIN XX	LinRespS...	Max	X	0.001278

Story Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

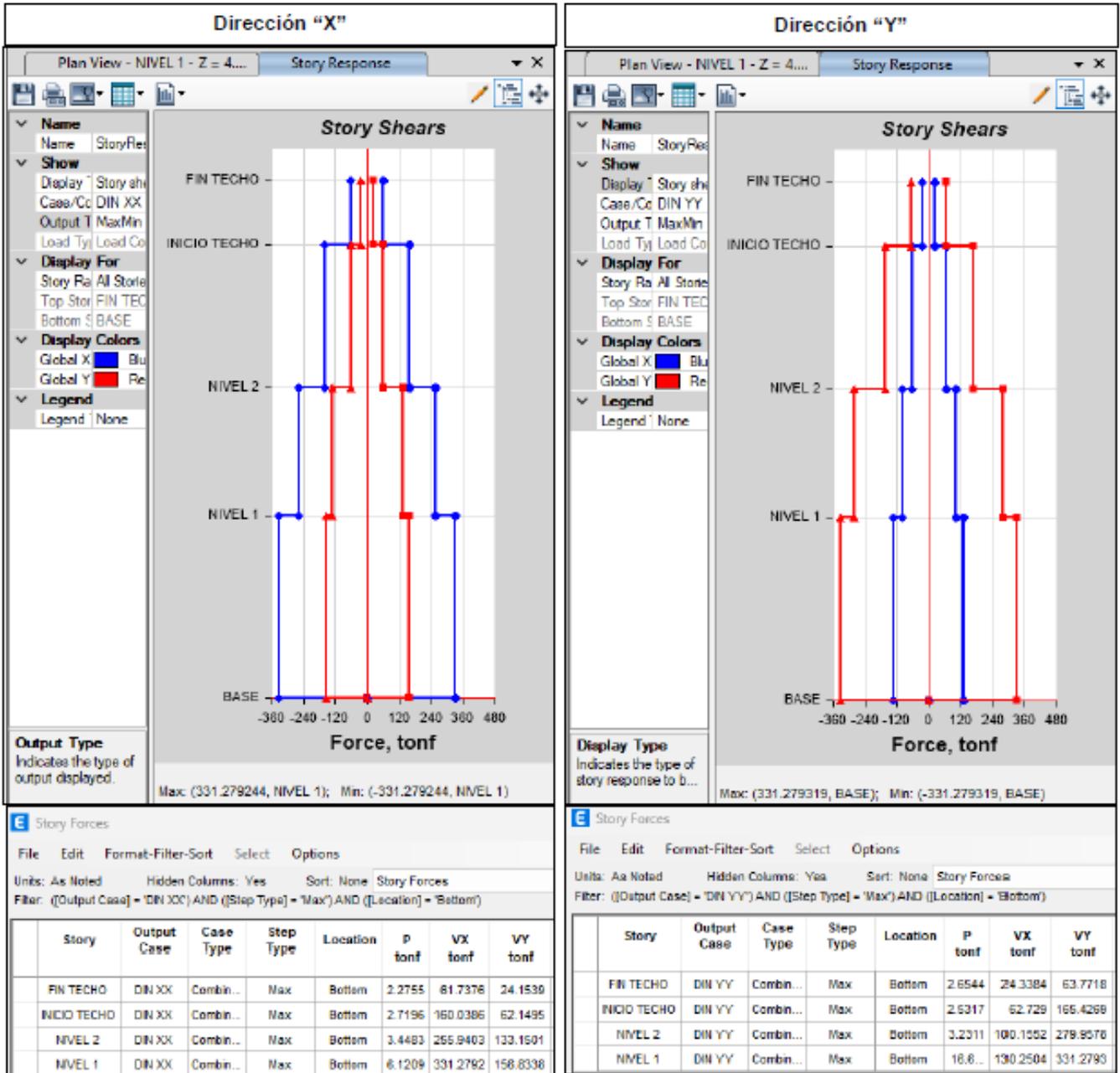
Units: As Noted Hidden Columns: Yes Sort: None Story Drifts

Filter: ((Output Case) = 'DIN YY') AND ((Direction) = 'Y')

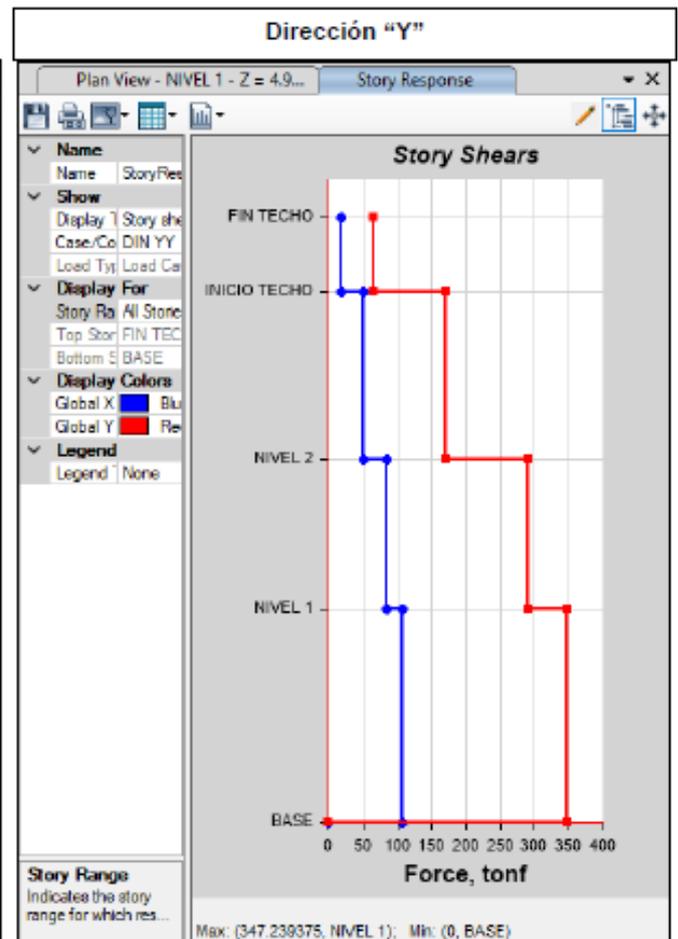
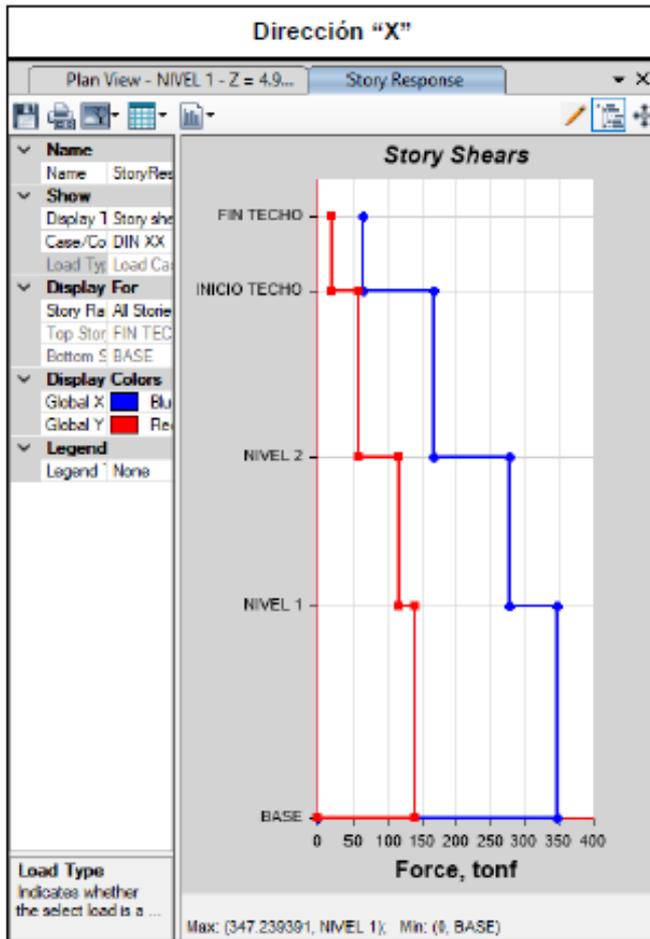
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift
FIN TECHO	DIN YY	LinRespS...	Max	Y	0.001319
INICIO TECHO	DIN YY	LinRespS...	Max	Y	0.002568
NIVEL 2	DIN YY	LinRespS...	Max	Y	0.002469
NIVEL 1	DIN YY	LinRespS...	Max	Y	0.001376

5.2. CORTANTE DINÁMICO

- Norma E-030 (2003)



- Norma E-030 (2018)



Story Forces

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: Yes Sort: None Story Forces

Filter: ([Output Case] = 'DN XX') AND ([Location] = 'Bottom')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
FIN TECHO	DN XX	LnRespSp...	Max	Bottom	2.273	64.8903	21.1456
INICIO TECHO	DN XX	LnRespSp...	Max	Bottom	2.6755	167.2145	56.2075
NIVEL 2	DN XX	LnRespSp...	Max	Bottom	3.3581	278.7893	118.2352
NIVEL 1	DN XX	LnRespSp...	Max	Bottom	5.5194	347.2394	139.8939

Story Forces

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: Yes Sort: None Story Forces

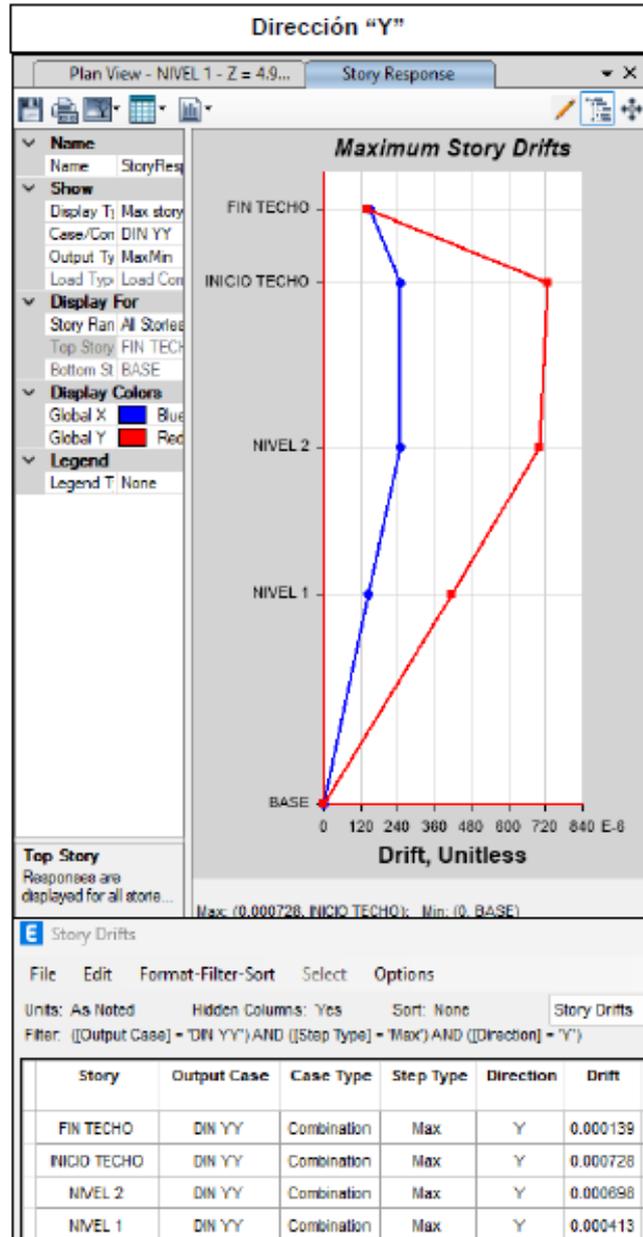
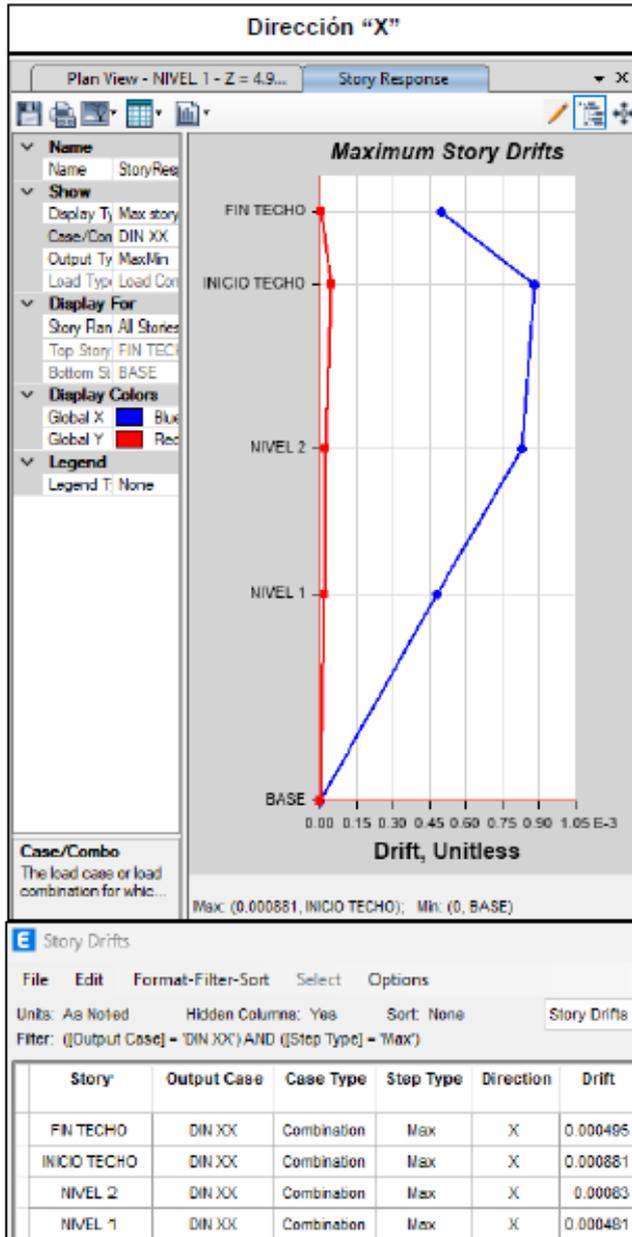
Filter: ([Output Case] = 'DN YY') AND ([Location] = 'Bottom')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
FIN TECHO	DN YY	LnRespSp...	Max	Bottom	2.3816	19.7966	64.8034
INICIO TECHO	DN YY	LnRespSp...	Max	Bottom	2.2288	51.3324	170.2423
NIVEL 2	DN YY	LnRespSp...	Max	Bottom	2.8771	85.2255	289.7732
NIVEL 1	DN YY	LnRespSp...	Max	Bottom	12.721	108.8814	347.2394

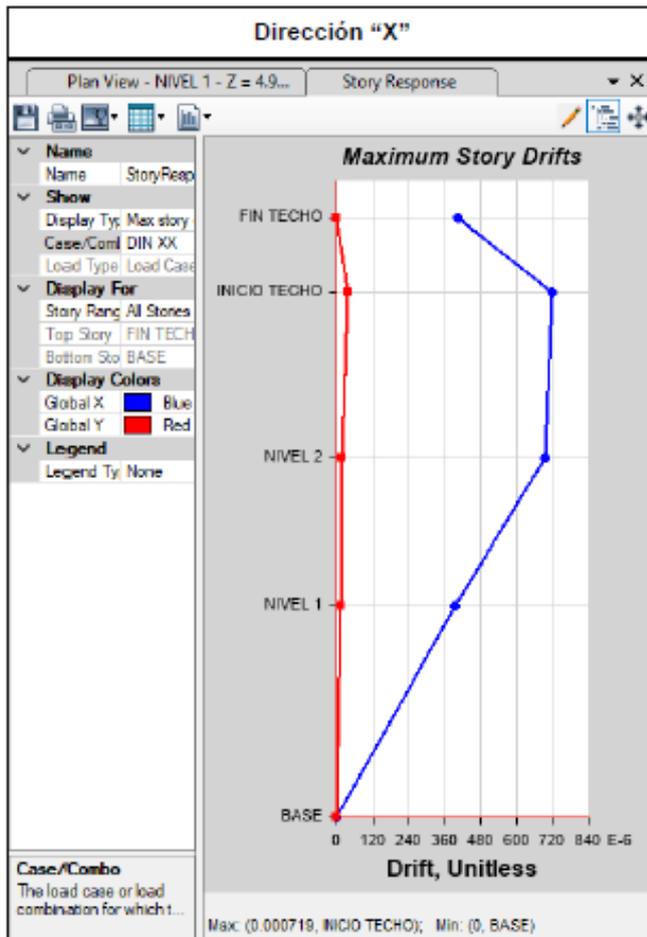
6. RESULTADOS: MODELO 5 (E)

6.1. DERIVAS

- Norma E-030 (2003)



- Norma E-030 (2018)



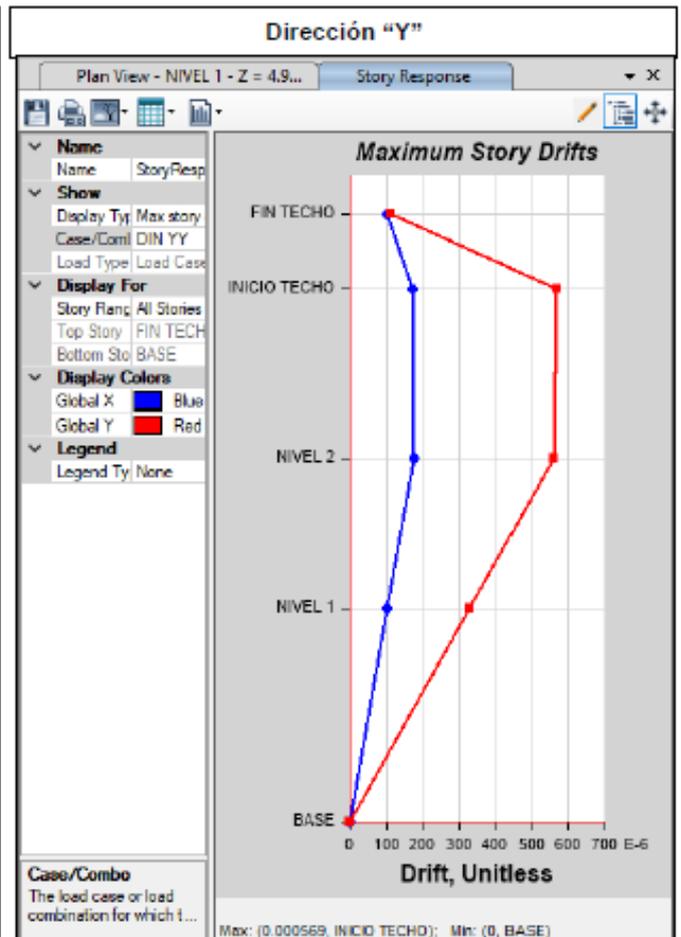
Story Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: Yes Sort: None Story Drifts

Filter: (([Output Case] = 'DIN XX') AND ([Direction] = 'X'))

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift
FIN TECHO	DIN XX	LinRespSpec	Max	X	0.000402
INICIO TECHO	DIN XX	LinRespSpec	Max	X	0.000719
NIVEL 2	DIN XX	LinRespSpec	Max	X	0.000693
NIVEL 1	DIN XX	LinRespSpec	Max	X	0.000396



Story Drifts

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

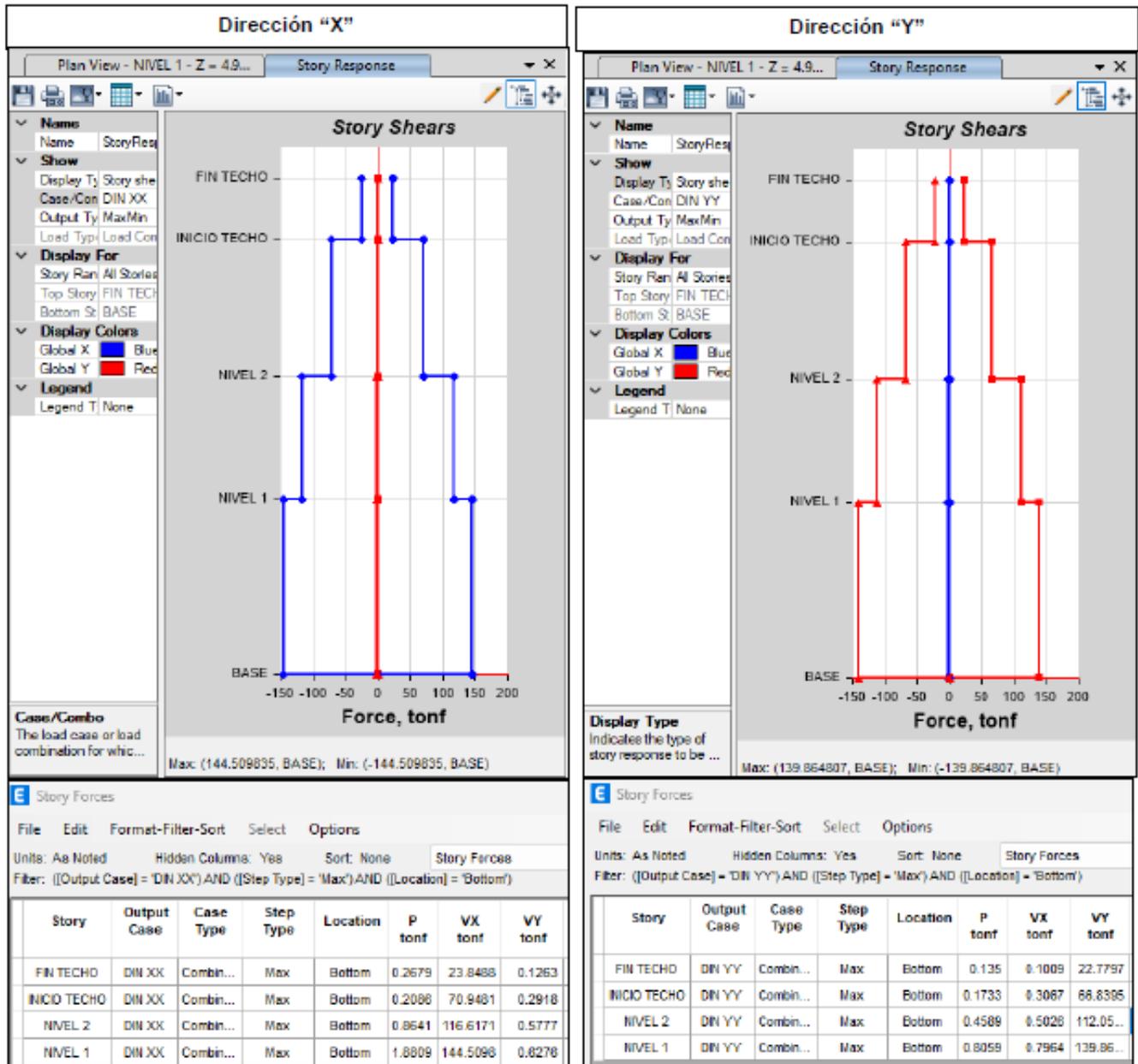
Units: As Noted Hidden Columns: Yes Sort: None Story Drifts

Filter: (([Output Case] = 'DIN YY') AND ([Direction] = 'Y'))

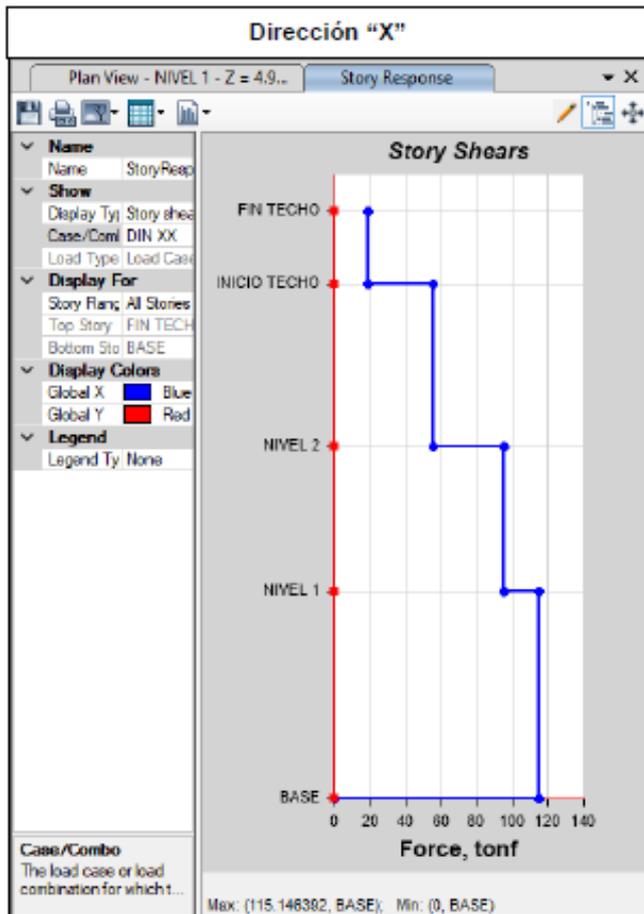
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift
FIN TECHO	DIN YY	LinRespSpec	Max	Y	0.000113
INICIO TECHO	DIN YY	LinRespSpec	Max	Y	0.000569
NIVEL 2	DIN YY	LinRespSpec	Max	Y	0.000561
NIVEL 1	DIN YY	LinRespSpec	Max	Y	0.000328

6.2. CORTANTE DINÁMICO

- Norma E-030 (2003)



- Norma E-030 (2018)



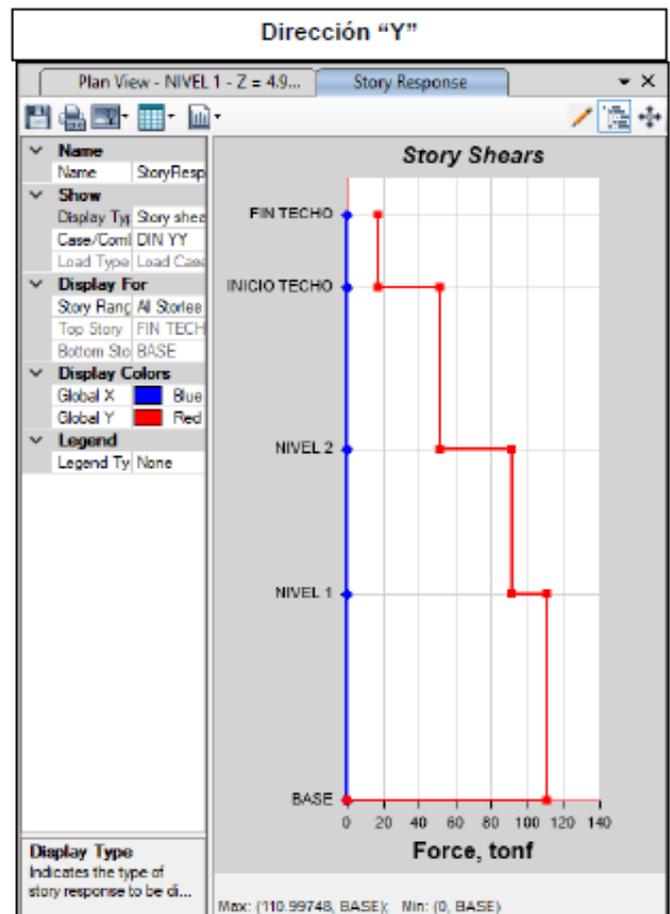
Story Forces

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: Yes Sort: None Story Forces

Filter: ([Output Case] = 'DIN XX') AND ([Location] = 'Bottom')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
FIN TECHO	DIN XX	LinRespS...	Max	Bottom	0.1636	10.519	0.0613
INICIO TECHO	DIN XX	LinRespS...	Max	Bottom	0.1194	55.5305	0.1342
NIVEL 2	DIN XX	LinRespS...	Max	Bottom	0.8238	95.3409	0.2588
NIVEL 1	DIN XX	LinRespS...	Max	Bottom	0.9969	115.1464	0.2815



Story Forces

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: Yes Sort: None Story Forces

Filter: ([Output Case] = 'DIN YY') AND ([Location] = 'Bottom')

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
FIN TECHO	DIN YY	LinRespS...	Max	Bottom	0.0758	0.0416	17.203
INICIO TECHO	DIN YY	LinRespS...	Max	Bottom	0.095	0.1301	51.7577
NIVEL 2	DIN YY	LinRespS...	Max	Bottom	0.182	0.2339	91.409
NIVEL 1	DIN YY	LinRespS...	Max	Bottom	0.2901	0.3245	110.9...

APÉNDICE 03:

Verificación de irregularidades

MODELO 1 (C-J)							
1. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA							
1.1. Irregularidad de Rigidez – Piso Blando							
PISO	Rigidez de piso/Story Stiffness tonf/m			Verificación	No presenta	1	
	Kxi	70% Kxi	$0.80 \cdot (Kx1+Kx2+Kx3)/3$				
NIVEL 1	107384.26	85585.23	79050.59	En ningún nivel la rigidez lateral <70% de la rigidez del nivel inmediato superior. Ni <80% de la rigidez promedio de los tres niveles superiores.	No presenta	1	
NIVEL 2	122264.62	52753.30	0.00				
NIVEL 3	75361.85	-	0.00				
1.2. Irregularidades de Resistencia – Piso Débil							
PISO	Cortante (Shear) tnf				Verificación	No presenta	1
	x	%	y	%			
NIVEL 1	270.292	32%	99.6062	31%	El cortante del piso inferior no supera a la del piso superior en 80%	No presenta	1
NIVEL 2	204.7709	83%	75.9791	74%			
NIVEL 3	111.772	-	43.7696	-			
1.3. Irregularidad Extrema de Rigidez							
NO presenta (Debido a que no presenta la primera irregularidad de Piso Blando)					No presenta	1	
1.4. Irregularidades Extrema de Resistencia							
NO presenta (Debido a que no presenta la primera irregularidad de Piso Débil)					No presenta	1	
1.6. Irregularidades de Masa o Peso							
PISO	Peso		Verificación	No presenta	1		
	tonf	%					
NIVEL 1	217.832	105.02%	El peso de cada piso no supera en 1.5 al piso adyacente.	No presenta	1		
NIVEL 2	207.416	49.30%					
NIVEL 3	102.257	50.81%					
FIN TECHO	51.960	0.00%					
1.7 Irregularidades de Geometría Vertical							
El edificio NO presenta discontinuidades ni variaciones de configuración de los elementos estructurales (Ver Modelo en ETABS)					No presenta	1	
1.8. Discontinuidad en los Sistemas Resistentes							
Todos los sistemas resistentes (Pórticos y muros) son continuos					No presenta	1	
1.8. Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes							
NO presenta (Debido a que no presenta la primera irregularidad de Discontinuidad)					No presenta	1	
2. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA							

2.1. Irregularidad Torsional						
Descripción	Desplazamiento elástico X			Verificación con carga sísmica en ambas direcciones	No presenta	1
	Max.	Prom.	Ratio			
Nivel 1	0.00278	0.00265	1.048	La desplazamiento relativos de entepiso no excede en 1.3 al desplazamiento promedio del entepiso.	No presenta	1
Nivel 2	0.00455	0.00436	1.045			
Desplazamiento elástico Y						
Max.	Prom.	Ratio				
Nivel 1	0.00378	0.00371	1.020			
Nivel 2	0.00637	0.00629	1.012			
2.2. Irregularidad Extrema Torsional						
NO presenta (Debido a que no presenta la primera irregularidad Torsional)					No presenta	1
2.3 Esquinas Entrantes						
El edificio NO presenta discontinuidades ni variaciones de configuración estructural por esquina entrante.					No presenta	1
2.4 Discontinuidad del Diafragma						
El edificio NO presenta discontinuidades ni variaciones de configuración estructural del diafragma, NO se tienen aberturas en las Losas de Entepiso					No presenta	1
2.5. Sistemas no Paralelos						
El edificio NO presenta discontinuidades ni variaciones de configuración estructural en planta con ejes inclinados, todos los ejes son horizontales y verticales.					No presenta	1

RESULTADO: EDIFICACIÓN REGULAR

MODELO 2 (J)							
1. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA							
1.1. Irregularidad de Rigidez – Piso Blando							
PISO	Rigidez de piso/Story Stiffness tonf/m			Verificación	No presenta	1	
	Kxi	70% Kxi	$0.80 \cdot (Kx1+Kx2+Kx3)/3$				
NIVEL 1	146372.25	115670.61	106687.27	En ningún nivel la rigidez lateral <70% de la rigidez del nivel inmediato superior. Ni <80% de las rigidez promedio de los tres niveles superiores.	No presenta	1	
NIVEL 2	165243.73	71032.11	0.00				
NIVEL 3	101474.44	-	0.00				
1.2. Irregularidades de Resistencia – Piso Débil							
PISO	Cortante (Shear) tnf				Verificación	No presenta	1
	x	%	y	%			
NIVEL 1	340.1208	32%	127.4193	31%	El cortante del piso inferior no supera a la del piso superior en 80%	No presenta	1
NIVEL 2	258.2278	44%	97.1872	42%			
NIVEL 3	178.9148	-	68.3909	-			
1.3. Irregularidad Extrema de Rigidez							
NO presenta (Debido a que no presenta la primera irregularidad de Piso Blando)					No presenta	1	
1.4. Irregularidades Extrema de Resistencia							
NO presenta (Debido a que no presenta la primera irregularidad de Piso Débil)					No presenta	1	
1.6. Irregularidades de Masa o Peso							
PISO	Peso		Verificación	No presenta	1		
	tonf	%					
NIVEL 1	281.261	105.01%	El peso de cada piso no supera en 1.5 al piso adyacente.	No presenta	1		
NIVEL 2	267.833	49.92%					
NIVEL 3	133.707	48.44%					
FIN TECHO	64.771	0.00%					
1.7 Irregularidades de Geometría Vertical							
El edificio NO presenta discontinuidades ni variaciones de configuración de los elementos estructurales (Ver Modelo en ETABS)					No presenta	1	
1.8. Discontinuidad en los Sistemas Resistentes							
Todos los sistemas resistentes (Pórticos y muros) son continuos					No presenta	1	
1.8. Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes							
NO presenta (Debido a que no presenta la primera irregularidad de Discontinuidad)					No presenta	1	
2. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA							

2.1. Irregularidad Torsional								
Descripción	Desplazamiento elástico X			Verificación con carga sísmica en ambas direcciones				
	Max.	Prom.	Ratio					
Nivel 1	0.00256	0.00246	1.039	La desplazamiento relativos de entepiso no excede en 1.3 al desplazamiento promedio del entepiso.	No presenta	1		
Nivel 2	0.00425	0.00410	1.036					
Desplazamiento elástico Y								
Max.	Prom.	Ratio						
Nivel 1	0.00413	0.00406	1.018					
Nivel 2	0.00690	0.00681	1.013					
2.2. Irregularidad Extrema Torsional								
NO presenta (Debido a que no presenta la primera irregularidad Torsional)				No presenta	1			
2.3 Esquinas Entrantes								
El edificio NO presenta discontinuidades ni variaciones de configuración estructural por esquina entrante.				No presenta	1			
2.4 Discontinuidad del Diafragma								
El edificio NO presenta discontinuidades ni variaciones de configuración estructural del diafragma, NO se tienen aberturas en las Losas de Entepiso				No presenta	1			
2.5. Sistemas no Paralelos								
El edificio NO presenta discontinuidades ni variaciones de configuración estructural en planta con ejes inclinados, todos los ejes son horizontales y verticales.				No presenta	1			

RESULTADO: EDIFICACIÓN REGULAR

MODELO 3 (B)							
1. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA							
1.1. Irregularidad de Rigidez – Piso Blando							
PISO	Rigidez de piso/Story Stiffness tonf/m			Verificación	No presenta	1	
	Kxi	70% Kxi	$0.80 \cdot (Kx1+Kx2+Kx3)/3$				
NIVEL 1	240867.199	11678.52	35678.19	En ningún nivel la rigidez lateral <70% de la rigidez del nivel inmediato superior. Ni <80% de las rigidez promedio de los tres niveles superiores.	No presenta	1	
NIVEL 2	16683.605	50758.32	0.00				
NIVEL 3	72511.879	-	0.00				
1.2. Irregularidades de Resistencia – Piso Débil							
PISO	Cortante (Shear) tnf				Verificación	No presenta	1
	x	%	y	%			
NIVEL 1	524.5567	22%	524.5568	28%	El cortante del piso inferior no supera a la del piso superior en 80%	No presenta	1
NIVEL 2	430.4907	35%	409.6327	51%			
NIVEL 3	318.415	-	271.0362	-			
1.3. Irregularidad Extrema de Rigidez							
NO presenta (Debido a que no presenta la primera irregularidad de Piso Blando)					No presenta	1	
1.4. Irregularidades Extrema de Resistencia							
NO presenta (Debido a que no presenta la primera irregularidad de Piso Débil)					No presenta	1	
1.6. Irregularidades de Masa o Peso							
PISO	Peso		Verificación	No presenta	1		
	tonf	%					
NIVEL 1	498.368	94.07%	El peso de cada piso no supera en 1.5 al piso adyacente.	No presenta	1		
NIVEL 2	529.783	48.42%					
NIVEL 3	256.543	41.28%					
FIN TECHO	105.911	0.00%					
1.7 Irregularidades de Geometría Vertical							
El edificio NO presenta discontinuidades ni variaciones de configuración de los elementos estructurales (Ver Modelo en ETABS)					No presenta	1	
1.8. Discontinuidad en los Sistemas Resistentes							
Todos los sistemas resistentes (Pórticos y muros) son continuos					No presenta	1	
1.8. Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes							
NO presenta (Debido a que no presenta la primera irregularidad de Discontinuidad)					No presenta	1	
2. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA							

2.1. Irregularidad Torsional						
Descripción	Desplazamiento elástico X			Verificación con carga sísmica en ambas direcciones	Presenta	0.75
	Max.	Prom.	Ratio			
Nivel 1	0.00519	0.003307	1.6	La desplazamiento de entrepiso excede en 1.3 al desplazamiento promedio del entrepiso.	Presenta	0.75
Nivel 2	0.010865	0.00704	1.5			
Desplazamiento elástico Y						
Max.	Prom.	Ratio				
Nivel 1	0.007026	0.004087	1.7			
Nivel 2	0.014716	0.008656	1.7			
2.2. Irregularidad Extrema Torsional						
La desplazamiento de entrepiso excede en 1.5 al desplazamiento promedio del entrepiso.					Presenta	0.60
2.3 Esquinas Entrantes						
Descripción	Longitud			Verificación en ambas direcciones	Presenta	0.90
	Long. Esq.	Long.	%			
Dirección X	11.92	23.4	0.509	La dimensión es mayor que 20%	Presenta	0.90
Dirección Y	7.58	24.76	0.306	La dimensión es mayor que 20%		
2.4 Discontinuidad del Diafragma						
El edificio NO presenta discontinuidades ni variaciones de configuración estructural del diafragma, NO se tienen aberturas en las Losas de Entrepiso					No presenta	1
2.5. Sistemas no Paralelos						
El edificio NO presenta discontinuidades ni variaciones de configuración estructural en planta con ejes inclinados, todos los ejes son horizontales y verticales.					No presenta	1

RESULTADO: EDIFICACIÓN IRREGULAR

MODELO 4 (C)							
1. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA							
1.1. Irregularidad de Rigidez – Piso Blando							
PISO	Rigidez de piso/Story Stiffness tonf/m			Verificación	No presenta	1	
	Kxi	70% Kxi	$0.80 \cdot (Kx1+Kx2+Kx3)/3$				
NIVEL 1	140396.754	70632.33	59536.73	En ningún nivel la rigidez lateral <70% de la rigidez del nivel inmediato superior. Ni <80% de las rigidez promedio de los tres niveles superiores.	No presenta	1	
NIVEL 2	100903.322	33556.95	0.00				
NIVEL 3	47938.506	-	0.00				
1.2. Irregularidades de Resistencia – Piso Débil							
PISO	Cortante (Shear) tnf				Verificación	No presenta	1
	x	%	y	%			
NIVEL 1	347.2394	25%	347.2394	20%	El cortante del piso inferior no supera a la del piso superior en 80%	No presenta	1
NIVEL 2	278.7693	21%	289.7722	23%			
NIVEL 3	231.3078	-	234.8457	-			
1.3. Irregularidad Extrema de Rigidez							
NO presenta (Debido a que no presenta la primera irregularidad de Piso Blando)					No presenta	1	
1.4. Irregularidades Extrema de Resistencia							
NO presenta (Debido a que no presenta la primera irregularidad de Piso Débil)					No presenta	1	
1.6. Irregularidades de Masa o Peso							
PISO	Peso		Verificación	No presenta	1		
	tonf	%					
NIVEL 1	334.593	104.40%	El peso de cada piso no supera en 1.5 al piso adyacente.	No presenta	1		
NIVEL 2	320.484	52.60%					
NIVEL 3	168.559	57.49%					
FIN TECHO	96.899	0.00%					
1.7 Irregularidades de Geometría Vertical							
El edificio NO presenta discontinuidades ni variaciones de configuración de los elementos estructurales (Ver Modelo en ETABS)					No presenta	1	
1.8. Discontinuidad en los Sistemas Resistentes							
Todos los sistemas resistentes (Pórticos y muros) son continuos					No presenta	1	
1.8. Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes							
NO presenta (Debido a que no presenta la primera irregularidad de Discontinuidad)					No presenta	1	
2. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA							

2.1. Irregularidad Torsional						
Descripción	Desplazamiento elástico X			Verificación con carga sísmica en ambas direcciones	Presenta	0.75
	Max.	Prom.	Ratio			
Nivel 1	0.006349	0.0039	1.6	La desplazamiento de entrepiso excede en 1.3 al desplazamiento promedio del entrepiso.	Presenta	0.75
Nivel 2	0.013075	0.008249	1.6			
Desplazamiento elástico Y						
Max.	Prom.	Ratio				
Nivel 1	0.006839	0.005893	1.2			
Nivel 2	0.015522	0.01276	1.2			
2.2. Irregularidad Extrema Torsional						
La desplazamiento de entrepiso excede en 1.5 al desplazamiento promedio del entrepiso.					Presenta	0.60
2.3 Esquinas Entrantes						
Descripción	Longitud			Verificación en ambas direcciones	Presenta	0.90
	Long. Esq.	Long.	%			
Dirección X	8.14	19.63	0.4	La dimensión es mayor que 20%	Presenta	0.90
Dirección Y	7.57	20.01	0.4	La dimensión es mayor que 20%		
2.4 Discontinuidad del Diafragma						
El edificio NO presenta discontinuidades ni variaciones de configuración estructural del diafragma, NO se tienen aberturas en las Losas de Entrepiso					No presenta	1
2.5. Sistemas no Paralelos						
El edificio NO presenta discontinuidades ni variaciones de configuración estructural en planta con ejes inclinados, todos los ejes son horizontales y verticales.					No presenta	1

RESULTADO: EDIFICACIÓN IRREGULAR

MODELO 5 (E)							
1. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA							
1.1. Irregularidad de Rigidez – Piso Blando							
PISO	Rigidez de piso/Story Stiffness tonf/m			Verificación	No presenta	1	
	Kxi	70% Kxi	$0.80 \cdot (Kx1+Kx2+Kx3)/3$				
NIVEL 1	61756.93	27972.66	24551.24	En ningún nivel la rigidez lateral <70% de la rigidez del nivel inmediato superior. Ni <80% de la rigidez promedio de los tres niveles superiores.	No presenta	1	
NIVEL 2	39960.94	14992.00	0.00				
NIVEL 3	21417.15	-	0.00				
1.2. Irregularidades de Resistencia – Piso Débil							
PISO	Cortante (Shear) tnf				Verificación	No presenta	1
	x	%	y	%			
NIVEL 1	115.1464	21%	110.9975	21%	El cortante del piso inferior no supera a la del piso superior en 80%	No presenta	1
NIVEL 2	95.3499	29%	91.409	33%			
NIVEL 3	74.0495	-	68.9607	-			
1.3. Irregularidad Extrema de Rigidez							
NO presenta (Debido a que no presenta la primera irregularidad de Piso Blando)					No presenta	1	
1.4. Irregularidades Extrema de Resistencia							
NO presenta (Debido a que no presenta la primera irregularidad de Piso Débil)					No presenta	1	
1.6. Irregularidades de Masa o Peso							
PISO	Peso		Verificación	No presenta	1		
	tonf	%					
NIVEL 1	196.291	97.72%	El peso de cada piso no supera en 1.5 al piso adyacente.	No presenta	1		
NIVEL 2	200.874	53.26%					
NIVEL 3	106.981	47.67%					
FIN TECHO	51.001	0.00%					
1.7 Irregularidades de Geometría Vertical							
El edificio NO presenta discontinuidades ni variaciones de configuración de los elementos estructurales (Ver Modelo en ETABS)					No presenta	1	
1.8. Discontinuidad en los Sistemas Resistentes							
Todos los sistemas resistentes (Pórticos y muros) son continuos					No presenta	1	
1.8. Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes							
NO presenta (Debido a que no presenta la primera irregularidad de Discontinuidad)					No presenta	1	
2. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA							

2.1. Irregularidad Torsional									
Descripción	Desplazamiento elástico X			Verificación con carga sísmica en ambas direcciones	No presenta	1			
	Max.	Prom.	Ratio						
Nivel 1	0.00197	0.00193	1.018	La desplazamiento relativos de entrepiso no excede en 1.3 al desplazamiento promedio del entrepiso.	No presenta	1			
Nivel 2	0.00441	0.00433	1.017						
Desplazamiento elástico Y									
Max.	Prom.	Ratio							
Nivel 1	0.00163	0.00135							1.208
Nivel 2	0.00360	0.00299							1.206
2.2. Irregularidad Extrema Torsional									
NO presenta (Debido a que no presenta la primera irregularidad Torsional)					No presenta	1			
2.3 Esquinas Entrantes									
El edificio NO presenta discontinuidades ni variaciones de configuración estructural por esquina entrante.					No presenta	1			
2.4 Discontinuidad del Diafragma									
El edificio NO presenta discontinuidades ni variaciones de configuración estructural del diafragma, NO se tienen aberturas en las Losas de Entrepiso					No presenta	1			
2.5. Sistemas no Paralelos									
El edificio NO presenta discontinuidades ni variaciones de configuración estructural en planta con ejes inclinados, todos los ejes son horizontales y verticales.					No presenta	1			

RESULTADO: EDIFICACIÓN REGULAR

APÉNDICE 04:

Panel fotográfico de levantamiento
arquitectónico

Fotografía 1

Instalación de la Estación Total



Fotografía 2

Toma de niveles de los Módulos de la Institución Educativa



Fotografía 3

Elevación Principal del Módulo "C"



Fotografía 4

Verificación de la sección de las columnas en todos los módulos analizados



Fotografía 5

Pórtico exterior Módulo Administrativo "B"



Fotografía 6

Pórtico central de elevación principal Módulo "B"



Fotografía 7

Pórticos interiores típicos 1er y 2do Nivel Módulos "C", "E" y "J"



Fotografía 8

Pórticos interiores típicos 3er Nivel Módulos "C", "E" y "J"



Fotografía 9

Hall de Ingreso Módulos "C" (doble altura)



Fotografía 10

Pórticos Típicos Primer Piso Módulos "E"



Fotografía 11

Pórticos Típicos Segundo Piso Módulos "E"



Fotografía 12

Pórticos Típicos Primer Piso Módulo "C"



Fotografía 13

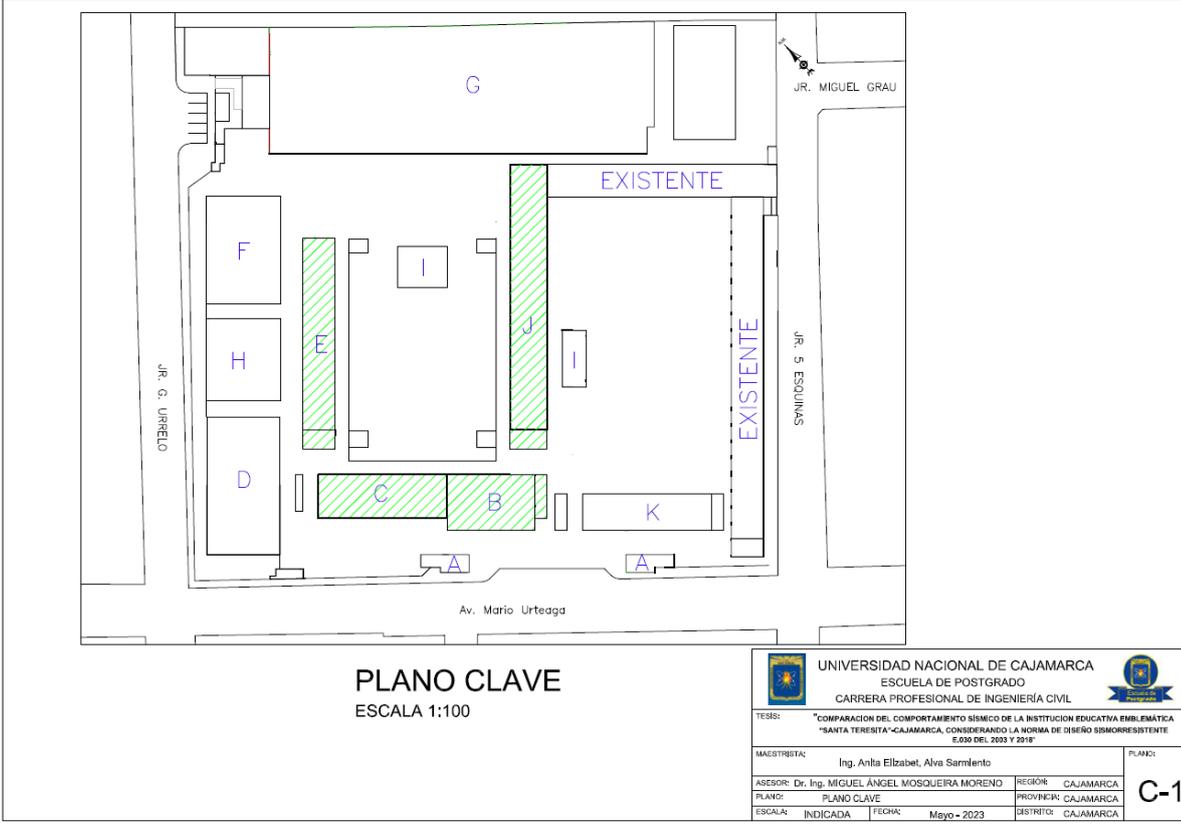
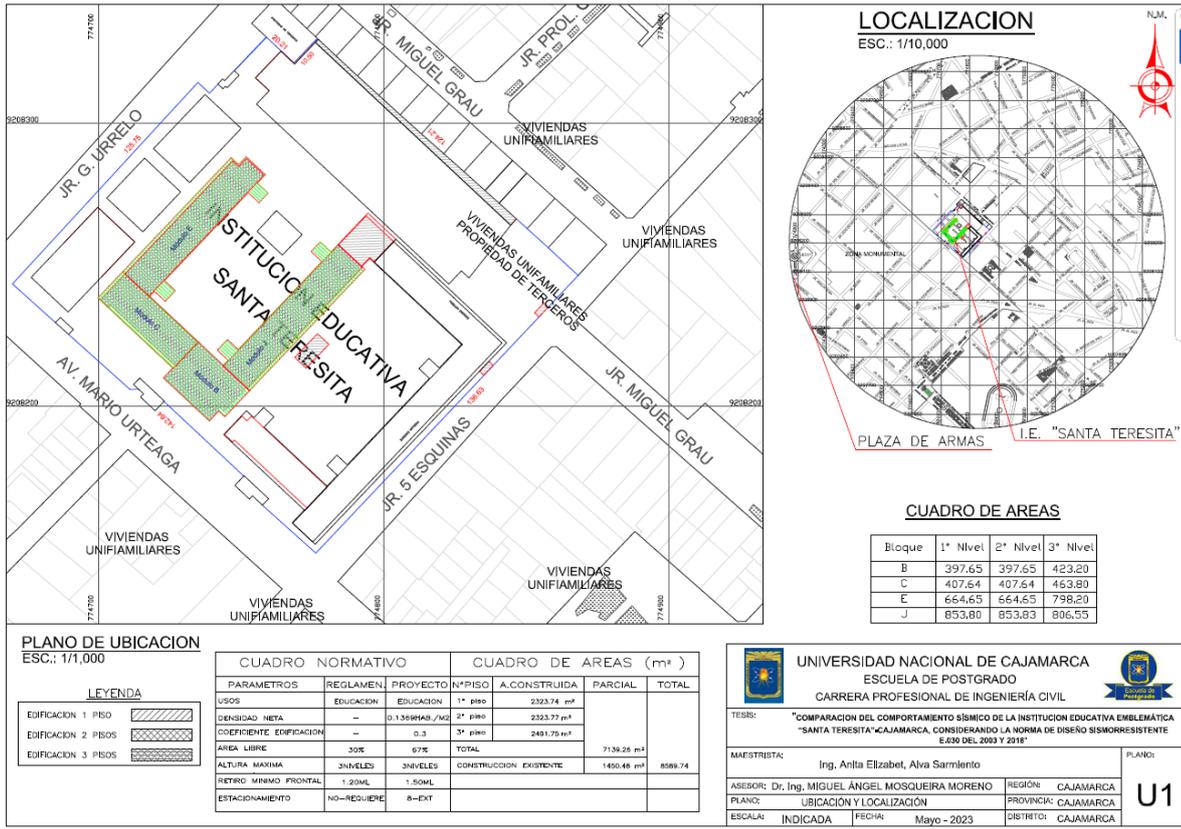
Elevación Principal I.E. Emblemática "Santa Teresita" en la actualidad (2023)

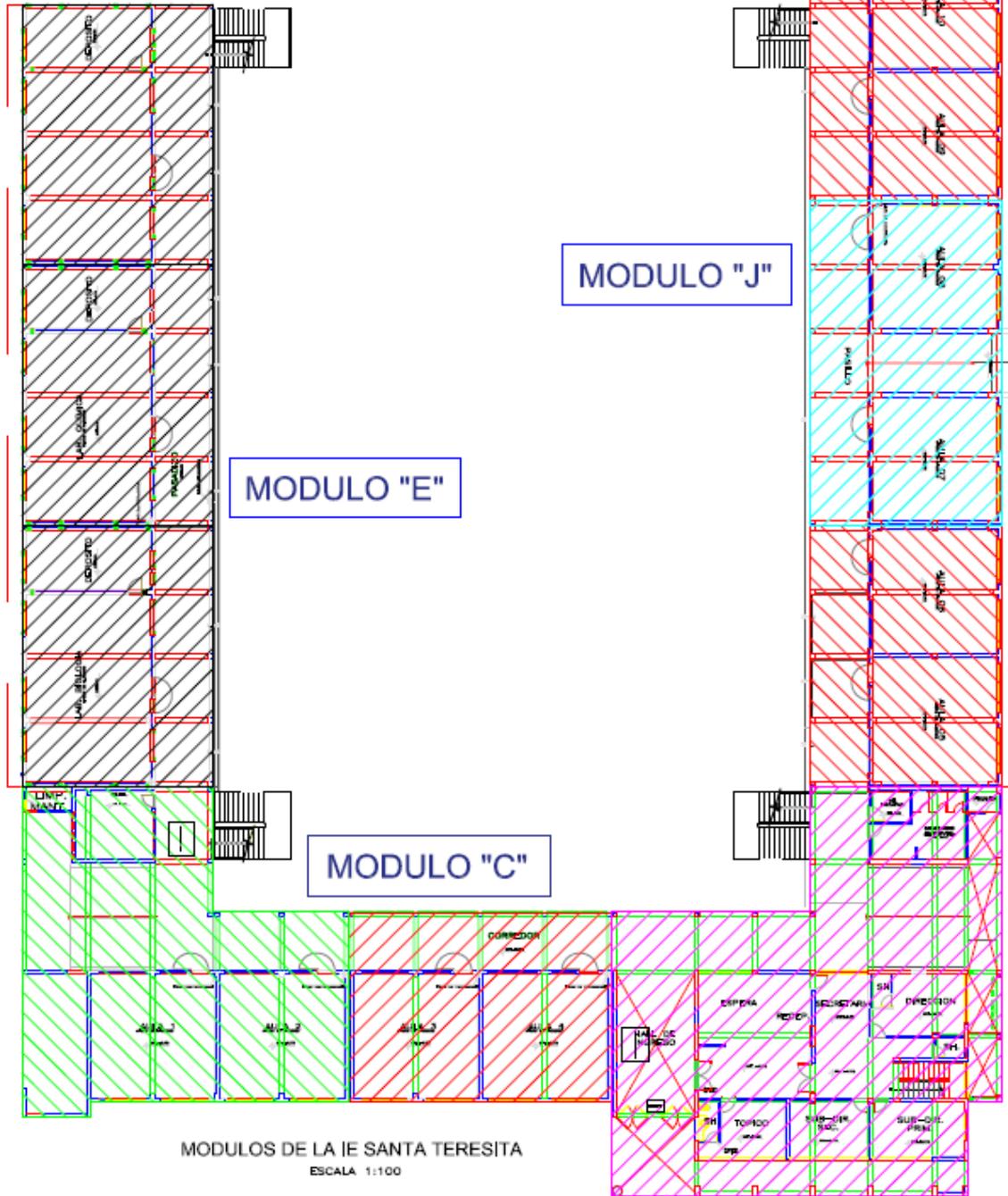


APÉNDICE 05:

Planos

- Plano de ubicación
- Plano clave
- Plano de ubicación de modelos estructurales
- Planos de replanteo: Plantas generales
- Planos de replanteo: Módulo “B”
- Planos de replanteo: Módulo “C”
- Planos de replanteo: Módulo “E”
- Planos de replanteo: Módulo

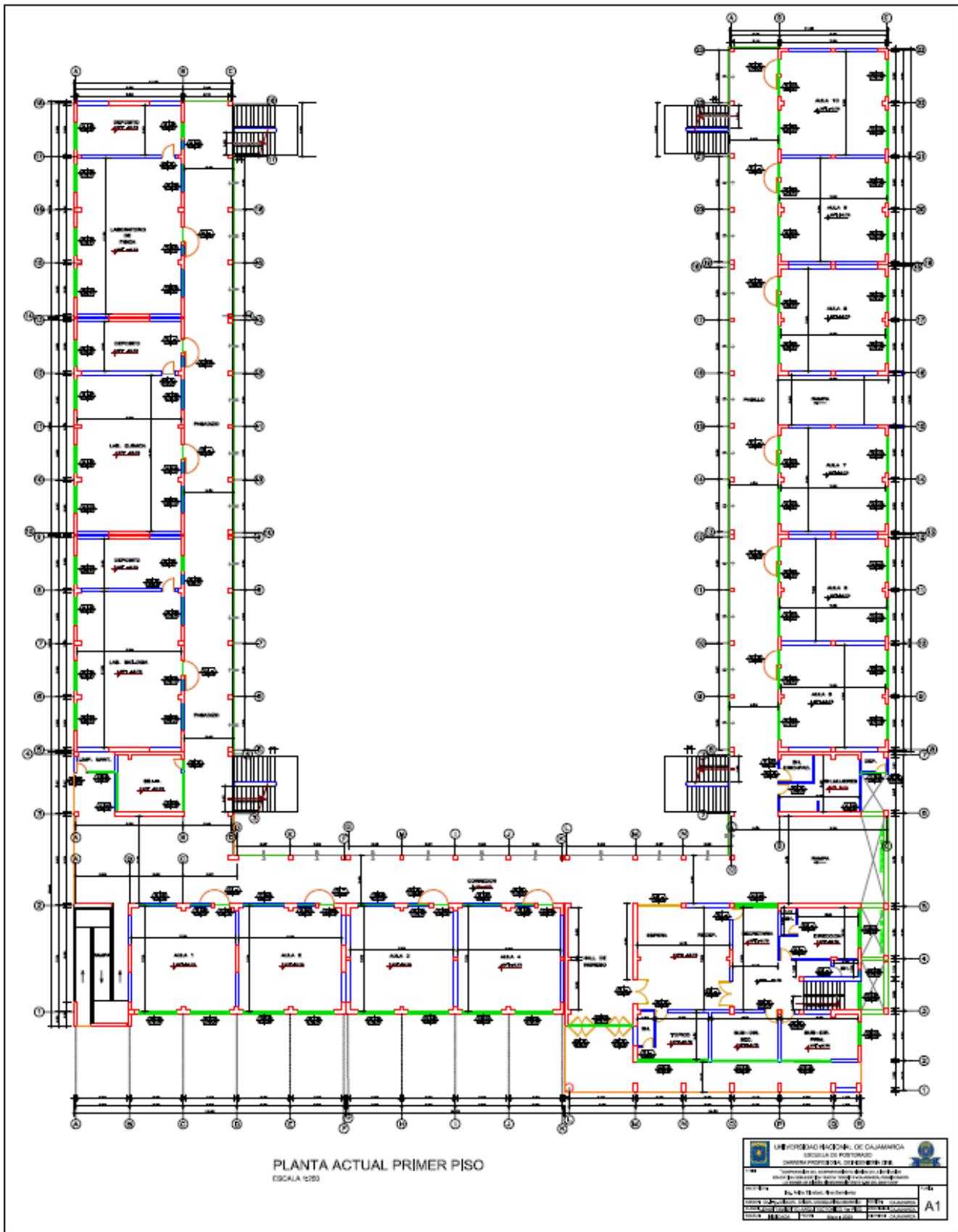


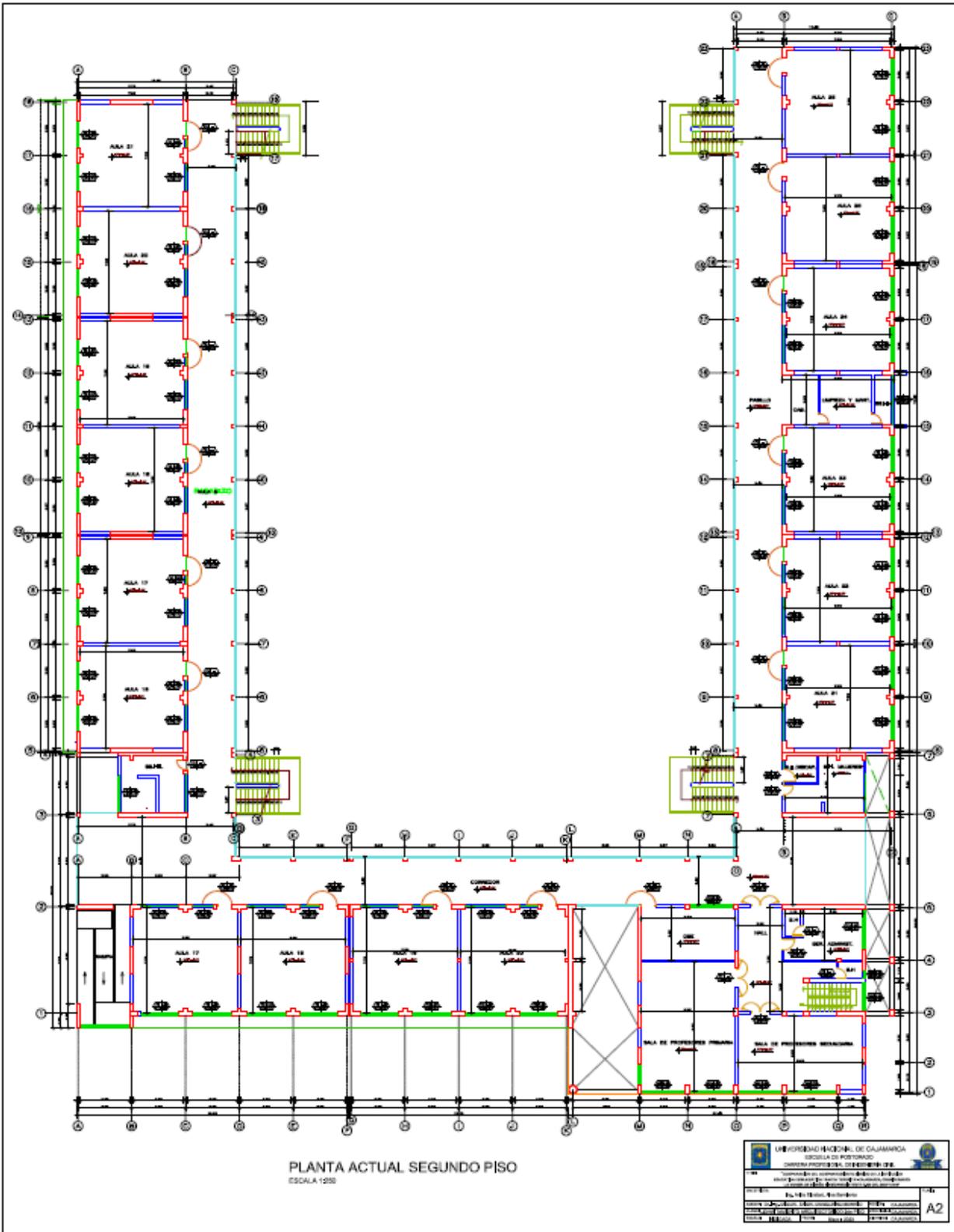


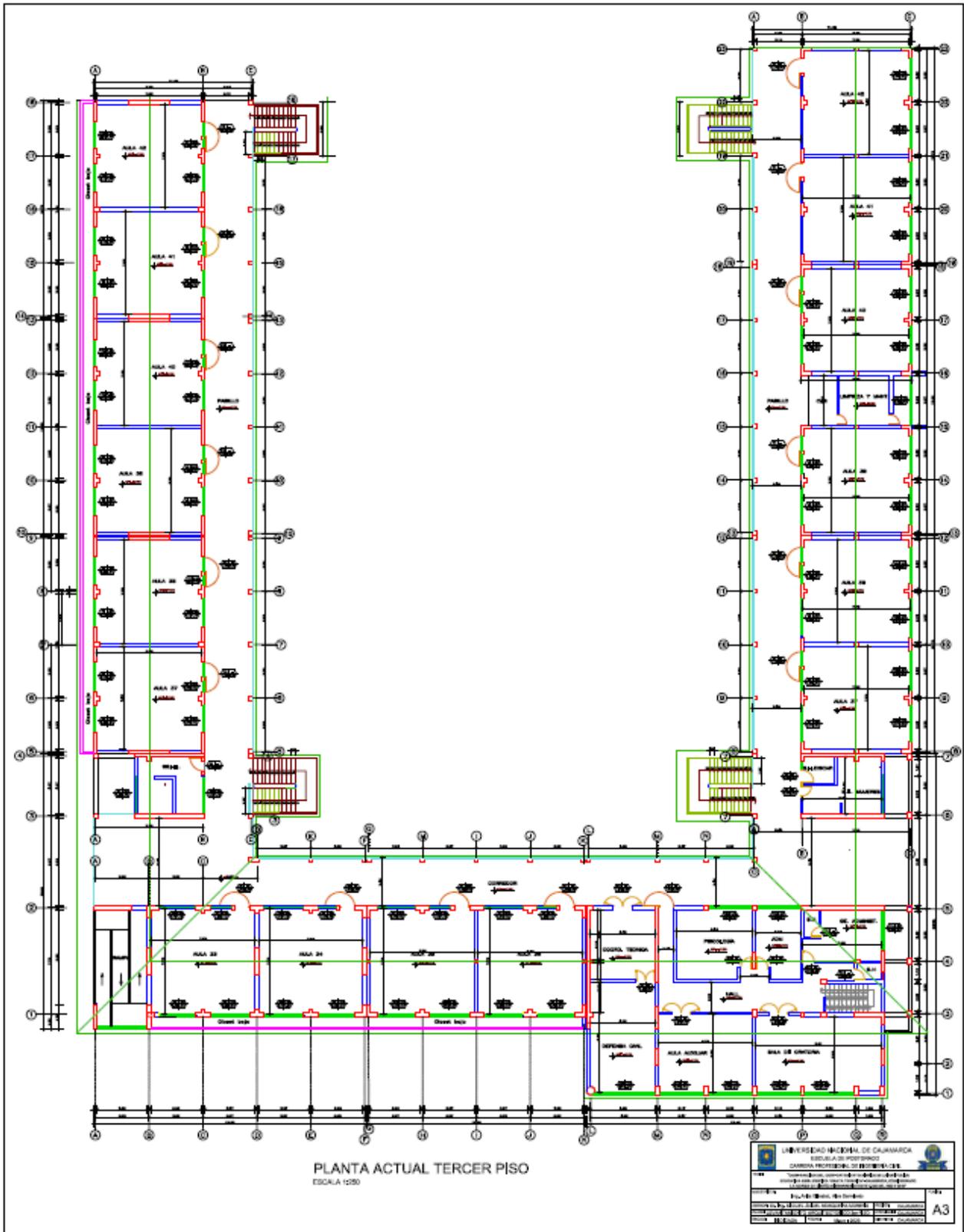
MODULOS DE LA IE SANTA TERESITA
ESCALA 1:100

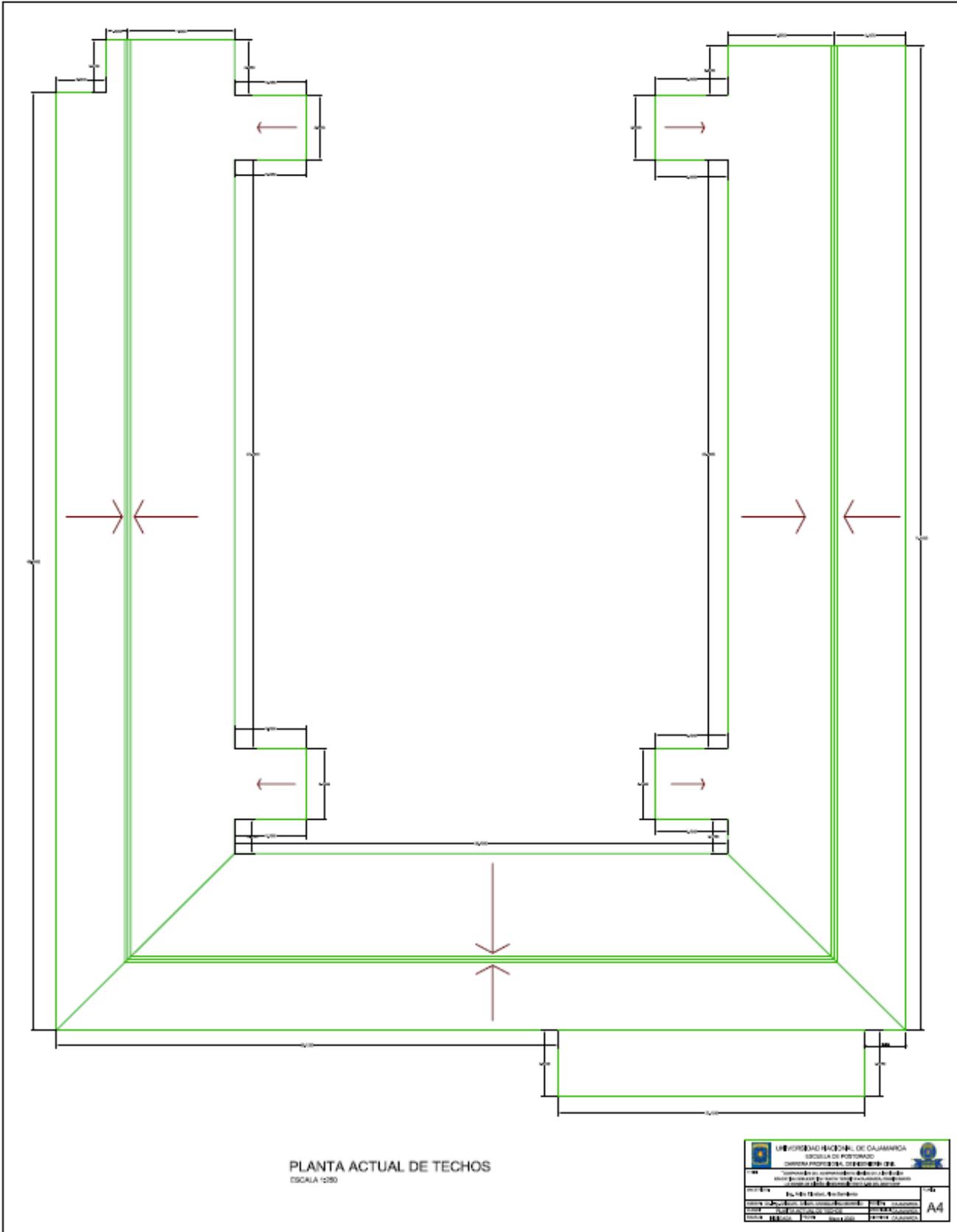
MODULOS DE LA IE SANTA TERESITA		
MODELO 1		MODULO "C" y MODULO "J"
MODELO 2		MODULO "J"
MODELO 3		MODULO "B"
MODELO 4		MODULO "C"
MODELO 5		MODULO "E"

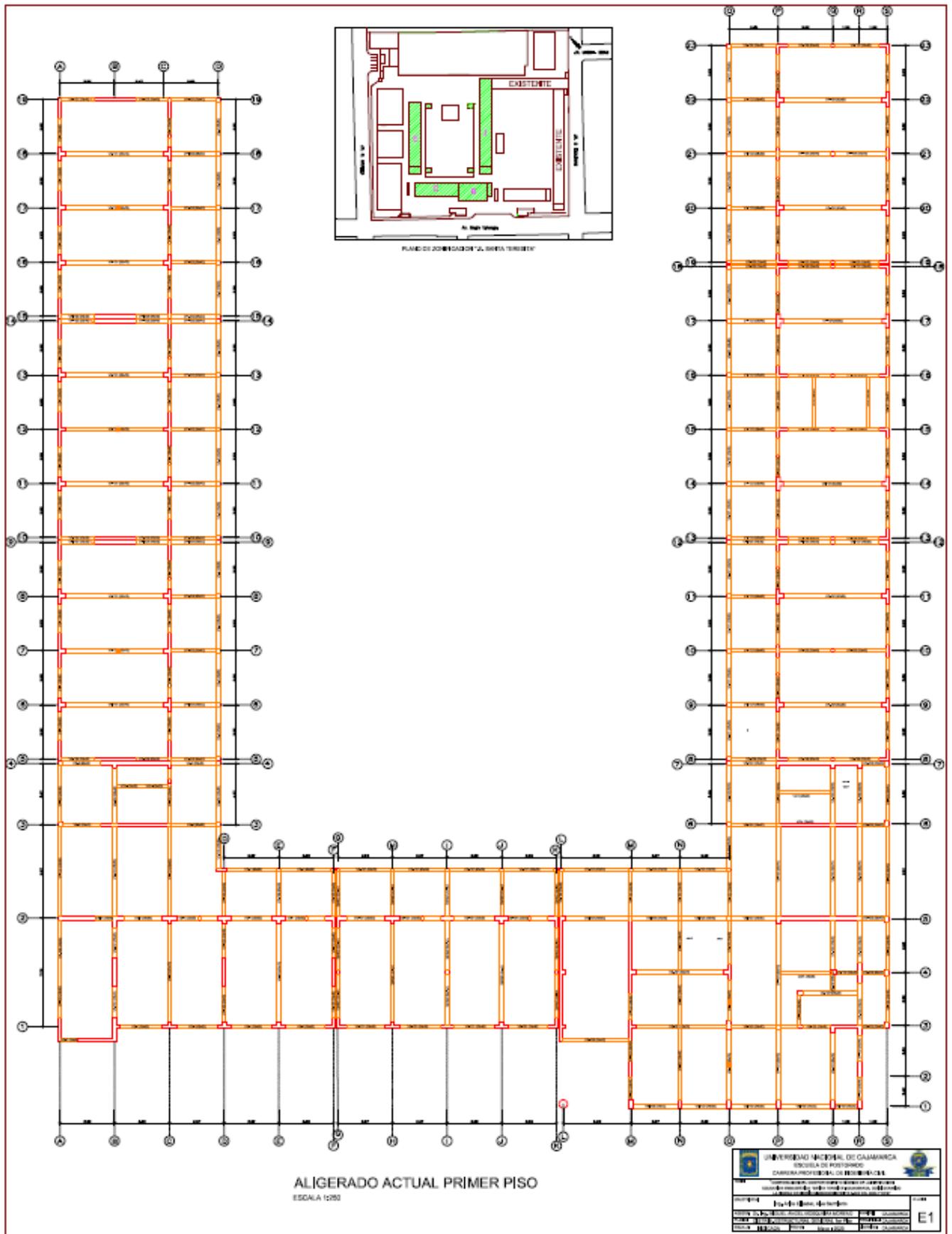
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSTGRADO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
TITULO: "Comparación del comportamiento sísmico de la estructura educativa prebásica "IE Santa Teresita" de Cajamarca, construida en la zona de riesgo sísmico intermedio de ENEC 3003 y 2014"		
MAESTRO(A)	Ing. Anita Elisabet Alva Sambrano	PLANA
ASESOR	Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUERA MORENO	REGION
PLAZA	UNIFICACION DE LOS MODELOS ESTRUCTURALES	PROYECTO
PROYECTO	INDICADA	DEPARTAMENTO
	PROYECTO	CAJAMARCA
	Mayo 2023	
		M-1

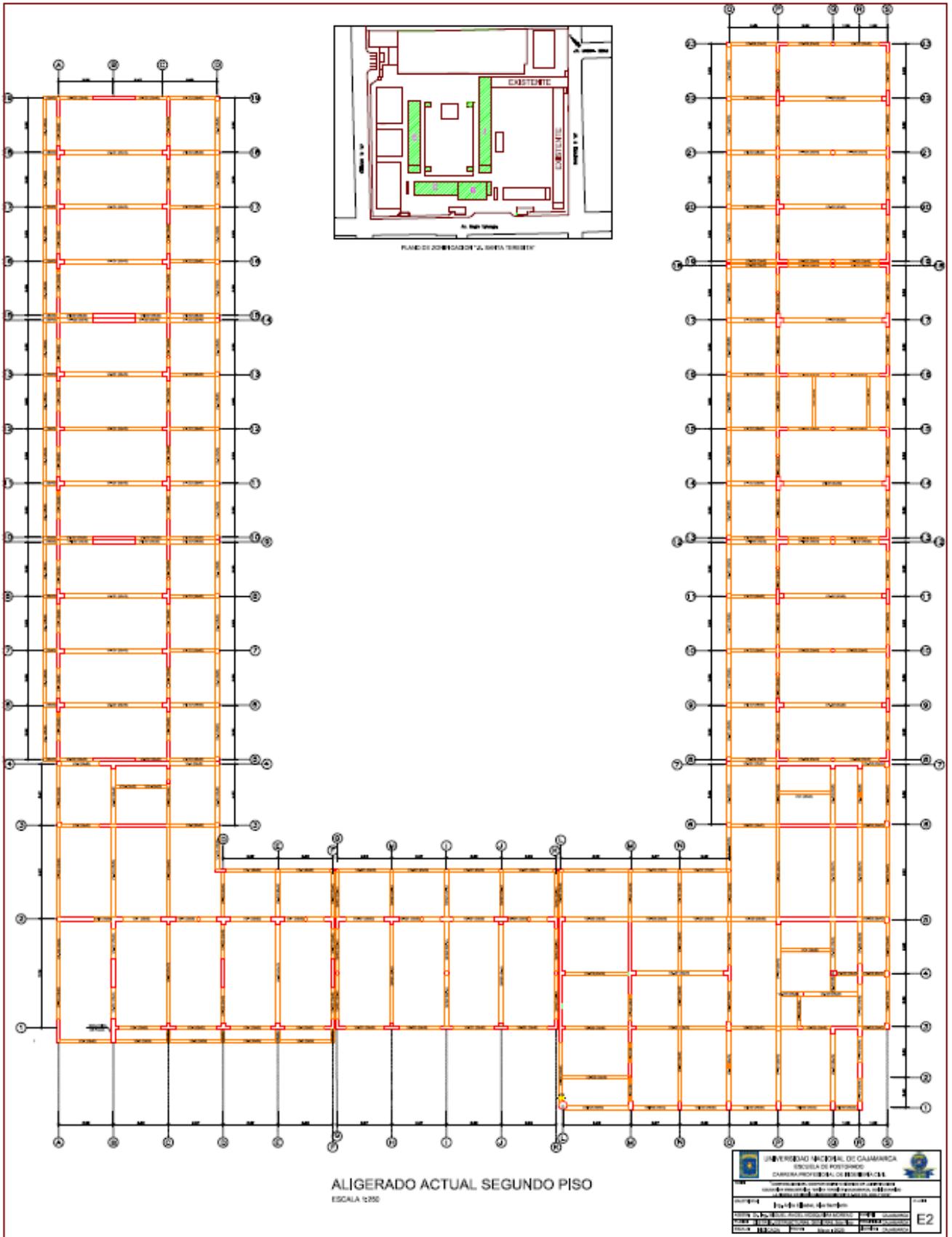


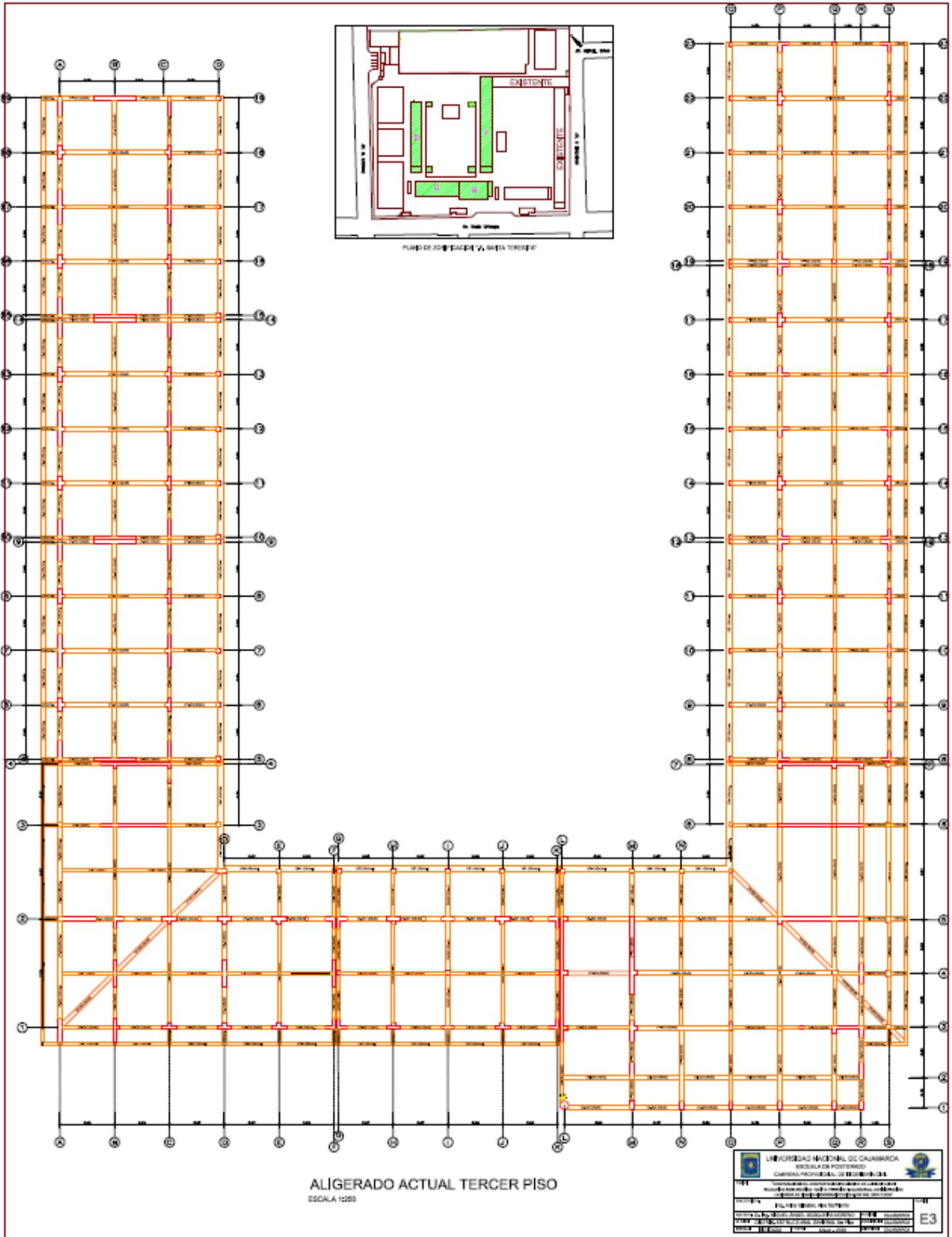


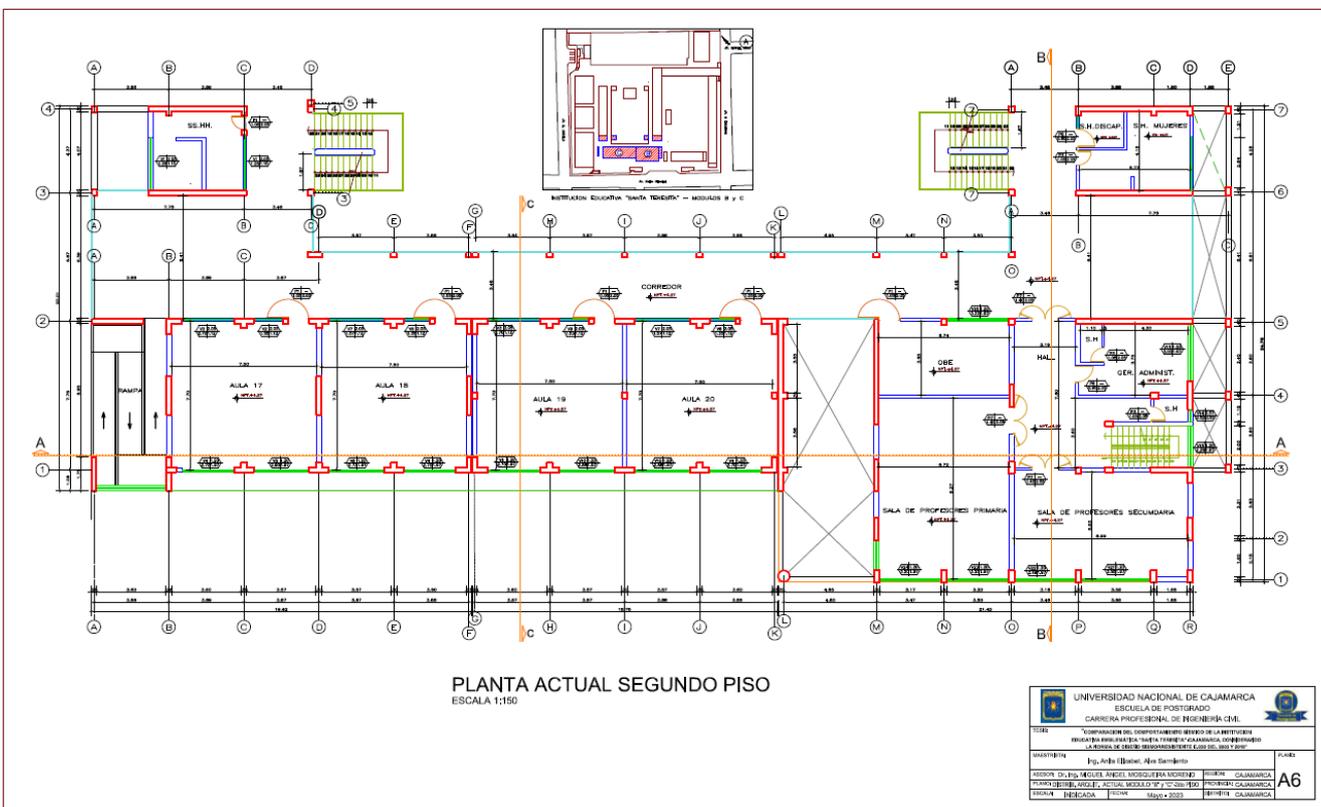
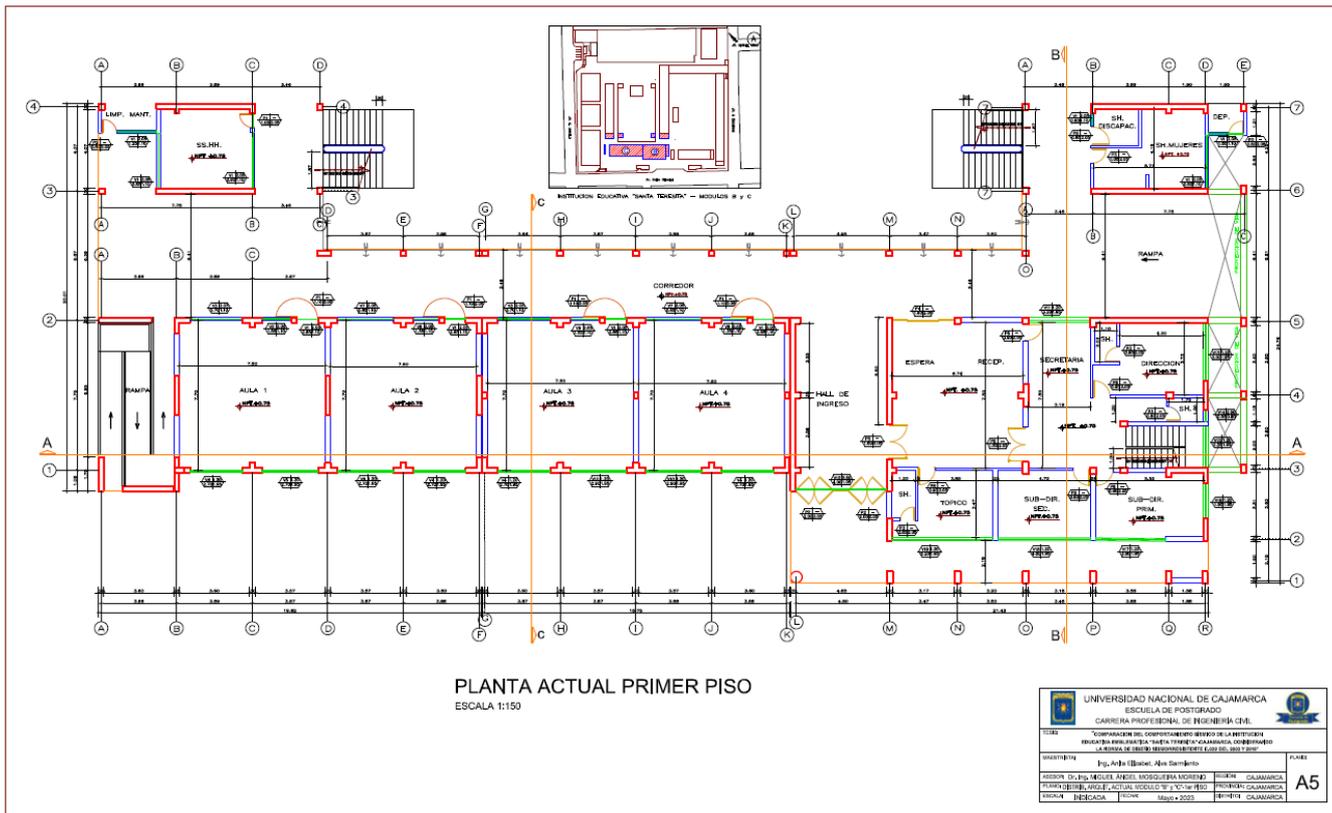


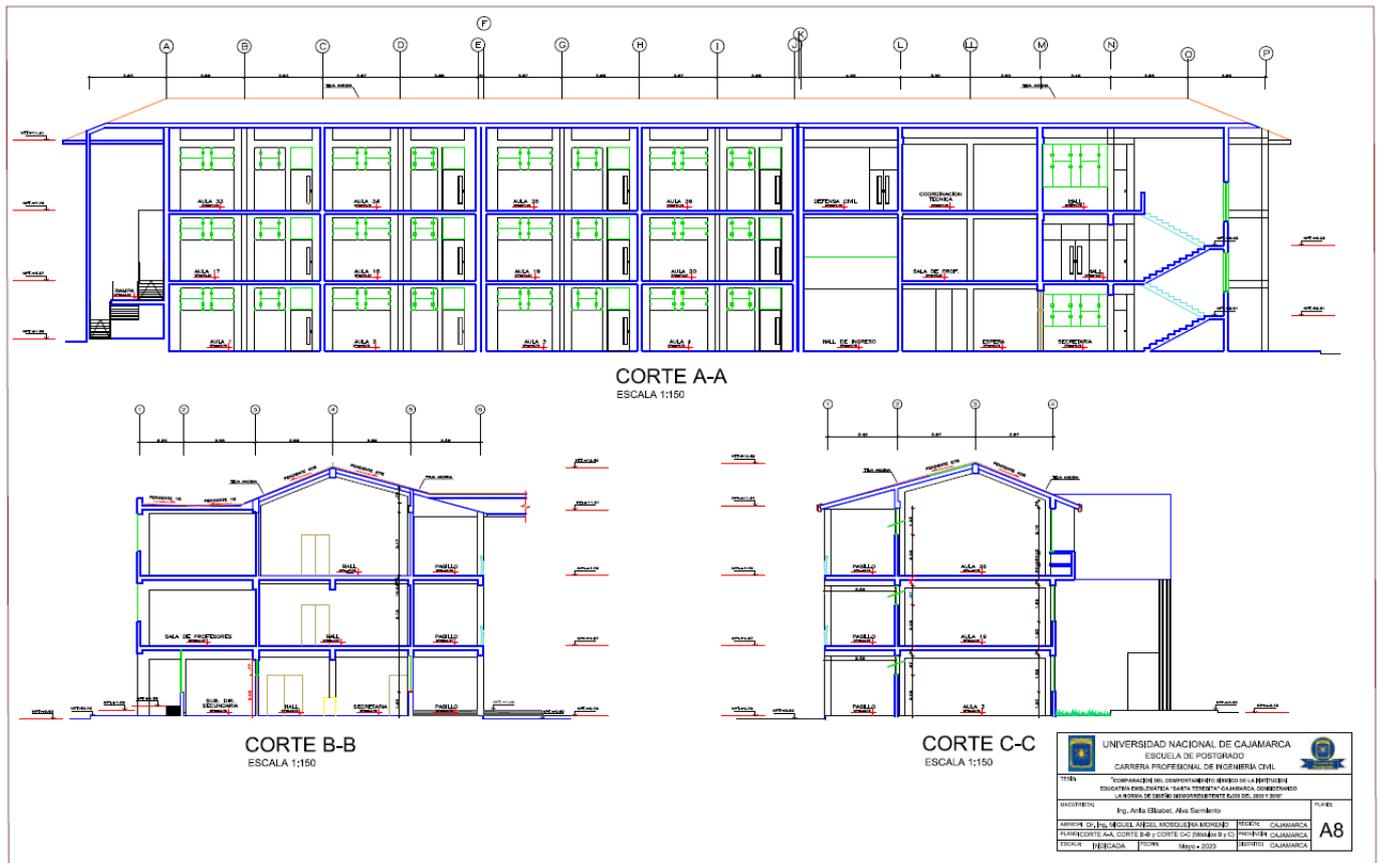
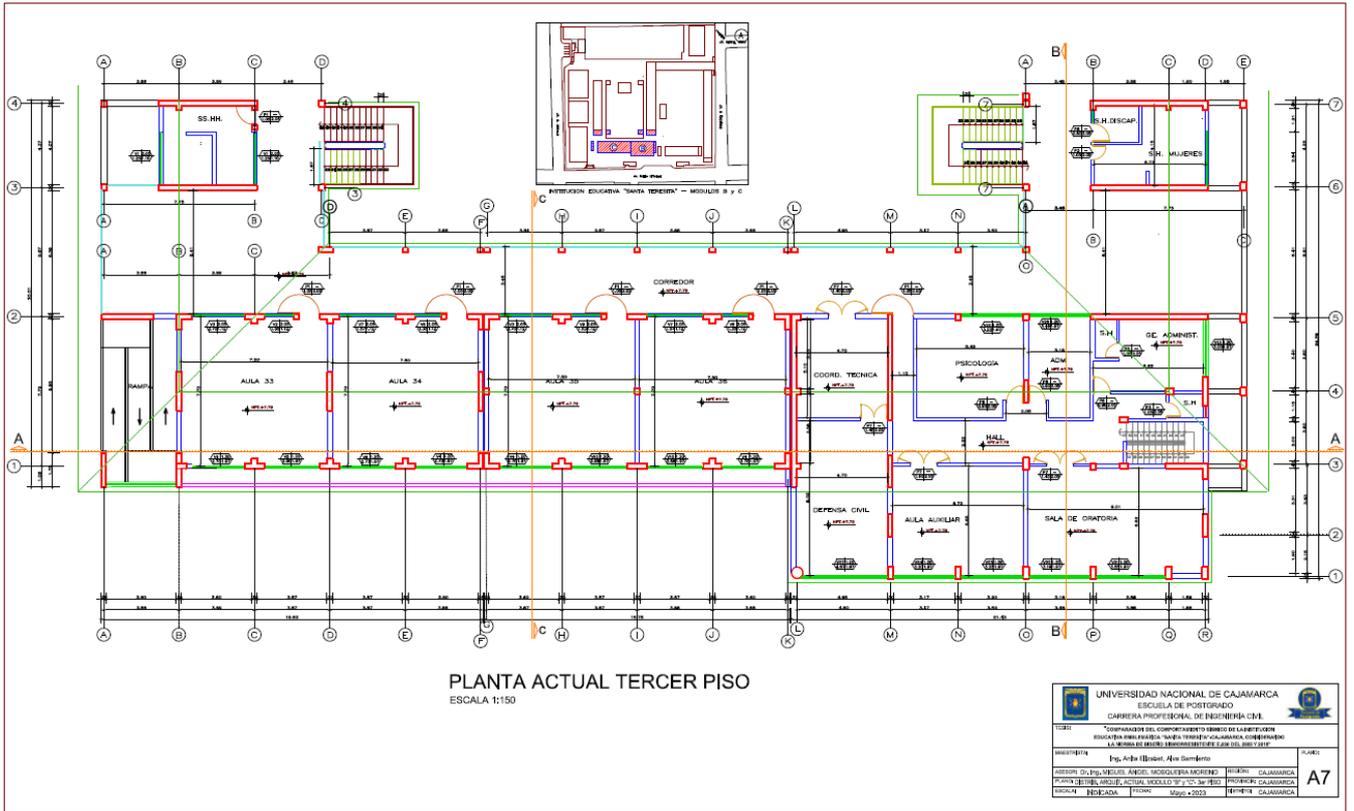


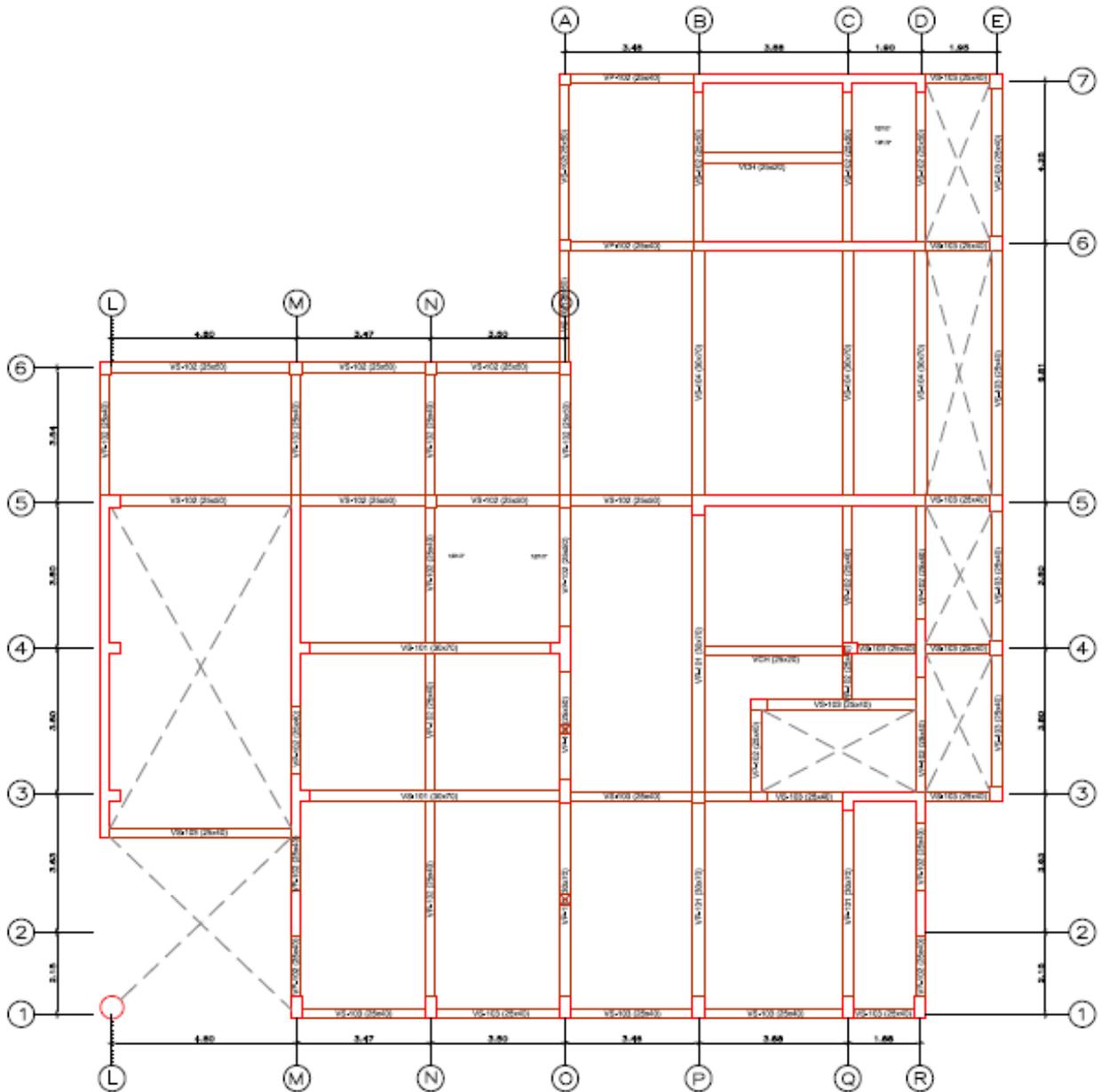






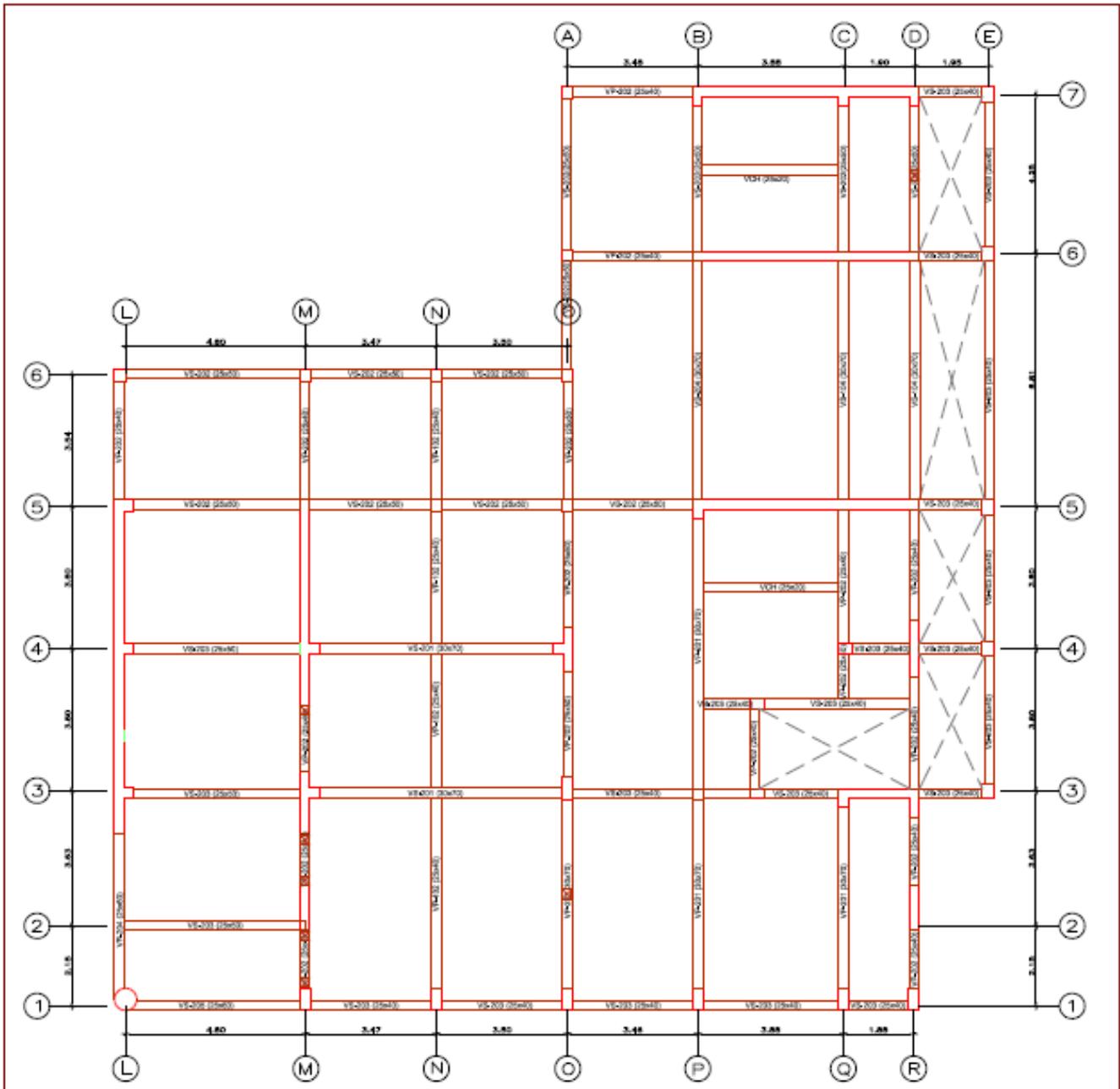






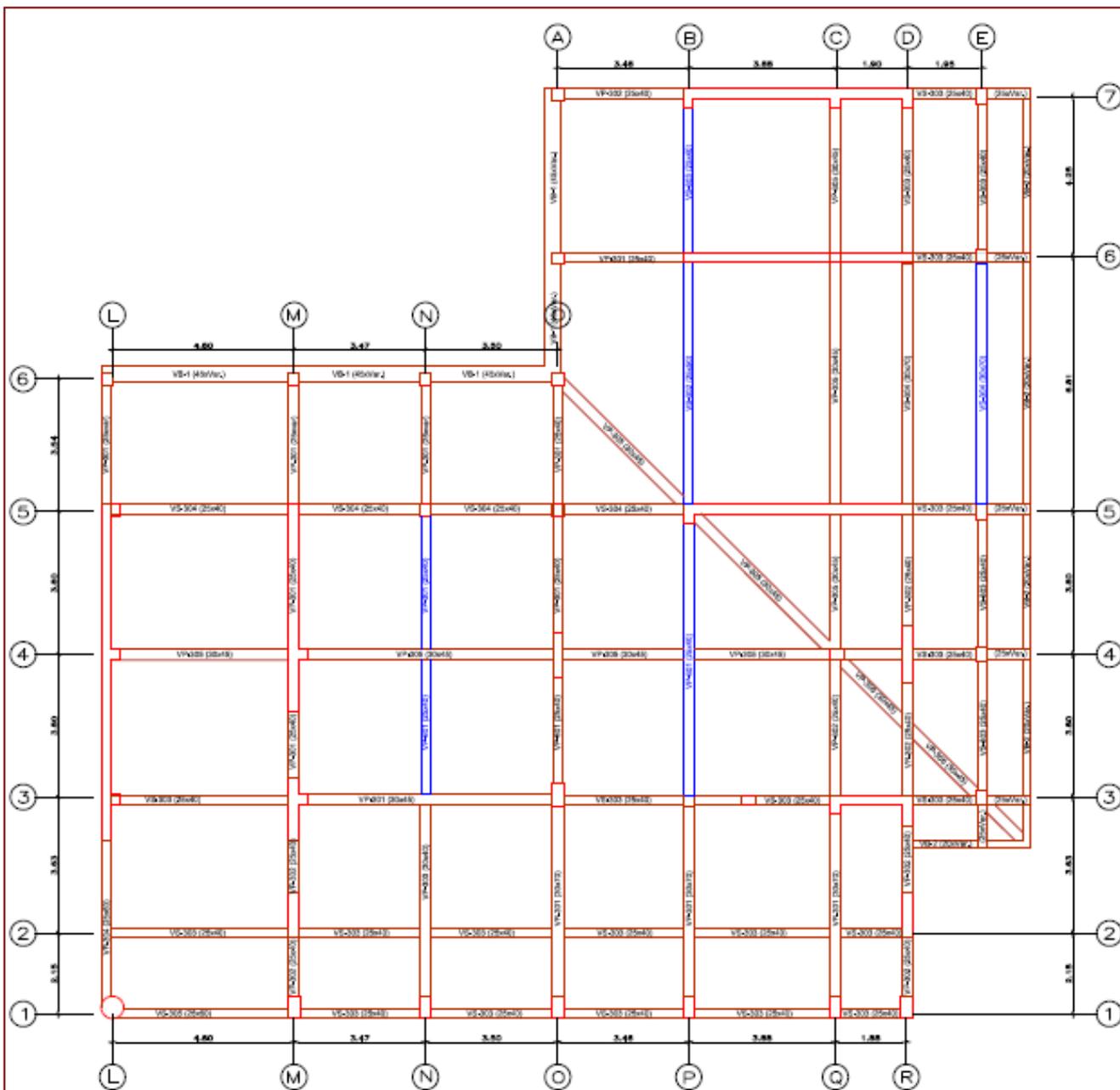
ALIGERADO TÍPICO SEGUNDO PISO
 ESCALA 1:100

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSTGRADO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TÍTULO: "COMPARACION DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA EMBLEMÁTICA "SANTA TERESITA" CAJAMARCA, CONSIDERANDO LA NORMA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE E-030 DEL 2003 Y 2018"			
MAESTRANTE: Ing. Anlla Elizabeth, Alva Sarmiento			PLANO:
ASESOR: Dr. Ing. MIGUEL ÁNGEL MOSQUEIRA MORENO	REGIÓN: CAJAMARCA	E4	
PLAN: DISTRIB. ESTRUCTURAL MÓDULO B • 1er PISO	PROVINCIA: CAJAMARCA		
ESCALA: INDICADA	FECHA: Mayo • 2023		



ALIGERADO TÍPICO SEGUNDO PISO
 ESCALA 1:100

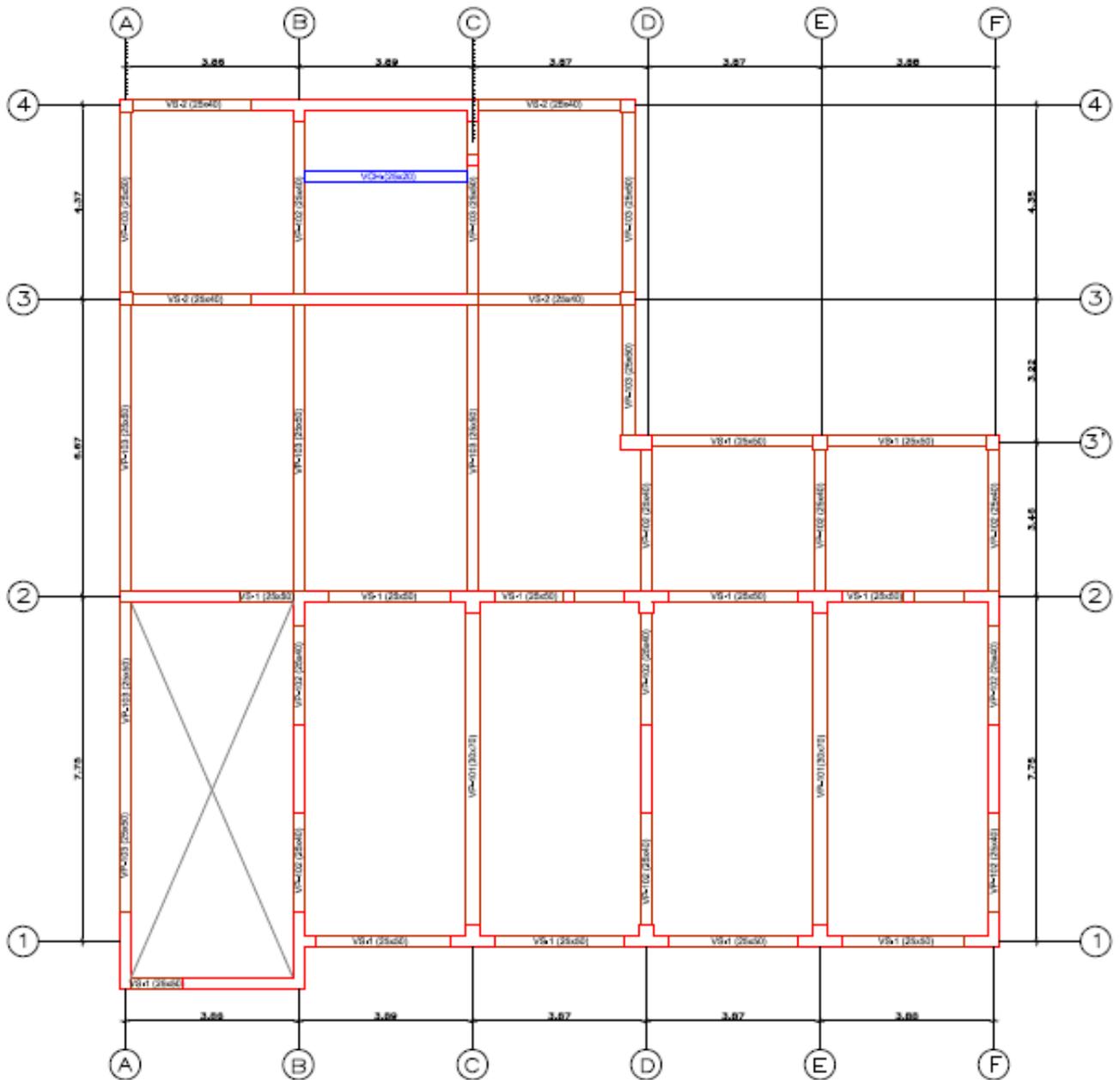
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSTGRADO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TÍTULO: "COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA EMBLEMÁTICA "SANTA TERESITA" CAJAMARCA, CONSIDERANDO LA NORMA DE DISEÑO SÍSMICO RESISTENTE S.030 DEL 2003 Y 2018"			
MAESTRÍA: Ing. Arta Elzabet, Alva Sarmiento			PLANO:
ASESOR: Dr. Ing. MIGUEL ÁNGEL MOSQUERA MORENO	REGIÓN: CAJAMARCA	E5	
PLANO: D[STR]B, ESTRUCTURAL MÓDULO B • 2do P[SO]	PROMOCIÓN: CAJAMARCA		
ESCALA: INDICADA	FECHA: Mayo • 2023		



ALIGERADO TÍPICO TERCER PISO

ESCALA 1:100

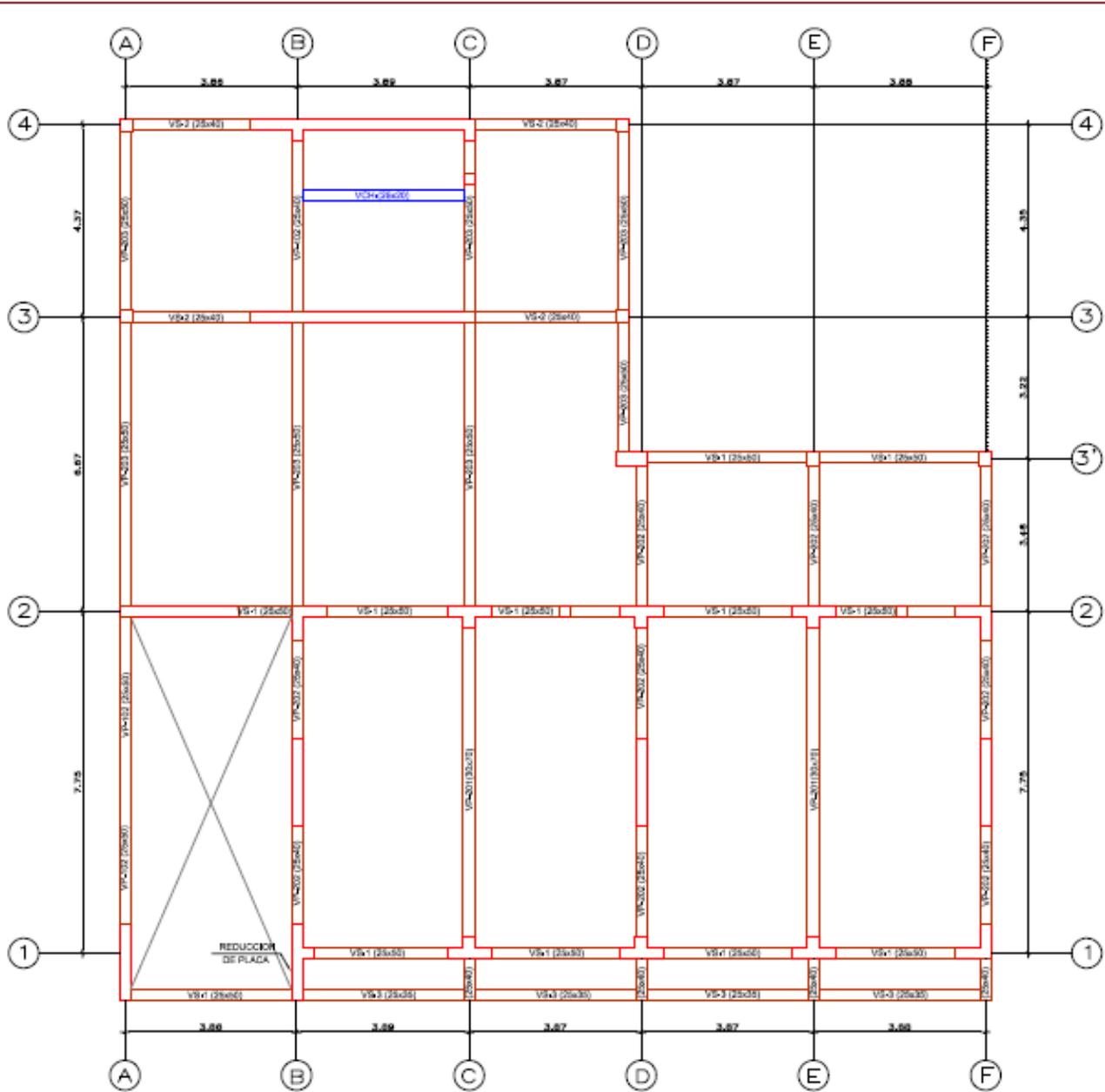
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSTGRADO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TÍTULO: "COMPARACION DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA ENRIQUETA "SANTA TERESITA" CAJAMARCA, CONSIDERANDO LA NORMA DE DISEÑO SÍSMORRESISTENTE E.030 DEL 2003 Y 2019"		
MAESTRÍA: Ing. Anita Elzabet, Alja Sarmiento		PLANO:
ASESOR: Dr. Ing. MIGUEL ÁNGEL MOSQUEIRA MORENO	REGIÓN: CAJAMARCA	E6
PLANO: DISTRIB. ESTRUCTURAL MÓDULO B • 3er PISO	PROMOTOR: CAJAMARCA	
ESCALA: INDICADA	FECHA: Mayo • 2023	



ALIGERADO TÍPICO PRIMER PISO

ESCALA 1:100

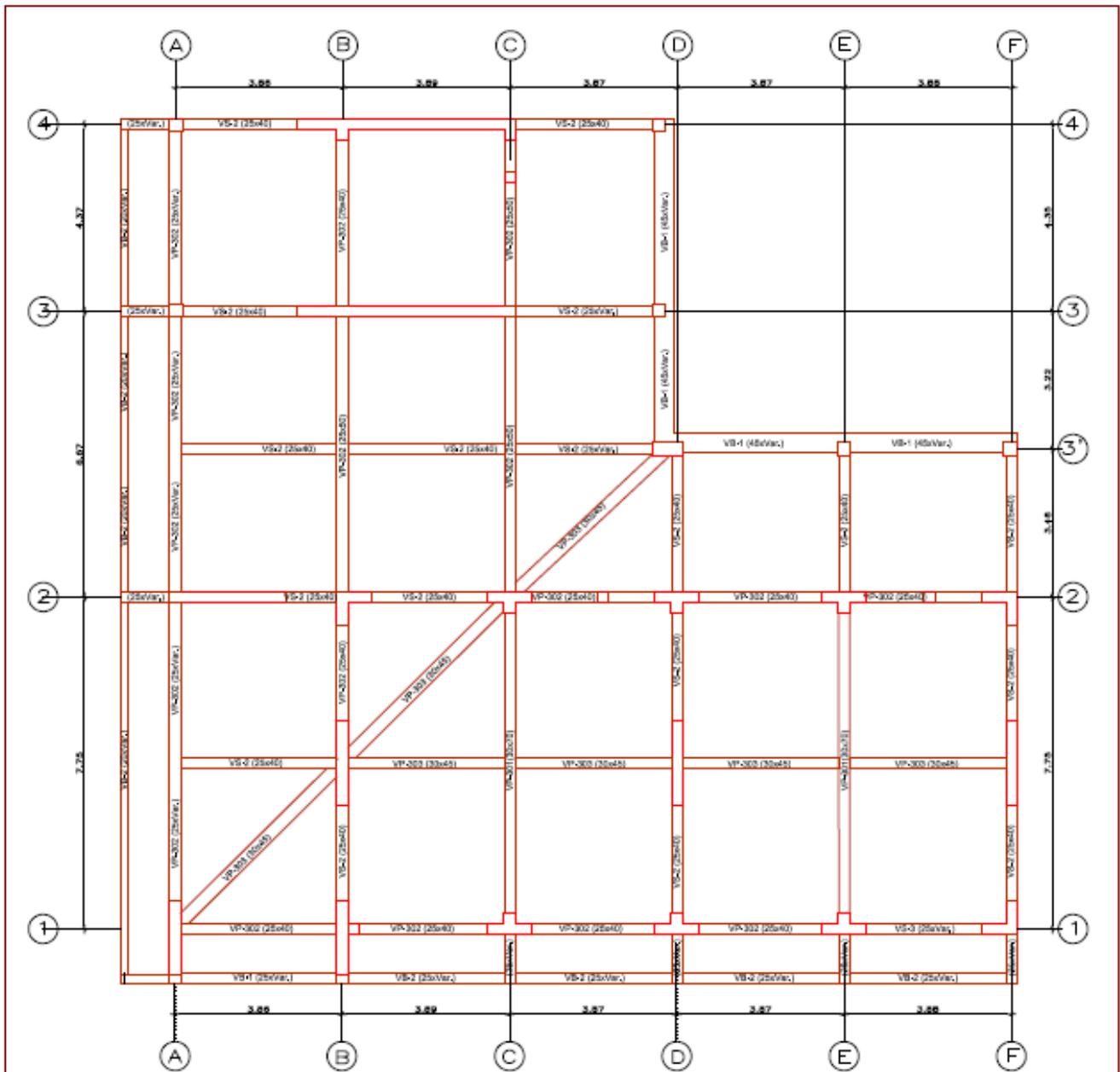
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSTGRADO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS: "COMPARACION DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA EMBLEMÁTICA "SANTA TERESITA" CAJAMARCA, CONSIDERANDO LA NORMA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE E.030 DEL 2003 Y 2018"		
MAESTRISTA: Ing. Anla Elizabet, Alva Samiento		PLANO:
ASESOR: Dr. Ing. MIGUEL ÁNGEL MOSQUERA MORENO	REGIÓN: CAJAMARCA	E7
PLANO: DISTRIB. ESTRUCT. MÓDULO C - 1er y 2do PISO	PROVINCIA: CAJAMARCA	
ESCALA: INDICADA	FECHA: Mayo - 2023	DISTRITO: CAJAMARCA



ALIGERADO TÍPICO SEGUNDO PISO

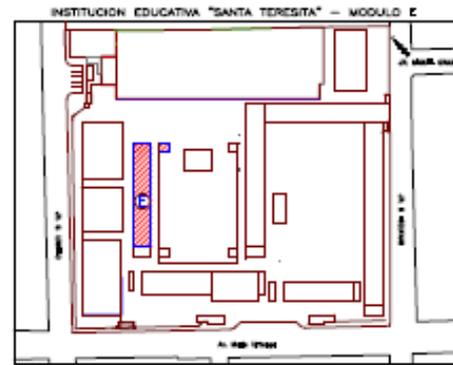
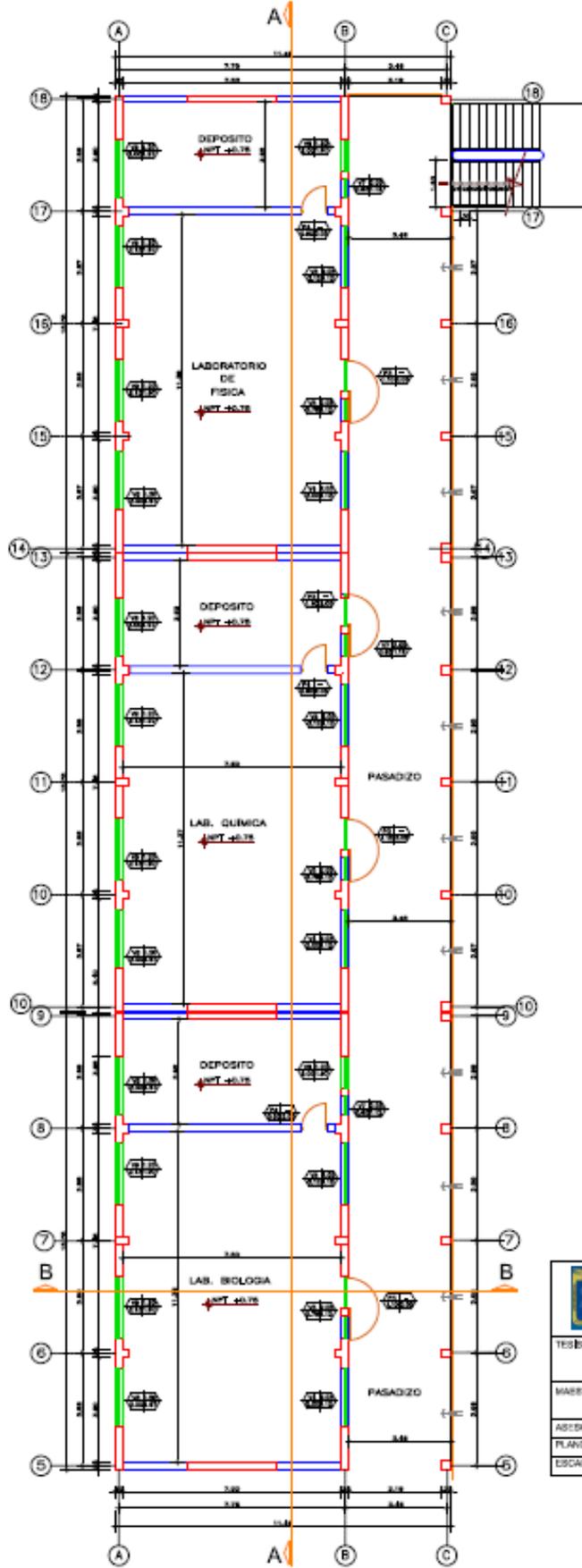
ESCALA 1:100

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSTGRADO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: "COMPARACION DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA EMBLEMÁTICA "SANTA TERESITA" CAJAMARCA, CONSIDERANDO LA NORMA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE E.030 DEL 2003 Y 2018"			
MAESTRISTA: Ing. Anlla Elzabel, Ajva Sarmiento			PLANO:
ASesor: Dr. Ing. MIGUEL ÁNGEL MOSQUEIRA MORENO		REGION: CAJAMARCA	E8
PLANO: DISTRIB. ESTRUCT. MÓDULO C - 1er y 2do PISO		PROVINCIA: CAJAMARCA	
ESCALA: INDICADA	FECHA: Mayo - 2023	DISTRITO: CAJAMARCA	



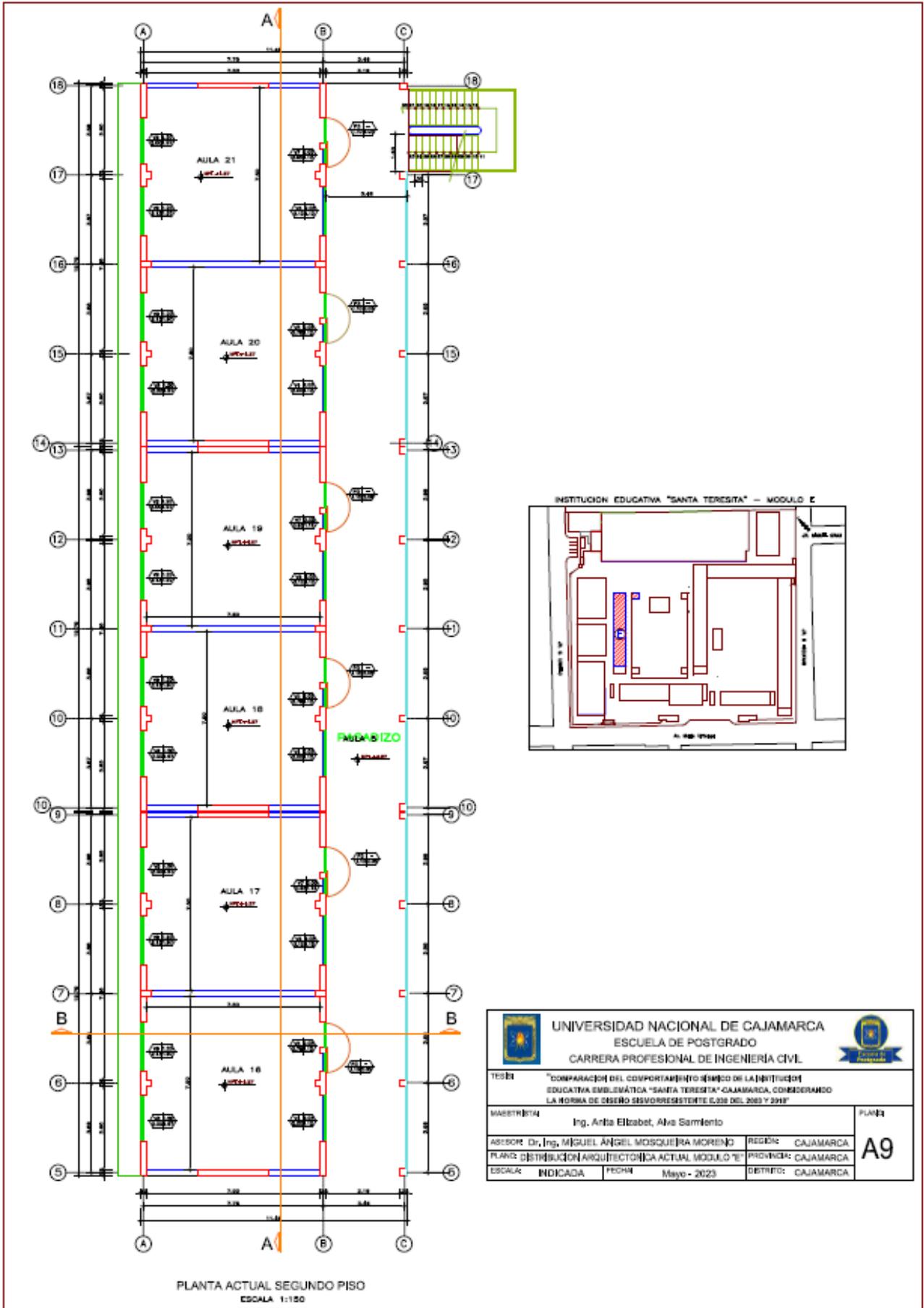
ALIGERADO TÍPICO TERCER PISO
 ESCALA 1:100

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSTGRADO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: "COMPARACION DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA EMBLEMÁTICA "SANTA TERESITA" CAJAMARCA, CONSIDERANDO LA NORMA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE E, 030 DEL 2003 Y 2018"			
MAESTRISTA: Ing. Arlita Elizabet, Alva Samliento			PLANO
ASESOR: Dr. Ing. MIGUEL ÁNGEL MOSQUEIRA MORENO		REGION: CAJAMARCA	
PLANO: DISTRIB. ESTRUCT. MÓDULO C - 3er PISO		PROVINCIA: CAJAMARCA	
ESCALA: INDICADA		FECHA: Mayo - 2023	
		DISTRITO: CAJAMARCA	
			E9

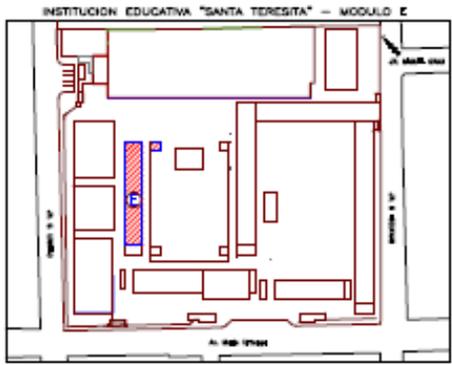
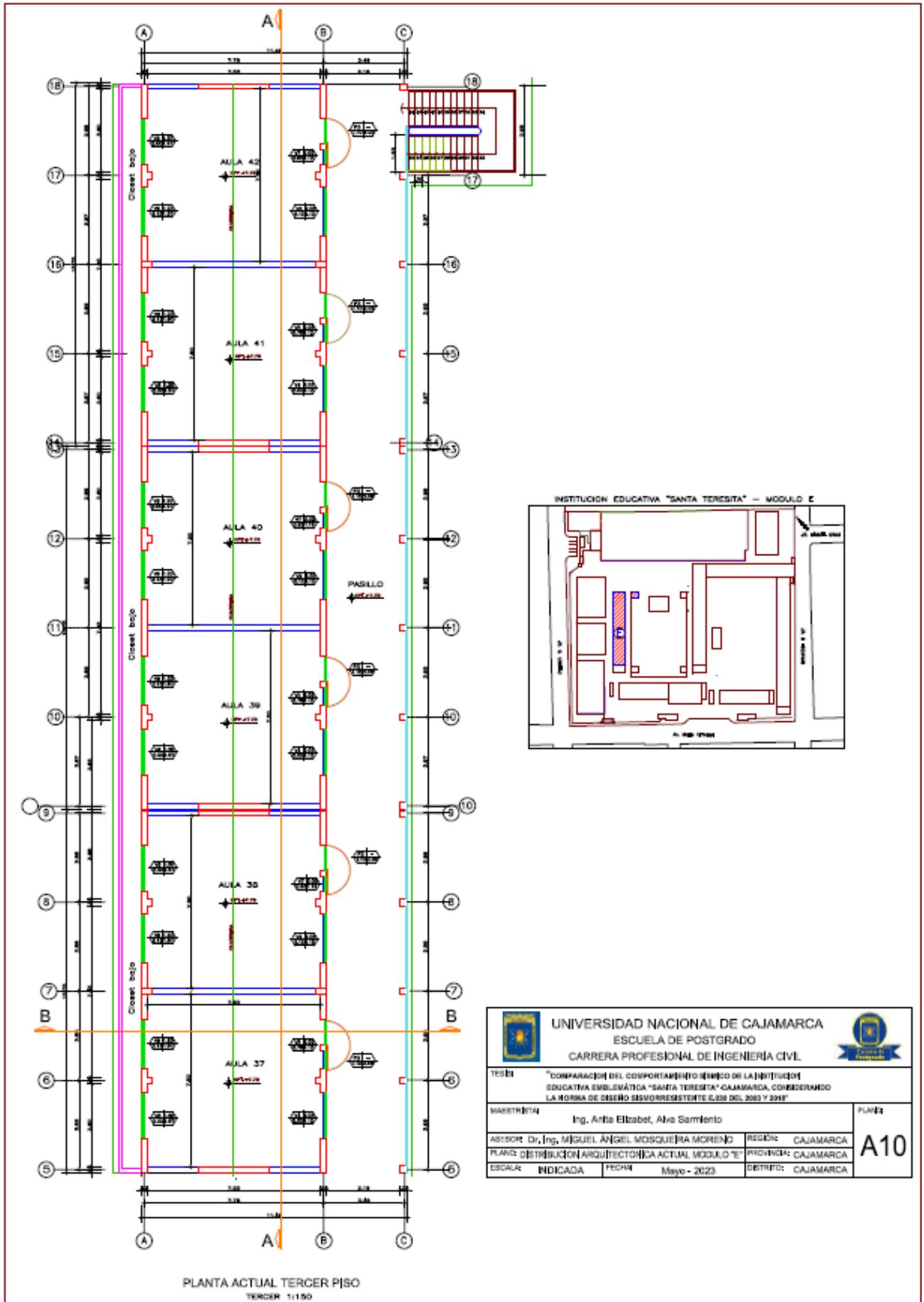


PLANTA ACTUAL PRIMER PISO
ESCALA 1:150

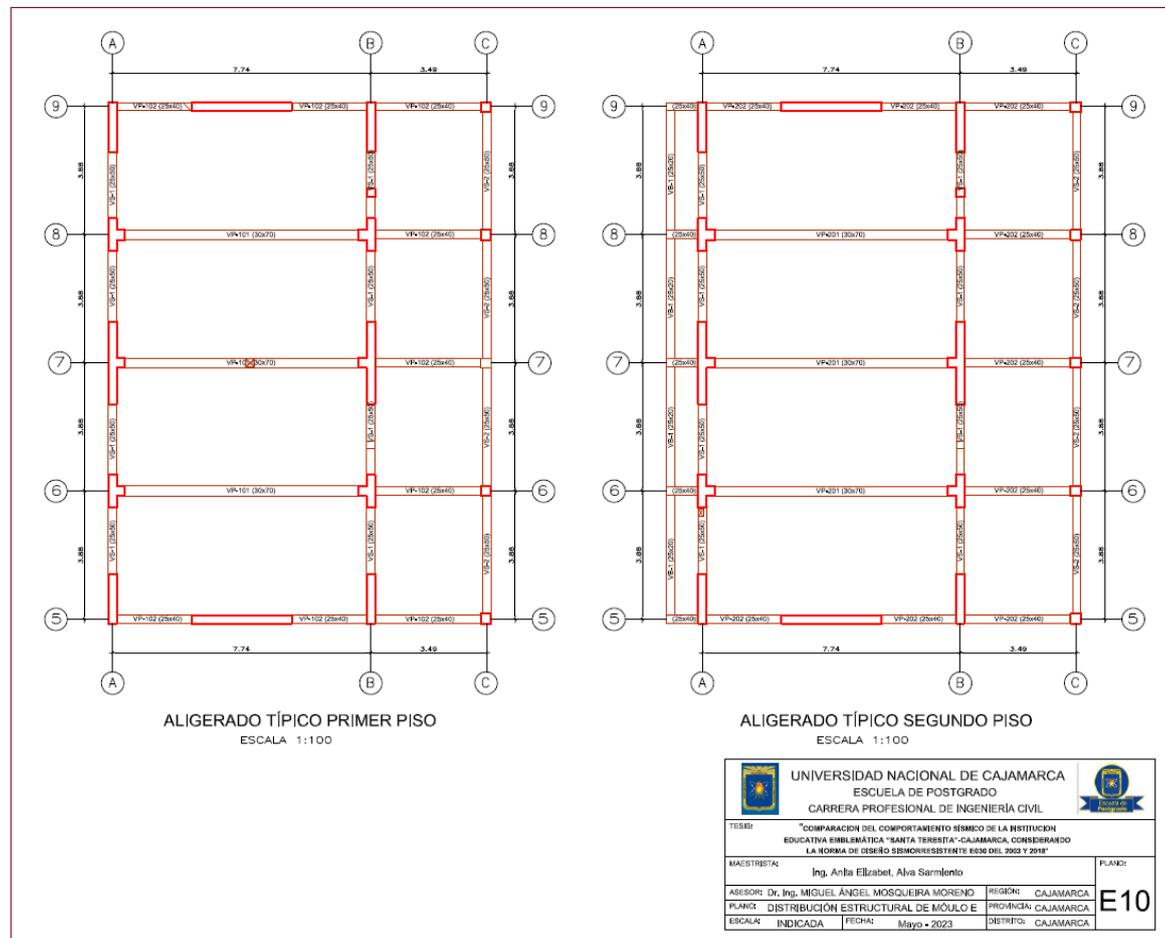
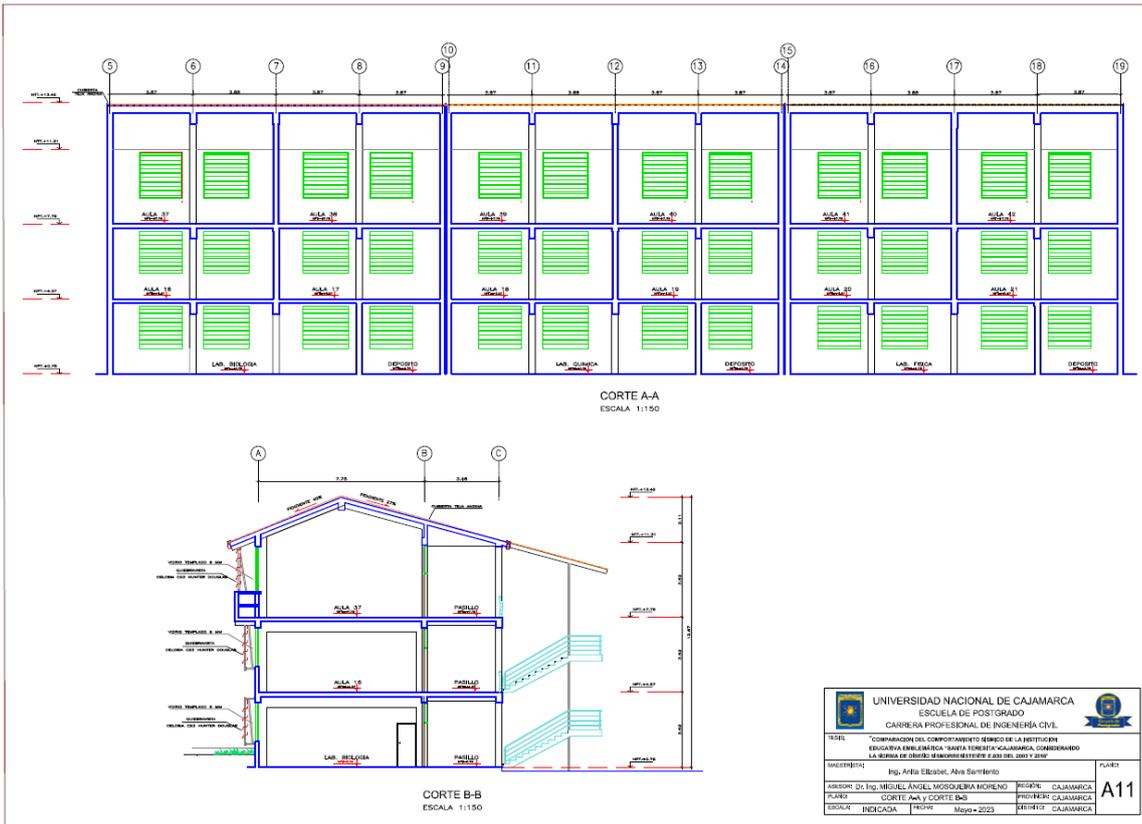
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSTGRADO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
TEMA: "COMPARACION DEL COMPORTAMIENTO SISMO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA EMBLEMÁTICA "SANTA TERESITA" CAJAMARCA, CONSIDERANDO LA NORMA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE E.200 DEL 2003 Y 2017"		
MAESTRANTE: Ing. Anita Elizabeth Alva Samiento		PLAN:
ASESOR: Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUERA MORENO	REGION: CAJAMARCA	A8
PLANO DISTRIBUCION ARQUITECTONICA ACTUAL MODULO E	PROVINCIA: CAJAMARCA	
ESCALA: INDICADA	FECHA: Mayo - 2023	DISTRITO: CAJAMARCA

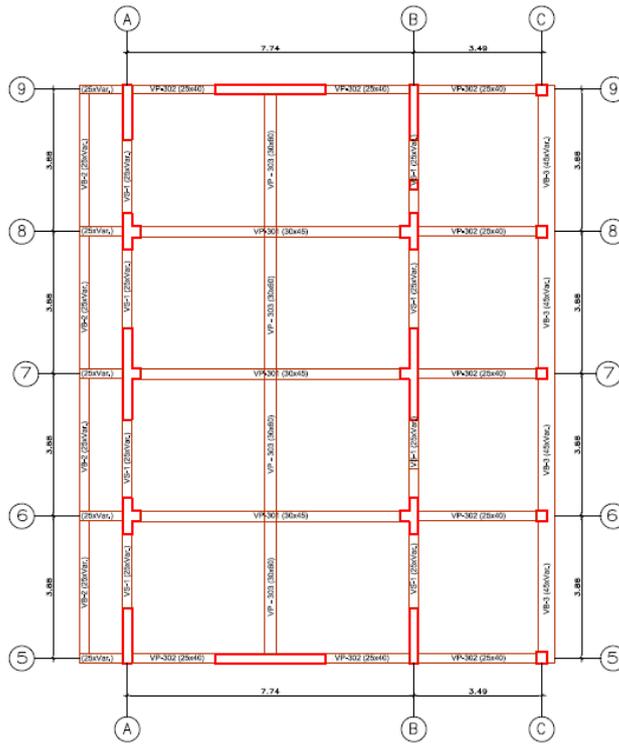


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSTGRADO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TÍTULO: "COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA EMBLEMÁTICA "SANTA TERESITA" CAJAMARCA, CONSIDERANDO LA FORMA DE DISEÑO SEVORRESISTENTE E238 DEL 2003 Y 2017"		
MAESTRANTE: Ing. Anita Elzabet, Aysa Sarmento		PLAN: A9
AUTOR: Dr. Ing. MIGUEL ÁNGEL MOSQUERA MORENO	REGIÓN: CAJAMARCA	A9
PLAN: DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA ACTUAL MODULO "E"	PROVINCIA: CAJAMARCA	
ESCALA: INDICADA	FECHA: Mayo - 2023	DISTRITO: CAJAMARCA



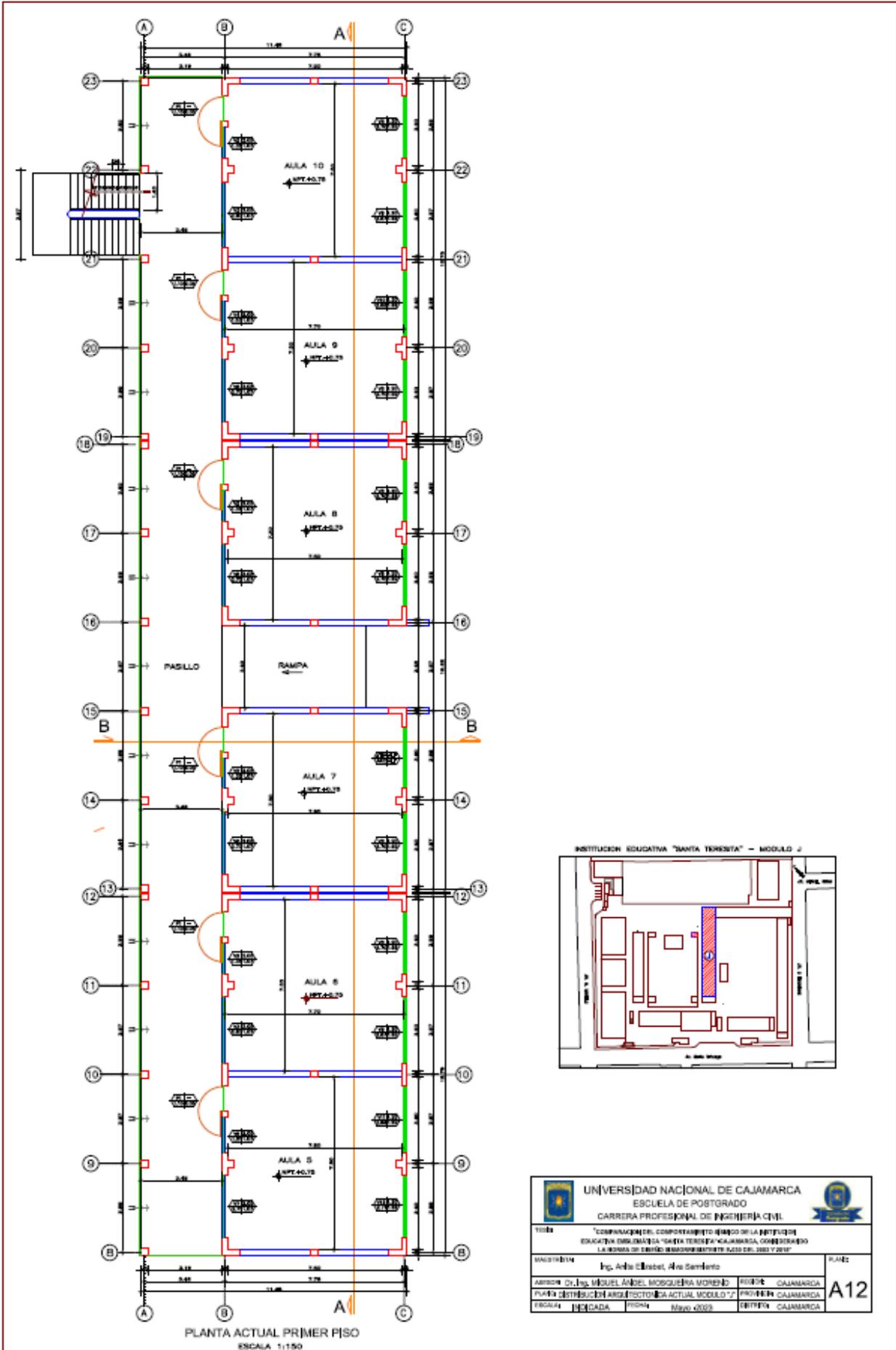
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSTGRADO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TEMA: "COMPARACION DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA EMBLEMATICA 'SANTA TERESITA' CAJAMARCA, CONSIDERANDO LA NORMA DE DISEÑO SISMORESISTENTE E.030 DEL 2003 Y 2017"			
MAESTRO(A): Ing. Anita Elizabet, Alva Sarmento			PLAN:
ASesor: Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUERA MORENO		REGION: CAJAMARCA	A10
PLAN: DISTRIBUCION ARQUITECTONICA ACTUAL MODULO 'E'		PROVINCIA: CAJAMARCA	
ESCALA: INDICADA	FECHA: Mayo - 2023	DISTRITO: CAJAMARCA	



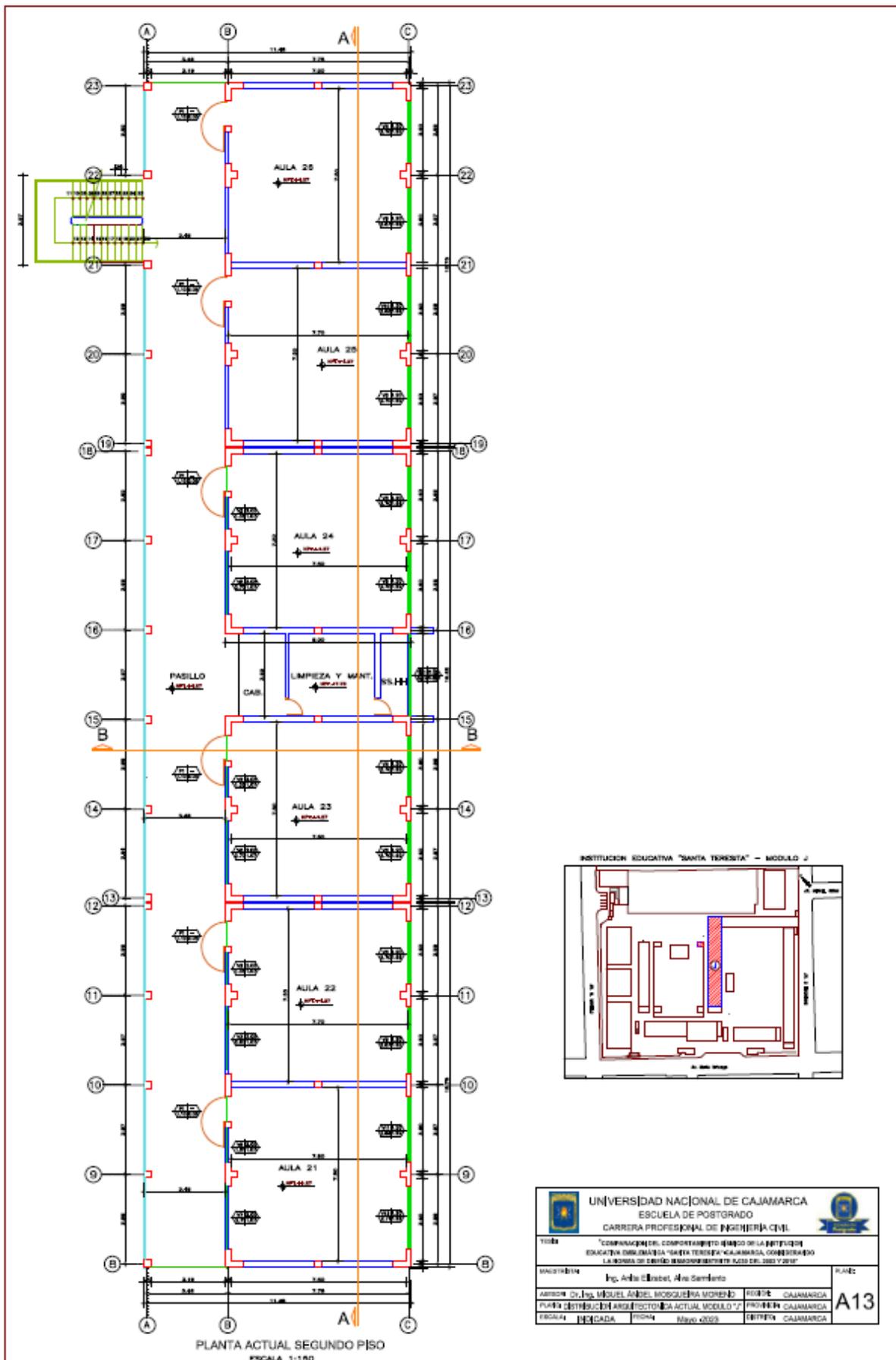


ALIGERADO TÍPICO TERCER PISO
 ESCALA 1:100

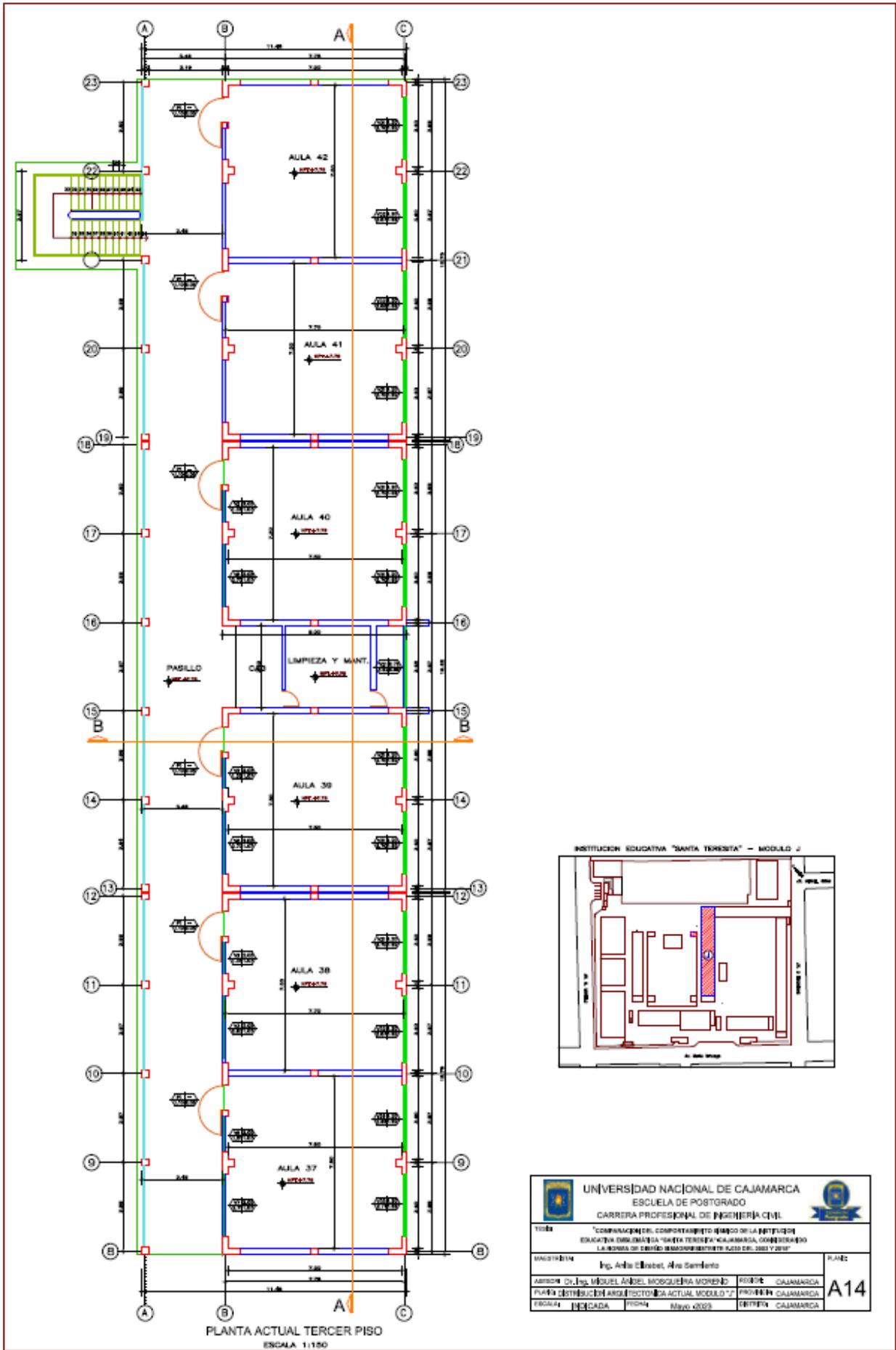
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSTGRADO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TESIS: "COMPARACION DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA EMBLEMÁTICA "SANTA TERESITA"-CAJAMARCA, CONSIDERANDO LA NORMA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE E030 DEL 2002 Y 2018"		FLANO:	
MAESTRÍA: Ing. Anja Elizabet, Alva Sarmento		E11	
ASISOR: Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	REGION: CAJAMARCA		
PLANO: DISTRIBUCION ESTRUCTURAL DE MÓDULO E	PROVINCIA: CAJAMARCA		
ESCALA: INDICADA	FECHA: Mayo - 2023	DISTRITO: CAJAMARCA	

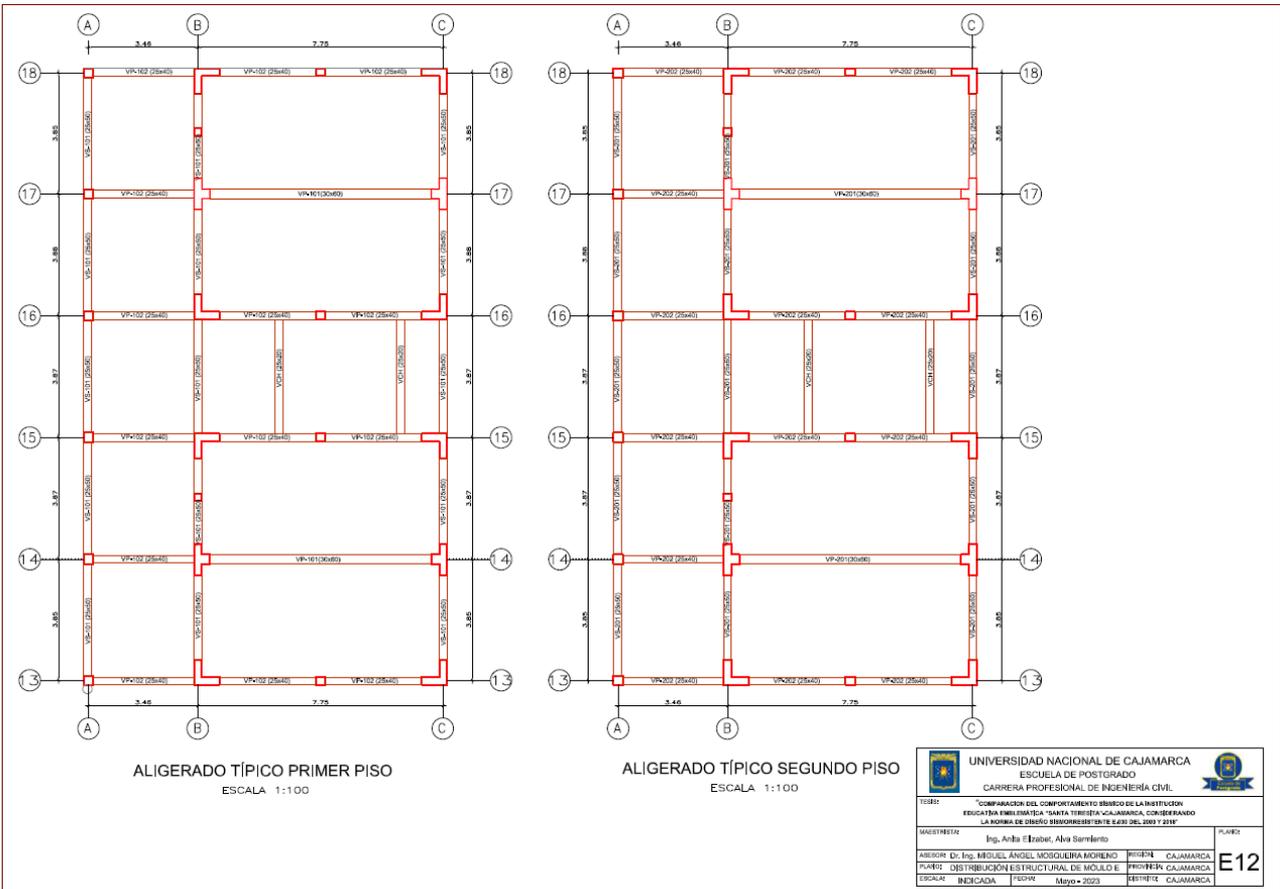
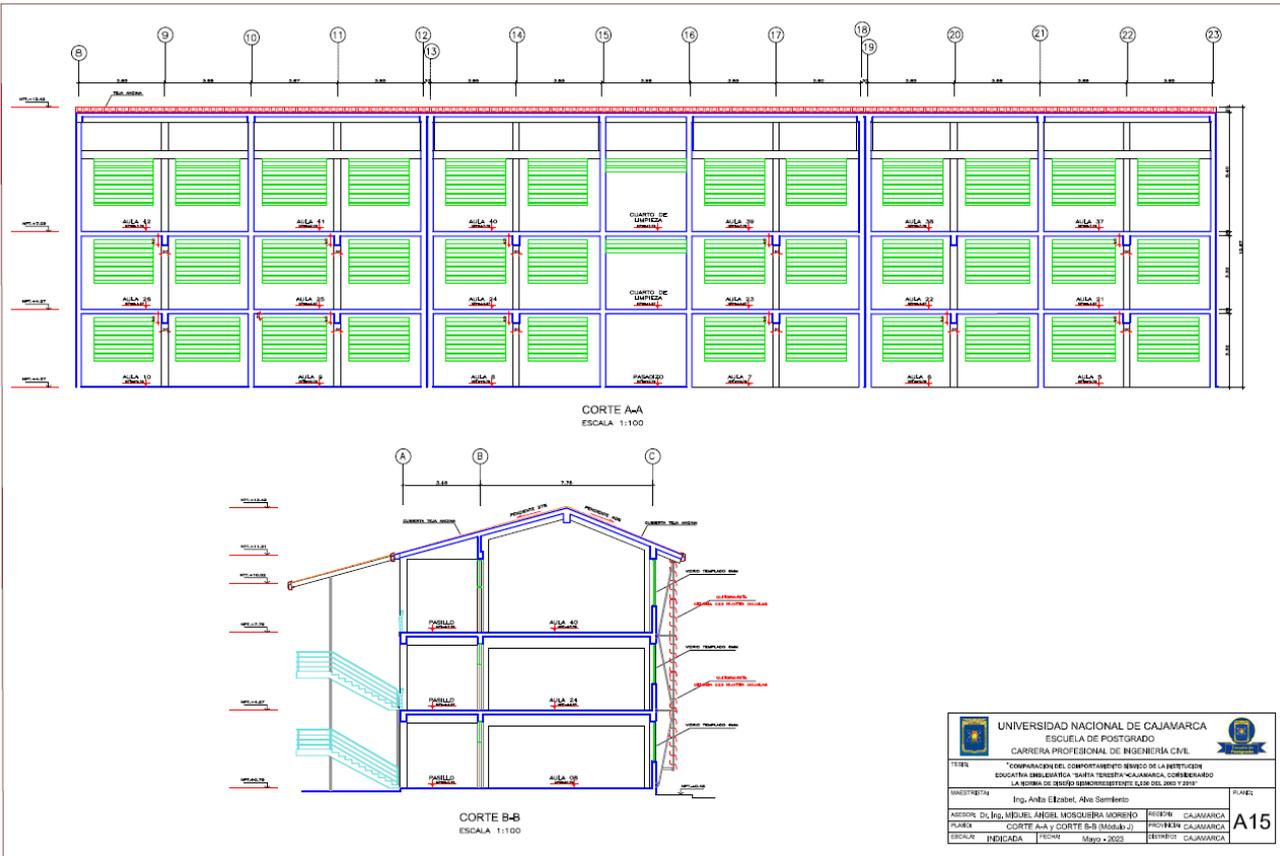


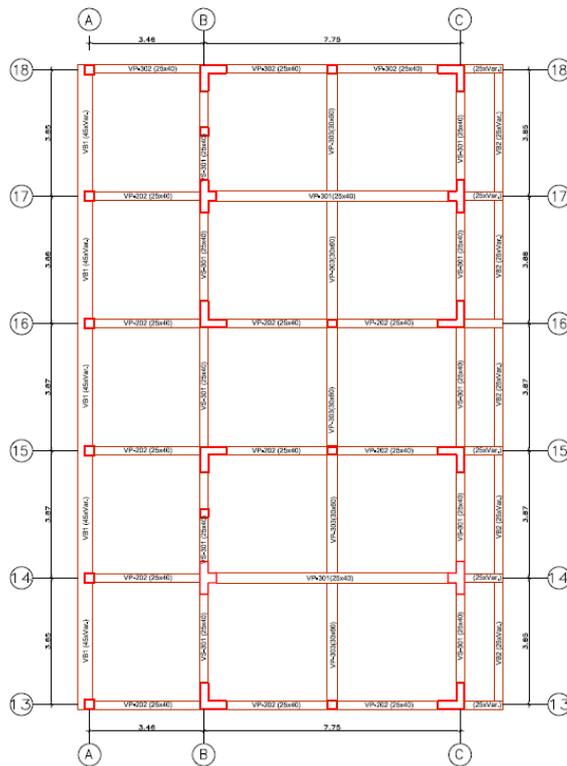
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSTGRADO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
TITULO: "COMPARACION DEL COMPORTAMIENTO SISMICO DE LA PERIFERIA DE EDUCACION ORDINARIA "SANTA TERESITA" CAJAMARCA, CON EL SISTEMA DE EDIFICIO RESISTENTE EN ACERO, 2007 Y 2017"		
MAESTRO(A): Ing. Aldo Elías, Aldo Samir	RUC: 108010010	RUC: 108010010
AUTOR: Dr. Ing. MIGUEL ANIBAL MOSQUERA MORENO	RUC: 108010010	RUC: 108010010
PLANTA DISTRIBUCION ARQUITECTONICA ACTUAL MODULO "A"	PROVINCIA: CAJAMARCA	RUC: 108010010
FECHA: NOVIEMBRE 2024	PÁGINA: 1	RUC: 108010010



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSTGRADO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
TÍTULO "COMBINACIONES, COMPONENTES Y TIPO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA EDUCATIVA "SANTA TERESITA" CAJAMARCA, CONVENIO LA LEY DE OBRAS DE INTERCOMUNICACION DEL 2002 Y 2012"		
AUTOR Ing. Aldo Elías, Alva Sarmiento	F. N.º	
ASESOR DR. ING. MIGUEL ANGEL MOSQUERA VOREN	PROF. CAJAMARCA	
PLANTA DISTRIBUCION ARQUITECTONICA ACTUAL MODELO "J"	PROF. CAJAMARCA	
PROYECTO INICIADA: 2014 PROYECTO: 2014 FECHA: Mayo 2022	DISEÑO: CAJAMARCA	
A13		





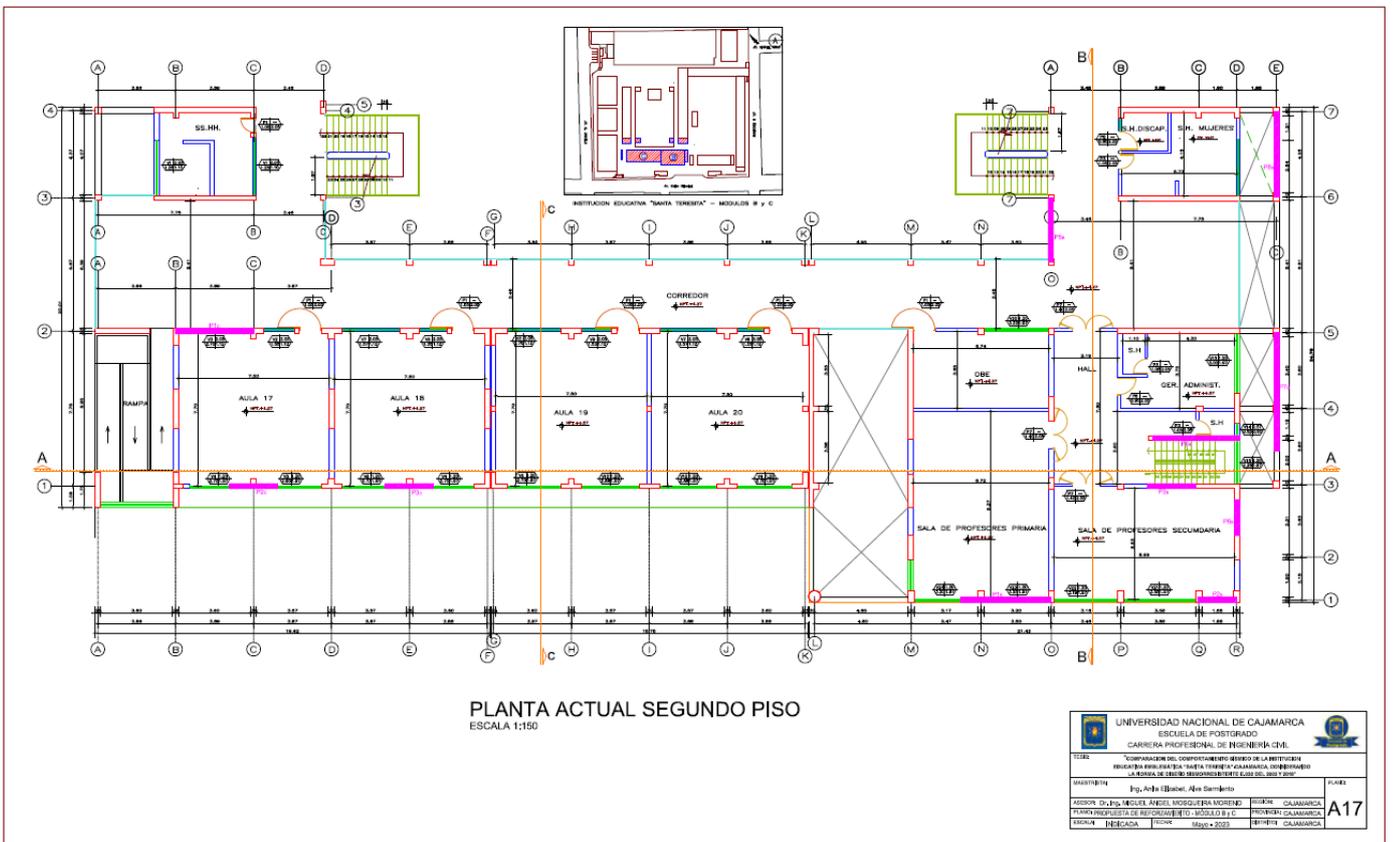
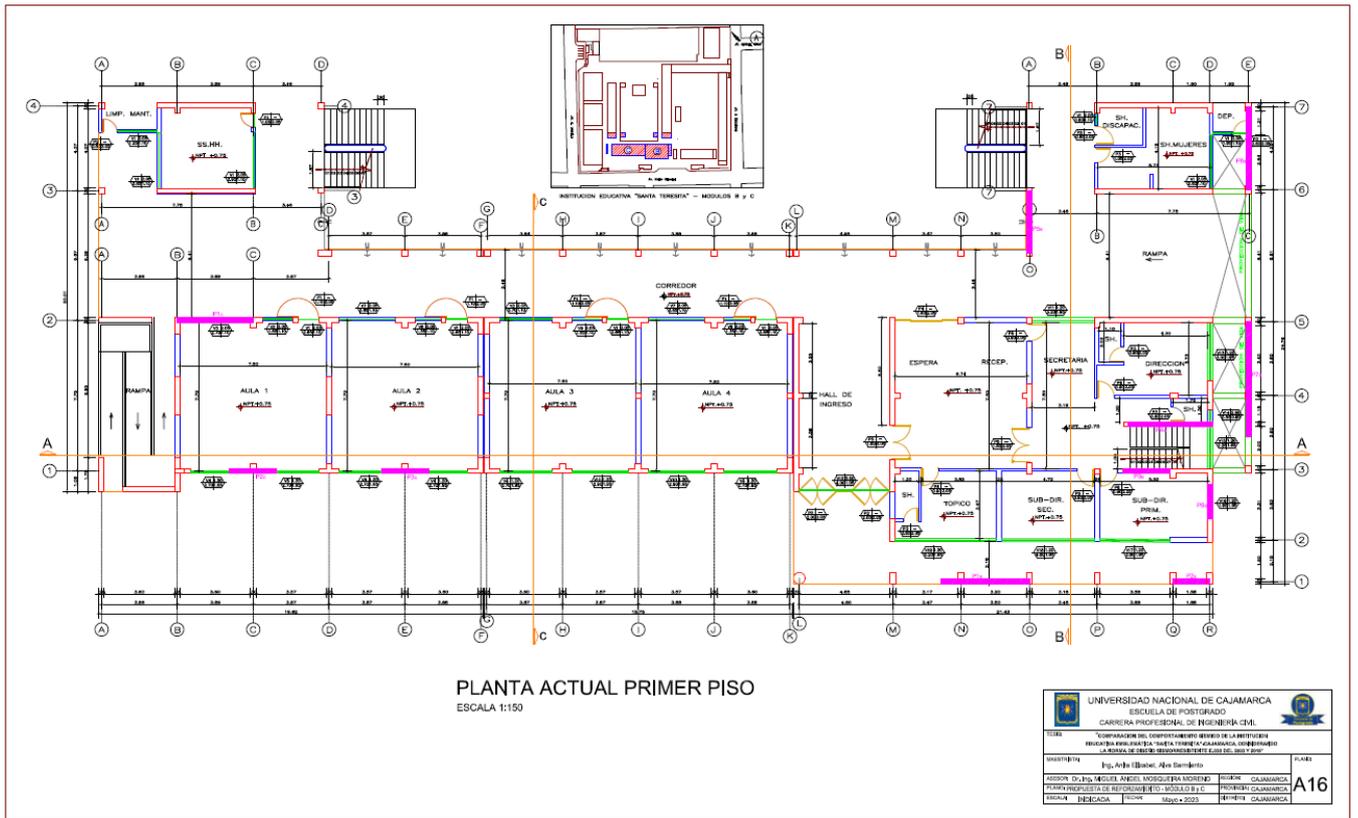


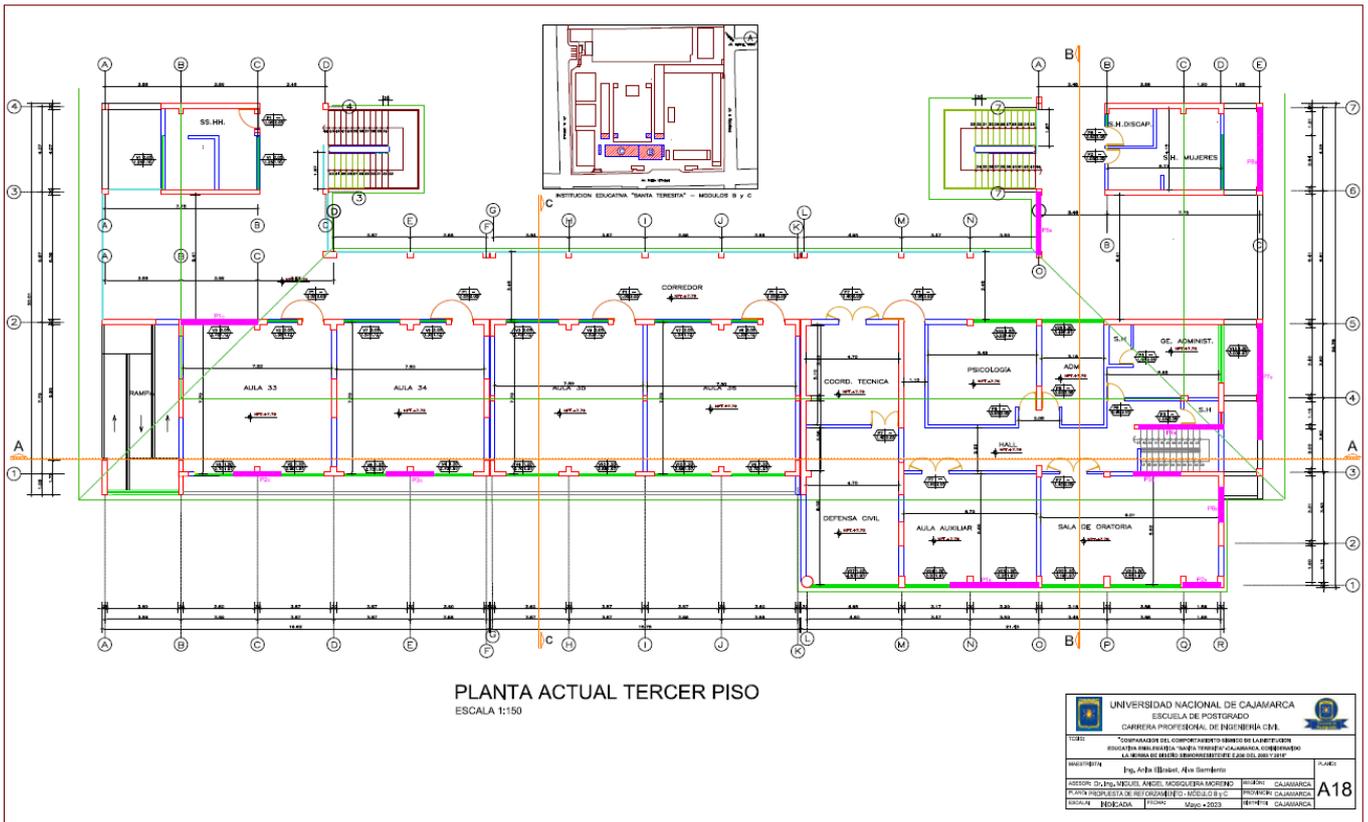
ALIGERADO TÍPICO TERCER PISO
ESCALA 1:100

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSTGRADO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TÍTULO: "COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA RIBERA DEJA "SANTA TERESA" CAJAMARCA, CONSIDERANDO LA NOMINA DE DISEÑO SISMORRESISTENTE LEON DEL 2007 Y 2018"			
MAESTRANTE:	Ing. Anja Elizabeth Alva Sarmiento	PLANTA:	
ASESOR:	Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUERA MORENO	PROYECTA:	CAJAMARCA
PLANO:	DISTRIBUCIÓN ESTRUCTURAL DE MÓDULO E	PROYECTA:	PROYECTA CAJAMARCA
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	Mayo - 2023
		REVISOR:	CAJAMARCA
			E13

APÉNDICE 06:

Planos de distribución en planta de los Módulos B y C con
propuesta de reforzamiento





ANEXOS

ANEXO 01:

Estudio de mecánica de suelos del
proyecto “Adecuación, Mejoramiento y
Sustitución de la Infraestructura
Educativa Santa Teresita”

CUADRO DE CAPACIDAD PORTANTE (Q_c y P_t)

CUADRO N° 01

CAPACIDAD PORTANTE Y PRESION DE TRABAJO

OBRA : ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO PARA LA ADECUACION, MEJORAMIENTO Y SUSTITUCION DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DE LA I.E. SANTA TERESITA
 DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA - REGION CAJAMARCA
SOLICITA : ING. PROYECTISTA
LUGAR : CAJAMARCA
FECHA : 13/09/2011
ESTRUCTURA : INSTITUCION EDUCATIVA

Cohesión (Kg/cm²)	=	c
Angulo de fricción	=	θ
Peso Volumétrico (gr/cm³)	=	γ
Profundidad de cimentación (m)	=	Df
Ancho de cimentación (m)	=	B
Factores de Capacidad de Carga en Función θ	=	Nc
	=	Nq
	=	Ny
Factor de Seguridad	=	Fs=3.00
Cimiento Corrido	$Qc = c.Nc + \gamma.Df.Nq + 0.50 \gamma.B.Nr$	
Zapatas Cuadradas	$Qc = 1.3c.Nc + \gamma.D'f.Nq + 0.40 \gamma.B.Nr$	

Tipo de Estructura	Df m	B m	γ gr/cm	C kg/cm ²	θ	Nc	Nq	Ny	QC kg/cm ²	Pt kg/cm ²
CIMIENTO CORRIDO	1.50	0.40	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	1.68	0.56
	1.60	0.40	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	1.79	0.60
	1.80	0.40	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	2.00	0.67
	1.50	0.50	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	1.70	0.57
	1.60	0.50	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	1.81	0.60
	1.80	0.50	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	2.02	0.67
	1.50	0.60	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	1.72	0.57
	1.60	0.60	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	1.83	0.61
	1.80	0.60	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	2.04	0.68
ZAPATA CUADRADA	1.00	1.00	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	1.24	0.41
	2.00	1.00	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	2.30	0.77
	2.50	1.00	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	2.83	0.94
	3.00	1.00	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	3.36	1.12
	1.00	2.00	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	1.42	0.47
	2.00	2.00	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	2.48	0.83
	2.50	2.00	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	3.01	1.00
	3.00	2.00	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	3.54	1.18
	1.00	2.50	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	1.51	0.50
	2.00	2.50	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	2.57	0.86
	2.50	2.50	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	3.10	1.03
	3.00	2.50	1.75	0.05	26	15.53	6.05	2.59	3.63	1.21

NOTA : ECUACION POR FALLA LOCAL

CORTE DIRECTO

CORTE DIRECTO ASTM D-3080

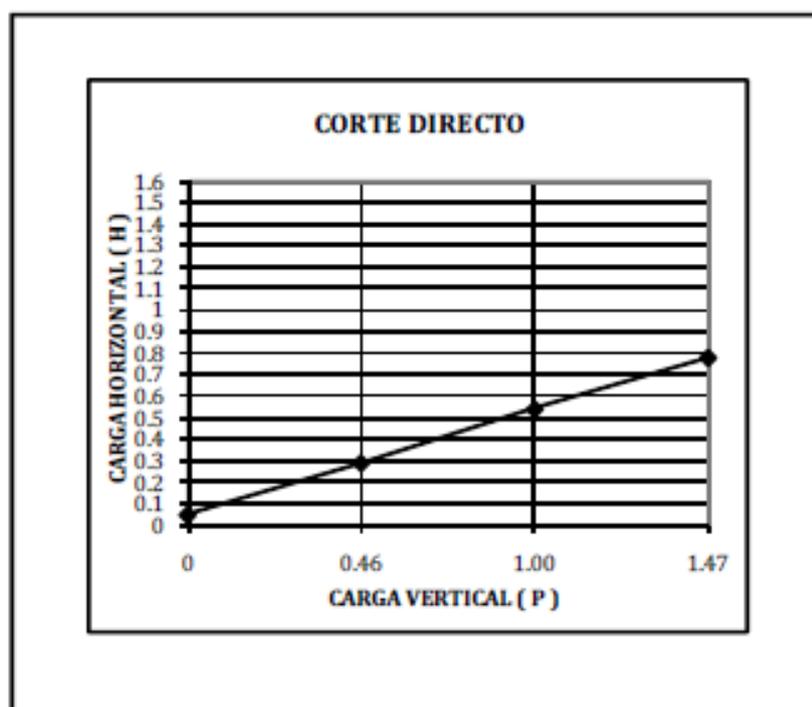
OBRA : ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO PARA LA ADECUACION, MEJORAMIENTO Y SUSTITUCION DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DE LA I.E. SANTA TERESITA
 DISTRITO DE CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA - REGION CAJAMARCA
SOLICITA : CONSULTORA LUIS OMAR SANCHEZ ARTEAGA
FECHA : **Ago-11**
PROF : De 1.50 - 3.00 m.
MUETRA : Suelo Arenoso Limoso (SM)

HUMEDAD NATURAL

No LABORATORIO

No	CELD	TARA	C.MHU	C+MSEC	AGUA	P.MSE	HUMEDA	PROMED
	1	29	274.60	2.26	45.70	192	23.1	

PISO VOLUMETRICO (con anillo)						PISO VOLUMETRICO (con parafina)								
NUME	PISO	ANILLO+	PESO	VOLUMEN	PISO	NUMERO	PESO	PEL MU	PESO MU	g1-g	g1-g2	g(g1-g2)	PISO	PROMEDIO
ANILLO	ANILLO	MUEST	MUEST	ANILLO	VOLIMET	ANILLO	MUEST	CON. P	CON AGUA			(g1-g)	VOLUM.	
	1	38.9	104.3	64.20	49.30	126								
	3	38.9	104.3	64.20	49.30	126								
	15	38.9	104.3	64.20	49.30	126								
PISO VOLIM. EN ESTADO NATURAL														



N° ANILLO		4	5	19
FECHA CONS	16/08/2011			
FECHA CORT	19/08/2011			
CAR. VERT	0.46	1.00	1.47	
CAR. HOR.	0.29	0.54	0.78	
OBISER				
RESULTADOS				
Tangente (Tg°)				0.488
Ang de Talud (°)				26
Cohesión (C)				0.05 kg/cm ²

CBR

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO ASTM D-1883-73

OBRA : ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO PARA LA ADECUACION, MEJORAMIENTO Y SUSTITUCION DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DE LA I.E. SANTA TERESITA - CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

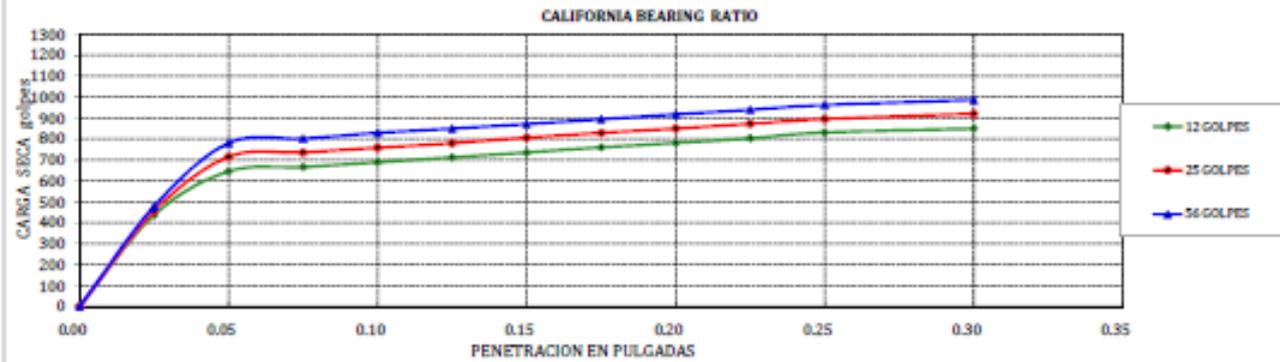
SOLICITA : CONSULTORA LUIS OMAR SANCHEZ ARTEAGA

LUGAR : CAJAMARCA

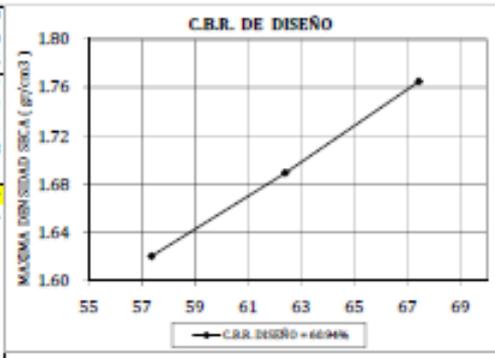
MUESTRA : AFIRMADO "CANTERA: ABRA EL GAVILAN"

FECHA : Ago-11

PENETRACION	MOLDE No 1 12 golpes			MOLDE No 2 25 golpes			MOLDE No 3 56 golpes		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.025	90.23	437.39		94.30	455.98		99.30	478.82	
0.050	135.67	644.96		150.92	714.62		165.40	780.77	
0.075	140.23	665.79		155.47	735.41		170.00	801.78	
0.100	145.35	689.18	50.65	160.34	757.65	55.69	175.98	829.09	60.94
0.125	150.35	712.02		165.30	780.31		180.47	849.60	
0.150	155.37	734.95		170.90	805.89		185.22	871.30	
0.175	160.83	759.89		175.86	828.55		190.33	894.64	
0.200	165.35	780.54	57.37	180.35	849.06	62.41	195.33	917.48	67.44
0.225	170.33	803.29		185.34	871.85		200.23	939.87	
0.250	176.22	830.19		190.38	894.87		205.08	962.02	
0.300	180.35	849.06		195.96	920.36		210.57	987.10	



GOLPES	12.00	25.00	56.00
Numero de capas	5.00	5.00	5.00
Humedad (%)	12.30	12.28	12.25
Peso del molde (gr)	4,192.00	4,192.00	4,192.00
P. molde + suelo hum. (gr)	8,075.00	8,240.00	8,420.00
Volumen del molde (cm ³)	2,134.25	2,134.25	2,134.25
Densidad hum. (gr/cm ³)	1.82	1.90	1.98
Densidad seca (gr/cm ³)	1.62	1.69	1.76
C.B.R. a 0.1"	50.65	55.69	60.94
C.B.R. a 0.2"	57.37	62.41	67.44
Expansion (%)	0.007	0.009	0.010



ANEXO 02:

Certificación de la calidad del concreto del
proyecto “Adecuación, Mejoramiento y
Sustitución de la Infraestructura Educativa
Santa Teresita”



Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.Ltda.

Av. La Unión 1001, Urb. Primavera, San Mateo, Cajamarca, Perú. T. 051 94 999 999
www.dino.com.pe

INFORME

CLIENTE : CONSORCIO SANTA TERESITA
Atención Ing. Waldo López Cuadros

EMITIDO POR : DINO S.R.L. – Planta Cajamarca.

ASUNTO : Normativa del concreto premezclado y requerimiento del cliente

FECHA : Cajamarca, 22 de marzo del 2013

Me es grato dirigirme a ustedes, mediante el presente, para hacer de su conocimiento la siguiente información con respecto a las resistencias de las probetas tomadas en obra del concreto que actualmente se le viene suministrando para su obra "I.E. Santa Teresita".

Resistencia del Concreto

El concreto suministrado por DINO S.R.L. para la Obra I.E. Santa Teresita cumple con los requisitos de resistencia del cliente, así como con los requisitos indicados en las normas NTP 339.114 / ASTM C94: Concreto Premezclado, Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y Reglamento para Concreto Estructural ACI 318. El cumplimiento de la resistencia se evidencia en los informes de control de calidad que obran en su poder.

Las normas y reglamentos mencionados prescriben que las probetas para evaluar la resistencia del concreto deben ser elaboradas, curadas y ensayadas bajo condiciones normalizadas, es decir las probetas se deben elaborar y curar conforme a la NTP 339.033 / ASTM C31 y se deben ensayar conforme a la NTP 339.034 / ASTM C39.

Estos documentos prescriben también que el nivel de resistencia se considera satisfactorio si el concreto cumple con los dos requisitos siguientes:

- a. Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos a 28 días será mayor o igual a f_c .
- b. Ningún ensayo individual de resistencia será menor que f_c en mas de 35 kg/cm².

En consecuencia los ensayos de probetas curadas en condiciones de obra no deben utilizarse para la aceptación o rechazo del concreto; las probetas curadas en obra sólo están contempladas en los reglamentos bajo requerimiento de la autoridad competente para evaluar



Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.Ltda.

Carretera Panamericana, Km. 100, Pacasmayo, Perú
www.dino.com.pe

los procedimientos de protección y curado del concreto. El RNE y Reglamento para Concreto Estructural ACI 318 prescriben que *"Deberá procederse a mejorar los procesos de protección y curado del concreto en todos aquellos casos en los que la resistencia en compresión de las probetas curadas bajo condiciones de obra, a la edad elegida para la determinación de la resistencia promedio, sea inferior al 85% de la de las probetas compañeras curadas en laboratorio."*

ANEXOS:

- Anexo 01: Informes de Control de Calidad.
- Anexo 02: Copia de NTP 339.114.
- Anexo 03: Copia de NTP 339.033.
- Ficha Informativa: Condiciones para la aceptación de resultados de resistencias del concreto.
- Ficha Informativa: Curado del concreto en obra.

Atentamente,

Ing. Juan E. Díaz Meira.
Supervisor de Control de Calidad
DINO - Cajamarca



PLANTA PREMEZCLADOS CAJAMARCA

Siglapampa s/n - Caserio La Banda - Llacanora - Cajamarca - Cajamarca
Teléfono: (01) 317-2000 Anexo:4914 Fax: (01) 317-2000 Anexo:4904
www.dino.com.pe



CLIENTE : CONSORCIO SANTA TERESITA
DESCRIPCIÓN : C210-MS-H57-A5
ESTRUCTURA : PLACAS MIC 3N
FECHA DE EMISIÓN : Viernes, 09 de agosto de 2013

CERTIFICADO DE CONTROL DE CALIDAD CONCRETO $f'c=210$ kg/cm²

Línea de producto : Concreto por Resistencia - Cemento Tipo M5
Proceso : Elab., transp. y sumin. de concreto pmt.
Asentamiento de dosificación : 5±1%
Tamaño máximo de agregado : HUSO 57
Aditivos : Skement 250N

Número de muestra :

716

CÓDIGO	Resistencia especificada f_c (kg/cm ²)	Fecha y hora de toma de muestra	Edad (días)	Área (cm ²)	Carga máxima (kg)	Resistencia a Compresión (kg/cm ²)	Resistencia a compresión del ensayo individual (kg/cm ²)	Requisito	Promedio f_c (%)
716	210	18-jul-13	7 días	180.5	31730	175	175	No específica	84%
716	210	18-jul-13	7 días	181.0	31650	175			

Conforme a: NTP 338.114:2012 HORMIGÓN (CONCRETO). Concreto premezclado.

Observaciones:

1.- PRENSA ELE INTERNATIONAL, Mod. ACCUTEK, Serie 0803000007. Indicador digital ADR serie-1885-13040. Informe de verificación de calibración INF. N°120 736A

Ing. Juan Diaz Melia
Supervisor de Control de Calidad

Ing. Edwin Viquez
Jefe de Planta

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Premezclas Cajamarca



PLANTA PREMEZCLADOS CAJAMARCA

Siglapampa s/n - Caserio La Benda - Llacanora - Cajamarca - Cajamarca
Teléfono: (01) 317-2000 Anexo:4914 Fax: (01) 317-2000 Anexo:4904
www.dino.com.pe



CLIENTE : CONSORCIO SANTA TERESITA
DESCRIPCIÓN : C210-MS-H67-45
ESTRUCTURA : LOSA DE TECHO 2DO NIVEL
FECHA DE EMISIÓN : Vermea, 09 de agosto de 2013

CERTIFICADO DE CONTROL DE CALIDAD

CONCRETO $f'c=210$ kg/cm²

Línea de producto : Concreto por Resistencia - Cemento Tipo MS Número de muestra : 719
Proceso : Elab., transp. y sumin. de concreto prtz.
Asentamiento de dosificación : 5s11"
Tamaño máximo de agregado : HUSO 57
Aditivos : Sikament 250N

CÓDIGO	Resistencia especificada $f'c$ (kg/cm ²)	Fecha y hora de toma de muestra	Edad (días)	Área (cm ²)	Carga máxima (kg)	Resistencia a Compresión (kg/cm ²)	Resistencia a compresión del ensayo individual (kg/cm ²)	Resultado	Promedio $f'c$ (%)
719	210	19-Jul-13	7 días	180.5	25240	140	140	No específica	66%
719	210	19-Jul-13	7 días	181.0	25190	139			

Conforme a : NTP 338.114:2012 HORMIGÓN (CONCRETO). Concreto premezclado.

Observaciones:

1.- PRENSA ELE INTERNATIONAL, Mod. ACCUTEK, Serie 08200000007. Indicador digital ADR serie-1896-13040. Informe de verificación de calibración INF. N°120.736A

Ing. Juan Diaz Meña
Supervisor de Control de Calidad

Ing. Edwin Vásquez
Jefe de Planta

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Premezclados Cajamarca



PLANTA PREMEZCLADOS CAJAMARCA

Siglapampa s/n - Caserio La Banda - Licochore - Cajamarca - Cajamarca
Teléfono: (01) 317-2000 Anexo:4914 Fax: (01) 317-2000 Anexo:4904
www.dino.com.pe



CLIENTE : CONSORCIO SANTA TERESITA
DESCRIPCIÓN : C210-MS-H57-A4
ESTRUCTURA : VIGA DE 3ER NIVEL
FECHA DE EMISIÓN : Viernes, 09 de agosto de 2013

CERTIFICADO DE CONTROL DE CALIDAD CONCRETO $f'c=210$ kg/cm²

Línea de producto : Concreto por Resistencia - Cemento Tipo MS Número de muestra : 729
Proceso : Elab., transp. y sumin. de concreto pmez.
Asentamiento de dosificación : 4±1%
Tamaño máximo de agregado : HUSO 57
Aditivos : Sikament 250N

CÓDIGO	Resistencia especificada $f'c$ (kg/cm ²)	Fecha y hora de toma de muestra	Edad (días)	Área (cm ²)	Carga máxima (kg)	Resistencia a Compresión (kg/cm ²)	Resistencia a compresión del ensayo individual (kg/cm ²)	Requisito	Promedio $f'c$ (%)
729	210	20-jú-13	7 días	180.5	25830	141	142	No específica	88%
729	210	20-jú-13	7 días	181.0	25910	143			

Conforme a: NTP 338.114:2012 HORMIGÓN (CONCRETO), Concreto premezclado.

Observaciones:

1.- PRENSA ELE INTERNATIONAL, Mod. ACCUTEK, Serie 0803000007. Indicador digital ADR serie-1886-13040. Informe de verificación de calibración INF. N°120 736A

Ing. Juan Díaz Melta
Supervisor de Control de Calidad

Ing. Edwin Vásquez
Jefe de Planta

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Premezclas Cajamarca

ANEXO 03:

Fichas Técnicas de Aditivos para anclaje
con acero de refuerzo



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika AnchorFix®-3001

ADHESIVO EPÓXICO DE 2 COMPONENTES PARA ANCLAJES, DE ALTO DESEMPEÑO, PARA USO EN CONCRETO FISURADO Y NO FISURADO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El Sika AnchorFix®-3001 es un adhesivo epóxico de dos componentes para el anclaje de barras corrugadas y pernos roscados. Fabricado con una tecnología de alta calidad y libre de estireno, el Sika AnchorFix®-3001 ha sido específicamente diseñado para proveer una alta resistencia para uso en condiciones secas, húmedas e inundadas en numerosos materiales de base. Es apropiado para cargas medianas y altas en aplicaciones estructurales y no estructurales.

USOS

Sika AnchorFix®-3001 debe ser utilizado sólo por profesionales expertos.

- Anclaje de barras corrugadas y pernos roscados en materiales sólidos (concreto, piedra, bloques rellenos con grout).
- Para aplicaciones horizontales, verticales y sobre cabeza (referirse a Limitaciones), en donde el fraguado lento permite un tiempo de manejabilidad extendido.
- Para anclajes en perforaciones más profundas o en aplicaciones que no deban ponerse en servicio de manera rápida.
- Para aplicaciones en ambientes externos, sujetas a cargas dinámicas y vibraciones.
- Para anclaje de acero estructural al concreto, barandas de seguridad, balcones, cubiertas corredizas (canopies), vallas, pasamanos, estantes, maquinaria, soportes en mampostería, asientos de escenarios deportivos, barras de acero.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Producto versátil que permite aplicaciones como un adhesivo y como anclaje.
- Fragua en condiciones secas, húmedas e inundadas.
- Cura sin exhibir presiones de expansión.
- El tiempo gel y el tiempo abierto extendidos sirven para hacer anclajes profundos.
- Permite hacer anclajes cerca de los bordes libres.
- Para anclaje de barras corrugadas y pernos roscados.
- Para anclajes en concreto fisurado y no fisurado.
- Resistente a un amplio rango de químicos, que incluyen soluciones acuosas de cloruro de aluminio, nitrato de aluminio al 10% de concentración, combustible de avión, diesel, petróleo doméstico y muchas otras sustancias a 75°C reteniendo al menos el 80% de sus propiedades físicas.
- Soporta cargas grandes.

CERTIFICADOS / NORMAS

- Aprobado según IAPMO/ICC-ES. Según AC308 ESR para concreto fisurado y no fisurado. Ver el reporte ESR-3608 del ICC-ES.
- Aprobado para el contacto con agua potable según ANSI/NSF estándar 61.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	Cartucho x 600 mL
Color	Bronce
Vida Útil	24 meses
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en su empaque original, sin abrirse, en un ambiente fresco y en condiciones secas, lejos de los rayos directos del sol a una temperatura entre 5°C y 20°C. Pre condicione el producto por encima de 10°C para facilitar su aplicación cuando se usen pistolas manuales y cuando se trabaja a bajas temperaturas.
Densidad	ASTM D1875 : 1.7 kg/L
Contenido de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC)	USGBC VALORACIÓN LEED Sika AnchorFix®-3001 cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Contenido de VOC < 70 g/L (menos agua).

INFORMACIÓN TÉCNICA

Resistencia a la Compresión	24 horas: 59 MPa (8,500 psi) 7 días: 85 MPa (12,300 psi) ASTM D695
Módulo de Elasticidad a Compresión	7 días: 5 GPa ASTM D695
Resistencia a Flexión	24 horas: 45 MPa (6,525 psi) ASTM D790
Resistencia a la Tensión	1 día: 18 MPa (2,610 psi) 7 días: 23.5 MPa (3,400 psi) ASTM D638
Módulo de Elasticidad	1 día: 5.7 GPa 7 días: 5.5 GPa ASTM D638
Elongación de Rotura	1 día: 6.6% 7 días: 5.9% ASTM D638

Resistencia a la Adherencia

Diámetro Barras	Profundidad	Capacidad admisible del concreto/adherencia						
		Tensión (lb)			Cortante (lb)			
		F _t =2,500psi	F _t =4,000psi	F _t =8,000psi	F _v =2,500psi	F _v =4,000psi	F _v =8,000psi	
3/8" Ø #3	2-3/8"	6.0	3,939	2,032	2,198	2,585	2,710	2,904
	4-9/16"	12.5	4,091	4,225	4,528	5,375	5,633	6,098
	7-1/2"	19.0	6,123	6,436	6,878	8,164	8,557	9,171
1/2" Ø #4	2-3/4"	2.0	2,527	2,649	2,839	3,369	3,531	3,785
	5-3/8"	16.2	5,858	6,140	6,581	7,811	8,187	8,774
	10"	25.4	9,186	9,631	10,329	12,252	12,842	13,764
5/8" Ø #5	3-1/8"	7.9	3,839	4,078	4,369	5,185	5,434	5,824
	7-13/16"	19.8	9,722	10,319	10,921	12,962	13,586	14,503
	12-1/2"	31.8	15,555	16,308	17,173	20,739	21,737	23,298
2/4" Ø #6	3-3/4"	9.5	5,200	5,469	5,841	6,923	7,267	7,789
	9-5/8"	29.8	15,000	15,825	16,600	19,933	20,907	22,471
	15"	38.1	20,293	21,600	23,165	27,732	29,067	31,152
1" Ø #8	4"	10.2	6,460	6,811	7,444	8,835	9,242	10,002
	12"	30.5	19,221	20,434	21,832	26,628	27,846	29,776
	20"	50.8	32,095	33,657	36,219	43,646	45,243	48,199
1-1/4" Ø #10	5"	12.7	8,529	8,936	9,828	11,689	12,175	13,071
	15"	38.1	24,586	25,608	27,484	32,917	34,144	36,312
	25"	63.5	42,646	44,180	47,140	56,465	58,243	61,858

1. Los valores arriba mostrados representan valores últimos promedio y cargas de trabajo admisibles. Las cargas de trabajo admisibles han sido reducidas usando un factor de seguridad de 4 para tensión y 3 para

cortante, sin embargo en algunos casos, como en seguridad de vida (life safety) pueden ser necesarios factores de seguridad de 10 o más.

2. Las cargas admisibles deben compararse con la capacidad del acero. Controle el valor más bajo.

3. Los datos tabulados son aplicables a anclajes aislados en concreto normal no afectados por factores de reducción por distancia al borde ó espaciamiento entre barras. Los valores son válidos para anclajes instalados en concreto seco en perforaciones hechas con taladro roto-percutor y broca de tungsteno (ANSI carbide drill bit).

4. Se pueden interpolar datos.

* El ingeniero diseñador del proyecto es el responsable por la interpretación de estos datos.

Temperatura de Deflexión Térmica

7 días: 49°C (120°F)
ASTM D790

Resistividad Eléctrica

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA/DISIPACIÓN

5.1E + 09 Ωcm @ 500 V

5.4E + 09 Ωcm @ 1,000 V

5.3E + 09 Ωcm @ 2,000 V

5.0E + 09 Ωcm @ 4,000 V

VOC (SCAQMD Rule 1168) 4.5 g/L

Las propiedades del producto son valores promedio típicamente, obtenidos en condiciones de laboratorio. Se pueden esperar variaciones razonables en la obra debido a factores locales incluyendo condiciones ambientales, preparación, aplicación, curado y métodos de prueba.

Consideraciones de Diseño

RESISTENCIA ADMISIBLE PARA BARRAS DE ACERO

Tipo de barra		Acero al carbón ASTM A 615 Grade 40	
		Tensión admisible, N_{st}	Cortante admisible, V_{st}
#3	lb	2,178	1,122
	kN	9.7	5.0
#4	lb	3,960	2,040
	kN	17.2	9.1
#5	lb	6,138	3,162
	kN	27.3	14.1
#6	lb	8,712	4,488
	kN	38.7	20.0
#7	lb	11,880	6,120
	kN	52.8	27.2
#8	lb	15,642	8,058
	kN	69.6	35.8
#10	lb	25,146	12,954
	kN	111.9	57.6

Tensión: $0.33 \times f_u \times \text{área de la barra}$.

Cortante: $0.17 \times f_u \times \text{área de la barra}$

f_u : esfuerzo último de la barra

* El ingeniero diseñador del proyecto es el responsable por la interpretación de estos datos.

RESISTENCIA ADMISIBLE PARA BARRAS DE ACERO

Tipo de barra		Acero al carbón ASTM A 615 Grade 60	
		Tensión admisible, N_{st}	Cortante admisible, V_{st}
#3	lb	3,280	1,690
	kN	14.6	7.5
#4	lb	5,831	3,004
	kN	25.9	13.4
#5	lb	9,111	4,693
	kN	40.5	20.9
#6	lb	13,121	6,759
	kN	58.4	30.1
#7	lb	17,859	9,200
	kN	79.4	40.9
#8	lb	23,326	12,016
	kN	103.8	53.4
#10	lb	37,623	19,381
	kN	167.4	86.2





HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sikadur®-31 Hi-Mod Gel

ADHESIVO EPOXICO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un material tixotrópico de dos componentes a base resinas epóxicas y cargas inactivas, exento de solventes.

USOS

Sikadur®-31 Hi-Mod Gel debe ser utilizado sólo por profesionales expertos.

- Unión de elementos de concreto, fibrocemento, acero, fierro, aluminio, mármol, piedra, madera, vidrio, cerámica, piezas de resinas poliéster o epóxicas.
- Relleno rígido de juntas de poco espesor.
- Anclaje de fierros, pernos, soportes, tirantes y maquinarias.
- Como sello rígido de juntas invisibles, entre láminas de fibro-cemento.
- Reparación de aristas y caras del concreto a la vista.
- Refuerzo de elementos de concreto mediante pegado de placas de acero.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Altas resistencias mecánicas, a la abrasión y al impacto.
- Gracias a su consistencia permite trabajar sobre superficies verticales o sobre la cabeza.
- Buena adherencia incluso en superficies húmedas.
- Resistencia química excepcional contra el agua, aceite, gasolina, soluciones salinas, ácidos y álcalis diluidos, así como contra las aguas residuales.
- Excelente adherencia sobre elementos endurecidos, como fibro-cemento, láminas de yeso, mampostería, concreto, madera, acero, etc.
- Sin efecto nocivo sobre los materiales que constituyen las piezas unidas.
- No contiene componentes volátiles.
- Fácil de dosificar (relación de sus componentes en volumen (A:B = 1:1)).

CERTIFICADOS / NORMAS

Sikadur®-31 Hi-Mod-Gel cumple la norma ASTM C-881: Standard Especification for Epoxy-Resin-Base Bonding System for Concrete.

USGBC VALORACIÓN LEED

Sikadur®-31 Hi Mod Gel cumple con los requerimientos LEED.

Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants.

Contenido de VOC < 70 g/L (menos agua)

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	<ul style="list-style-type: none"> • Juego x 1 Kg. • Juego x 5 Kg.
Vida Útil	2 año
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en su envase original cerrado en un lugar fresco y bajo techo, con una temperatura entre 5°C y 25°C. Acondicione el material a 18°C - 30°C antes de usar.
Color	Mezcla pastosa (A+B) color gris

INFORMACIÓN TÉCNICA

Resistencia a la Compresión	Tiempo	5°C	23°C	32°C	(ASTM D-695)
	2 horas	-	-	370	
	4 horas	-	430	430	
	8 horas	-	620	620	
	16 horas	240	620	620	
	1 día	430	620	740	
	3 días	620	620	740	
	7 días	680	740	740	
	14 días	680	740	800	
	Resistencia a Flexión	42 MPa			
Resistencia a la Tensión	3,0 – 3,5 MPa				
Módulo de Elasticidad	4.3x10 ⁴ kg/cm ²				
Resistencia a la Adherencia	2 días curado seco	150 kg/cm		(ASTM C-882)	
	2 días curado húmedo	160 kg/cm			
	14 días curado húmedo	200 kg/cm			
Contracción	Endurece sin retracción.				
Temperatura de Servicio	-20°C a +60°C.				
Absorción de Agua	0.07%, a 24 horas (ASTM D-570)				

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Proporción de la Mezcla	En peso:	A : B = 1 : 1,18
	En volumen:	A : B = 1 : 1
Consumo	<ul style="list-style-type: none"> • El consumo aproximado es de 1.7 kg/m² en 1 mm de espesor. • Respetar proporción en peso A : B = 1 : 1,18 y en volumen A : B = 1 : 1 	
Espesor de Capa	Espesor máximo por capa 25mm.	
Temperatura del Producto	Entre 20°C a 30°C al momento de la colocación.	
Duración de la Mezcla	50 minutos.	
Producto Aplicado Listo para su Uso	Normalmente el anclaje se pone en servicio a las 24 horas, a 20°C.	



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sikadur®-32 Gel

PUENTE DE ADHERENCIA

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un adhesivo de dos componentes a base de resinas epóxicas seleccionadas, libre de solventes.

USOS

Sikadur®-32 Gel debe ser utilizado sólo por profesionales expertos.

- Como adhesivo estructural de concreto fresco con concreto endurecido.
- Como adhesivo entre elementos de concreto, piedra, mortero, acero, fierro, fibra cemento, madera.
- Adhesivo entre concreto y mortero.
- En anclajes de pernos en concreto o roca, donde se requiere una puesta en servicio rápida (24 horas).

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Fácil de aplicar
- Libre de solventes
- No es afectado por la humedad
- Altamente efectivo, aun en superficies húmedas
- Trabajable a bajas temperaturas
- Alta resistencia a tracción

CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple la norma ASTM C-881 Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding System for Concrete. Está certificado como producto no tóxico por el Instituto de Salud Pública de Chile.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	Juego de 1 kg. Juego de 5 kg.
Color	Líquido denso color gris (Mezcla A+B)
Vida Útil	2 años
Condiciones de Almacenamiento	El producto puede ser almacenado en su envase original cerrado, sin deterioro en un lugar fresco, seco y bajo techo durante dos años a una temperatura entre 5°C y 30°C. Acondicione el material a 18°C a 30°C antes de usar.
Densidad	1,6 kg/dm ³

INFORMACIÓN TÉCNICA

Resistencia a la Compresión	1 Día	75 MPa	(ASTM D 695)
	10 Días	90 MPa	
Resistencia a Flexión	10 Días	34 MPa	(ASTM C580)

Hoja De Datos Del Producto
Sikadur®-32 Gel
Abril 2019, Versión 01.01
020204030010000133

Resistencia a la Tensión	14.050 kgf	
Resistencia a la Adherencia	> 13 MPa	(ASTM C 882)

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Proporción de la Mezcla	A : B = 2 : 1 (en peso)	
Consumo	El consumo aproximado es de 0.3 a 0.5 kg/m ² , dependiendo de la rugosidad y temperatura de la superficie.	
Duración de la Mezcla	25 minutos	

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

CONCRETO

Al momento de aplicar Sikadur®-32 Gel el concreto debe encontrarse limpio, libre de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasa, pintura, entre otros. Debe estar firme y sano con respecto a sus resistencias mecánicas. La superficie de concreto debe limpiarse en forma cuidadosa hasta llegar al concreto sano, eliminando totalmente la lechada superficial. Esta operación se puede realizar con chorro de agua y arena, escobilla de acero, y otros métodos. La superficie a unir debe quedar rugosa.

Metales

Deben encontrarse limpios, sin óxido, grasa, aceite, pintura, entre otros. Se recomienda un tratamiento con chorro de arena a metal blanco o en su defecto utilizar métodos térmicos o físicos químicos.

MEZCLADO

Mezclar totalmente las partes A y B en un tercer recipiente limpio y seco, revolver en forma manual o mecánica con un taladro de bajas revoluciones (máx. 600 r.p.m.) durante 3–5 minutos aproximadamente, hasta obtener una mezcla homogénea. Evitar el aire atrapado. En caso que el volumen a utilizar sea inferior al entregado en los envases, se pueden subdividir los componentes respetando en forma rigurosa las proporciones indicadas en Datos Técnicos.

MÉTODO DE APLICACIÓN / HERRAMIENTAS

La colocación de Sikadur®-32 Gel se realiza con brocha, rodillo o pulverizado sobre una superficie preparada. En superficies húmedas asegurar la aplicación restregando con la brocha. El concreto fresco debe ser vaciado antes de 3 horas a 20°C o 1 hora a 30°C de aplicado el Sikadur®-32 Gel. En todo caso el producto debe encontrarse fresco al vaciar la mezcla sobre él.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.