

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL CENTRO EDUCATIVO DE NIVEL
PRIMARIO N°82005 “MIGUEL IGLESIAS” DEL DISTRITO DE CAJAMARCA
– CAJAMARCA.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Bach. Oswaldo Flores Cueva

ASESOR:

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

Cajamarca – Perú

2022

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida, la salud y por la fuerza de
voluntad para seguir adelante.

A mi asesor, Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira
Moreno, por su apoyo y orientación en la presente
tesis de investigación.

A la Escuela Académico Profesional de Ingeniería
Civil, por las enseñanzas y experiencias vividas
durante los cinco años de estudios.

DEDICATORIA

A mis padres Gilberto Flores y Rosa Cueva
por su apoyo incondicional y su motivación
para seguir adelante.

A mi hermana Roxana Flores por ser mi consejera
y por estar presente en cada momento de mi vida.

A mis amigos; Ángel Cueva, Cesar Huaccha,
Josué Bustamante, Manuel Vásquez, Raúl Chilón
Wilmer Campos, Wilmer Cerdán, Wilmer Rojas
y Waldir Valdez quienes día a día me hicieron
sonreír y por los grandes momentos vividos
durante los cinco años de estudios.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RELACIÓN DE ABREVIATURAS.....	xv
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT	xix
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. HIPÓTESIS	2
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	2
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	3
1.5. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.6. LIMITACIONES.....	4
1.7. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.8. OBJETIVOS.....	5
1.8.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.9. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS	6
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	6
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	7

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	8
2.2. BASES TEÓRICAS	9
2.2.1. SISMICIDAD EN EL PERÚ	9
2.2.2. SISMICIDAD EN CAJAMARCA	11
2.2.3. RIESGO SÍSMICO	12
2.2.4. VULNERABILIDAD SÍSMICA	12
2.2.4.1. CLASES DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	13
2.2.4.1.1. VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL	13
2.2.4.1.2. VULNERABILIDAD NO ESTRUCTURAL	13
2.2.4.1.2. VULNERABILIDAD FUNCIONAL.....	13
2.2.4.2. MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA	14
2.2.5. PELIGRO SÍSMICO	15
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	15
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	17
3.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA.....	17
3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	17
3.2. PERIODO DE ESTUDIO	18
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA DE ESTUDIO Y UNIDAD DE ANÁLISIS	18
3.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN	19
3.5. TIPO DE ANÁLISIS	19
3.6. RECOLECCIÓN DE DATOS	19
3.6.1. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	19
3.7. PROCEDIMIENTO.....	20
3.7.1. RIESGO SÍSMICO	20
3.7.1.1. CALIFICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO SÍSMICO	21

3.7.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA	22
3.7.2.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL.....	24
3.7.2.1.1. COMPORTAMIENTO SÍSMICO	24
A. ANÁLISIS SÍSMICO ESPECTRAL	24
a) ACELERACIÓN ESPECTRAL	24
b) FACTOR DE ZONA.....	25
c) CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN Y FACTOR DE USO....	25
d) FACTOR DE SUELO	27
e) FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA	27
f) COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN DE FUERZAS.....	28
B. DERIVAS DE ENTREPISO	30
B.1. CÁLCULO DE LA DERIVA.....	30
C. JUNTA SÍSMICA.....	31
D. COMPORTAMIENTO DE VIGAS	31
D.1. CÁLCULO DE CARGAS	31
D.2. CÁLCULO DEL MOMENTO NOMINAL RESISTENTE	32
D.3. VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA.....	34
E. COMPORTAMIENTO DE LAS COLUMNAS.....	34
E.1. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE ACERO NECESARIO.	34
E.2. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE ACERO EXISTENTE..	35
E.3. VERIFICACIÓN DE LA CANTIDAD DE ACERO	36
F. TIPO DE FALLA EN EDIFICACIONES	36
F.1. RESISTENCIA MÍNIMA A FLEXIÓN DE COLUMNAS	37
F.2. MOMENTOS DE INERCIA EN COLUMNAS.....	38
G. FALLA POR COLUMNA CORTA.....	39
G.1. EFECTO EN LA RIGIDEZ POR COLUMNA CORTA.....	39
3.7.2.1.2. ESTADO ACTUAL DE LA EDIFICACIÓN	40

3.7.2.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA NO ESTRUCTURAL.....	40
3.7.2.2.1. ESTABILIDAD DE TABIQUES.....	40
A. CÁLCULO DEL MOMENTO ACTUANTE	41
B. CÁLCULO DEL MOMENTO RESISTENTE.....	44
C. VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD DE TABIQUES	44
3.7.3. PELIGRO SÍSMICO	44
3.7.3.1. SISMICIDAD.....	46
3.7.3.2. TIPO DE SUELO	47
3.7.3.3. TOPOGRAFÍA.....	48
3.8. DESCRIPCIÓN DE LAS EDIFICACIONES.....	48
3.9. TRATAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	49
3.9.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	49
3.9.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	49
3.9.2.1. PROPIEDADES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CONCRETO.....	50
a. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE COLUMNAS Y VIGAS	50
b. MÓDULO DE ELASTICIDAD.....	50
c. PESO ESPECÍFICO	50
d. RECUBRIMIENTO DE COLUMNAS Y VIGAS	50
3.9.2.2. PROPIEDADES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ACERO	51
a. ESFUERZO DE FLUENCIA	51
b. PESO ESPECÍFICO	51
c. MÓDULO DE ELASTICIDAD	51
3.9.3. METRADO DE CARGAS	51
3.9.4. MODELO ESTRUCTURAL	51
3.9.5. RESULTADOS	53
3.9.5.1. NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	53

3.9.5.1.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL.....	53
3.9.5.1.1.1. COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS EDIFICIOS	53
a). Derivas de Entrepiso	53
b). Junta Sísmica.....	56
c). Comportamiento de Vigas	57
d). Comportamiento de Columnas.....	67
e). Tipo de Falla.....	69
f). Falla por Columna Corta.....	71
3.9.5.2. ESTADO ACTUAL DEL EDIFICIO	72
3.9.5.1.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA NO ESTRUCTURAL.....	76
3.9.5.1.2.1. ESTABILIDAD DE TABIQUES.....	76
a. Periodo de Vibración de la Estructura	76
b. Fuerza Cortante por Nivel	77
c. Fuerza Sísmica Horizontal de Diseño.....	78
d. Verificación de Estabilidad de Tabiques	79
3.9.5.2. NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	81
3.9.5.3. NIVEL DE PELIGRO SÍSMICO.....	81
3.9.5.4. NIVEL DE RIESGO SÍSMICO	82
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	84
4.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	84
4.1.1. NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	84
4.1.1.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL.....	84
4.1.1.1.1. COMPORTAMIENTO SÍSMICO DEL EDIFICIO	84
a. Derivas de Entrepiso.....	84
b. Junta Sísmica	84
c. Comportamiento de Vigas	84
d. Comportamiento de Columnas	85

e. Tipo de Falla	85
f. Falla por Columna Corta	85
4.1.1.1.2. ESTADO ACTUAL DEL EDIFICIO	86
4.1.1.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA NO ESTRUCTURAL	86
4.1.1.3. NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	86
4.1.2. NIVEL DE PELIGRO SÍSMICO	86
4.1.3. NIVEL DE RIESGO SÍSMICO	86
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
5.1. CONCLUSIONES	87
5.2. RECOMENDACIONES	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
APÉNDICE	90
APÉNDICE N°01: ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	90
APÉNDICE N°02: ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS	98
APÉNDICE N°03: METRADO DE CARGAS	104
ANEXOS	112
ANEXO N°01: PLANOS I.E N°82005 “MIGUEL IGLESIAS”	112

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

Tabla 3.1: Ubicación Geográfica.....	17
Tabla 3.2: Clasificación del Riesgo Sísmico.....	21
Tabla 3.3: Nivel de Riesgo Sísmico	21
Tabla 3.4: Parámetros para evaluar la Vulnerabilidad Sísmica.....	22
Tabla 3.5: Combinaciones de los Parámetros para la Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica	23
Tabla 3.6: Nivel de Vulnerabilidad Sísmica	24
Tabla 3.7: Factores de Zona (Z)	25
Tabla 3.8: Factores de Uso (U)	26
Tabla 3.9: Factores de Suelo (S).....	27
Tabla 3.10: Periodos “TP” y “TL”	27
Tabla 3.11: Coeficiente básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas (R0).....	28
Tabla 3.12: Parámetros para la obtención de la Pseudo Aceleración Sísmica	29
Tabla 3.13: Límites para la distorsión del entrepiso.....	31
Tabla 3.14: Área de barras de acero de refuerzo	36
Tabla 3.15: Valores de C_1	43
Tabla 3.16: Valores del coeficiente de momentos “m” y dimensión crítica “a”.....	43
Tabla 3.17: Valores de las variables para cuantificar el Peligro Sísmico	44
Tabla 3.18: Rango de valores de las variables para cuantificar el Peligro Sísmico	45
Tabla 3.19: Calificación del Peligro Sísmico	46
Tabla 3.20: Valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo	48
Tabla 3.21: Derivas de entrepiso en la dirección X - Módulo A.....	53
Tabla 3.22: Derivas de entrepiso en la dirección Y – Módulo A.....	54
Tabla 3.23: Derivas de entrepiso en la dirección X - Módulo B.....	55
Tabla 3.24: Derivas de entrepiso en la dirección Y - Módulo B.....	55
Tabla 3.25: Espesor de la Junta Sísmica	56

Tabla 3.26: Momento nominal resistente y actuante de VP en el eje A-A	59
Tabla 3.27: Momento nominal resistente y actuante de VP en el eje D-D	59
Tabla 3.28: Momento nominal resistente y actuante de VP en el eje H-H	60
Tabla 3.29: Momento nominal resistente y actuante de VP en el eje J-J	60
Tabla 3.30: Momento nominal resistente y actuante de VA en eje 1-1, tramo A-B	61
Tabla 3.31: Momento nominal resistente y actuante de VA en eje 1-1, tramo C-D	61
Tabla 3.32: Momento nominal resistente y actuante de VA en eje 2-2, tramo H-I.....	62
Tabla 3.33: Momento nominal resistente y actuante de VA en eje 2-2, tramo I-J.....	62
Tabla 3.34: Momento nominal resistente y actuante de VP en eje A-A	63
Tabla 3.35: Momento nominal resistente y actuante de VP en eje D-D	63
Tabla 3.36: Momento nominal resistente y actuante de VP en eje H-H	64
Tabla 3.37: Momento nominal resistente y actuante de VP en eje J-J.....	64
Tabla 3.38: Momento nominal resistente y actuante de VA en eje 2-2, tramo A-B	65
Tabla 3.39: Momento nominal resistente y actuante de VA en eje 2-2, tramo C-D	65
Tabla 3.40: Momento nominal resistente y actuante de VA en eje 2-2, tramo H-I.....	66
Tabla 3.41: Momento nominal resistente y actuante de VA en eje 2-2, tramo I-J.....	66
Tabla 3.42: Acero calculado y colocado en columnas del primer nivel Módulo A.....	68
Tabla 3.43: Acero calculado y colocado en columnas del primer nivel Módulo B	68
Tabla 3.44: Acero calculado y colocado en columnas del segundo nivel Módulo A	68
Tabla 3.45: Acero calculado y colocado en columnas del segundo nivel Módulo B.....	69
Tabla 3.46: Momento de inercia y Módulo de sección de columnas - Módulo A	70
Tabla 3.47: Momento de inercia y Módulo de sección de columnas - Módulo B	71
Tabla 3.48: Relación de rigidez de columna corta y columna total – Primer nivel – Módulo A.....	71
Tabla 3.49: Relación de rigidez de columna corta y columna total – Segundo nivel – Módulo A.....	71
Tabla 3.50: Relación de rigidez de columna corta y columna total – Primer nivel – Módulo B.....	71

Tabla 3.51: Relación de rigidez de columna corta y columna total – Segundo nivel – Módulo B.....	72
Tabla 3.52: Fuerzas cortantes en cada nivel del Módulo A- Dirección X	77
Tabla 3.53: Fuerzas cortantes en cada nivel del Módulo A- Dirección Y	77
Tabla 3.54: Fuerzas cortantes en cada nivel del Módulo B- Dirección X.....	78
Tabla 3.55: Fuerzas cortantes en cada nivel del Módulo B- Dirección Y.....	78
Tabla 3.56: Parámetros para el Diseño Sismorresistente	79
Tabla 3.57: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Primer nivel – Dirección X – Módulo A.....	79
Tabla 3.58: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Segundo nivel – Dirección X – Módulo A.....	80
Tabla 3.59: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Primer nivel – Dirección X – Módulo B.....	80
Tabla 3.60: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Segundo nivel – Dirección X – Módulo B.....	80
Tabla 3.61: Asignación de valores para evaluar la Vulnerabilidad Sísmica	81
Tabla 3.62: Nivel de vulnerabilidad Sísmica de la I.E N°82005 “Miguel Iglesias”	81
Tabla 3.63: Asignación de valores para la evaluación del Peligro Sísmico.....	82
Tabla 3.64: Nivel de Peligro Sísmico de la I.E N°82005 “Miguel Iglesias”	82
Tabla 3.65: Valores de las variables para evaluar el Riesgo Sísmico	83
Tabla 3.66: Nivel de Riesgo Sísmico de la I.E N°82005 “Miguel Iglesias”	83

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Figura N°2.1: Zonas sísmicas del Perú	10
Figura N°2.2: Mapa de Sismicidad de la Región Cajamarca	11

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

Figura N°3.1: Plano de ubicación del Centro Educativo	17
Figura N°3.2: Ubicación del Centro Educativo en la ciudad de Cajamarca	18
Figura N°3.3: Espectro de respuesta	29
Figura N°3.4: Fuerzas y Deformaciones Unitarias Internas para una Viga Rectangular Doblemente Reforzada.	33
Figura N°3.5: Sección Rectangular de Concreto Armado sometida a Flexo Compresión... ..	35
Figura N°3.6: Mecanismo de rótulas plásticas	37
Figura N°3.7: Resistencia a flexión de las columnas en las caras de los nudos	38
Figura N°3.8: Esquema de columna típica	38
Figura N°3.9: Alturas de Columna Total y Columna Corta	40
Figura N°3.10: Modelo 3D – Módulo A	52
Figura N°3.11: Modelo 3D – Módulo B	53
Figura N°3.12: Derivas de entrepiso en la dirección X – Módulo A.....	54
Figura N°3.13: Derivas de entrepiso en la dirección Y – Módulo A.....	54
Figura N°3.14: Derivas de entrepiso en la dirección X – Módulo B.....	55
Figura N°3.15: Derivas de entrepiso en la dirección Y – Módulo B.....	56
Figura N°3.16: Junta Sísmica de la I.E N°82005 “Miguel Iglesias”	56
Figura N°3.17: Corte longitudinal de VP – 101 del Módulo A y Módulo B.....	57
Figura N°3.18: Corte longitudinal de VP – 201 del Módulo A y Módulo B.....	57
Figura N°3.19: Cortes transversales de VP del Módulo A y Módulo B	58
Figura N°3.20: Cortes transversales de VA del Módulo A y Módulo B	58

Figura N°3.21: Porcentaje de Resistencia de Vigas Principales – Primer nivel – Módulo A	59
Figura N°3.22: Porcentaje de Resistencia de Vigas Principales – Primer nivel – Módulo B	60
Figura N°3.23: Porcentaje de Resistencia de Vigas Secundarias – Primer nivel – Módulo A	61
Figura N°3.24: Porcentaje de Resistencia de Vigas Secundarias – Primer nivel – Módulo B	62
Figura N°3.25: Porcentaje de Resistencia de Vigas Principales – Segundo nivel – Módulo A.....	63
Figura N°3.26: Porcentaje de Resistencia de Vigas Principales – Segundo nivel – Módulo B.....	64
Figura N°3.27: Porcentaje de Resistencia de Vigas Secundarias – Segundo nivel – Módulo A.....	65
Figura N°3.28: Porcentaje de Resistencia de Vigas Secundarias – Segundo nivel – Módulo B.....	66
Figura N°3.29: Sección transversal de columnas C-1 del Módulo A y Módulo B.....	67
Figura N°3.30: Mecanismo de Falla Columna Fuerte – Viga débil - Módulo A.....	69
Figura N°3.31: Mecanismo de Falla Columna Fuerte – Viga débil - Módulo B.....	70
Figura N°3.32: Grieta en muros del pasadizo del Módulo A – Segundo nivel.....	72
Figura N°3.33: Grieta en losa del pasadizo del Módulo A – Segundo nivel	73
Figura N°3.34: Desprendimiento del tarrajeo en los muros del Módulo A – Segundo nivel	73
Figura N°3.35: Desprendimiento del tarrajeo en columnas del Módulo A – Segundo nivel	74
Figura N°3.36: Desprendimiento de tarrajeo y pintura en muros del Módulo A – Primer nivel	74
Figura N°3.37: Desprendimiento de tarrajeo y pintura en muros del Módulo A – Primer nivel	75

Figura N°3.38: Desprendimiento de tarrajeo y pintura en muros del Módulo A – Primer nivel	75
Figura N°3.39: Desprendimiento de tarrajeo y pintura en muros del Módulo A – Primer nivel	76

APÉNDICE

Figura A.1: Zonas donde se realizaron los ensayos de Esclerometría	91
Figura A.2: Ensayo de Esclerometría.....	91
Figura A.3: Puntos tomados para el ensayo de Esclerometría	92
Figura A.4: Ensayo de Esclerometría en parte inferior de la Columna.....	92
Figura A.5: Ensayo de Esclerometría en la parte central de la Columna.....	93
Figura A.6: Ensayo de Esclerometría en la parte superior de la Columna.....	93
Figura A.7: Ensayo de Esclerometría en la cara lateral de la viga.....	94
Figura A.8: Ensayo de Esclerometría en el fondo central de la viga	94
Figura A.9: Excavación manual de la Calicata	103
Figura A.10: Calicata usada en el estudio de Mecánica de Suelos	103
Figura A.11: Verificación de la profundidad de la Calicata	104

ANEXOS

Figura B.1: Planos de arquitectura del Módulo A.....	113
Figura B.2: Planos de arquitectura del Módulo B.....	114

RELACIÓN DE ABREVIATURAS

Sa: Aceleración Espectral.

Z: Factor de Zona.

U: Factor de Uso.

C: Factor de Amplificación Sísmica.

S: Factor de suelo.

R: Coeficiente de Reducción de Fuerza Sísmica.

g: Aceleración de la gravedad.

T: Periodo fundamental de Vibración de la estructura.

T_P: Periodo que define la plataforma del factor C.

T_L: Periodo que define el inicio de la zona del factor C.

Δ_i : Desplazamiento lateral relativo del nivel i.

δ_i, δ_{i-1} : Desplazamientos laterales en los niveles i e i-1.

h_{ei} : Altura del entrepiso i.

h: Altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar “S”.

M_U: Momento ultimo actuante.

M_{CM}: Momento actuante por carga muerta.

M_{CV}: Momento actuante por carga viva.

M_{CS}: Momento actuante por carga de sismo.

f'_c : Resistencia a compresión del concreto.

f_y : Esfuerzo de fluencia del acero.

A_S: Acero en tracción.

A'_S: Acero en compresión.

a: Altura del bloque a compresión.

b: Ancho de la sección.

M_n : Momento nominal resistente.

d: Peralte efectivo.

d' : Peralte efectivo del acero en compresión.

$0.90 * M_n$: Momento último resistente.

$\phi \cdot P_n$: Resistencia de diseño.

A_g : Área bruta de la sección.

A_{st} : Área de acero de refuerzo necesario en la sección.

$\sum M_{nc}$: Sumatoria de los momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo, evaluadas en las caras del nudo.

$\sum M_{nv}$: Sumatoria de los momentos nominales de flexión de las vigas que llegan al nudo, evaluadas en las caras del nudo.

I_{xx} : Momento de inercia en la dirección x.

I_{yy} : Momento de inercia en la dirección y.

Z_x : Módulo de sección en la dirección x.

Z_y : Módulo de sección en la dirección y.

B: Base de la columna.

H: Altura de la columna.

K_{xCT} : Rigidez de la columna total en la dirección x.

K_{yCT} : Rigidez de la columna total en la dirección y.

K_{xCC} : Rigidez de la columna corta en la dirección x.

K_{yCC} : Rigidez de la columna corta en la dirección y.

L_{CT} : Longitud de la columna total.

L_{CC} : Longitud de la columna corta.

M_s : Momento actuante.

m: Coeficiente de momento (adimensional).

a: Dimensión crítica del paño de albañilería en metros.

w: Carga sísmica por metro cuadrado de muro.

F: Fuerza sísmica horizontal de diseño.

L: Longitud del tabique.

h : Altura del tabique.

F_i : Fuerza sísmica en el nivel “i”.

C_1 : Coeficiente sísmico.

P_e : Peso del tabique.

α_i : Factor de distribución de fuerza sísmica horizontal para cada nivel.

V: Cortante sísmico en la base de la estructura.

k : Exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura T, en la dirección considerada.

M_r : Momento resistente a tracción por flexión en Kg-m/m.

t : Espesor bruto del muro en metros.

E: Módulo de elasticidad.

γ : Peso específico.

P: Peso de la edificación.

PP: Peso propio de la edificación.

CM: Carga muerta.

CV: Carga viva.

CVT: Carga viva de techo.

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo principal “Determinar el nivel de riesgo sísmico del Centro Educativo de nivel primario N°82005 Miguel Iglesias del distrito de Cajamarca-Cajamarca”, para lo cual se hizo uso de la metodología propuesta por el Dr. Ing. Miguel Mosqueira Moreno en su tesis doctoral, asimismo se procedió a analizar dos módulos de este centro educativo los cuales tienen una antigüedad de 25 años aproximadamente, de igual manera se procedió a la evaluación de los elementos estructurales como son vigas y columnas mediante el ensayo de esclerometría el cual es un ensayo no destructivo, además se hizo uso del Reglamento nacional de edificaciones en su más reciente actualización para la evaluación del comportamiento sísmico de los módulos a estudiar. Esta investigación tuvo como parámetros principales a la vulnerabilidad y al peligro sísmico, la vulnerabilidad sísmica se realiza haciendo uso del Reglamento Nacional de Edificaciones y el software computacional de ingeniería estructural ETABS 2016 versión 16.2.1, para evaluar el peligro sísmico se realiza en función al tipo de suelo, la topografía en donde se encuentra dicha institución y la sismicidad de la zona. De esta manera se pudo determinar que el nivel de riesgo sísmico de los módulos del Centro Educativo de nivel primario N°82005 “Miguel Iglesias” es ALTO, debido a que en ambos casos sus niveles de vulnerabilidad sísmica son media y el nivel de peligro sísmico es alto.

Palabras claves: Riesgo sísmico, vulnerabilidad sísmica, peligro sísmico.

ABSTRACT

The main objective of this research is "Determine the level of seismic risk of the Miguel Iglesias Primary Education Center No. 82005 in the district of Cajamarca-Cajamarca", for which the methodology proposed by Dr. Ing. Miguel Mosqueira was used. Moreno in his doctoral thesis, likewise, two modules of this educational center were analyzed, which are approximately 25 years old, in the same way, the structural elements such as beams and columns were evaluated by means of the sclerometry test. which is a non-destructive test, in addition, the National Building Regulations were used in its most recent update for the evaluation of the seismic behavior of the modules to be studied. This research had as main parameters the vulnerability and the seismic hazard, the seismic vulnerability is carried out using the National Building Regulations and the structural engineering computational software ETABS 2016 version 16.2.1, to evaluate the seismic hazard it is carried out according to the type of soil, the topography where the institution is located and the seismicity of the area. In this way it was possible to determine that the level of seismic risk of the modules of the Primary Education Center No. 82005 "Miguel Iglesias" is HIGH, because in both cases their levels of seismic vulnerability are medium and the level of seismic danger is high.

Key words: Seismic Risk, Seismic Vulnerability, Seismic Danger.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), aproximadamente el 70% de las construcciones en el país son informales, es decir carecen de una dirección técnica porque estas construcciones están hechas por el propietario o por un maestro de obra, y a veces peor aún por un operario u oficial y en el peor de los casos por un ayudante los cuales le siguen en rango a los maestros de obra. **(Kuroiwa, 2016)**

Según **Kuroiwa (2016)**, la mano de obra es barata, un ejemplo donde se lo puede apreciar es en el asentado de ladrillos en un muro, especialmente en las juntas tanto verticales como horizontales donde se puede apreciar que el mortero no es uniforme y no está compactado adecuadamente, se sabe además que para que el mortero con el cual se realiza el asentado de ladrillos alcance la resistencia requerida se debe verificar la proporción de materiales a usar con la cual se realiza el mezclado, asimismo la cantidad de agua a usarse es importante ya que a mayor uso de agua en el mortero la resistencia es menor, las unidades de albañilería en algunos casos no cumplen con lo indicado en la norma de albañilería, por ende se puede concluir que por la falta de un profesional en la construcción de las edificaciones estas se encuentran vulnerables frente a los sismos.

Las edificaciones especialmente los centros educativos se encuentran en un estado vulnerable ya que fueron construidos en tiempos antiguos en donde aún no había normas sismorresistentes completas como ahora en la actualidad las hay. Esto se puede comprobar después de un sismo cuando la mayoría de centros educativos quedan destruidos y el estado tiene que invertir una suma importante de dinero para recuperarlos. **(Astorga & Aguilar, 2006)**

Las consecuencias de los sismos que dejan en las estructuras especialmente en los centros educativos debe ser motivo para realizarse una investigación a fondo debido a que a consecuencia de esto existe una pérdida económica y una pérdida de vidas humanas en algunos casos. El inicio debería ser los lugares con mayor probabilidad de que se presente un sismo y las consecuencias que se podría generar en caso este se dé. **(Mosqueira, 2012)**

Asimismo el nivel de riesgo sísmico de cualquier estructura debe ser importante ya que con este estudio podemos predecir las consecuencias que dejaría un sismo en una estructura, además se puede prevenir las pérdidas de dinero y la muerte de una gran cantidad de personas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el nivel de riesgo sísmico del Centro Educativo de nivel Primario N°82005 “Miguel Iglesias” del distrito de Cajamarca - Cajamarca?

1.3. HIPÓTESIS

El nivel de riesgo sísmico del Centro Educativo de nivel Primario N°82005 “Miguel Iglesias” del distrito de Cajamarca - Cajamarca, es alto.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Ya que el Centro Educativo N°82005 “Miguel Iglesias” es una edificación extremadamente antigua con aproximadamente 25 años de antigüedad, está ubicada en un lugar con peligrosidad sísmica y ha sido construida con carencia de conocimientos antisísmicos, por lo que se pueden plantear tres tipos de justificaciones para realizar esta investigación.

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Según la **Norma Técnica E.030 (2019)** para poder determinar el nivel de riesgo sísmico en esta edificación “Centro Educativo Miguel Iglesias” se debe evaluar los

aspectos establecidos en dicha norma, especialmente según la filosofía de diseño sismorresistente que consiste en:

- a) Evitar la muerte de personas.
- b) Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- c) Minimizar las consecuencias a la estructura.

Se pretende determinar el nivel de riesgo sísmico de este centro educativo ya que se desea evaluar tanto la vulnerabilidad estructural y no estructural como también el peligro sísmico de esta infraestructura, ya que si su nivel de riesgo sísmico es alto la estructura puede colapsar y se puede generar la pérdida de vidas humanas especialmente el de niños y niñas, caso contrario si el nivel de riesgo sísmico es bajo la estructura aún sigue siendo funcional y se la podría reforzar con el fin de prevenir cualquier desastre a futuro.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Es importante que se determine el riesgo sísmico al que está expuesto el centro educativo “Miguel Iglesias”, puesto que es una edificación que alberga personales administrativos y una gran cantidad de alumnos; asimismo es una edificación que tiene aproximadamente 25 años de antigüedad, ubicada en una zona de alta sismicidad y diseñada bajo principios de normativas antiguas. Además según la norma técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” este tipo de edificaciones están clasificadas como Categoría A (Edificaciones esenciales), para ello se debe cumplir con las tres funciones de la ciencia las cuales son primeramente la descripción del estado actual de los módulos, explicar las fallas producidas y predecir el comportamiento de los módulos frente a las fuerzas sísmicas que se puedan presentar; para poder lograr este tipo de investigación es importante la determinación del grado de vulnerabilidad, el peligro y el riesgo sísmico de esta institución, seguidamente con estos datos se podrá tener una idea sobre el estado actual en la cual se encuentra la institución educativa Miguel Iglesias.

1.5. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El centro educativo N°82005 “Miguel Iglesias” está constituido de pórticos de concreto armado y está compuesto por los siguientes ambientes: Modulo A, este módulo es de dos niveles en el cual el primer y segundo nivel están conformados por 5 aulas cada uno; Modulo B, este módulo al igual que el Módulo A es de dos niveles en el cual el primer nivel cuenta con los ambientes de dirección y baño de docentes, el segundo nivel cuenta con una sala de cómputo; Modulo C, este módulo es de tres niveles en el cual el primer nivel cuenta con dos baños uno para varones y el otro para mujeres, el segundo nivel tiene 2 aulas y el tercer nivel de igual manera cuenta con 2 aulas. Para nuestra investigación se realiza la evaluación de la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de los módulos A y B, ya que estos módulos son los más antiguos en esta institución educativa Miguel Iglesias.

1.6. LIMITACIONES

- No se pudo tener acceso completo a las fuentes de información primaria de la construcción del Centro Educativo que se hizo en 1995 (planos de construcción, análisis de cálculos para la construcción, entre otros).

1.7. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación realizada pretende determinar el nivel de riesgo sísmico del Centro Educativo de nivel primario N°82005 “Miguel Iglesias” del distrito de Cajamarca – Cajamarca.

La investigación tiene un alcance descriptivo – aplicativo y cuantitativo. Por lo que, para determinar el nivel de riesgo sísmico de este Centro Educativo nos basaremos en el procedimiento propuesto por el Dr. Ing. Miguel Mosqueira Moreno en su tesis doctoral “Riesgo Sísmico en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca”, donde indica que el nivel de riesgo sísmico puede ser alto, medio o bajo y depende tanto de la vulnerabilidad estructural y no estructural de la propia estructura.

1.8. OBJETIVOS

1.8.1. OBJETIVO GENERAL

- ✓ Determinar el nivel de riesgo sísmico del Centro Educativo de nivel Primario N°82005 “Miguel Iglesias” del distrito de Cajamarca – Cajamarca.

1.8.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Determinar la vulnerabilidad sísmica del Centro Educativo de nivel Primario N°82005 “Miguel Iglesias” del distrito de Cajamarca – Cajamarca.
- ✓ Determinar el peligro sísmico del Centro Educativo de nivel Primario N°82005 “Miguel Iglesias” del distrito de Cajamarca – Cajamarca.

1.9. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

La organización de la presente investigación se ha organizado por capítulos de la siguiente manera:

- Capítulo I: Introducción.
- Capítulo II: Marco teórico.
- Capítulo III: Materiales y métodos.
- Capítulo IV: Análisis y discusión de resultados.
- Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones.
- Referencias bibliográficas.
- Apéndices.
- Anexos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Valcárcel, Jairo A. (2013) en su tesis doctoral “Análisis y gestión del riesgo sísmico de edificios y sistemas esenciales” (Universidad Politécnica de Cataluña - España) realizó un estudio de riesgo sísmico en las edificaciones y sistemas esenciales en Cataluña de España, concluyendo que las consecuencias generadas por los sismos se debe al comportamiento sísmico negativo y por lo general esto sucede en centros educativos, por lo que se recomienda un análisis específico de estos edificios primordiales especialmente de centros educativos y hospitales.

Moquete, Francisco E. (2012) en su tesis magistral “Evaluación del Riesgo Sísmico en Edificios Especiales: Escuelas. Aplicación a Barcelona” (Universidad Politécnica de Cataluña - España) utiliza el método del índice de vulnerabilidad, donde considera cinco tipos de daño incluyendo los sistemas de información geográfica, esto le permitió presentar su información y resultados de manera georreferenciada. De este estudio se obtuvo como resultado que los daños físicos directos obtenidos son representativos con las particularidades del parque edificado de cada distrito de la ciudad. Si bien, para el peor escenario considerado, los edificios de escuelas de educación primaria estudiados presentan un grado de daño medio promedio de 0.9, con considerable probabilidad de ocurrencia del grado de daño leve, y que además aquellos con una tipología constructiva de mampostería no reforzada destacan con el mayor grado de daño en promedio para todos los escenarios considerados.

Aldunate, José G. (2009) en su estudio “Vulnerabilidad Sísmica de edificios Chilenos de Hormigón Armado” (Universidad de Chile - Chile) evalúa dos modelos teóricos: en el primero se aplica la metodología del Perfil Bío Sísmico a la muestra de edificios seleccionada y en el segundo se realiza un estudio sobre la vulnerabilidad sísmica implícita de los mismos edificios de hormigón armado. La muestra seleccionada para este trabajo estuvo constituida por 24 edificios teóricos estructurados en base a muros de rigidez, marcos rígidos y mixtos, entre 5 y 40 pisos. Las dimensiones de sus elementos

estructurales varían cada 5 pisos, además se confeccionaron los diagramas de capacidad para cada uno de los edificios, mediante el método Pushover y los diagramas de demanda en conformidad al nivel de desempeño para daño controlado descrito en VISION 2000. Concluyendo que los edificios extremadamente rígidos son mucho más vulnerables sísmicamente que los flexibles y que el factor de amplificación por corte mínimo es mayor en los edificios más flexibles, también se obtuvo la expresión para el factor de seguridad.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Astorga, María & Aguilar, Rafael (2006) en su tesis magistral “Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas” (Pontificia Universidad Católica del Perú) calcularon el riesgo sísmico de algunas edificaciones educativas peruanas dentro de los cuales un tipo corresponde a los edificios de adobe, tres tipos a los edificios de concreto y albañilería construidos antes de 1997 y un tipo a los edificios de concreto y albañilería muy robustos que se empezaron a construir después de 1997 y que representan el 2% del total de edificaciones. Los resultados de este trabajo indican que las edificaciones de adobe quedarían con daño irreparable a partir de una intensidad 7 en escala de Mercalli, mientras que los edificios de concreto y albañilería construidos antes de 1997 serían irreparables a partir de una escala 9 de Mercalli. Para los edificios de concreto-albañilería recientes, se obtuvo como umbral inferior de daño irreparable una intensidad 10 en escala sismológica de Mercalli.

Quiroz, Edward A. (2017) en su tesis magistral “Vulnerabilidad sísmica de una edificación escolar típica módulo 780 Pre NDSR-1997 mediante modelos no lineales” (Pontificia Universidad Católica del Perú) comprende el estudio de dos módulos escolares de dos y tres pisos denominados 780 Pre NDSR-1997 en el departamento de Lima, específicamente en Lima Metropolitana, esta denominación se debe a que fueron construidos bajo los lineamientos normativos antes de la norma de diseño sismorresistente del año 1997. La vulnerabilidad sísmica de los módulos se obtuvo partir de las “funciones de vulnerabilidad” en el que se relacionó la distorsión máxima de la estructura y el daño esperado obtenido a partir de la curva de capacidad bilinealizada relacionando los desplazamientos máximos en el techo con cada nivel de daño dado.

Obteniendo como resultado que al comparar los resultados obtenidos para módulos 780 Pre NDSR 1997 con los módulos 780 Actual, el comportamiento de este último es sustancialmente superior al primero, ya que esto se refleja en la distorsión máxima que es capaz de desarrollar el módulo 780 Pre NDSR 1997 el cual representa el 25% de la distorsión máxima que desarrolla el módulo 780 actual. (Quiroz, 2017)

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Gonzales, Frank J. (2017) en su tesis “Vulnerabilidad Sísmica del Edificio 1-I de la Universidad Nacional de Cajamarca” (Universidad Nacional de Cajamarca) comprende el estudio del edificio 1I que está al servicio de los alumnos de las facultades de Enfermería y Obstetricia, la cual cuenta con ambientes de oficinas, auditorio y biblioteca, obteniendo como resultado que su grado de vulnerabilidad del edificio 1I es alto, ya que tiene un comportamiento sísmico inadecuado, el estado actual de la edificación es buena y el análisis de inestabilidad de tabiques indica que solo algunos tabiques son estables ante las cargas sísmicas. Al ser el grado de vulnerabilidad alto, la estructura sufrirá daños considerables ante la presencia de un sismo.

Mosqueira, Miguel (2012) en su tesis doctoral “Riesgo Sísmico en las Edificaciones de la Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca” (Universidad Nacional de Trujillo) llegó a las siguientes conclusiones: los pabellones de la facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca tienen una vulnerabilidad sísmica alta ya que tienen un mal comportamiento sísmico. Las juntas sísmicas las cuales se encuentran entre pabellones no son las adecuadas ya que los desplazamientos laterales que se producen serán mayores que estos, tanto las vigas como las columnas aun tienen un buen comportamiento sísmico y siguen siendo funcionales frente a cargas de servicio, mientras que frente a las cargas sísmicas pueden colapsar, la falla más frecuente que presentarían los pabellones sería el de columna corta, debido a la no existencia de las juntas entre tabiques y entre pórticos.

González, Cristian E. (2018) en su tesis “Nivel de riesgo sísmico de los pabellones de las Instituciones Educativas San Antonio y Abraham Noriega Valera del distrito de Gregorio Pita – provincia de San Marcos 2017” (Universidad Nacional de Cajamarca) concluye que el nivel de riesgo sísmico de los pabellones de las Instituciones Educativas “San Antonio” y “Abraham Noriega Valera” es alto, ya que en ambos casos su nivel de vulnerabilidad sísmica es alta y el nivel de peligro sísmico es medio.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. SISMICIDAD EN EL PERU

La sismicidad es una medida de la actividad sísmica de algún lugar, según la frecuencia y la intensidad a lo largo del tiempo. La actividad sísmica presente en el Perú tiene su origen en el proceso de convergencia de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, el mismo que se produce con una velocidad promedio del orden de 7-8 cm/año. Este proceso es responsable de la ocurrencia de los sismos que con diversas magnitudes se producen frente a la línea de costa y a profundidades menores a 60 km, todos asociados al contacto sismogénico interplaca.

Estos sismos son muy frecuentes en el tiempo y en un año es posible registrar la ocurrencia de hasta 60 sismos con magnitudes $M \geq 4.5$ y en general, todos sentidos en las localidades cercanas al epicentro. **(Tavera, Bernal, & Salas, 2007)**

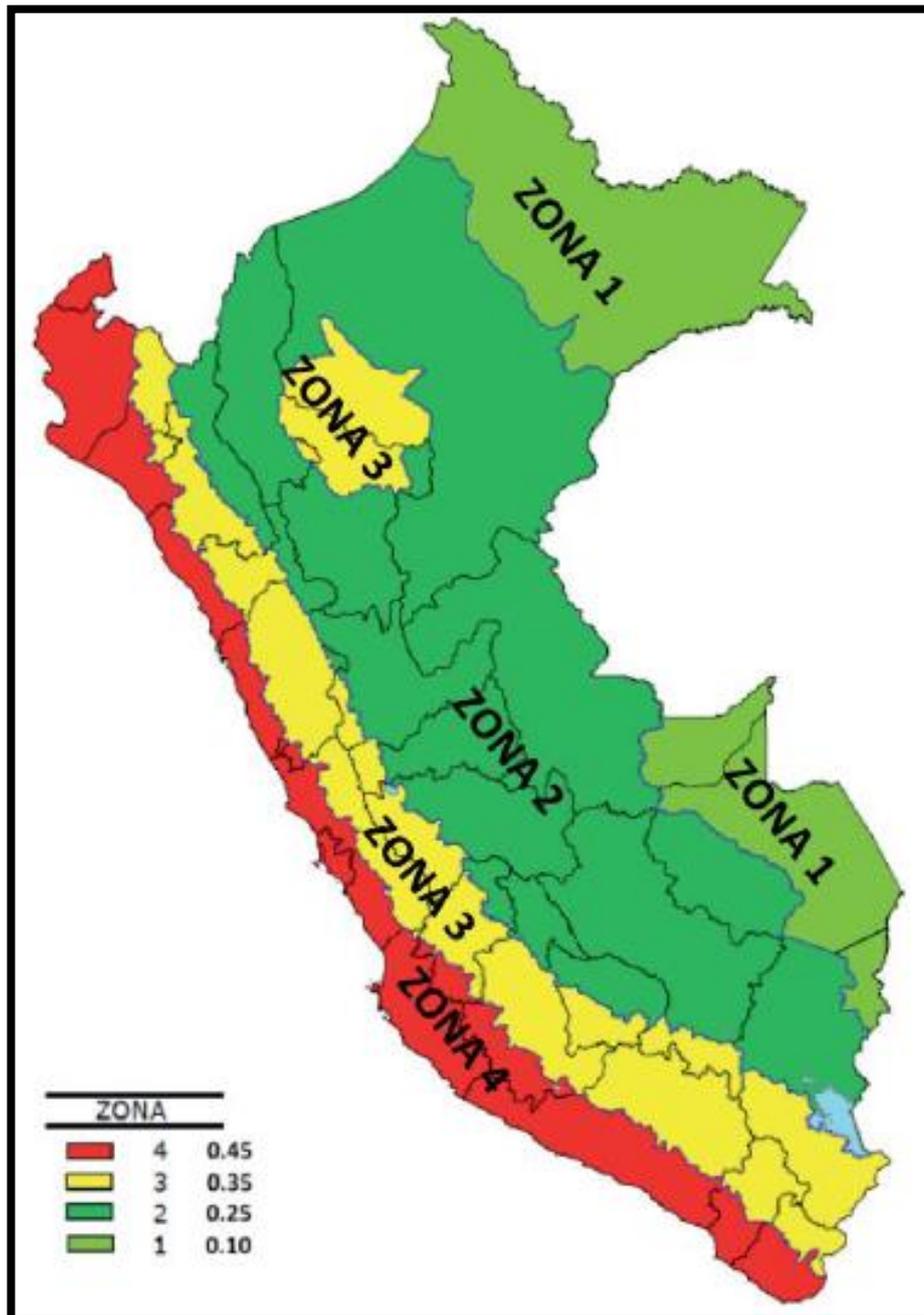
Para **Tavera, Bernal, & Salas (2007)**, los sismos de mayor magnitud han producido importantes daños en áreas relativamente muy grandes como el ocurrido en la región Sur del Perú el 23 de junio de 200 la cual afectó un área de 370x70 km ubicada entre las localidades de Ático en Arequipa e Ilo en Moquegua.

En el interior del continente ocurren sismos con menor magnitud y frecuencia, todos asociados directamente a la deformación de la corteza como producto de la convergencia de placas.

Además, debe considerarse los sismos que ocurren a profundidades mayores a 61 km que deben su origen a la deformación interna de la placa de Nazca por debajo del continente y que muy raras veces son sensibles en superficie, siendo un ejemplo de estos sismos el ocurrido el 25 de Setiembre de 2005. **(Tavera, Bernal, & Salas, 2007)**

Es así que, según la **norma técnica E.030 (2019)** el territorio nacional se encuentra dividido en cuatro zonas sísmicas, además la zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

Figura 2.1: Zonas sísmicas del Perú.

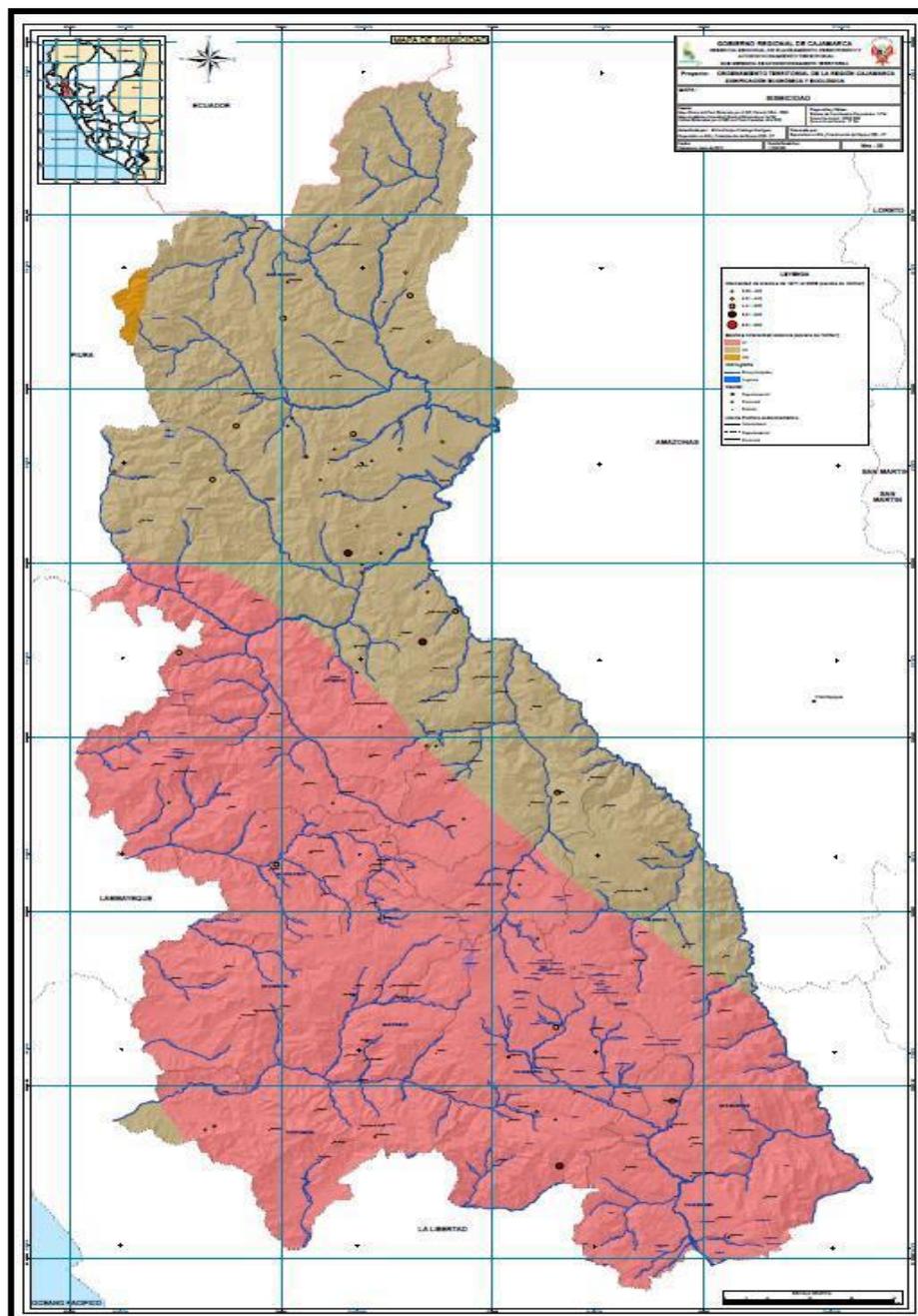


Fuente: E.030, 2019.

2.2.2. SISMICIDAD EN CAJAMARCA

Según **Mosqueira (2012)**, en el departamento de Cajamarca en estos últimos años no se ha tenido la presencia de sismos de ninguna magnitud, por esta razón se debe considerar al departamento de Cajamarca como un lugar de silencio sísmico debido a que existe presencia volcánica y suelos inestables.

Figura 2.2: Mapa de Sismicidad de la Región Cajamarca.



Fuente: Gobierno Regional de Cajamarca, 2013.

2.2.3. RIESGO SÍSMICO

Según **Bonett (2003)**, riesgo sísmico es el grado de pérdidas esperadas que sufren todas las estructuras durante todo el lapso de tiempo que permanecen expuestas a la acción de un sismo.

Según la **OPS (1993)**, riesgo sísmico es el grado de pérdida, destrucción o daño esperado debido a la ocurrencia de un determinado sismo, está relacionado con la probabilidad que se presenten o manifiesten ciertas consecuencias, lo cual está íntimamente vinculado al grado de exposición y al valor intrínseco del elemento.

Para **Muñoz (1999)**, riesgo sísmico es el daño que puede sufrir una estructura como consecuencia de su alta vulnerabilidad. Y simbólicamente se puede expresar de la siguiente manera en función al peligro y la vulnerabilidad sísmica.

Riesgo sísmico = f [Vulnerabilidad Sísmica, Peligro Sísmico]

Riesgo sísmico = 50% x Vulnerabilidad Sísmica + 50% x Peligro Sísmico

2.2.4. VULNERABILIDAD SÍSMICA

Según **Kuroiwa, Pacheco & Pando (2010)**, la vulnerabilidad sísmica es el nivel de daño que pueden sufrir las estructuras durante la presencia de un determinado sismo y depende de las características del diseño de la edificación, de la calidad en la que se encuentran los materiales y de la técnica a usarse en su construcción.

La vulnerabilidad sísmica se define como el grado de pérdida de un elemento o un grupo de elementos de bajo riesgo, resultando de la probable ocurrencia de un evento sísmico catastrófico el cual depende de una alta concentración de población e infraestructuras no preparadas para recibir su impacto. (**OPS, 1993**)

2.2.4.1. CLASES DE VULNERABILIDAD SISMICA

2.2.4.1.1. VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

Según **Safina (2002)**, la vulnerabilidad estructural está asociada a la susceptibilidad de los elementos estructurales de sufrir un daño debido a la presencia de un sismo, lo que se ha llamado daño sísmico estructural. Es decir, comprende el deterioro físico de aquellos elementos o componentes que forman parte integrante del sistema resistente o estructura de la edificación y es el que tradicionalmente ha merecido la atención prioritaria de los investigadores.

2.2.4.1.2. VULNERABILIDAD NO ESTRUCTURAL

La vulnerabilidad no estructural está asociada a los daños que pueden sufrir los elementos no estructurales, como es el caso de las tabiquerías pueden clasificarse en componentes arquitectónicos (tabiquerías, puertas, ventanas, plafones, etc.) y componentes electromecánicos (ductos, canalizaciones, conexiones, equipos, etc.) que cumplen funciones importantes dentro de las instalaciones eléctricas y sanitarias de la edificación. **(OPS, 1993)**

2.2.4.1.3. VULNERABILIDAD FUNCIONAL

Según la **OPS (1993)**, la Vulnerabilidad funcional es aquella la que tiene que ver cuando dicha estructura no es usada para lo que fue diseñada o en caso parecido a un incremento en su demanda, es decir las condiciones sobre pasan para lo que fue diseñada la estructura trayendo como consecuencia que la vulnerabilidad se bastante considerable. Los factores que pueden contribuir a incrementar el nivel de vulnerabilidad funcional, aumentando así la vulnerabilidad funcional en la estructura especialmente en sus instalaciones son las siguientes:

- Una distribución inadecuada de las áreas de servicios, lo cual para edificaciones de la salud es determinante, si se tiene en cuenta que las mismas deben estar en capacidad de prestar atención masiva a pacientes.

- La ausencia de un probado plan de emergencia, que permita hacer frente a la crítica situación, sobre todo en lo referente al manejo de información.
- La dotación inapropiada de infraestructura, que permita atender las exigencias de la crisis sísmica.
- Una inadecuada distribución y relación entre espacios arquitectónicos, así como ineficientes sistemas de evacuación y vías de escape.
- Inapropiados sistemas de comunicación, señalización y viabilidad de acceso.

2.2.4.2. MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

Según **Safina (2002)**, el profesor Kappos presenta una clasificación de tres tipos de metodologías, en función a la fuente de información que prevalece se tienen las siguientes:

a) Métodos Empíricos:

Safina (2002) afirma que: Estos métodos son muy subjetivos y se basan especialmente en la experiencia, de donde se evalúa la deficiencia que tubo dicha estructura frente al sismo, este método puede usarse cuando no se encuentra mucha información respecto al tema o cuando se desea tener resultados no tan precisos y con un poco gasto económico.

b) Métodos Analíticos o teóricos:

Para **Safina (2002)**, estos métodos se basan en modelos mecánicos donde evalúan la resistencia de las estructuras frente a los movimientos producidos por el sismo, para esto hacen uso de los datos de las características de las estructuras, especialmente de las características mecánicas. Este método es más completo, exigente y tiene bastante demanda económica, generalmente son muy trabajosos y dependen de modelos, de información precisa y del grado de evaluación que se desea hacer a la estructura o estructuras en estudio.

c) Métodos experimentales:

Según **Safina (2002)**, estos métodos se ayudan de los ensayos dinámicos ya que su finalidad es determinar las propiedades y componentes de la estructura, usualmente se usan ensayos que sirven para calcular las propiedades dinámicas y otras características de las

estructuras y se realizan “in situ”, haciendo uso además de la interacción suelo – estructura y la incidencia de sus elementos no estructurales. Estos resultados son pocos determinantes, pero si permiten darnos cuenta sobre el estado de la estructura y posibles daños que ha tenido la estructura frente a un sismo.

2.2.5. PELIGRO SÍSMICO

Según **Kuroiwa, Pacheco & Pando (2010)**, el peligro sísmico es la probabilidad con la que puede ocurrir un sismo, dentro de un período determinado, una determinada localidad o zona.

Se entiende por amenaza o peligro sísmico a la probabilidad de que se presente un determinado sismo ya sea desastroso o de poca magnitud en un sitio con un periodo de tiempo determinado, además representa un riesgo de los elementos expuestos capaces de producir consecuencias en las vidas humanas, en los bienes y/o en el medio ambiente. **(OPS, 1993)**

2.3. DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS

- **Espectro:**

Según **Muñoz (2004)**, espectro son la cantidad de valores máximos de la respuesta estructural de una edificación, de la fuerza restitutiva, de los desplazamientos o la aceleración para todo grupo de estructuras de igual periodo y amortiguamiento.

- **Ensayo de esclerometría:**

Para **Calavera (2005)**, la esclerometría es un ensayo no destructivo que nos permite estimar la resistencia a compresión del concreto el cual tiene que encontrarse en un estado endurecido.

- **Falla:**

Calavera (2005) afirma que: Las fallas son el resultado a la capacidad de un elemento o de elementos para desempeñar la función solicitada.

- **Fisura:**

Según **Broto (2009)**, las fisuras son espacios que sobresalen a la superficie o en el acabado final de una estructura el cual se encuentra superpuesto a un elemento constructivo.

- **Sismo leve:**

Para **Mosqueira & Tarque (2005)**, los sismos leves son sismos con aceleración máxima del terreno de 0,15g y con una probabilidad de excedencia del 10% en 50 años.

- **Sismo moderado:**

Según **Mosqueira & Tarque (2005)**, un sismo moderado es un sismo con la aceleración máxima del terreno de 0,3 g con una probabilidad de excedencia del 10 % en 50 años.

- **Sismo severo:**

Mosqueira & Tarque (2005) afirman que un sismo severo es aquel sismo que cuenta con una aceleración máxima del terreno de 0,4 g con una probabilidad de excedencia del 10% en 50 años.

Figura N° 3.2: Ubicación del Centro Educativo en la ciudad de Cajamarca.



3.2. PERIODO DE ESTUDIO

Esta investigación se realizó en los años 2021 y 2022, se eligió empezar esta investigación en el mes de enero para poder aprovechar el periodo de vacaciones escolares de los estudiantes en este Centro Educativo de nivel primario y no generarles molestias durante sus clases escolares.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA DE ESTUDIO Y UNIDAD DE ANÁLISIS

La **población** está constituida por todas las Instituciones Educativas construidas en el distrito de Cajamarca, teniendo como característica estas instituciones que son de tipo aporticadas y algunos de ellos de albañilería confinada, siendo de dos a tres pisos como máximo.

La **muestra** está constituida por el Centro Educativo N°82005 “Miguel Iglesias”. El tipo de muestreo es no probabilístico por conveniencia o intencional.

La **unidad de análisis** se consideró a los dos módulos más antiguos del Centro Educativo N°82005 “Miguel Iglesias”.

3.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es descriptiva, ya que a través de la observación describimos las variables de los elementos estructurales, asimismo se analiza la incidencia en un tiempo dado.

3.5. TIPO DE ANÁLISIS

El análisis es de tipo cuantitativo y cualitativo, porque se analiza datos a través de la observación y además también se recolectó datos cuantitativos a través de ensayos y equipos como la estación total, la cinta métrica, etc.

3.6. RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos se hizo a través de la observación, ensayos no destructivos de resistencia a la compresión del concreto y ensayos de laboratorio de suelos.

3.6.1. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos de recolección de datos más utilizados en esta investigación son los siguientes:

- **La observación:** se observa las características estructurales, el estado actual de la edificación, se determinó algunas fallas en la estructura permitiendo realizar un diagnóstico situacional de la edificación.
- **Esclerómetro** (Ensayo no destructivo): Para evaluar la resistencia a compresión (kg/cm²) de los elementos estructurales (Vigas y Columnas) de los módulos del Centro Educativo, para lo cual dichos ensayos fueron in situ.
- **Ensayos:** se realizó el ensayo de laboratorio de mecánica de suelos con el fin de determinar las propiedades mecánicas del tipo de suelo de cimentación de esta edificación.

- **Estación total:** Fue utilizada para la verificación de: distancias horizontales, distancias verticales, plomadas, cotas del terreno y alineamientos poco accesible para ser medidos con una cinta métrica. La estación total utilizada fue la LEICA TS09, además nos permitió replantear los planos de arquitectura para poder determinar adecuadamente las cargas a las que está sometida la estructura.
- **Cámara fotográfica:** Mediante la observación directa y la visualización del estado actual de los módulos de la Instituciones Educativa, se procedió a tomar fotografías de las condiciones en la que se encuentra la estructura, para poder elaborar un diagnóstico actual de este Centro Educativo.

3.7. PROCEDIMIENTO

3.7.1. RIESGO SÍSMICO

Para poder determinar el Nivel de Riesgo Sísmico del Centro Educativo N°82005 “Miguel Iglesias” se aplicó la metodología propuesta por el Ing. Miguel Mosqueira Moreno en su Tesis Doctoral “Riesgo Sísmico en las Edificaciones de la Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca”. Esta metodología nos permite saber la respuesta que tendrá una estructura cuando se presente un sismo, esta metodología se basa en la ecuación de Kuroiwa (2002) la cual inicialmente fue aplicada a las estructuras de albañilería confinada por Mosqueira y Tarque (2005), este método nos permite calcular cuantitativamente el riesgo, la vulnerabilidad y el peligro de una estructura. Tiempo después Mosqueira (2012) trató de adaptar este método para evaluar estructuras aporticadas, especialmente el comportamiento estructural, porque como bien se sabe en un sistema aporticado la carga se transmite a las zapatas y estas las transmiten al suelo, mientras que en un sistema de albañilería la carga se transmite a los cimientos corridos y estas las transmiten al suelo, el comportamiento entre ambos sistemas es diferente.

$$\text{Riesgo sísmico} = (0.50 * \text{Vulnerabilidad Sísmica}) + (0.50 * \text{Peligro Sísmico})$$

Fuente: Kuroiwa, 2002.

3.7.1.1.CALIFICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO SÍSMICO

El nivel de riesgo sismico lo determinamos haciendo uso de la tabla 3.2 y tabla 3.3 tal y como se puede ver a continuación.

Tabla 3.2: Calificación del Riesgo Sísmico.

CALIFICACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO			
PELIGRO \ VULNERABILIDAD	1	2	3
	1	1	1.5
2	1.5	2	2.5
3	2	2.5	3

Fuente: Mosqueira y Tarque (2005).

Tabla 3.3: Nivel de Riesgo Sísmico.

CALIFICACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO			
PELIGRO \ VULNERABILIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	BAJO	BAJO	MEDIO
MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO

Fuente: Mosqueira y Tarque (2005).

- **Nivel de Riesgo Sísmico Alto:** La estructura puede sufrir daños frente a un sismo, puede generarse un colapso total ya que el comportamiento sísmico no es bueno, además la estructura se encuentra sobre un suelo blando. (Mosqueira, 2012)
- **Nivel de Riesgo Sísmico Medio:** La estructura tiene un comportamiento sísmico bueno y está empotrada en un suelo fuerte o intermedio. La estructura puede sufrir daños pero con una menor intensidad y puede o no colapsar sus tabiques ante la presencia de un sismo. (Mosqueira, 2012)

- **Nivel de Riesgo Sísmico Bajo:** La edificación tiene un comportamiento sísmico bueno, siendo su estado actual de regular a bueno. La estructura se encuentra en un suelo rígido plano y solo pueden fallar los tabiques ante la presencia de un sismo. (Mosqueira, 2012)

3.7.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA

La vulnerabilidad sísmica de una edificación se determina evaluando la vulnerabilidad sísmica estructural, la vulnerabilidad sísmica no estructural y la vulnerabilidad funcional de dicha estructura. (Kuroiwa, 2002)

Los valores cuantitativos asignados a la vulnerabilidad sísmica estructural y no estructural se puede observar en la siguiente tabla 3.4:

Tabla 3.4: Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica.

Estructural				No Estructural	
Comportamiento Sísmico (60%)		Estado Actual (30%)		Tabiquería y Parapetos (10%)	
Adecuada	1	Buena Calidad	1	Todos estables	1
Aceptable	2	Regular Calidad	2	Algunos estables	2
Inadecuada	3	Mala Calidad	3	Todos inestables	3

Fuente: Mosqueira (2012).

$$\text{Vulnerabilidad Sísmica} = (0.60 * \text{Comportamiento Sísmico}) + (0.30 * \text{Estado Actual}) + (0.10 * \text{Estabilidad de Tabiques})$$

Fuente: Mosqueira (2012).

Tabla 3.5: Combinaciones de los parámetros para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica.

VULNERABILIDAD SÍSMICA	ESTRUCTURAL						NO ESTRUCTURAL			VALOR NUMÉRICO
	Comportamiento Sísmico (60%)			Estado actual (30%)			Tabiquería y Parapetos (10%)			
	ADECUADO	ACEPTABLE	INADECUADA	BUENA	REGULAR	MALA	ESTABLES	ALGUNOS ESTABLES	INESTABLES	
BAJA	X			X			X			1.0
	X			X				X		1.1
	X			X					X	1.2
	X				X		X			1.3
	X				X			X		1.4
MEDIA	X				X					1.5
	X					X	X			1.6
	X					X		X		1.7
	X					X			X	1.8
		X		X			X			1.6
				X				X		1.7
				X					X	1.8
					X		X			1.9
					X			X		2.0
					X				X	2.1
ALTA		X				X	X			2.2
		X				X		X		2.3
		X				X			X	2.4
			X	X			X			2.4
			X	X				X		2.3
			X	X					X	2.4
			X		X		X			2.5
			X		X			X		2.6
			X		X				X	2.7
			X			X	X			2.8
			X			X		X		2.9
			X			X			X	3.0

Fuente: Mosqueira y Tarque (2005).

Tabla 3.6: Nivel de Vulnerabilidad Sísmica.

Vulnerabilidad Sísmica	Rango
Baja	1.00 a 1.40
Media	1.50 a 2.10
Alta	2.20 a 3.00

Fuente: Mosqueira y Tarque (2005).

3.7.2.1.VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL

La vulnerabilidad sísmica estructural se calcula evaluando dos parámetros importantes que son el comportamiento sísmico y el estado actual en la que se encuentra la estructura de la edificación.

3.7.2.1.1. COMPORTAMIENTO SÍSMICO

El comportamiento sísmico de los módulos del Centro Educativo Miguel Iglesias lo evaluaremos según lo descrito en las normas técnicas E.020, E.030, E.060 y E.070 en sus más recientes actualizaciones del reglamento nacional de edificaciones.

A. ANALISIS SÍSMICO ESPECTRAL

a) Aceleración Espectral

La aceleración espectral se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

Sa: Aceleración Espectral.

- Z: Factor de Zona.
- U: Factor de Uso.
- C: Factor de Amplificación Sísmica.
- S: Factor de suelo.
- R: Coeficiente de Reducción de Fuerza Sísmica.
- g: Aceleración de la gravedad.

b) Factor de zona (Z)

Como se puede observar en la tabla 3.7 cada zona tiene un factor Z. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. **(Norma técnica E.030, 2019)**

Tabla 3.7: Factores de Zona (Z).

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: E.030 (2019).

c) Categoría de la edificación y factor de uso (U)

El factor de uso se usa según la clasificación que se haga, para edificios con aislamiento sísmico en la base se puede considerar $U=1$. **(Norma técnica E.030, 2019)**

Tabla 3.8: Factores de Uso (U).

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	
	<p>A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. • Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. • Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. • Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. • Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. • Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. • Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado. 	1.5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	

Fuente: E.030 (2019).

d) Factor de suelo (S)

El factor de suelo S y los periodos TP y TL los calculamos haciendo uso de las Tablas 3.9 y 3.10 respectivamente.

Tabla 3.9: Factor de Suelo (S).

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

Fuente: E.030 (2019).

Tabla 3.10: Períodos "TP" y "TL".

PERIODOS "TP" Y "TL"				
	PERFIL DE SUELO			
	S0	S1	S2	S3
TP(s)	0.30	0.40	0.60	1.00
TL(s)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: E.030 (2019).

e) Factor de Amplificación Sísmica (C)

El factor de amplificación sísmica (C) se define mediante las siguientes expresiones:

$$T < T_P \quad C = 2.5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$

Donde:

T : Periodo fundamental de Vibración de la estructura.

TP : Periodo que define la plataforma del factor C.

TL : Periodo que define el inicio de la zona del factor C.

f) Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (R_0)

Tabla 3.11: Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas (R_0).

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
SISTEMA ESTRUCTURAL	COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN R_0
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
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	7

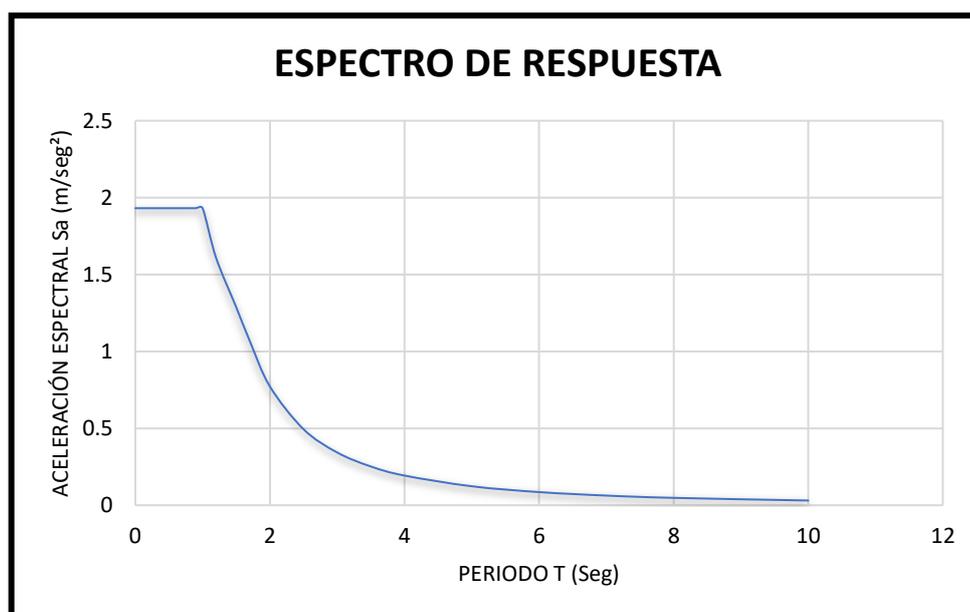
Fuente: E.030 (2019).

Una vez definidos todos los parámetros, se procede a calcular la pseudo aceleración sísmica usando la ecuación correspondiente. Los resultados se muestran en la siguiente tabla 3.12:

Tabla 3.12: Parámetros para la Obtención de la Pseudo Aceleración Sísmica.

PARAMETRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
Factor de zona (Z)	0.35	Provincia de Cajamarca, distrito de Cajamarca (Zona 3)
Factor de uso (U)	1.50	Categoría A2 - Edificaciones Esenciales
Factor de suelo (S)	1.20	Para suelos del tipo S3
Factor de Amplificación Sísmica (C)	$2.5 * \frac{T_P}{T}$	Factor de amplificación de la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo.
Periodo que define la plataforma del espectro (TP)	1.00	Depende del factor S.
Coefficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (R)	8.00	Para el sistema estructural de Pórticos de Concreto Armado.
Aceleración de la gravedad (g)	9.81	Aceleración de la gravedad (m/s ²)
Aceleración Espectral (Sa)	$\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$	Define el espectro de pseudo aceleración.

Figura N°3.3: Espectro de respuesta.



B. DERIVAS DE ENTRE PISO

Las normas resistentes han creado necesario colocar límites máximos para los desplazamientos laterales. Para estimar los desplazamientos uno de los parámetros más utilizados es la deriva de entrepiso, cuyo valor depende de muchos factores como es el tipo de material, el tipo de sistema estructural, la carga axial actuante, el detalle de las estructuras y el daño que puede aceptar la estructura. (Andrade, 2004)

B.1. CÁLCULO DE LA DERIVA

Según Andrade (2004), el desplazamiento lateral relativo es la diferencia entre los desplazamientos laterales de dos niveles consecutivos, producidos por la aplicación sobre la estructura de las solicitaciones sísmicas y se determina con la siguiente fórmula:

$$\Delta_i = \delta_i - \delta_{i-1}$$

Donde:

Δ_i : Desplazamiento lateral relativo del nivel i.

δ_i, δ_{i-1} : Desplazamientos laterales en los niveles i e i-1.

Hacemos uso de la siguiente fórmula que nos permite calcular la distorsión o deriva de entrepiso:

$$\Delta = \frac{\Delta_i}{h_{ei}}$$

Donde:

h_{ei} : Altura del entrepiso i.

Tabla 3.13: Límites para la distorsión del entrepiso.

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	Δ_i/h_{ei}
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada.	0.005

Fuente: E.030 (2019).

C. JUNTA SÍSMICA

Según la **Norma Técnica E.030 (2019)**, toda edificación deberá separarse de las demás estructuras, desde la base una distancia mínima S para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

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

$$S = 0.006 * h \geq 0.03m$$

Donde:

h : Altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar “ S ”.

D. COMPORTAMIENTO DE VIGAS

D.1. Cálculo de cargas.

$$M_U = 1.4M_{CM} + 1.7M_{CV}$$

$$M_U = 1.25(M_{CM} + M_{CV}) \pm M_{CS}$$

$$M_U = 0.90M_{CM} \pm M_{CS}$$

Donde:

M_U : Momento ultimo actuante.

M_{CM} : Momento actuante por carga muerta.

M_{CV} : Momento actuante por carga viva.

M_{CS} : Momento actuante por carga de sismo.

D.2. Cálculo del momento nominal resistente.

$$A_s \cdot f_y = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot \beta_1 \cdot C + A'_s \cdot f_y$$

$$C = \frac{(A_s - A'_s) \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}$$

$$a = 0.85 \cdot C$$

Donde:

f'_c : Resistencia a compresión del concreto.

f_y : Esfuerzo de fluencia del acero.

f_y : Esfuerzo de fluencia del acero.

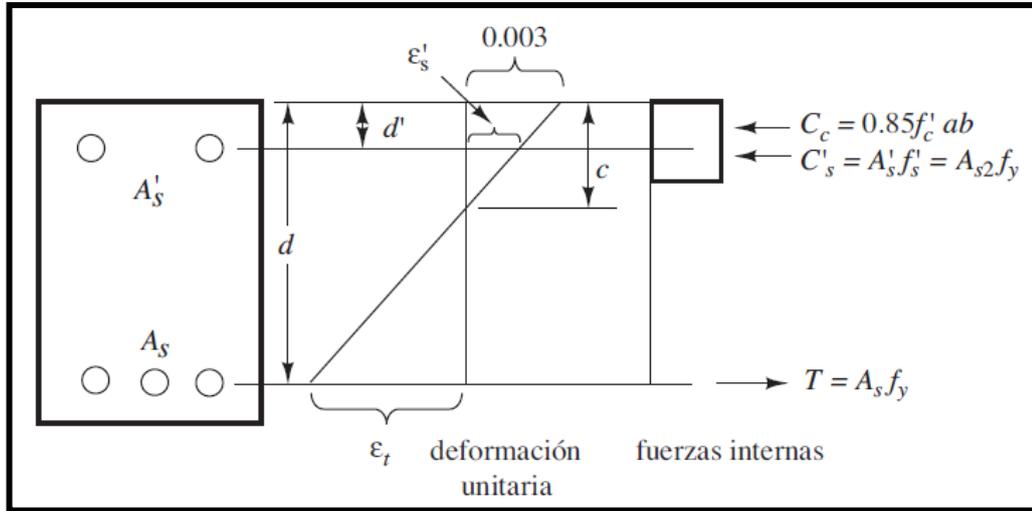
A_s : Acero en tracción.

A'_s : Acero en compresión.

b: Ancho de la sección.

a: Altura del bloque a compresión.

Figura 3.4: Fuerzas y Deformaciones Unitarias Internas para una Viga Rectangular Doblemente Reforzada.



Fuente: McCormac y Brown “Diseño de Concreto Reforzado”, 2011.

$$A_{S1} = A_S - A_{S2}$$

$$A_{S2} = \frac{A'_s \cdot f'_s}{f_y}$$

Realizando una semejanza de triángulos obtenemos que:

$$\epsilon'_s = \frac{c - d'}{c} * 0.003$$

Si la deformación unitaria en el acero a compresión, $\epsilon'_s > \epsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$, la hipótesis es válida y f'_s corresponde a la fluencia, f_y . Si $\epsilon'_s < \epsilon_y$, el acero a compresión no está fluyendo y el valor C calculado arriba no es correcto. Debe escribirse una nueva ecuación de equilibrio que suponga que $f'_s < f_y$. (McCormac y Brown, 2011).

$$A_S \cdot f_y = 0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1 \cdot C \cdot b + A'_s \cdot \left(\frac{c - d'}{c} \right) \cdot (0.003) \cdot E_s$$

Finalmente, según McCormac y Brown (2011), la resistencia por momento se expresa de la siguiente manera:

$$\phi \cdot M_n = \phi \cdot \left[A_{S1} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) + A'_s \cdot f'_s \cdot (d - d') \right]$$

Donde:

M_n : Momento nominal resistente.

f'_s : Esfuerzo del acero en compresión.

A_s : Acero en tracción.

A'_s : Acero en compresión.

d : Peralte efectivo.

d' : Peralte efectivo del acero en compresión.

D.3. Verificación de la resistencia.

Hacemos uso de la formula descrita en la norma técnica E.060 “Concreto Armado” del 2009 como a continuación se describe:

$$M_n \geq \frac{M_u}{0.90}$$

Donde:

M_n : Momento nominal resistente.

M_u : Momento último actuante.

$0.90*M_n$: Momento último resistente.

Finalmente se concluyen las siguientes relaciones:

- Si $0.9*M_n \geq M_u$, la sección de la viga en estudio es la adecuada.
- Si $0.9*M_n < M_u$, la sección de la viga en estudio es inadecuada.

E. COMPORTAMIENTO DE LAS COLUMNAS

E.1. Cálculo de la cantidad de acero necesario en las columnas.

La cantidad de acero necesario en las columnas las calculamos con la siguiente formula en donde despejamos A_{st} :

$$\phi \cdot P_n = 0.80 \cdot \phi \cdot [0.85 \cdot f'_c \cdot C \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y]$$

Donde:

$\phi \cdot P_n$: Resistencia de diseño.

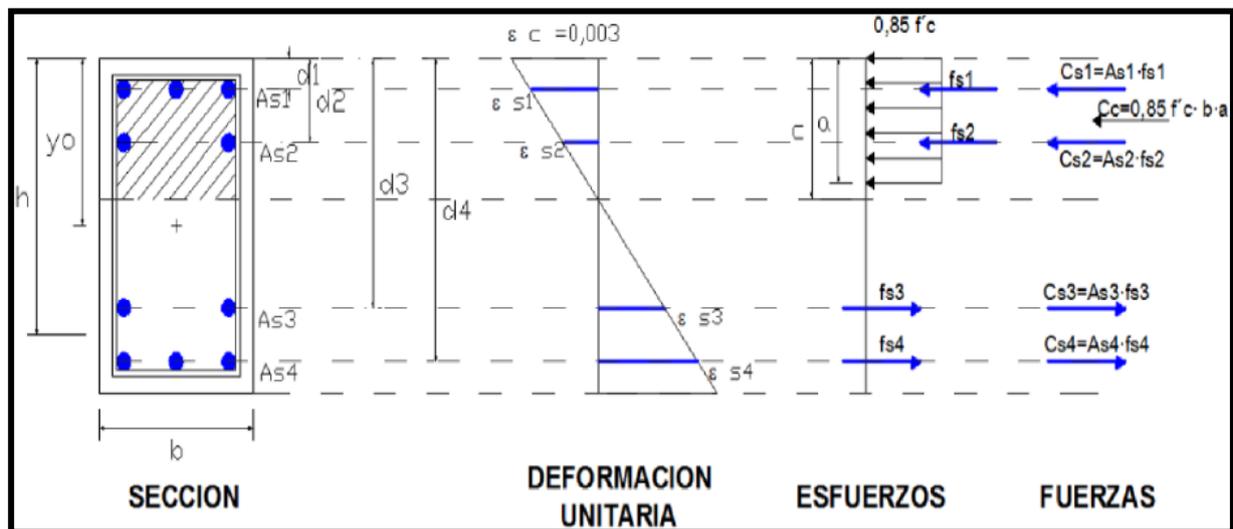
f'_c : Resistencia a compresión.

f_y : Esfuerzo de fluencia.

A_g : Área bruta de la sección.

A_{st} : Área de acero de refuerzo necesario en la sección.

Figura 3.5: Sección Rectangular de Concreto Armado sometida a Flexo Compresión.



Fuente: Morales “Diseño en Concreto Armado”, 2006.

E.2. Cálculo de la cantidad de acero existente.

Se realiza con la ayuda de los planos estructurales de las secciones, para ello hacemos uso del expediente técnico de la institución educativa. Además se usa la siguiente tabla:

Tabla 3.14: Área de barras de acero de refuerzo.

DIÁMETRO DEL FIERRO	ÁREA NOMINAL (mm ²)	PESO NOMINAL (Kg/m)	PESO MÍNIMO (Kg/m)
6 mm	28	0.222	0.207
8 mm	50	0.395	0.371
3/8"	71	0.56	0.526
12 mm	113	0.888	0.835
1/2"	129	0.994	0.934
5/8"	199	1.552	1.459
3/4"	284	2.235	2.101
1"	510	3.973	3.735
1 3/8"	1006	7.907	7.433

Fuente: "Manual del maestro constructor". SIDERPERÚ.

E.3. Verificación de la cantidad de acero.

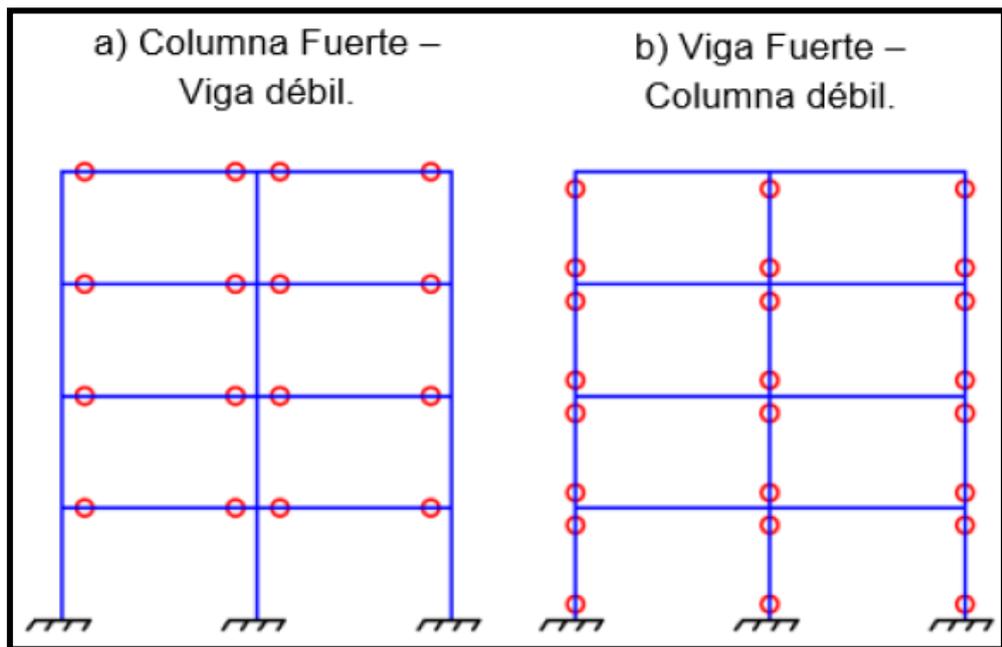
Luego de haberse analizado las cantidades de acero calculado y colocado en cada sección de viga se debe verificar las siguientes igualdades:

- Si Acero Calculado \leq Acero Colocado, la sección de Concreto Armado de la columna en estudio es la adecuada.
- Si Acero Calculado $>$ Acero Colocado, la sección de Concreto Armado de la columna en estudio es la inadecuada.

F. TIPO DE FALLA EN EDIFICACIONES

Es importante determinar los elementos de una estructura que fallan primero, pues si las fallas se dan en las **columnas** esto genera una falla frágil del sistema estructural generando inestabilidad; mientras que si la falla se da en las **vigas** entonces el sistema estructural tiene una falla de tipo dúctil y la estructura se podría mantener estable pudiendo en algunos casos repararse. (Mosqueira, 2012).

Figura 3.6: Mecanismo de rótulas plásticas.



Fuente: Gonzales, 2017.

F.1. Resistencia mínima a flexión de las columnas.

Según la norma técnica E.060 (2009) “Concreto Armado”, la resistencia a flexión de las columnas en las caras de los nudos debe satisfacer la siguiente ecuación:

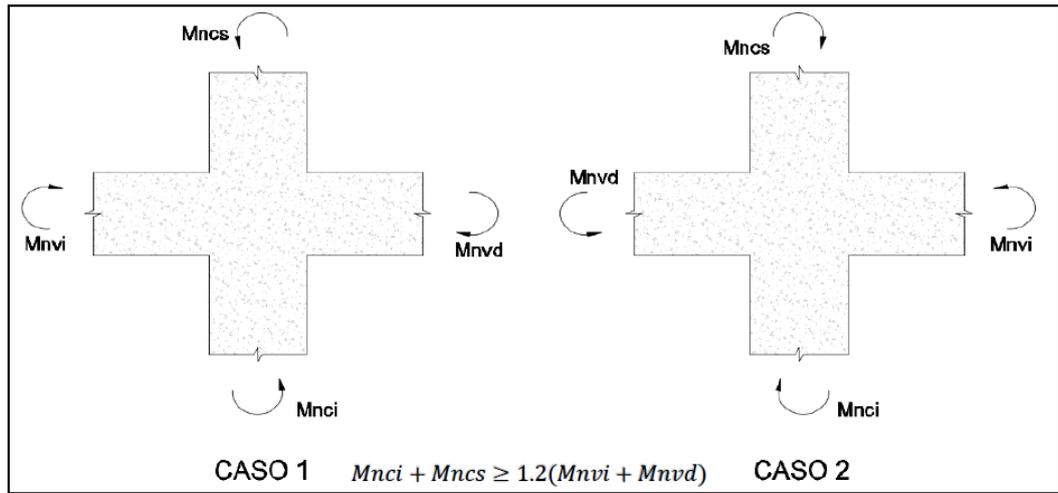
$$\sum M_{nc} \geq 1.20. \sum M_{nv}$$

Donde:

$\sum M_{nc}$: Sumatoria de los momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo, evaluadas en las caras del nudo.

$\sum M_{nv}$: Sumatoria de los momentos nominales de flexión de las vigas que llegan al nudo, evaluadas en las caras del nudo.

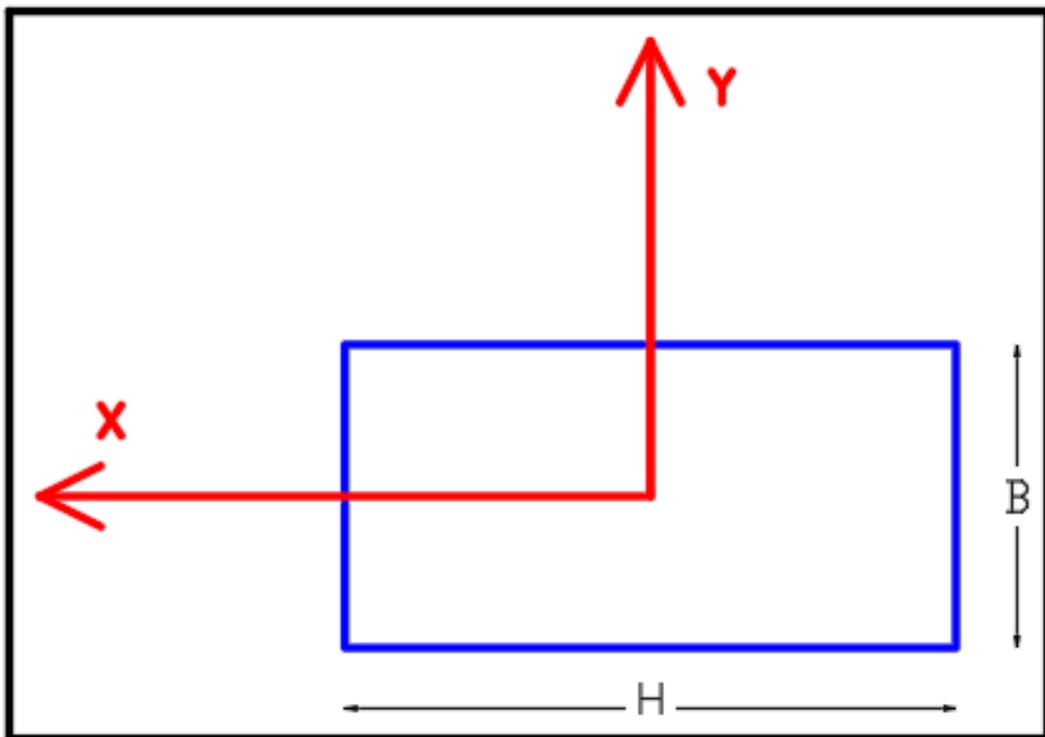
Figura 3.7: Resistencia a flexión de las columnas en las caras de los nudos.



Fuente: E.060, 2009.

F.2. Momentos de inercia en columnas.

Figura 3.8: Esquema de columna típica.



$$I_{XX} = \frac{B.H^3}{12}$$

$$Z_X = \frac{B.H^2}{6}$$

$$I_{YY} = \frac{H.B^3}{12}$$

$$Z_Y = \frac{H.B^2}{6}$$

Donde:

I_{XX} : Momento de inercia en la dirección x.

I_{YY} : Momento de inercia en la dirección y.

Z_X : Módulo de sección en la dirección x.

Z_Y : Módulo de sección en la dirección y.

B: Base de la columna.

H: Altura de la columna.

G. FALLA POR COLUMNA CORTA

Si una columna de concreto reforzada falla debido a la falla inicial del material, se clasifica como columna corta. La carga que puede soportar está regida por las dimensiones de su sección transversal y por la resistencia de los materiales de que está construida. Se considera que una columna corta es un miembro más bien robusto con poca flexibilidad. (McCormac y Brown, 2011).

G.1. Efecto en la rigidez producido por columna corta.

Según San Bartolomé (1998), el efecto en la rigidez producido por la columna corta se lo realiza con las siguientes ecuaciones:

$$K_{xCT} = \frac{12.E.I_{xx}}{L_{CT}^3}$$

$$K_{yCT} = \frac{12.E.I_{yy}}{L_{CT}^3}$$

$$K_{xCC} = \frac{12.E.I_{xx}}{L_{CC}^3}$$

$$K_{yCC} = \frac{12.E.I_{yy}}{L_{CC}^3}$$

Donde:

K_{xCT} : Rigidez de la columna total en la dirección x.

K_{yCT} : Rigidez de la columna total en la dirección y.

K_{xCC} : Rigidez de la columna corta en la dirección x.

K_{yCC} : Rigidez de la columna corta en la dirección y.

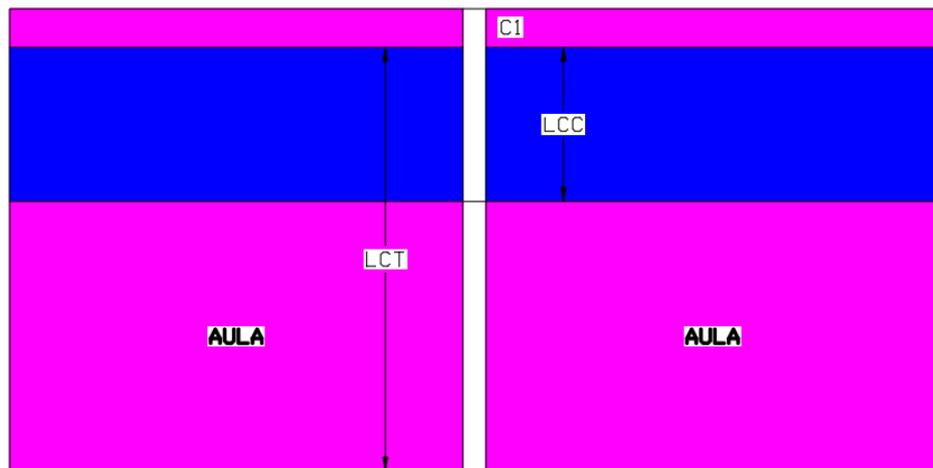
I_{xx} : Momento de inercia en la dirección x.

I_{yy} : Momento de inercia en la dirección y.

L_{CT} : Longitud de la columna total.

L_{CC} : Longitud de la columna corta.

Figura 3.9: Alturas de Columna Total y Columna Corta.



3.7.2.1.2. ESTADO ACTUAL DE LA EDIFICACIÓN

La edificación se encuentra en un estado regular y se la determinó en función a la observación con la cual se pudo apreciar sus elementos, dentro de los cuales se pudo apreciar fisuras, grietas, asentamientos, etc.

3.7.2.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA NO ESTRUCTURAL

3.7.2.2.1. ESTABILIDAD DE TABIQUES

Según **San Bartolomé (1998)**, para evaluar la estabilidad con la que cuentan los tabiques es necesario comparar el momento actuante y el momento resistente del muro en estudio.

A. CÁLCULO DEL MOMENTO ACTUANTE

Según la norma técnica E.070 (2006) “Albañilería”, el momento flector se calculará de la siguiente manera:

$$M_s = m \cdot w \cdot a^2$$

Donde:

M_s : Momento actuante.

m : Coeficiente de momento.

a : Dimensión crítica del paño de albañilería.

w : Carga sísmica por metro cuadrado de muro.

El cálculo de la magnitud de carga "w" se hará con la formula siguiente:

$$w = \frac{F}{L \cdot h}$$

Donde:

F : Fuerza de diseño de tabique.

L : Longitud del tabique.

h : Altura del tabique.

La fuerza sísmica horizontal en cualquier dirección (F) asociada a su peso (P_e) está dada por la siguiente formula:

$$F = \frac{F_i}{P_i} \cdot C_1 \cdot P_e$$

Donde:

F : Fuerza sísmica horizontal de diseño.

F_i : Fuerza sísmica en el nivel “i”.

C_1 : Coeficiente sísmico.

P_e : Peso del tabique.

Según la norma técnica E.030 (2019), los elementos no estructurales que se encuentran en la base de la estructura o por debajo de ella (sótanos) y los cercos deberán diseñarse con una fuerza horizontal de la siguiente manera:

$$F = 0.50 \cdot Z \cdot U \cdot S \cdot P_e$$

Donde:

Z : Factor de zona.

U : Factor de uso.

S : Factor de suelo.

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

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

Donde:

α_i : Factor de distribución de fuerza sísmica horizontal para cada nivel.

V : Cortante sísmico en la base de la estructura.

k : Exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura T , en la dirección considerada.

Para el cálculo del exponente “ k ”, se consideran las siguientes ecuaciones:

- Para $T \leq 0.50$ segundos: $k=1$
- Para $T > 0.50$ segundos: $k=0.75+0.50T \leq 2.00$

Según **San Bartolomé (2008)**, el peso volumétrico de la albañilería (γ) puede adoptarse como 1800 kg/m³ para la albañilería confinada de arcilla o sílico - calcárea y 2000 kg/m³ para la albañilería hecha con ladrillos de concreto vibrado, mientras que para la albañilería armada hecha con bloques de concreto vibrado puede emplearse 2300 kg/m³ cuando el muro está completamente relleno y 2000 kg/m³ cuando el muro está parcialmente relleno.

Tabla 3.15: Valores de C_1 .

VALORES DE C_1	
Elementos que al fallar puedan precipitarse fuera de la edificación y cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	3.0
Muros y tabiques dentro de una edificación.	2.0
Tanques sobre la azotea, casa de máquinas, pérgolas, parapetos en la azotea.	3.0
Equipos rígidos conectados rígidamente al piso.	1.5

Fuente: E.030, 2019.

Tabla 3.16: Valores del coeficiente de momentos "m" y dimensión crítica "a".

VALORES DEL COEFICIENTE DE MOMENTOS "m" Y DIMENSIÓN CRÍTICA "a"									
CASO 1. MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADOS									
a =	Menor dimensión								
b/a =	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	∞	
m =	0.0479	0.0627	0.0755	0.0862	0.0948	0.1017	0.1180	0.1250	
CASO 2. MURO CON TRES BORDES ARRIOSTRADOS									
a =	Longitud del borde libre								
b/a =	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	2.0	∞
m =	0.060	0.074	0.087	0.097	0.106	0.112	0.128	0.132	0.133
CASO 3. MURO ARRIOSTRADO SOLO EN SUS BORDES HORIZONTALES									
a =	Altura del muro								
m =	0.125								
CASO 4. MURO EN VOLADIZO									
a =	Altura del muro								
m =	0.5								

Fuente: E.070, 2006.

B. CÁLCULO DEL MOMENTO RESISTENTE

Para determinar el momento resistente (M_r) utilizaremos la siguiente fórmula (Mosqueira y Tarque, 2005):

$$M_r = 2.549 * t^2$$

Donde:

M_r : Momento resistente a tracción por flexión en Kg-m/m.

t : Espesor bruto del muro en metros.

C. VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD DE TABIQUES

Para verificar la estabilidad de tabiques comparamos el momento actuante (M_a) y el momento resistente (M_r) mediante las igualdades que a continuación se menciona:

- Si $M_a \leq M_r$, el tabique es estable.
- Si $M_a > M_r$, el tabique es inestable.

3.7.3. PELIGRO SÍSMICO

El peligro sísmico se calcula mediante la siguiente ecuación (Mosqueira y Tarque, 2005):

$$\text{Peligro Sísmico} = (0.40 * \text{Sismicidad}) + (0.40 * \text{Suelo}) + (0.20 * \text{Topografía})$$

Tabla 3.17: Valores de las variables para cuantificar el Peligro Sísmico.

SISMICIDAD (40%)		SUELO (40%)		TOPOGRAFÍA (20%)	
Baja	1	Rígido	1	Plana	1
Media	2	Intermedio	2	Media	2
Alta	3	Flexible	3	Pronunciada	3

Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005.

Tabla 3.18: Rango de valores de las variables para cuantificar el Peligro Sísmico.

Sismicidad (40%)	Estructural						Pesos (%)			Peligro Sísmico	Valor Numérico
	Suelo (40%)			Topografía (20%)							
	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada	40	40	20		
BAJA	X			X			1	1	1	Bajo	1.00
	X				X		1	1	2		1.20
	X					X	1	1	3		1.40
		X		X			1	2	1	1.40	
		X			X		1	2	2	1.60	
		X				X	1	2	3	1.80	
			X	X			1	3	1	Medio	1.80
			X		X		1	3	2	2.00	
			X			X	1	3	3	Alto	2.20
MEDIA	X			X			2	1	1	Bajo	1.40
	X				X		2	1	2		1.60
	X					X	2	1	3	Medio	1.80
		X		X			2	2	1		1.80
		X			X		2	2	2		2.00
		X				X	2	2	3		2.20
			X	X			2	3	1		2.20
			X		X		2	3	2		2.40
			X			X	2	3	3		Alto
ALTA	X			X			3	1	1	Bajo	1.80
	X				X		3	1	2	Medio	2.00
	X					X	3	1	3		2.20
		X		X			3	2	1		2.20
		X			X		3	2	2	2.40	
		X				X	3	2	3	2.60	
			X	X			3	3	1	Alto	2.60
			X		X		3	3	2		2.80
			X			X	3	3	3		3.00

Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005.

Tabla 3.19: Calificación del peligro sísmico.

SISMICIDAD	PELIGRO SÍSMICO	RANGO
ALTO	Bajo	1.8
	Medio	De 2.0 a 2.4
	Alto	De 2.6 a 3.0
MEDIO	Bajo	De 1.4 a 1.6
	Medio	De 1.8 a 2.4
	Alto	2.6
BAJO	Bajo	De 1.0 a 1.6
	Medio	De 1.8 a 2.0
	Alto	2.2

Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005.

3.7.3.1. SISMICIDAD

Para evaluar la sismicidad hacemos uso del Reglamento Nacional de Edificaciones especialmente su norma técnica E.030 (2019), la cual divide al territorio peruano en cuatro zonas sísmicas como se muestra en la Figura 2.1:

➤ **Sismicidad Baja:**

- **Zona Z1:** Zona de baja sismicidad, en esta zona la aceleración máxima del terreno puede ser del 25% de la aceleración de la gravedad con una probabilidad del 10% de ser excedida.

➤ **Sismicidad Media:**

- **Zona Z2:** Zona de moderada sismicidad, en la cual puede darse una aceleración máxima del terreno del 25% de la aceleración de la gravedad, con una probabilidad del 10% de ser excedida.
- **Zona Z3:** Zona de moderada sismicidad, en esta zona la aceleración máxima del terreno puede ser del 35% de la aceleración de la gravedad con una probabilidad del 10% de ser excedida.

➤ **Sismicidad Alta:**

- **Zona Z4:** Zona de alta sismicidad, en esta zona la aceleración máxima del terreno puede ser del 45% de la aceleración de la gravedad con una probabilidad del 10% de ser excedida.

3.7.3.2. TIPO DE SUELO

Según la norma técnica de Diseño Sismorresistente E.030 (2019) clasifica a los suelos de la siguiente manera:

➤ **Perfil Tipo S_0 : Roca Dura.**

Este tipo de perfil está compuesto por las rocas cuyas velocidades de propagación de ondas de corte son mayores que 1500 m/s.

➤ **Perfil Tipo S_1 : Roca o Suelos muy Rígidos.**

Este tipo de perfil está compuesto de rocas de diferente fracturación y de suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte que van desde 500 m/s hasta los 1500 m/s.

➤ **Perfil Tipo S_2 : Suelos Intermedios.**

Este tipo de perfil está compuesto de los suelos medianamente rígidos con velocidades de propagación de onda de corte que van desde los 180 m/s hasta los 500 m/s.

➤ **Perfil Tipo S_3 : Suelos Blandos.**

Este tipo de perfil está compuesto de suelos flexibles cuyas velocidades de propagación de ondas de corte son menores o iguales a 180 m/s.

➤ **Perfil Tipo S_4 : Condiciones Excepcionales.**

Este tipo de perfil está conformado por suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son desfavorables, en donde es necesario realizar un estudio detallado del sitio. En algunos casos es necesario considerar un perfil tipo S_4 siempre y cuando el Estudio de Mecánica de Suelos lo indique.

Tabla 3.20: Valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo.

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	V _s	N ₆₀	S _u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	>50	> 100 Kpa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 Kpa a 100 Kpa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 Kpa a 50 Kpa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: E.030, 2019.

3.7.3.3. TOPOGRAFÍA

Para evaluar la topografía hacemos uso del reglamento de clasificación de tierras por capacidad de uso mayor (D.S. N°017/09- AG) o también la podemos realizar con el uso de un eclímetro durante el trabajo de campo:

- **Topografía Plana:** La pendiente es menor a 15%.
- **Topografía Media:** La pendiente es mayor a 15%, pero menos a 50%.
- **Topografía Pronunciada:** La pendiente es mayor a 50%.

3.8. DESCRIPCIÓN DE LAS EDIFICACIONES

La institución educativa tiene como nombre Miguel Iglesias N°82005, es una edificación que tiene aproximadamente 25 años de antigüedad, fue construida aproximadamente en los años 1995 donde a esa fecha aún no existían normas sismorresistentes completas como a la actualidad se encuentra. Es institución cuenta con tres edificios, siendo los mas antiguos dos de ellos, los edificios son de dos y tres pisos.

El primer módulo a analizar es un edificio de dos pisos el cual este compuesto por un sistema mixto, tiene pórticos en una dirección y en la otra albañilería, su antigüedad es de 25 años aproximadamente, y en su interior existen ambientes de aulas tanto en el primer piso como en el segundo, los muros son de un espesor de 0.25 m aproximadamente y las losas aligeradas son de 0.20 m, siendo la del segundo nivel inclinada a dos aguas.

El segundo módulo a analizar es un edificio de dos pisos el cual este compuesto por un sistema mixto, tiene pórticos en una dirección y en la otra albañilería, su antigüedad es de 25 años aproximadamente, los muros son de un espesor de 0.25 m aproximadamente y las losas aligeradas son de 0.20 m con ladrillos hueco de arcilla de 0.30mx0.30mx0.15m, siendo la del segundo nivel inclinada a dos aguas, sus interiores está compuesto por en el primer nivel cuenta con 01 dirección y 01 SS.HH. (Docentes) y en el segundo nivel cuenta con una 01 sala de cómputo.

3.9. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Para simular y analizar los módulos del Centro Educativo se utilizó el software computacional ETABS v.16.2.1. Para la presentación de resultados y recolección de datos se utilizaron los softwares como MS Word, MS Excel y AutoCAD 2021.

3.9.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Para poder procesar los datos obtenidos se utilizó el software ETABS, ya que este programa es principalmente para edificaciones, y adicionalmente a este se utilizo softwares como Autodesk Autocad 2019, MS Word y MS Excel.

3.9.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Los datos obtenidos se utilizaron para el modelamiento de la estructura en el programa ETABS 2016 v 16.2.1.

3.9.2.1. PROPIEDADES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CONCRETO

a. Resistencia a la Compresión de Columnas y Vigas.

I.E N°82005 “Miguel Iglesias” – Distrito de Cajamarca – Cajamarca.

$$\text{Columnas: } f'c = 176.95 * 0.9 = 159.26 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Vigas: } f'c = 179.73 * 0.9 = 161.76 \text{ Kg/cm}^2$$

b. Módulo de Elasticidad.

$$E = 15000 * \sqrt{f'c} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

I.E N°82005 “Miguel Iglesias” – Distrito de Cajamarca – Cajamarca.

$$\text{Columnas: } E = 189297.39 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Vigas: } E = 190777.36 \text{ Kg/cm}^2$$

c. Peso Específico.

$$\gamma = 2400 \text{ Kg/m}^3$$

d. Recubrimiento de Columnas y Vigas.

I.E N°82005 “Miguel Iglesias” – Distrito de Cajamarca – Cajamarca.

$$\text{Columnas: } r = 4.00 \text{ cm}$$

$$\text{Vigas: } r = 4.00 \text{ cm}$$

3.9.2.2. PROPIEDADES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ACERO

a. Esfuerzo de Fluencia.

$$f_y = 4200 \text{ Kg/m}^3$$

b. Peso Específico.

$$\gamma = 7850 \text{ Kg/m}^3$$

c. Módulo de Elasticidad.

$$E = 2 \times 10^7 \text{ Tn/m}^2$$

3.9.3. METRADO DE CARGAS

En el apéndice N°03 se muestra el metrado de cargas para los diferentes módulos de la Institución Educativa, estos cálculos se realizaron en función a la norma técnica E.020 del reglamento nacional de edificaciones.

3.9.4. MODELO ESTRUCTURAL

Se idealizó el modelo de la estructura en el programa ETABS 2016 v16.2.1, teniendo en cuenta la información obtenida de los planos de la edificación, metrado de cargas y ensayo de esclerometría realizados.

- a) Para determinar las cargas sísmicas, se permite considerar que la estructura está fija en la base.
- b) El peso de la edificación se calcula adicionando a la carga permanente y total un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que depende de la categoría de la edificación; en nuestro caso, el 50% de la carga viva y el 25% de la carga viva de techo/azotea. (**Norma técnica E.030, 2019**)

$$P = PP + CM + 0.50*CV + 0.25*CVT$$

Donde:

P = Peso de la edificación.

PP = Peso propio de la edificación.

CM = Carga muerta.

CV = Carga viva.

CVT = Carga viva de techo.

c) Modelo 3D:

Figura 3.10: Modelo 3D - Módulo A.

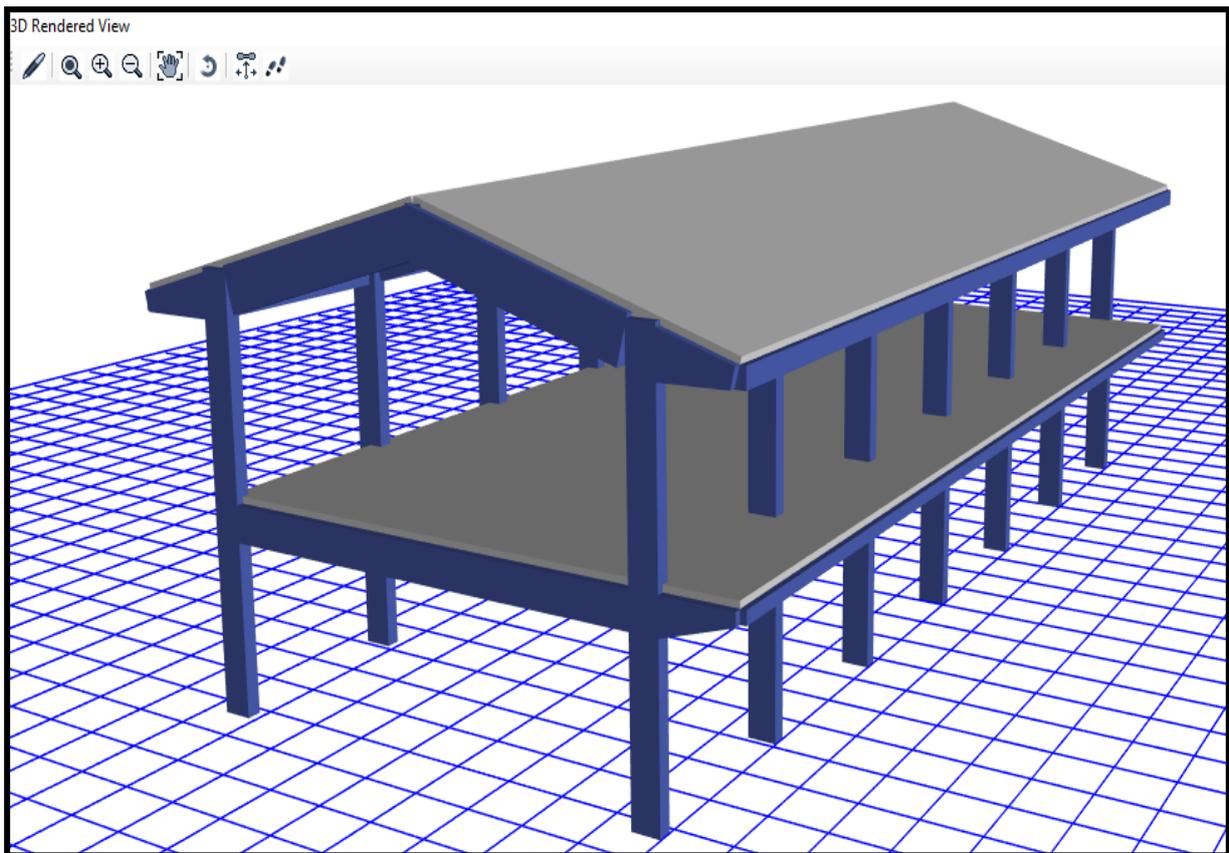
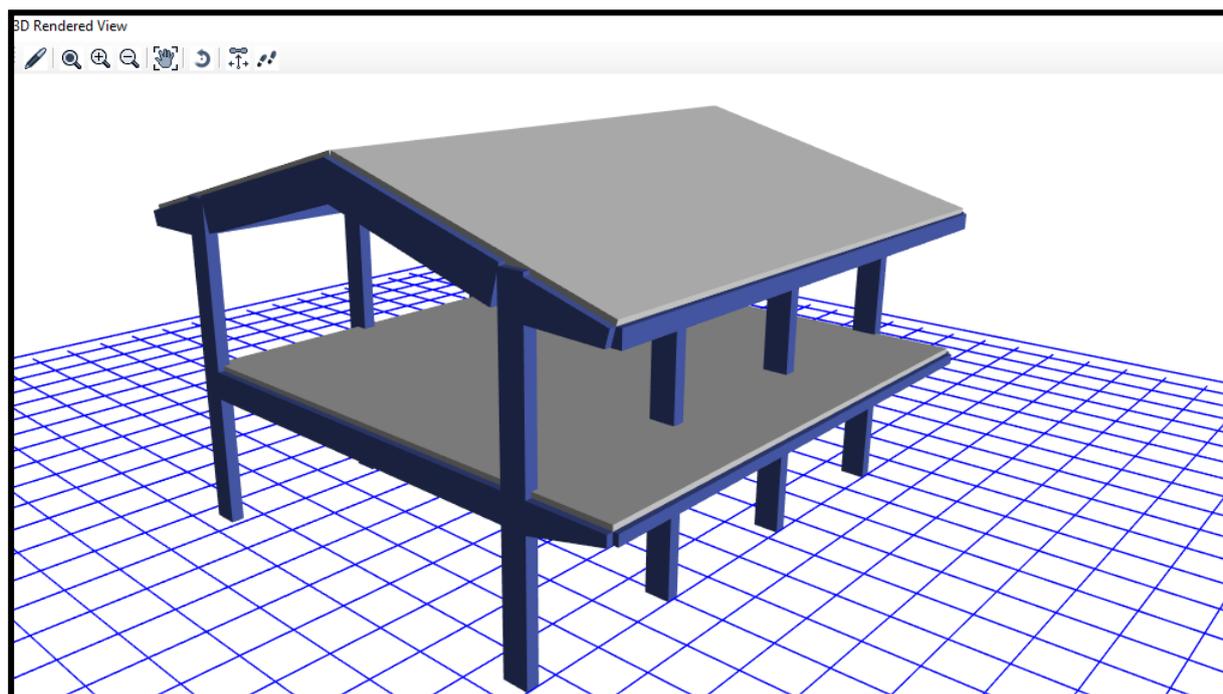


Figura 3.11: Modelo 3D - Módulo B.



3.9.5. RESULTADOS

3.9.5.1 NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

3.9.5.1.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL

3.9.5.1.1.1. COMPORTAMIENTO SÍSMICO DEL EDIFICIO

a) Derivas de Entrepiso.

i. MÓDULO A:

Tabla 3.21: Derivas de entrepiso en la dirección X – Módulo A.

NIVEL	ALTURA (m)	DESPLAZAMIENTO (mm)	DERIVA	NTE030	VERIFICACIÓN
Segundo piso	4.45	0.091	0.0000056	0.007	Cumple
Primer piso	3.15	0.066	0.0000210	0.007	Cumple
Base	0.00	0.000	0.0000000	0.007	Cumple

Tabla 3.22: Derivas de entrepiso en la dirección Y – Módulo A.

NIVEL	ALTURA (m)	DESPLAZAMIENTO (mm)	DERIVA	NTE 030	VERIFICACIÓN
Segundo piso	4.45	0.071	0.0000067	0.007	Cumple
Primer piso	3.15	0.041	0.0000130	0.007	Cumple
Base	0.00	0.000	0.0000000	0.007	Cumple

Figura 3.12: Derivas de entrepiso en la dirección X – Módulo A.

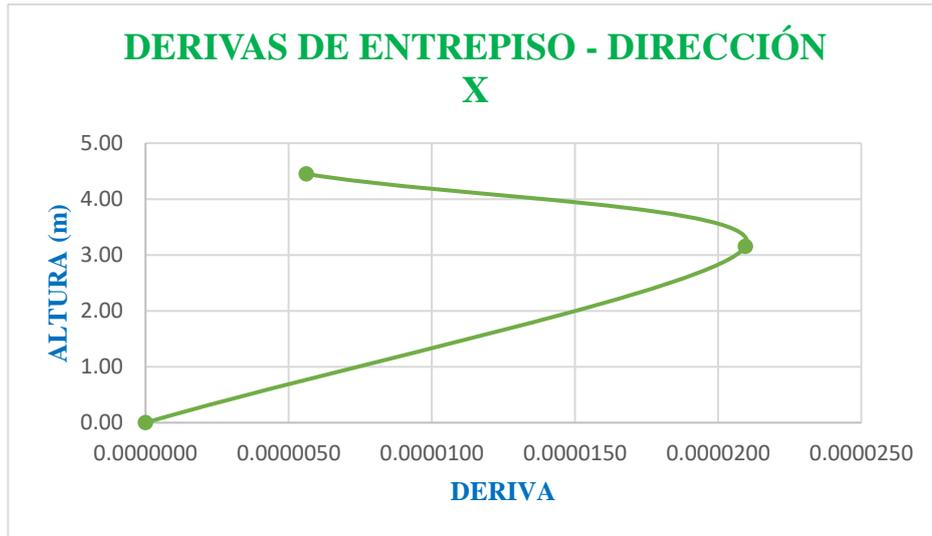
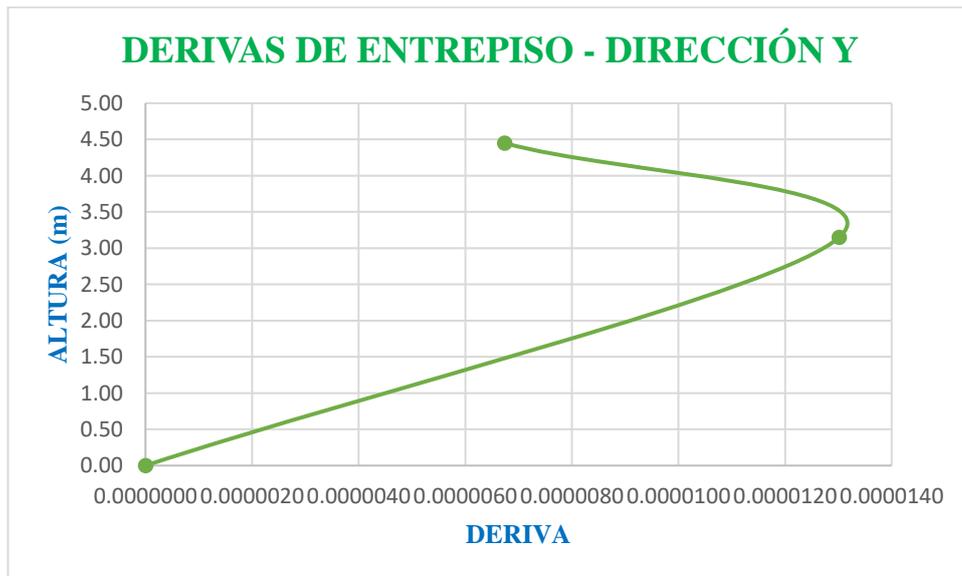


Figura 3.13: Derivas de entrepiso en la dirección Y – Módulo A.



ii. **MÓDULO B:**

Tabla 3.23: Derivas de entrepiso en la dirección X – Módulo B.

NIVEL	ALTURA (m)	DESPLAZAMIENTO (mm)	DERIVA	NTE 030	VERIFICACIÓN
Segundo piso	4.45	9.207	0.0005942	0.007	Cumple
Primer piso	3.15	6.563	0.0020835	0.007	Cumple
Base	0.00	0.000	0.0000000	0.007	Cumple

Tabla 3.24: Derivas de entrepiso en la dirección Y – Módulo B.

NIVEL	ALTURA (m)	DESPLAZAMIENTO (mm)	DERIVA	NTE 030	VERIFICACIÓN
Segundo piso	4.45	6.574	0.0006211	0.007	Cumple
Primer piso	3.15	3.810	0.0012095	0.007	Cumple
Base	0.00	0.000	0.0000000	0.007	Cumple

Figura 3.14: Derivas de entrepiso en la dirección X – Módulo B.



Figura 3.15: Derivas de entrepiso en la dirección Y – Módulo B.



b) Junta Sísmica.

Tabla 3.25: Espesor de la Junta Sísmica.

Junta existente	Junta mínima	Verificación
5.00 cm	4.65 cm	Si cumple

Figura 3.16: Junta Sísmica de la I.E N°82005” Miguel Iglesias”.



c) Comportamiento de Vigas.

Para evaluar el comportamiento de las vigas analizamos las deflexiones y deformaciones unitarias para observar si el elemento se comporta como un elemento elástico (sin fisuras) y no elástico (con fisuras), además se calcularon los momentos de sección de la viga en estudio.

Figura 3.17: Corte longitudinal de VP-101 del Módulo A y Módulo B.

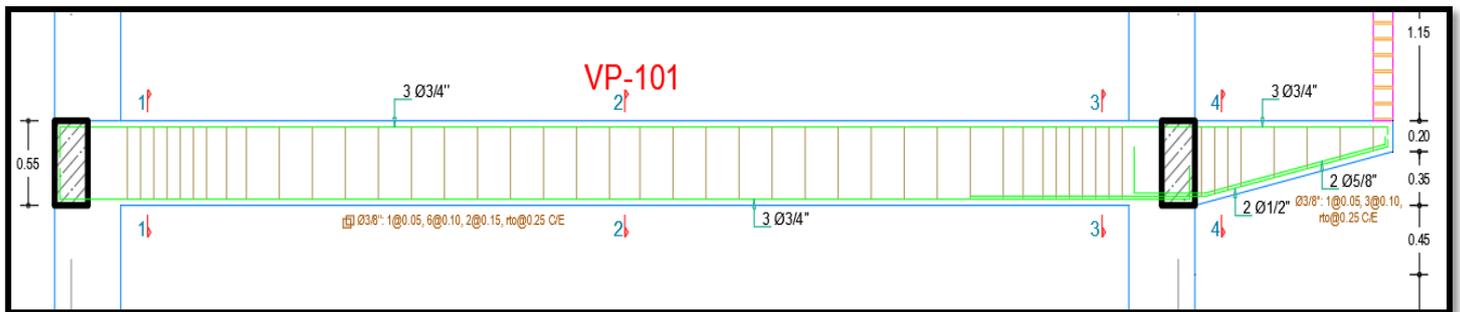


Figura 3.18: Corte longitudinal de VP-201 del Módulo A y Módulo B.

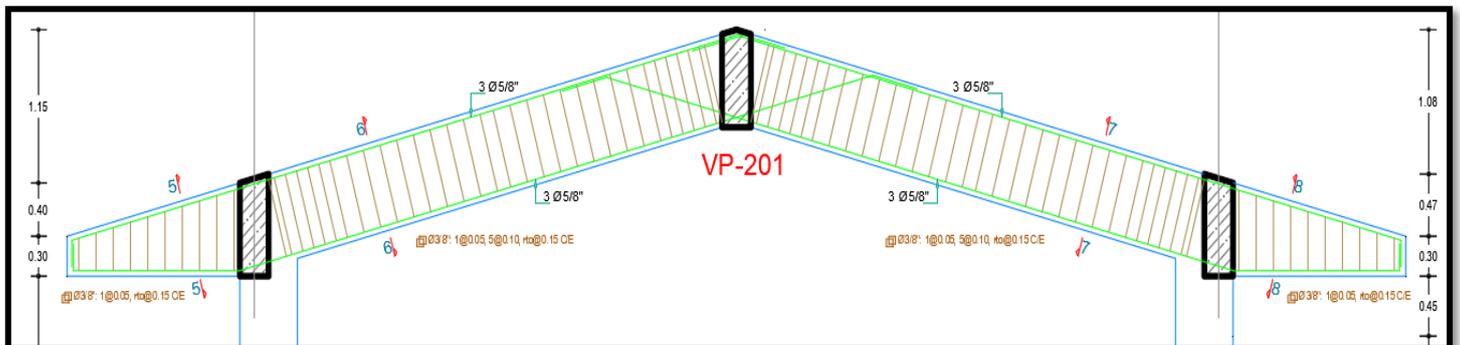


Figura 3.19: Cortes transversales de VP del Módulo A y Módulo B.

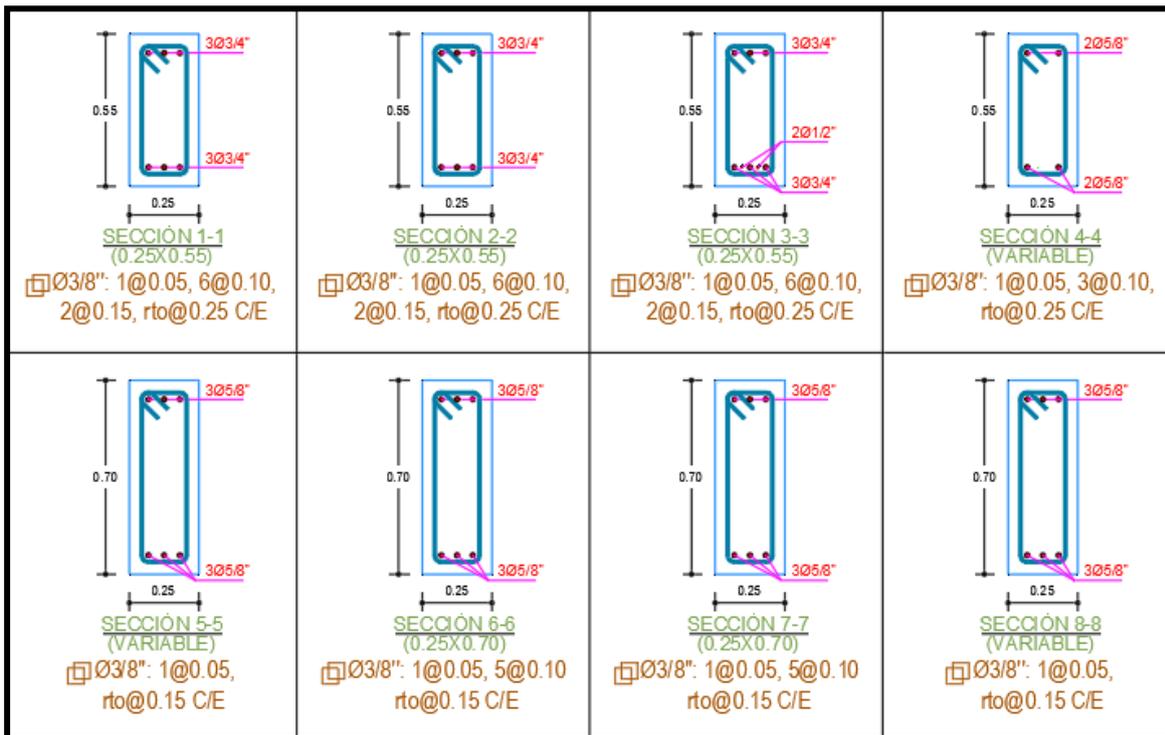
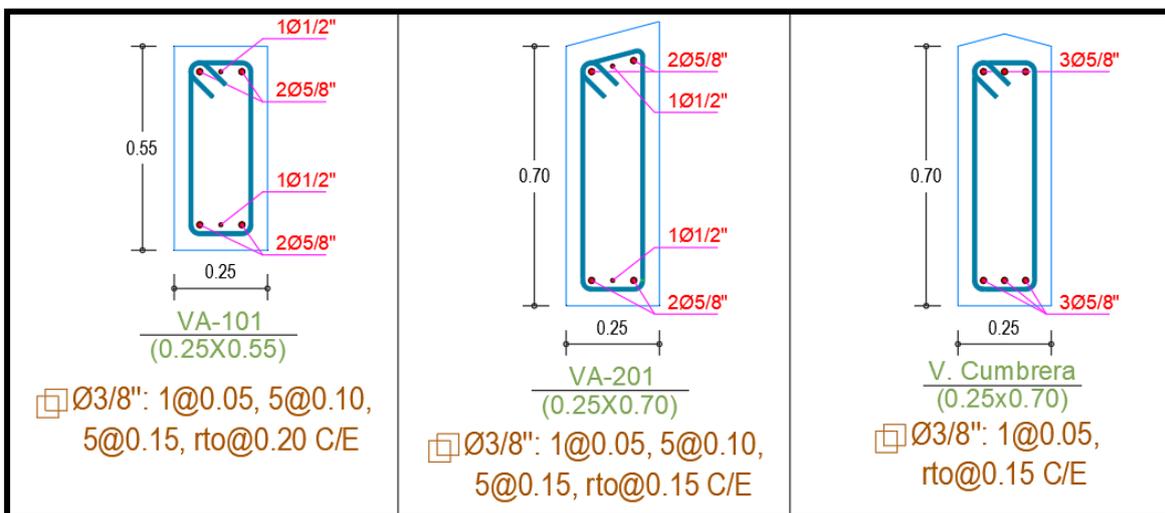


Figura 3.20: Cortes transversales de VA del Módulo A y Módulo B.



❖ **PRIMER NIVEL:**

- **Vigas principales (VP) – Módulo A.**

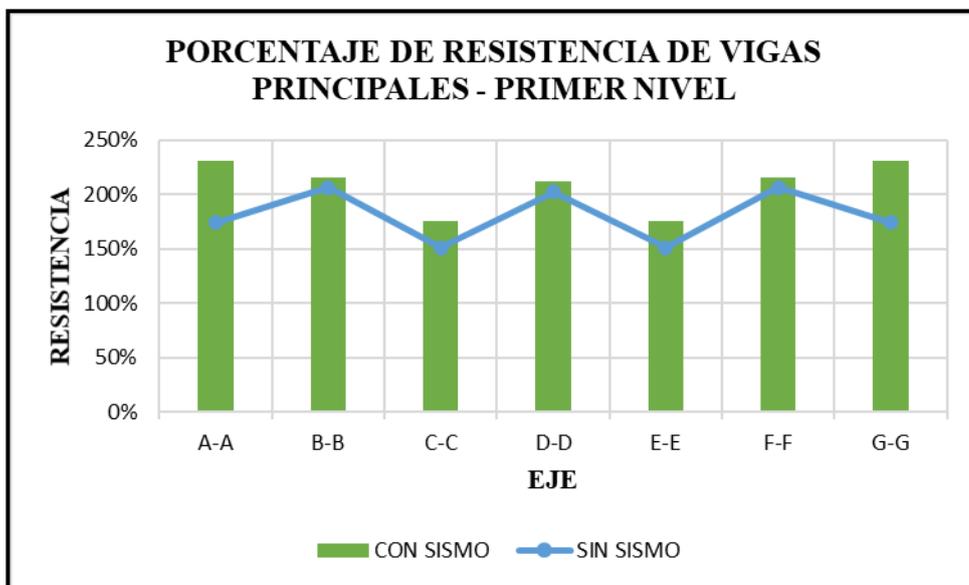
Tabla 3.26: Momento nominal resistente y actuante de VP en el eje A-A.

SECCIÓN	CORTE 1-1	CORTE 2-2	CORTE 3-3	CORTE 4-4
Mn (Resistente Tn-m)	-19.88	19.88	-23.37	-12.71
Mn (Actuante sin sismo, Tn-m)	-11.22	10.11	-13.42	-1.95
Mn (Actuante con sismo, Tn-m)	-7.38	10.11	-8.63	-1.25

Tabla 3.27: Momento nominal resistente y actuante de VP en el eje D-D.

SECCIÓN	CORTE 1-1	CORTE 2-2	CORTE 3-3	CORTE 4-4
Mn (Resistente Tn-m)	-19.88	19.88	-23.37	-12.71
Mn (Actuante sin sismo, Tn-m)	-9.19	11.01	-11.55	-3.74
Mn (Actuante con sismo, Tn-m)	-5.91	11.01	-7.43	-2.40

Figura 3.21: Porcentaje de Resistencia de Vigas Principales – Primer Nivel – Módulo A.



- Vigas principales (VP) – Módulo B.

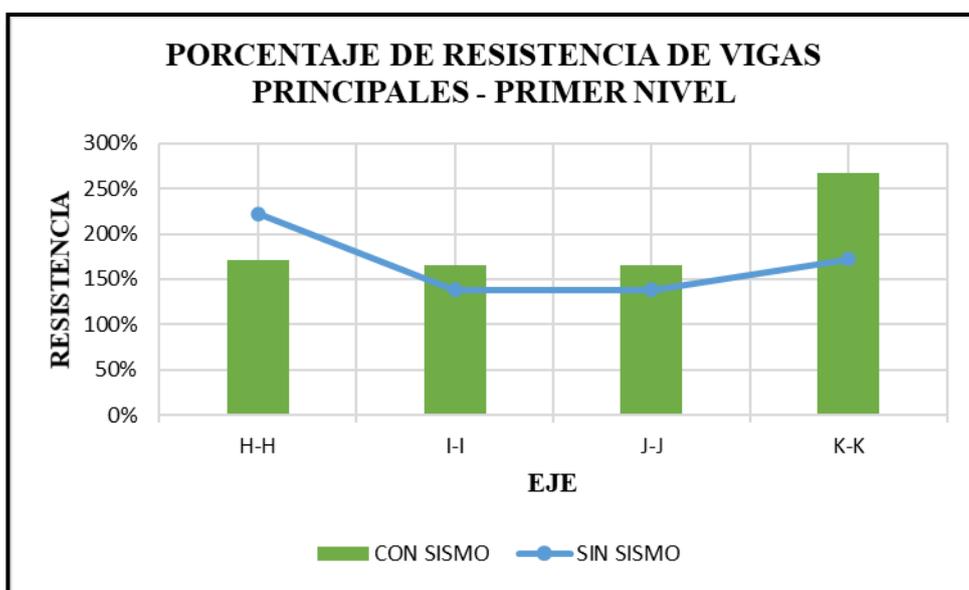
Tabla 3.28: Momento nominal resistente y actuante de VP en el eje H-H.

SECCIÓN	CORTE 1-1	CORTE 2-2	CORTE 3-3	CORTE 4-4
Mn (Resistente Tn-m)	-19.88	19.88	-23.37	-12.71
Mn (Actuante sin sismo, Tn-m)	-11.32	10.51	-13.66	-2.54
Mn (Actuante con sismo, Tn-m)	-7.27	10.51	-8.74	-1.64

Tabla 3.29: Momento nominal resistente y actuante de VP en el eje J-J.

SECCIÓN	CORTE 1-1	CORTE 2-2	CORTE 3-3	CORTE 4-4
Mn (Resistente Tn-m)	-19.88	19.88	-23.37	-12.71
Mn (Actuante sin sismo, Tn-m)	-14.00	14.16	-16.91	-5.28
Mn (Actuante con sismo, Tn-m)	-9.00	14.16	-10.87	-3.39

Figura 3.22: Porcentaje de Resistencia de Vigas Principales – Primer Nivel – Módulo B.



- Vigas de amarre (VA) – Módulo A.

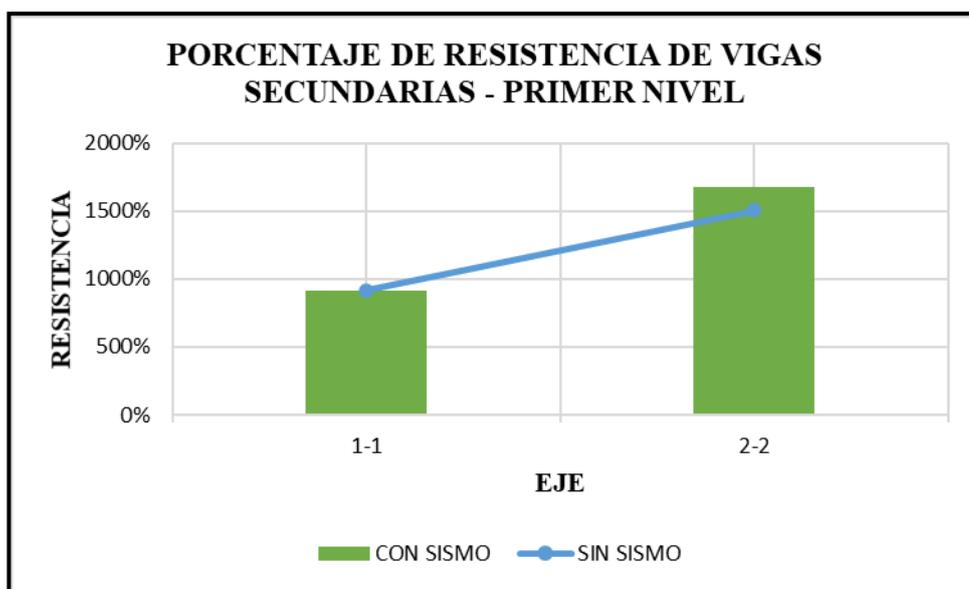
Tabla 3.30: Momento nominal resistente y actuante de VA en el eje 1-1, tramo A-B.

SECCIÓN	CORTE a-a	CORTE b-b	CORTE c-c
Mn (Resistente Tn-m)	-17.16	17.16	-17.16
Mn (Actuante sin sismo, Tn-m)	-1.14	1.02	-0.07
Mn (Actuante con sismo, Tn-m)	-0.76	1.02	-0.07

Tabla 3.31: Momento nominal resistente y actuante de VA en el eje 1-1, tramo C-D.

SECCIÓN	CORTE a-a	CORTE b-b	CORTE c-c
Mn (Resistente Tn-m)	-17.16	17.16	-17.16
Mn (Actuante sin sismo, Tn-m)	-1.05	0.62	-0.79
Mn (Actuante con sismo, Tn-m)	-0.72	0.62	-0.53

Figura 3.23: Porcentaje de Resistencia de Vigas Secundarias – Primer Nivel - Módulo A.



- Vigas de amarre (VA) – Módulo B.

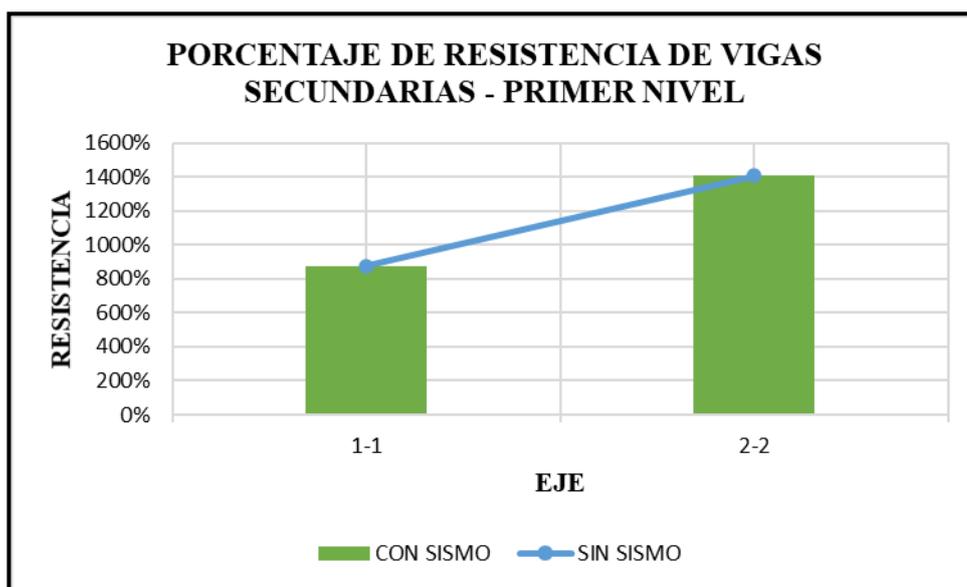
Tabla 3.32: Momento nominal resistente y actuante de VA en el eje 2-2, tramo H-I.

SECCIÓN	CORTE a-a	CORTE b-b	CORTE c-c
Mn (Resistente Tn-m)	-17.16	17.16	-17.16
Mn (Actuante sin sismo, Tn-m)	-1.65	1.71	0.11
Mn (Actuante con sismo, Tn-m)	-1.06	1.71	0.11

Tabla 3.33: Momento nominal resistente y actuante de VA en el eje 2-2, tramo I-J.

SECCIÓN	CORTE a-a	CORTE b-b	CORTE c-c
Mn (Resistente Tn-m)	-17.16	17.16	-17.16
Mn (Actuante sin sismo, Tn-m)	-1.53	0.92	-1.73
Mn (Actuante con sismo, Tn-m)	-0.98	0.92	-1.11

Figura 3.24: Porcentaje de Resistencia de Vigas Secundarias – Primer Nivel - Módulo B.



❖ **SEGUNDO NIVEL:**

- **Vigas principales (VP) – Módulo A.**

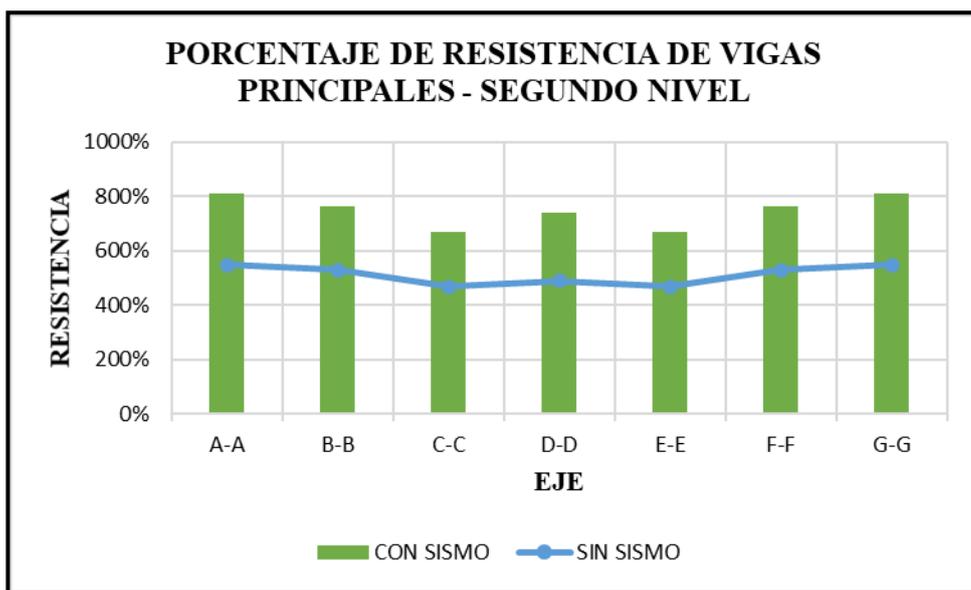
Tabla 3.34: Momento nominal resistente y actuante de VP en el eje A-A.

SECCIÓN	CORTE 5-5	CORTE 6-6	CORTE 7-7	CORTE 8-8
Mn (Resistente Tn-m)	-26.34	-26.34	-26.34	-26.34
Mn (Actuante sin sismo, Tn-m)	-1.21	-3.91	-4.81	-1.03
Mn (Actuante con sismo, Tn-m)	-0.82	-2.78	-3.25	-0.71

Tabla 3.35: Momento nominal resistente y actuante de VP en el eje D-D.

SECCIÓN	CORTE 5-5	CORTE 6-6	CORTE 7-7	CORTE 8-8
Mn (Resistente Tn-m)	-26.72	-26.72	-26.72	-26.72
Mn (Actuante sin sismo, Tn-m)	-2.12	-4.89	-5.38	-1.83
Mn (Actuante con sismo, Tn-m)	-1.46	-3.31	-3.55	-1.26

Figura 3.25: Porcentaje de Resistencia de Vigas Principales – Segundo Nivel - Módulo A.



- Vigas principales (VP) – Módulo B.

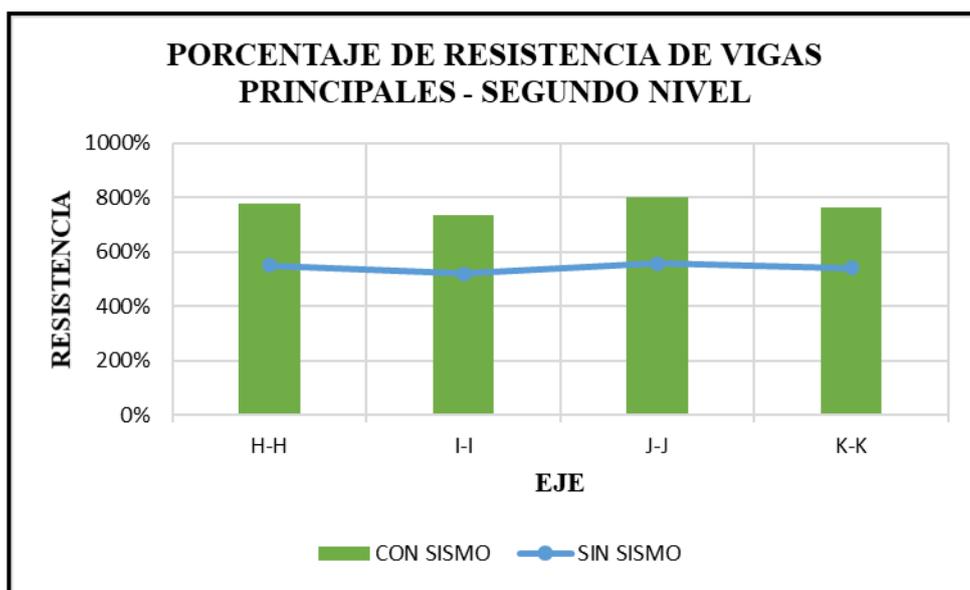
Tabla 3.36: Momento nominal resistente y actuante de VP en el eje H-H.

SECCIÓN	CORTE 5-5	CORTE 6-6	CORTE 7-7	CORTE 8-8
Mn (Resistente Tn-m)	-26.72	-26.72	-26.72	-26.72
Mn (Actuante sin sismo, Tn-m)	-1.12	-3.37	-4.94	-1.28
Mn (Actuante con sismo, Tn-m)	-0.83	-2.72	-3.49	-0.95

Tabla 3.37: Momento nominal resistente y actuante de VP en el eje J-J.

SECCIÓN	CORTE 5-5	CORTE 6-6	CORTE 7-7	CORTE 8-8
Mn (Resistente Tn-m)	-26.72	-26.72	-26.72	-26.72
Mn (Actuante sin sismo, Tn-m)	-1.83	-4.11	-5.15	-2.11
Mn (Actuante con sismo, Tn-m)	-1.38	-3.08	-3.63	-1.59

Figura 3.26: Porcentaje de Resistencia de Vigas Principales – Segundo Nivel - Módulo B.



- Vigas de amarre (VA) – Módulo A.

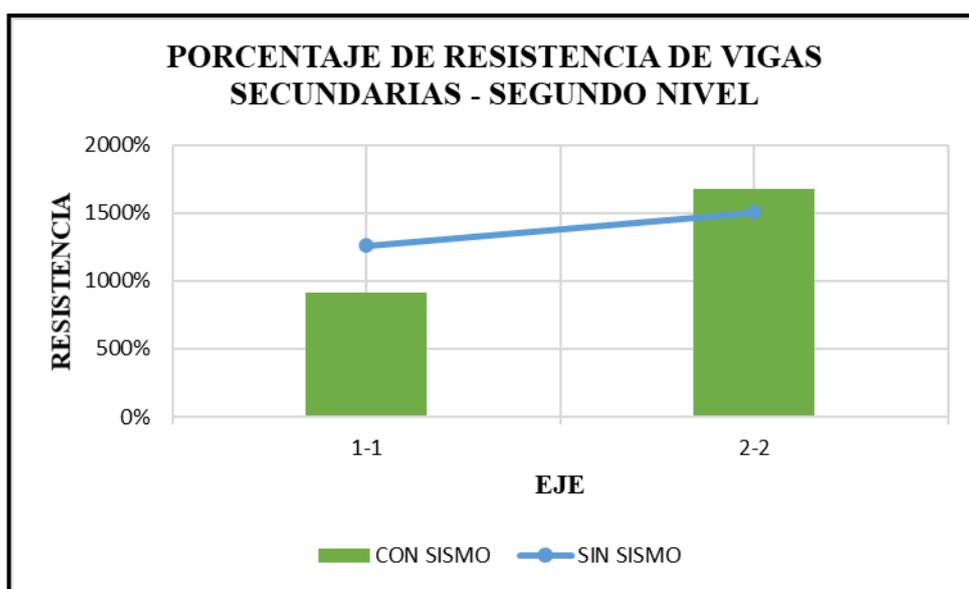
Tabla 3.38: Momento nominal resistente y actuante de VA en el eje 2-2, tramo A-B.

SECCIÓN	CORTE a-a	CORTE b-b	CORTE c-c
Mn (Resistente Tn-m)	-23.60	23.60	-23.60
Mn (Actuante sin sismo, Tn-m)	-0.07	0.43	-0.33
Mn (Actuante con sismo, Tn-m)	-0.07	0.43	-0.21

Tabla 3.39: Momento nominal resistente y actuante de VA en el eje 2-2, tramo C-D.

SECCIÓN	CORTE a-a	CORTE b-b	CORTE c-c
Mn (Resistente Tn-m)	-23.60	23.60	-23.60
Mn (Actuante sin sismo, Tn-m)	-0.55	0.30	-0.26
Mn (Actuante con sismo, Tn-m)	-0.41	0.30	-0.18

Figura 3.27: Porcentaje de Resistencia de Vigas Secundarias – Segundo Nivel - Módulo A.



- Vigas de amarre (VA) – Módulo B.

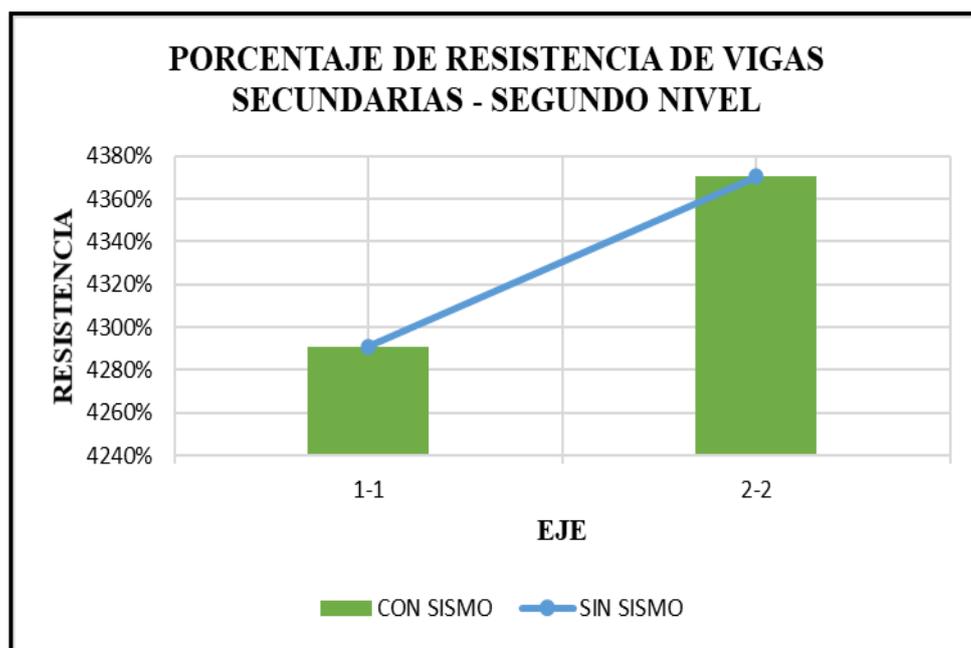
Tabla 3.40: Momento nominal resistente y actuante de VA en el eje 2-2, tramo H-I.

SECCIÓN	CORTE a-a	CORTE b-b	CORTE c-c
Mn (Resistente Tn-m)	-23.60	23.60	-23.60
Mn (Actuante sin sismo, Tn-m)	-0.15	0.39	-0.34
Mn (Actuante con sismo, Tn-m)	-0.15	0.39	-0.22

Tabla 3.41: Momento nominal resistente y actuante de VA en el eje 2-2, tramo I-J.

SECCIÓN	CORTE a-a	CORTE b-b	CORTE c-c
Mn (Resistente Tn-m)	23.60	23.60	-23.60
Mn (Actuante sin sismo, Tn-m)	0.06	0.55	-0.27
Mn (Actuante con sismo, Tn-m)	0.06	0.55	-0.27

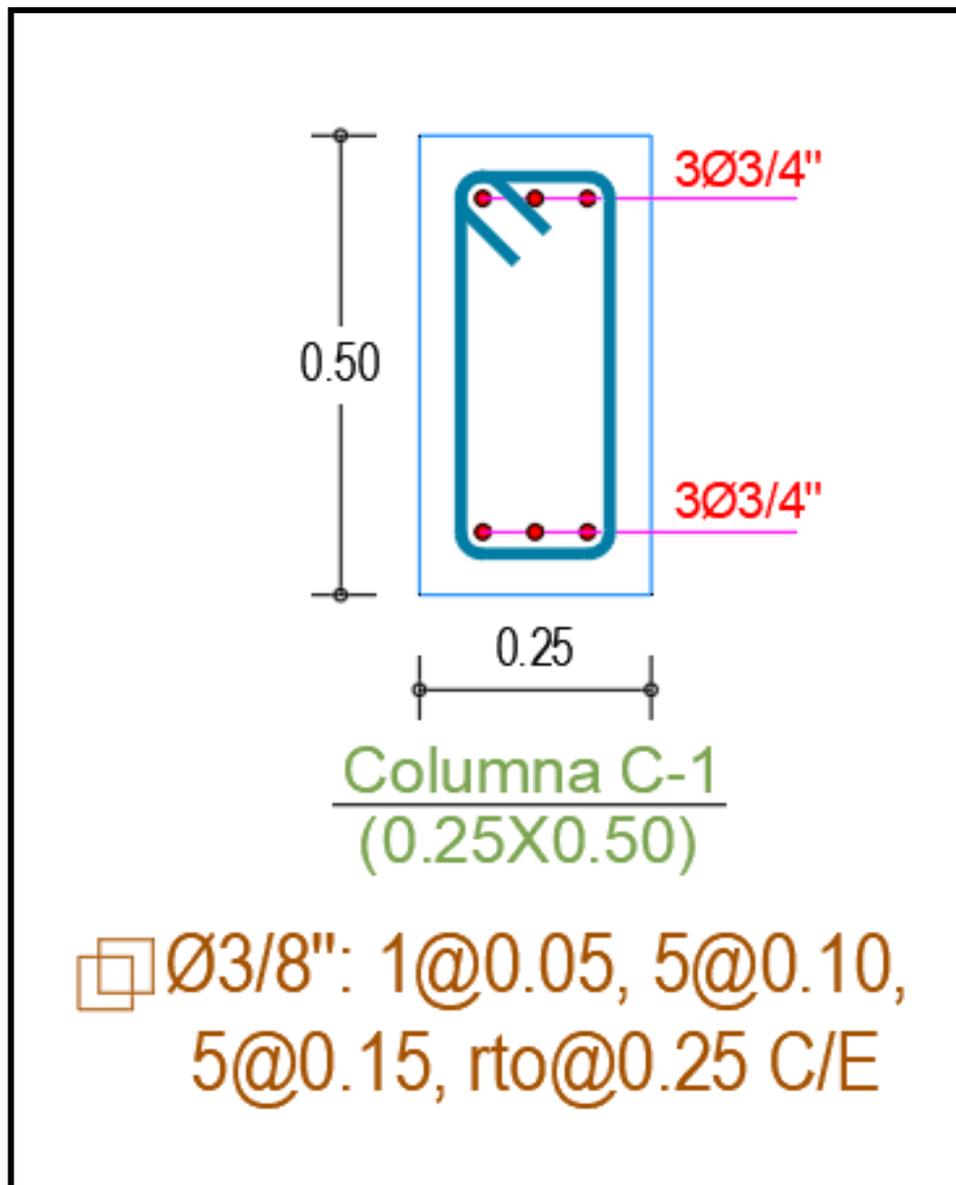
Figura 3.28: Porcentaje de Resistencia de Vigas Secundarias – Segundo Nivel - Módulo B.



d) Comportamiento de Columnas.

Para evaluar el comportamiento de las columnas de esta Institución Educativa N°82005 “Miguel Iglesias” se analizó las deflexiones y deformaciones unitarias para observar si el elemento se comporta como un elemento elástico (sin fisuras) o no elástico (con fisuras), además se determinó la cantidad de acero colocado en las secciones transversales y el acero calculado en cada una de ellas respectivamente.

Figura 3.29: Sección transversal de columnas C-1 del Módulo A y Módulo B.



❖ **PRIMER NIVEL:**

Tabla 3.42: Acero calculado y acero colocado en columnas del primer nivel del Módulo

A.

SECCIÓN	1-A	1-B	1-C	1-D	1-E	1-F	1-G	2-A	2-B	2-C	2-D	2-E	2-F	2-G
Acero Colocado (cm ²)	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04
Acero calculado sin Sismo (cm ²)	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50
Acero calculado con Sismo (cm ²)	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50

Tabla 3.43: Acero calculado y acero colocado en columnas del primer nivel del Módulo

B.

SECCIÓN	1-H	1-I	1-J	1-K	2-H	2-I	2-J	2-K
Acero Colocado (cm ²)	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04
Acero calculado sin Sismo (cm ²)	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50
Acero calculado con Sismo (cm ²)	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50

❖ **SEGUNDO NIVEL:**

Tabla 3.44: Acero calculado y acero colocado en columnas del segundo nivel del Módulo A.

SECCIÓN	1-A	1-B	1-C	1-D	1-E	1-F	1-G	2-A	2-B	2-C	2-D	2-E	2-F	2-G
Acero Colocado (cm ²)	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04
Acero calculado sin Sismo (cm ²)	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50
Acero calculado con Sismo (cm ²)	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50

Tabla 3.45: Acero calculado y acero colocado en columnas del segundo nivel del Módulo B.

SECCIÓN	1-H	1-I	1-J	1-K	2-H	2-I	2-J	2-K
Acero Colocado (cm ²)	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04	17.04
Acero calculado sin Sismo (cm ²)	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50
Acero calculado con Sismo (cm ²)	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50

e) Tipo de Falla.

Figura 3.30: Mecanismo de Falla Columna Fuerte – Viga Débil – Módulo A.

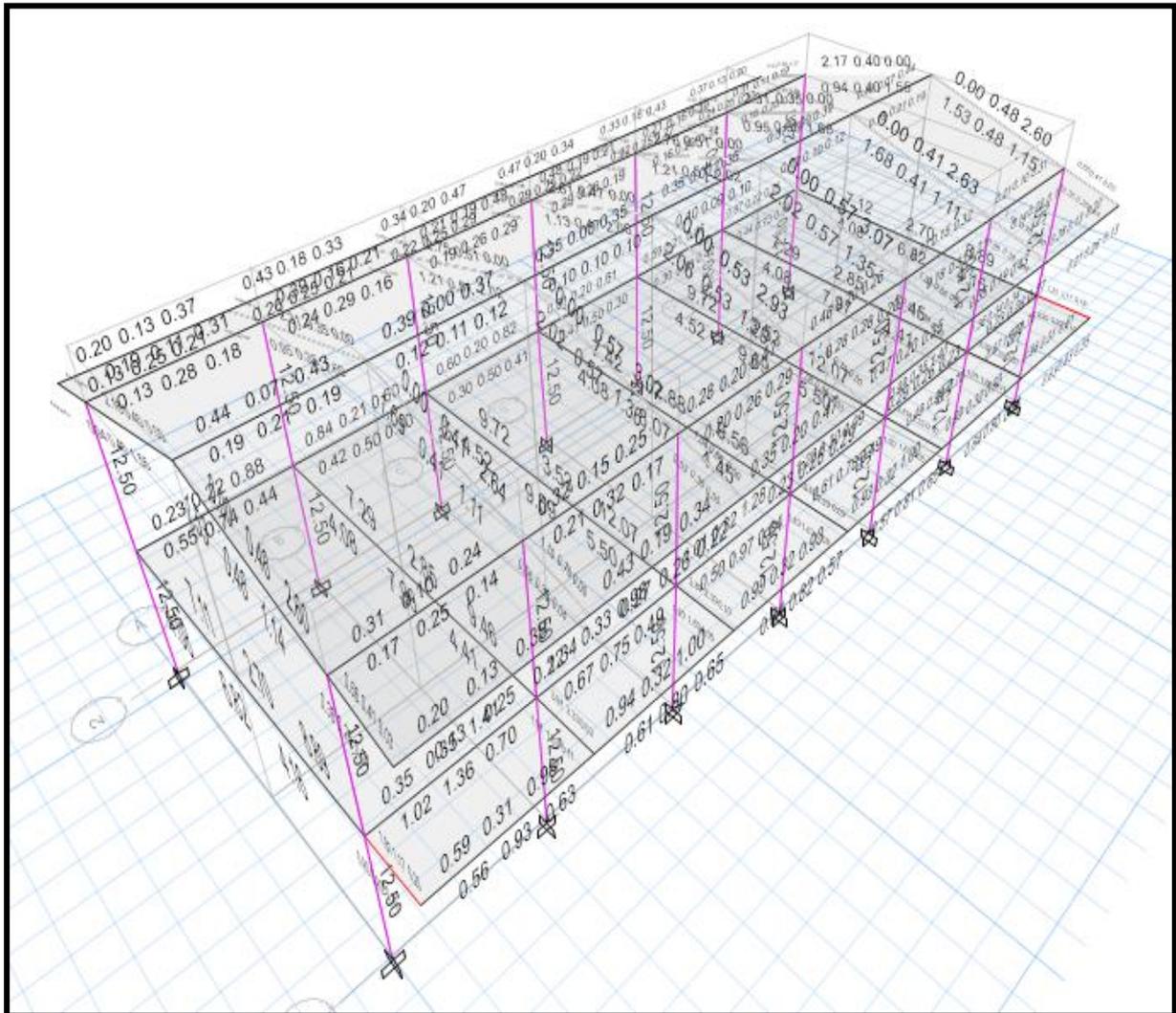


Figura 3.31: Mecanismo de Falla Columna Fuerte – Viga Débil – Módulo B.

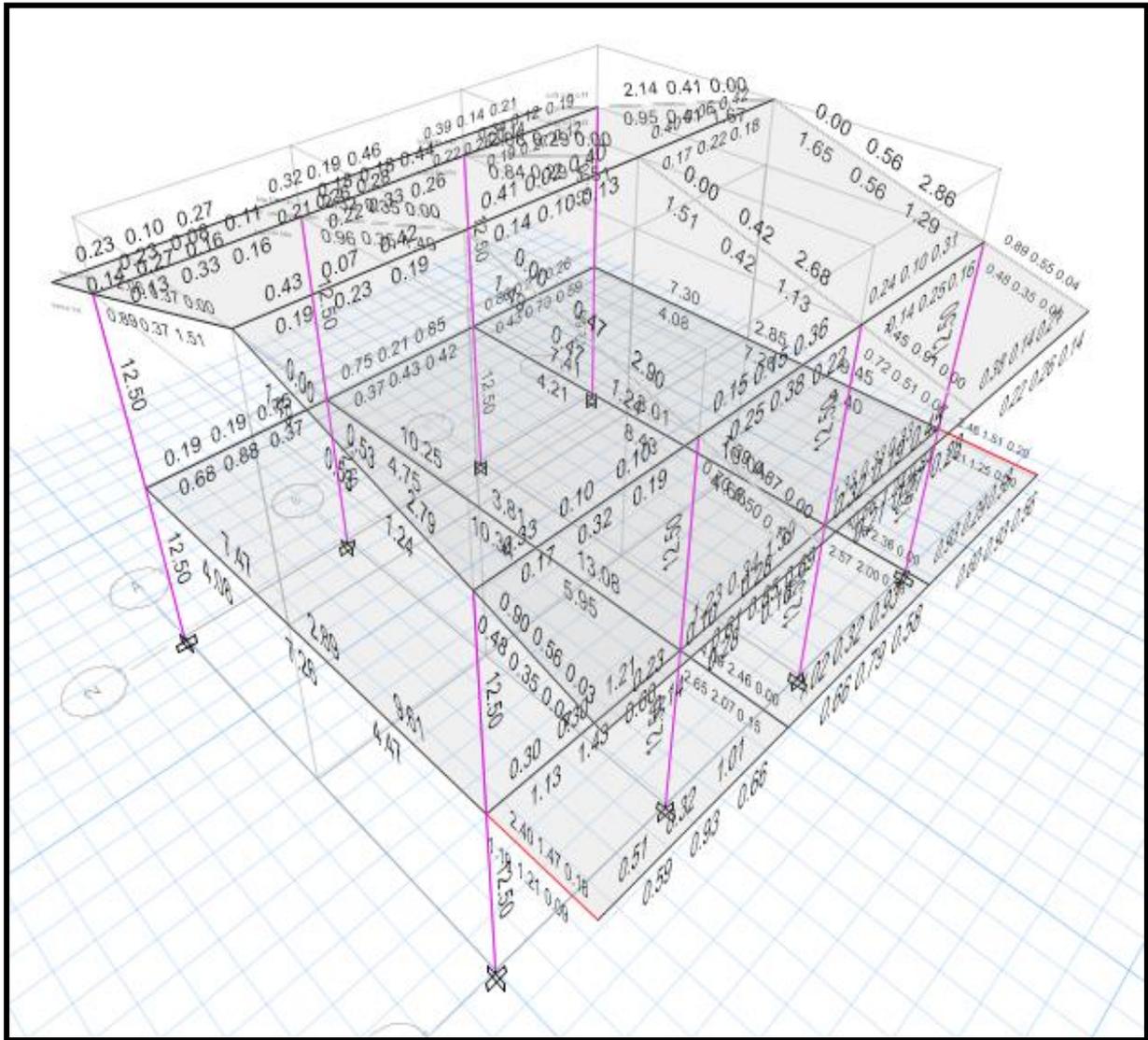


Tabla 3.46: Momento de Inercia y Módulo de Sección de Columnas – Módulo A.

Tipo	B (cm)	H (cm)	Ixx (cm ⁴)	Iyy (cm ⁴)	Zx (cm ⁴)	Zy (cm ⁴)
C-1	25.00	50.00	260416.67	65104.17	10416.67	5208.33

Tabla 3.47: Momento de Inercia y Módulo de Sección de Columnas – Módulo B.

Tipo	B (cm)	H (cm)	I _{xx} (cm ⁴)	I _{yy} (cm ⁴)	Z _x (cm ⁴)	Z _y (cm ⁴)
C-1	25.00	50.00	260416.67	65104.17	10416.67	5208.33

f) Falla por Columna Corta.**❖ MÓDULO A****Tabla 3.48:** Relación de rigidez de columna corta y columna total – Primer nivel.

EJE	L _{CT} (m)	L _{CC} (m)	I _{XX} (m ⁴)	I _{YY} (m ⁴)	Longitud Total		Longitud Corta		Relación de K	
					K _{XLT} (Tn/m)	K _{YLT} (Tn/m)	K _{XLC} (Tn/m)	K _{YLC} (Tn/m)	K _{XLC} /K _{XLT}	K _{YLC} /K _{YLT}
B-B	2.75	0.45	0.0026042	0.0006510	2844.44	711.11	649167.99	162292.00	228.22	228.22
B-B	2.75	1.60	0.0026042	0.0006510	2844.44	711.11	14442.24	3610.56	5.08	5.08
D-D	2.75	0.45	0.0026042	0.0006510	2844.44	711.11	649167.99	162292.00	228.22	228.22
D-D	2.75	1.60	0.0026042	0.0006510	2844.44	711.11	14442.24	3610.56	5.08	5.08
F-F	2.75	0.45	0.0026042	0.0006510	2844.44	711.11	649167.99	162292.00	228.22	228.22
F-F	2.75	1.60	0.0026042	0.0006510	2844.44	711.11	14442.24	3610.56	5.08	5.08

Tabla 3.49: Relación de rigidez de columna corta y columna total – Segundo nivel.

EJE	L _{CT} (m)	L _{CC} (m)	I _{XX} (m ⁴)	I _{YY} (m ⁴)	Longitud Total		Longitud Corta		Relación de K	
					K _{XLT} (Tn/m)	K _{YLT} (Tn/m)	K _{XLC} (Tn/m)	K _{YLC} (Tn/m)	K _{XLC} /K _{XLT}	K _{YLC} /K _{YLT}
B-B	2.60	0.45	0.0026042	0.0006510	3365.69	841.42	649167.99	162292.00	192.88	192.88
B-B	2.60	1.60	0.0026042	0.0006510	3365.69	841.42	14442.24	3610.56	4.29	4.29
D-D	2.60	0.45	0.0026042	0.0006510	3365.69	841.42	649167.99	162292.00	192.88	192.88
D-D	2.60	1.60	0.0026042	0.0006510	3365.69	841.42	14442.24	3610.56	4.29	4.29
F-F	2.60	0.45	0.0026042	0.0006510	3365.69	841.42	649167.99	162292.00	192.88	192.88
F-F	2.60	1.60	0.0026042	0.0006510	3365.69	841.42	14442.24	3610.56	4.29	4.29

❖ MÓDULO B**Tabla 3.50:** Relación de rigidez de columna corta y columna total – Primer nivel.

EJE	L _{CT} (m)	L _{CC} (m)	I _{XX} (m ⁴)	I _{YY} (m ⁴)	Longitud Total		Longitud Corta		Relación de K	
					K _{XLT} (Tn/m)	K _{YLT} (Tn/m)	K _{XLC} (Tn/m)	K _{YLC} (Tn/m)	K _{XLC} /K _{XLT}	K _{YLC} /K _{YLT}
I-I	2.75	0.45	0.0026042	0.0006510	2844.44	711.11	649167.99	162292.00	228.22	228.22
I-I	2.75	1.60	0.0026042	0.0006510	2844.44	711.11	14442.24	3610.56	5.08	5.08

Tabla 3.51: Relación de rigidez de columna corta y columna total – Segundo nivel.

EJE	L _{CT} (m)	L _{CC} (m)	I _{XX} (m ⁴)	I _{YY} (m ⁴)	Longitud Total		Longitud Corta		Relación de K	
					K _{XLT} (Tn/m)	K _{YLT} (Tn/m)	K _{XLC} (Tn/m)	K _{YLC} (Tn/m)	K _{XLC} /K _{XLT}	K _{YLC} /K _{YLT}
I-I	2.60	0.45	0.0026042	0.0006510	3365.69	841.42	649167.99	162292.00	192.88	192.88
I-I	2.60	1.60	0.0026042	0.0006510	3365.69	841.42	14442.24	3610.56	4.29	4.29

3.9.5.2.ESTADO ACTUAL DEL EDIFICIO

A continuación, se muestran algunas fotografías tomadas en el mes de marzo de 2021:

Figura 3.32: Grieta en muros del pasadizo del módulo A – Segundo nivel.



Figura 3.33: Grieta en losa del pasadizo del módulo A – Segundo nivel.



Figura 3.34: Desprendimiento de tarrajeo en muros del módulo A – Segundo nivel.



Figura 3.35: Desprendimiento de tarrajeo en Columnas del módulo A – Segundo nivel.

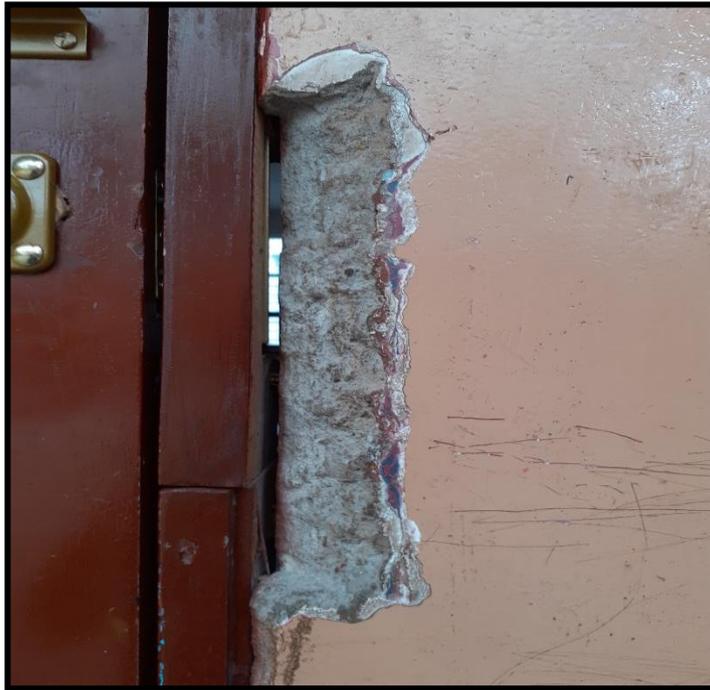


Figura 3.36: Desprendimiento de tarrajeo y pintura en muros del módulo A – Primer nivel.



Figura 3.37: Desprendimiento de tarrajeo y pintura en muros del módulo A – Primer nivel.



Figura 3.38: Desprendimiento de tarrajeo y pintura en muros del módulo A – Primer nivel.



Figura 3.39: Desprendimiento de tarrajeo y pintura en muros del módulo A – Primer nivel.



3.9.5.1.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA NO ESTRUCTURAL

3.9.5.1.2.1. ESTABILIDAD DE TABIQUES

a. Periodo de Vibración de la Estructura.

De los modelos estructurales de los módulos en el programa ETABS v.16.2.1 podemos determinar los respectivos modos de vibración, dos de traslación (X e Y) y uno de rotación (Z).

❖ **Módulo A.**

- **Modo 1:** Traslacional en la dirección X.
T= 0.037 seg.
- **Modo 2:** Traslacional en la dirección Y.
T= 0.029 seg.
- **Modo 3:** Rotacional en la dirección Z.
T= 0.028 seg.

❖ **Módulo B.**

- **Modo 1:** Traslacional en la dirección X.
T= 0.368 seg.
- **Modo 2:** Traslacional en la dirección Y.
T= 0.283 seg.
- **Modo 3:** Rotacional en la dirección Z.
T= 0.278 seg.

b. Fuerza Cortante por Nivel.

- **Fuerzas Sísmicas Horizontales:** De los modelamientos con el programa ETABS v.16.2.1 se obtuvo lo siguiente:

❖ **Módulo A.**

Tabla 3.52: Fuerzas cortantes en cada nivel del Módulo A – Dirección X.

Nivel	Caso de Carga	Vx (Tn)
Segundo Piso	Sismo X	16.92
Primer Piso	Sismo X	64.56

Tabla 3.53: Fuerzas cortantes en cada nivel del Módulo A – Dirección Y.

Nivel	Caso de Carga	Vx (Tn)
Segundo Piso	Sismo Y	16.92
Primer Piso	Sismo Y	64.56

❖ **Módulo B.**

Tabla 3.54: Fuerzas cortantes en cada nivel del Módulo B – Dirección X.

Nivel	Caso de Carga	Vx (Tn)
Segundo Piso	Sismo X	8.69
Primer Piso	Sismo X	35.69

Tabla 3.55: Fuerzas cortantes en cada nivel del Módulo B – Dirección Y.

Nivel	Caso de Carga	Vx (Tn)
Segundo Piso	Sismo Y	8.69
Primer Piso	Sismo Y	35.69

c. Fuerza Sísmica Horizontal de Diseño.

❖ **Módulo A.**

✓ **Dirección X.**

- Primer Nivel:

$$F= 0.3150.Pe$$

- Segundo Nivel:

$$F= 0.3185.C1. Pe$$

✓ **Dirección Y.**

- Primer Nivel:

$$F= 0.3150.Pe$$

- Segundo Nivel:

$$F= 0.3185.C1. Pe$$

❖ **Módulo B.**

✓ **Dirección X.**

- Primer Nivel:

$$F= 0.3150.Pe$$

- Segundo Nivel:

$$F= 0.3061.C1. Pe$$

✓ **Dirección Y.**

- Primer Nivel:

$$F= 0.3150.Pe$$

- Segundo Nivel:

$$F= 0.3061.C1. Pe$$

d. Verificación de Estabilidad de Tabiques.

Tabla 3.56: Parámetros para el Diseño Sismorresistente.

Z =	0.35
U =	1.50
S =	1.20
γ =	1.8 Tn/m ³

Fuente: E.030 (2019).

❖ **Módulo A.**

Tabla 3.57: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Primer Nivel – Dirección X.

Tabique	Factor (C1)	m	Dimensiones			F (Tn)	Fuerza	Ma	Mr	Resultado
			h (m)	L (m)	t (m)		W (Tn/m ²)			
Dirección X										
Eje 1-1, Tramo A-B	-	0.1250	1.00	3.21	0.15	0.27301	0.085050	0.010631	0.057353	Estable
Eje 1-1, Tramo B-C	-	0.1250	1.00	3.21	0.15	0.27301	0.085050	0.010631	0.057353	Estable
Eje 1-1, Tramo C-D	-	0.1250	1.00	3.21	0.15	0.27301	0.085050	0.010631	0.057353	Estable
Eje 1-1, Tramo D-E	-	0.1250	1.00	3.21	0.15	0.27301	0.085050	0.010631	0.057353	Estable
Eje 1-1, Tramo E-F	-	0.1250	1.00	3.21	0.15	0.27301	0.085050	0.010631	0.057353	Estable
Eje 1-1, Tramo F-G	-	0.1250	1.00	3.21	0.15	0.27301	0.085050	0.010631	0.057353	Estable
Eje 2-2, Tramo A-B	-	0.0513	2.15	2.25	0.25	0.68572	0.141750	0.033614	0.159313	Estable
Eje 2-2, Tramo B-C	-	0.0513	2.15	2.25	0.25	0.68572	0.141750	0.033614	0.159313	Estable
Eje 2-2, Tramo C-D	-	0.0513	2.15	2.25	0.25	0.68572	0.141750	0.033614	0.159313	Estable
Eje 2-2, Tramo D-E	-	0.0513	2.15	2.25	0.25	0.68572	0.141750	0.033614	0.159313	Estable
Eje 2-2, Tramo E-F	-	0.0513	2.15	2.25	0.25	0.68572	0.141750	0.033614	0.159313	Estable
Eje 2-2, Tramo F-G	-	0.0513	2.15	2.25	0.25	0.68572	0.141750	0.033614	0.159313	Estable

Tabla 3.58: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Segundo Nivel – Dirección X.

Tabique	Factor (C1)	m	Dimensiones			F (Tn)	Fuerza	Ma	Mr	Observación
			h (m)	L (m)	t (m)		W (Tn/m2)			
Dirección X										
Eje 1-1, Tramo A-B	2	0.1250	1.00	3.21	0.15	0.55209	0.171990	0.021499	0.057353	Estable
Eje 1-1, Tramo B-C	2	0.1250	1.00	3.21	0.15	0.55209	0.171990	0.021499	0.057353	Estable
Eje 1-1, Tramo C-D	2	0.1250	1.00	3.21	0.15	0.55209	0.171990	0.021499	0.057353	Estable
Eje 1-1, Tramo D-E	2	0.1250	1.00	3.21	0.15	0.55209	0.171990	0.021499	0.057353	Estable
Eje 1-1, Tramo E-F	2	0.1250	1.00	3.21	0.15	0.55209	0.171990	0.021499	0.057353	Estable
Eje 1-1, Tramo F-G	2	0.1250	1.00	3.21	0.15	0.55209	0.171990	0.021499	0.057353	Estable
Eje 2-2, Tramo A-B	2	0.0513	2.15	2.25	0.25	1.38667	0.286650	0.067975	0.159313	Estable
Eje 2-2, Tramo B-C	2	0.0513	2.15	2.25	0.25	1.38667	0.286650	0.067975	0.159313	Estable
Eje 2-2, Tramo C-D	2	0.0513	2.15	2.25	0.25	1.38667	0.286650	0.067975	0.159313	Estable
Eje 2-2, Tramo D-E	2	0.0513	2.15	2.25	0.25	1.38667	0.286650	0.067975	0.159313	Estable
Eje 2-2, Tramo E-F	2	0.0513	2.15	2.25	0.25	1.38667	0.286650	0.067975	0.159313	Estable
Eje 2-2, Tramo F-G	2	0.0513	2.15	2.25	0.25	1.38667	0.286650	0.067975	0.159313	Estable
Voladizo, Tramo A-B	3	0.5000	1.15	3.46	0.15	1.02652	0.257985	0.170593	0.057353	Inestable
Voladizo, Tramo B-C	3	0.5000	1.15	3.46	0.15	1.02652	0.257985	0.170593	0.057353	Inestable
Voladizo, Tramo C-D	3	0.5000	1.15	3.46	0.15	1.02652	0.257985	0.170593	0.057353	Inestable
Voladizo, Tramo D-E	3	0.5000	1.15	3.46	0.15	1.02652	0.257985	0.170593	0.057353	Inestable
Voladizo, Tramo E-F	3	0.5000	1.15	3.46	0.15	1.02652	0.257985	0.170593	0.057353	Inestable
Voladizo, Tramo F-G	3	0.5000	1.15	3.46	0.15	1.02652	0.257985	0.170593	0.057353	Inestable

❖ **Módulo B.**

Tabla 3.59: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Primer Nivel – Dirección X.

Tabique	Factor (C1)	m	Dimensiones			F (Tn)	Fuerza	Ma	Mr	Resultado
			h (m)	L (m)	t (m)		W (Tn/m2)			
Dirección X										
Eje 1-1, Tramo H-I	-	0.1250	1.00	3.21	0.15	0.27301	0.085050	0.010631	0.057353	Estable
Eje 1-1, Tramo I-J	-	0.1250	1.00	3.21	0.15	0.27301	0.085050	0.010631	0.057353	Estable
Eje 1-1, Tramo J-K	-	0.1250	1.00	3.21	0.15	0.27301	0.085050	0.010631	0.057353	Estable
Eje 2-2, Tramo H-I	-	0.0513	2.15	2.25	0.25	0.68572	0.141750	0.033614	0.159313	Estable
Eje 2-2, Tramo I-J	-	0.0513	2.15	2.25	0.25	0.68572	0.141750	0.033614	0.159313	Estable
Eje 2-2, Tramo J-K	-	0.0513	2.15	2.25	0.25	0.68572	0.141750	0.033614	0.159313	Estable

Tabla 3.60: Verificación de la Estabilidad de Tabiques – Segundo Nivel – Dirección X.

Tabique	Factor (C1)	m	Dimensiones			F (Tn)	Fuerza	Ma	Mr	Observación
			h (m)	L (m)	t (m)		W (Tn/m2)			
Dirección X										
Eje 1-1, Tramo H-I	2.00	0.1250	1.00	3.21	0.15	0.53059	0.165294	0.020662	0.057353	Estable
Eje 1-1, Tramo I-J	2.00	0.1250	1.00	3.21	0.15	0.53059	0.165294	0.020662	0.057353	Estable
Eje 1-1, Tramo J-K	2.00	0.1250	1.00	3.21	0.15	0.53059	0.165294	0.020662	0.057353	Estable
Eje 2-2, Tramo H-I	2.00	0.0513	2.15	2.25	0.25	1.33268	0.275490	0.065328	0.159313	Estable
Eje 2-2, Tramo I-J	2.00	0.0513	2.15	2.25	0.25	1.33268	0.275490	0.065328	0.159313	Estable
Eje 2-2, Tramo J-K	2.00	0.0513	2.15	2.25	0.25	1.33268	0.275490	0.065328	0.159313	Estable
Voladizo, Tramo H-I	3.00	0.5000	1.15	3.46	0.15	0.98656	0.247941	0.163951	0.057353	Inestable
Voladizo, Tramo I-J	3.00	0.5000	1.15	3.46	0.15	0.98656	0.247941	0.163951	0.057353	Inestable
Voladizo, Tramo J-K	3.00	0.5000	1.15	3.46	0.15	0.98656	0.247941	0.163951	0.057353	Inestable

3.9.5.2. NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

La vulnerabilidad sísmica se determina haciendo uso de las Tablas 3.4, 3.5 y 3.6; esto también se puede realizar con la ecuación descrita en el numeral 3.9.2 del capítulo tres.

Tabla 3.61: Asignación de Valores para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica.

Parámetro	Calificación	Valor asignado
Comportamiento Sísmico	Aceptable	2
Estado actual	Regular Calidad	2
Tabiquería y Parapetos	Algunos Estables	2

$$\text{Vulnerabilidad Sísmica} = (0.60 \times 2) + (0.30 \times 2) + (0.10 \times 2)$$

$$\text{Vulnerabilidad Sísmica} = 2.00$$

De acuerdo a la tabla 3.6, la I.E N°82005 “Miguel Iglesias” tiene un Nivel de Vulnerabilidad Sísmica **MEDIA**.

Tabla 3.62: Nivel de Vulnerabilidad Sísmica de la I.E N°82005 “Miguel Iglesias”.

Estructural		No estructural		Nivel de vulnerabilidad sísmica
Comportamiento Sísmico	Estado Actual	Tabiquería y Parapetos		
Adecuada		Buena calidad		MEDIA
Aceptable	X	Regular Calidad	X	
Inadecuada		Mala calidad		

3.9.5.3. NIVEL DE PELIGRO SÍSMICO

El nivel de peligro sísmico lo determinamos haciendo uso de las Tablas 3.17, 3.18 y 3.19; también se puede determinar con la ecuación descrita en el numeral 3.9.3 del capítulo anterior.

Tabla 3.63: Asignación de valores para la evaluación del peligro sísmico.

Parámetro	Calificación	Observación	Valor Asignado
Sismicidad	Z3	Zona de moderada sismicidad	3
Suelo	S3	*Capacidad Portante de 0.80 Kg/cm ² . *Suelo flexible.	3
Topografía y pendiente	Plana	Pendiente menor a 15%	1

$$\text{Peligro Sísmico} = (0.40 \times 3) + (0.40 \times 3) + (0.20 \times 1)$$

$$\text{Peligro Sísmico} = 2.60$$

De acuerdo a la Tabla 3.19 la I.E N°82005 “Miguel Iglesias” tiene un nivel de peligro sísmico **ALTO**.

Tabla 3.64: Nivel de peligro sísmico de la I.E N°82005 “Miguel Iglesias”.

Sismicidad		Suelo		Topografía y Pendiente		Nivel de Peligro Sísmico
Baja		Rígido		Plana	X	ALTO
Media		Intermedio		Media		
Alta	X	Flexible	X	Pronunciada		

3.9.5.4. NIVEL DE RIESGO SÍSMICO

Se determina haciendo uso de la tabla 3.2. y 3.3 del capítulo anterior; también puede determinarse mediante la ecuación expuesta en el numeral 3.9.1.1 del mismo capítulo.

Tabla 3.65: Valores de las variables para evaluar el riesgo sísmico.

Variable	Valor
Vulnerabilidad Sísmica	2.00
Peligro Sísmico	2.60

$$\text{Riesgo Sísmico} = (0.50 \times 2.0) + (0.50 \times 2.6)$$

$$\text{Riesgo Sísmico} = 2.30$$

Haciendo uso de la Tabla 3.2 y 3.3 la I.E N°82005 “Miguel Iglesias” tiene un nivel de riesgo sísmico **ALTO**.

Tabla 3.66: Nivel de riesgo sísmico de la I.E N°82005 “Miguel Iglesias”.

Vulnerabilidad Sísmica		Peligro Sísmico		Nivel de Riesgo Sísmico
Baja		Bajo		ALTO
Media	X	Medio		
Alta		Alto	X	

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

4.1.1.1. VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL

4.1.1.1.1. COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS EDIFICIOS

a. Derivas de Entrepiso.

En las Tablas 3.21, 3.22, 3.23 y 3.24, se puede observar los resultados del análisis de las derivas de entrepiso de la I.E. N°82005 “Miguel Iglesias”, observándose que éstas cumplen con los límites para estructuras de concreto armado que es de 0.007, de igual manera los límites para albañilería se encuentran por debajo de lo que indica la norma sismorresistente que es de 0.005.

De la misma manera se puede observar que las derivas de entrepiso a nivel de techo en la dirección “Y” es mayor que en la dirección “X”, por esta razón se puede decir que la dirección en la que el edificio es más vulnerable frente a un sismo es la dirección Y.

b. Junta Sísmica.

En la Tabla 3.25 observamos la dimensión que existe de la junta sísmica entre modulo y modulo, por lo que si la comparamos con las condiciones que nos indica la norma sismorresistente, esta dimensión de junta si es la adecuada. Por lo tanto, la separación entre edificaciones es la adecuada.

c. Comportamiento de vigas.

Desde la Tabla 3.26 hasta la Tabla 3.41 y en las Figuras desde la 3.21 hasta la 3.28 se observa el comportamiento de las vigas especialmente principales de donde se concluye que aún son las adecuadas para la resistencia de esfuerzos a tracción y a compresión; por lo tanto, estas secciones siguen siendo funcionables hasta la actualidad.

En las vigas secundarias, igualmente las secciones existentes son adecuadas para resistir los esfuerzos a tracción y a compresión generados por las cargas de servicio; por lo tanto, estas secciones de vigas siguen siendo funcionables hasta la actualidad.

- **Vigas principales:**

En las siguientes figuras 3.21, 3.22, 3.25 y 3.26 se muestran los porcentajes de resistencia que alcanzan las secciones de vigas principales existentes ante la acción de cargas de servicio y cargas sísmicas.

- **Vigas secundarias:**

En las siguientes figuras 3.23, 3.24, 3.27 y 3.28 se muestran los porcentajes de resistencia que alcanzan las secciones de vigas secundarias existentes ante la acción de cargas de servicio y cargas sísmicas.

Las vigas principales de los módulos de este Centro Educativo generarían una falla dúctil ante la flección debido a una carga sísmica, las fuerzas de tracción serán absorbidas por el acero existente y el concreto sufrirá fisuras.

d. Comportamiento de Columnas.

De los resultados obtenidos de las Tablas 3.42, Tabla 3.43, Tabla 3.44 y Tabla 3.45 se puede concluir que el cero con el cual fue construida la sección de las columnas son las adecuadas para resistir esfuerzos a flexocompresión, por ende se puede decir que dichas secciones de columnas siguen siendo funcionables frente a la presencia de sismos.

e. Tipo de Falla.

De las figuras 3.30 y 3.31 podemos apreciar a los elementos que fallan primeramente que son las vigas, especialmente las del voladizo, por lo que en la estructura se produce una falla dúctil, es decir las fuerzas de tracción en las caras inferiores de las vigas serán absorbidas por el acero existente y el concreto sufrirá fisuras.

f. Falla por Columna Corta.

De acuerdo a las Tablas 3.48, Tabla 3.49, Tabla 3.50 y Tabla 3.51 nos damos cuenta que la rigidez de la columna corta difiere bastante frente a las columnas totales, ocasionando que las columnas fallen por fuerza cortante.

A pesar de que los Módulos Ay B cuentan con una junta de aislamiento sísmico entre los tabiques y las columnas, éste no sería la suficiente frente a los desplazamientos producidos por un sismo.

Por la condición de columna corta, en un sismo severo existirá una restricción parcial en el desplazamiento lateral de las columnas, que obligará a concentrar toda la tensión y deformación en estas produciendo fallas en las estructuras.

4.1.1.1.2. ESTADO ACTUAL DEL EDIFICIO

Al observar y analizar los Módulos de la I.E. N°82005 “Miguel Iglesias” (Figura 3.32 hasta la Figura 3.39) se puede concluir que su estado actual es **REGULAR**, ya que presenta algunas observaciones con respecto a sus elementos estructurales y no estructurales, tal y como lo muestran las figuras desde la 3.32 hasta la 3.39 del capítulo 3.

4.1.1.2.VULNERABILIDAD SÍSMICA NO ESTRUCTURAL

a. Estabilidad de Tabiques.

Desde la tabla 3.57 hasta la tabla 3.60 se puede corroborar los resultados obtenidos de la estabilidad de los tabiques de esta Institución Educativa, de los cuales se puede concluir que en el primer y segundo nivel los tabiques son estables, mientras que los tabiques de los voladizos del segundo piso son inestables y existe la probabilidad que fallen a la hora de presentarse un sismo.

4.1.1.3.NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Por tanto, de los resultados de la evaluación estructural y no estructural de los módulos en estudio se obtiene que la vulnerabilidad sísmica de la I.E. N°82005 “Miguel Iglesias” es de 2.00 lo que significa un nivel **MEDIO**.

4.1.2. NIVEL DE PELIGRO SÍSMICO

La I.E. N°82005 “Miguel Iglesias” ha obtenido un nivel de peligro sísmico de 2.60 luego de haberse evaluado la sismicidad, el tipo de suelo y la respectiva topografía en la cual se encuentre, lo que corresponde a un nivel **ALTO**.

4.1.3. NIVEL DE RIESGO SÍSMICO

Después de haber evaluado la vulnerabilidad sísmica y del peligro sísmico de la I.E. N°82005 “Miguel Iglesias” se obtiene un valor de 2.30 lo que corresponde a un nivel **ALTO**.

Esto en función de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica y peligro sísmico de los módulos en estudio.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- a. El Centro Educativo de nivel Primario N°82005 “Miguel Iglesias” del distrito de Cajamarca – Cajamarca tiene un nivel de riesgo sísmico ALTO.
- b. El Centro Educativo de nivel primario N°82005 “Miguel Iglesias” del distrito de Cajamarca – Cajamarca tiene un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA.
- c. El Centro Educativo de nivel primario N°82005 “Miguel Iglesias” del distrito de Cajamarca – Cajamarca tiene un nivel de peligro sísmico ALTO.

5.2. RECOMENDACIONES

- a. Se recomienda hacer estudios detallados en este tipo de edificaciones por ser esenciales, es decir que nos permita reconocer si sus elementos estructurales requieren o no un adecuado reforzamiento, un incremento de sección o simplemente una demolición.
- b. Se recomienda realizar un mejoramiento de suelo en caso se deseen construir más pabellones en este centro educativo, ya que el suelo de fundación en los cuales se encuentran estas edificaciones no son suelos buenos, ya que contienen demasiada arcilla y poca roca, tal y como lo muestra el estudio de suelos que se anexa en esta investigación.
- c. Se recomienda reforzar los elementos estructurales de los módulos de este Centro Educativo, porque pueden fallar frente a un sismo severo, ya que este Centro Educativo fue construido con una normativa muy antigua donde aún no existían estudios de diseño antisísmico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldunate Barzelatto, J. G. (2009). Vulnerabilidad Sísmica de Edificios Chilenos de Hormigón Armado. Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile.
- Astorga Mendizábal, M. A., & Aguilar Velez, R. (2006). Evaluación del Riesgo Sísmico de Edificaciones Educativas Peruanas. Lima, Perú: PUCP.
- Bonett, R. (2003). "Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada". Barcelona, España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Broto, C. (2009). Enciclopedia Broto de patologías de la construcción (16°.ed). Barcelona, España: Links Internacional.
- Calavera, J. (2005). Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado (1°.ed). Madrid: Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC).
- Gobierno Regional de Cajamarca (2013). Mapa de Sismicidad de la Region Cajamarca. Cajamarca, Perú.
- González Olórtegui, C. E. (2018). Nivel de riesgo sísmico de los pabellones de las Instituciones Educativas San Antonio y Abraham Noriega Valera del distrito de Gregorio Pita – provincia de San Marcos 2017. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Gonzales Vásquez, F. J. (2017). Vulnerabilidad Sísmica del Edificio 1-I de la Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Kuroiwa Horiuchi, J. (2016). Manual para la Reducción del Riesgo Sísmico de Viviendas en el Perú. Lima, Peru: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Kuroiwa, J., Pacheco, E., & Pando, E. (2010). Alto a los desastres. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Lima, Perú: Umbral Ediciones.
- McCormac, Jack. C, & Brown, Russell. H. (2011). Diseño de concreto reforzado. México, México: Editorial Alfaomega.
- Moquete Rosario, F. E. (2012). Evaluación del Riesgo Sísmico en Edificios Especiales: Escuelas. Aplicación a Barcelona. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Morales Morales, R. (2006). Diseño en concreto armado. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Mosqueira Moreno, M. Á. (2012). Riesgo Sísmico en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cajamarca. Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo.
- Mosqueira, M. Á., & Tarque, S. (2005). Recomendaciones Técnicas para mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana.

Tesis Magistral - Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú: Editorial PUCP.

Municipalidad Provincial de Cajamarca (2011). Plano Catastral - Manzaneo. Cajamarca, Perú.

Muñoz Peláez, J. (1999). "Ingeniería Antisísmica". Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.

Muñoz, A. (2004). Ingeniería Sismorresistente. Pontificia Universidad Católica del Perú, departamento de Ingeniería. Lima, Perú: Fondo Editorial PUCP.

Norma Técnica E.030. (2019). Diseño Sismorresistente. Lima: RNE.

Norma Técnica E.070. (2006). Albañilería. Lima: RNE.

OPS. (1993). Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales. Washington, Estados Unidos.

Quiroz Rojas, E. A. (2017). Vulnerabilidad sísmica de una edificación escolar típica módulo 780 Pre NDSR-1997 mediante modelos no lineales. Lima, Perú: PUCP.

Safina Melone, S. (2002). Tesis doctoral: "Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico". Barcelona, España: Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).

SIDERPERU. Manual del maestro constructor. Lima, Perú.

Tavera, H., Bernal, I., & Salas, H. (2007). El Sismo de Pisco del 15 de Agosto, 2007 (7.9Mw) Departamento de Ica - Perú. Lima, Perú: Instituto Geofísico del Perú.

Valcárcel Torres, J. A. (2013). Análisis y gestión del riesgo sísmico de edificios y sistemas esenciales. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Cataluña.

APÉNDICE

APÉNDICE N°01: ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

METODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805 – 97)

✓ **Consideraciones previas:**

1. Espesor mínimo de piezas a ensayar: 10 cm.
2. Esclerómetro en posición perpendicular a la superficie de ensayo.
3. Distancia mínima entre puntos de ensayo: 2.5cm.
4. Número mínimo de lecturas: 10.
5. Se descartan las lecturas que difieran en más de 7 unidades de la media. Más de dos lecturas que cumplan con esto, se anula la prueba.

✓ **Elementos a ensayar:**

1. Columnas: en tres puntos (inferior, medio y alto).
2. Vigas: horizontal y verticalmente en sus caras encofradas (una o dos)

✓ **Equipo utilizado:**

- ESCLERÓMETRO prestado por el laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería.

✓ **Zonas donde se tomaron los datos:**

Figura A.1: Zonas donde se realizaron los ensayos de Esclerometría.

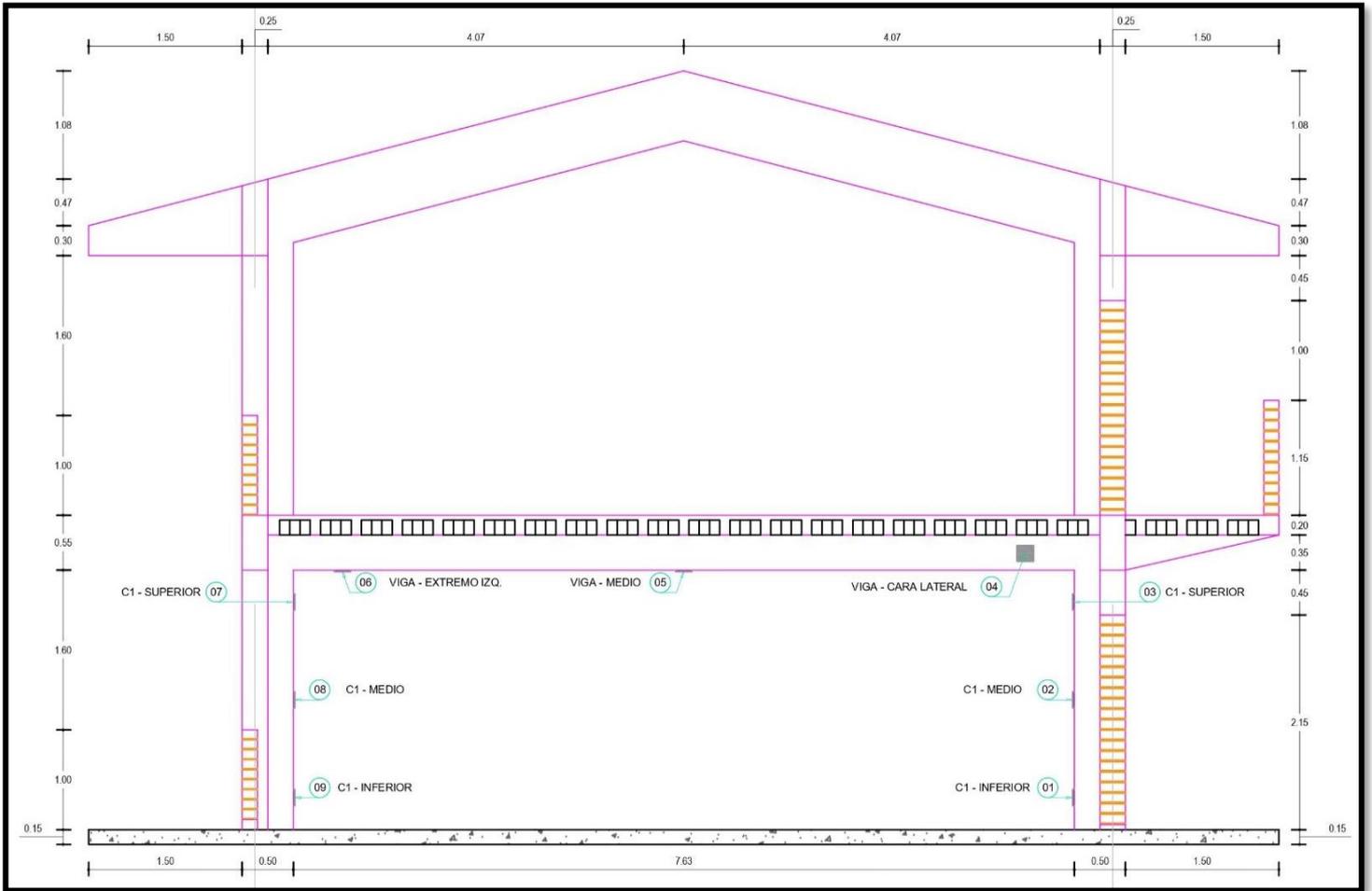


Figura A.2: Ensayo de Esclerometría.



✓ **Procedimiento realizado durante el ensayo:**

- Se realizó el trazo de una cuadrícula de 16x16 cm, donde se dibujó 16 recuadros de 4cm de lado cada uno, en cada recuadro se realizó una lectura.

Figura A.3: Puntos tomados para el ensayo de Esclerometría.

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

- Se colocó el esclerómetro en posición perpendicular al plano del elemento estructural a ensayar y seguidamente se anotó los datos obtenidos con un plumón indeleble.

Figura A.4: Ensayo de Esclerometría en parte inferior de la Columna.



Figura A.5: Ensayo de Esclerometría en la parte central de la Columna.



Figura A.6: Ensayo de Esclerometría en la parte superior de la Columna.



Figura A.7: Ensayo de Esclerometría en la cara lateral de la viga.



Figura A.8: Ensayo de Esclerometría en el fondo central de la viga.



✓ **Datos obtenidos durante el ensayo:**

METODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805 – 97)																	
TESIS:	NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL CENTRO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIO N°82005 “MIGUEL IGLESIAS” DEL DISTRITO DE CAJAMARCA – CAJAMARCA.																
LUGAR:	I.E N°82005 “MIGUEL IGLESIAS”																
UBICACIÓN:	CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA																
OPERADOR:	FLORES CUEVA Oswaldo																
Fecha:	06 de marzo de 2020																
Elemento Estructural:	Columna 25x50 cm (Parte inferior)																
f ^o c Especificada	210 Kg/cm ²																
Edad del concreto:	25 años aproximadamente																
Área de ensayo	16 x 16 cm																
Ángulo de Impacto	$\alpha=0^\circ$																
Número de golpes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	R
Valor del rebote	29	28	37	27	31	30	27	30	30	34	31	30	29	29	28	29	29.5
Observación	Válido	Válido	No	Válido													
f^oc:	200 Kg/cm²																

METODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805 – 97)																	
TESIS:	NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL CENTRO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIO N°82005 “MIGUEL IGLESIAS” DEL DISTRITO DE CAJAMARCA – CAJAMARCA.																
LUGAR:	I.E N°82005 “MIGUEL IGLESIAS”																
UBICACIÓN:	CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA																
OPERADOR:	FLORES CUEVA Oswaldo																
Fecha:	06 de marzo de 2020																
Elemento Estructural:	Columna 25x50 cm (Parte central)																
f ^o c Especificada	210 Kg/cm ²																
Edad del concreto:	25 años aproximadamente																
Área de ensayo	16 x 16 cm																
Ángulo de Impacto	$\alpha=0^\circ$																
Número de golpes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	R
Valor del rebote	30	29	32	29	33	30	32	31	32	30	34	33	31	32	33	31	31.4
Observación	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido
f^oc:	227 Kg/cm²																

METODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805 – 97)																	
TESIS:	NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL CENTRO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIO N°82005 “MIGUEL IGLESIAS” DEL DISTRITO DE CAJAMARCA – CAJAMARCA.																
LUGAR:	I.E N°82005 “MIGUEL IGLESIAS”																
UBICACIÓN:	CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA																
OPERADOR:	FLORES CUEVA Oswaldo																
Fecha:	06 de marzo de 2020																
Elemento Estructural:	Columna 25x50 cm (Parte superior)																
f ^o c Especificada	210 Kg/cm ²																
Edad del concreto:	25 años aproximadamente																
Área de ensayo	16 x 16 cm																
Ángulo de Impacto	$\alpha=0^\circ$																
Número de golpes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	R
Valor del rebote	27	30	26	30	29	29	30	29	26	31	27	29	29	32	28	33	29.1
Observación	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido
f^oc:	192 Kg/cm²																

METODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805 – 97)																	
TESIS:	NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL CENTRO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIO N°82005 “MIGUEL IGLESIAS” DEL DISTRITO DE CAJAMARCA – CAJAMARCA.																
LUGAR:	I.E N°82005 “MIGUEL IGLESIAS”																
UBICACIÓN:	CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA																
OPERADOR:	FLORES CUEVA Oswaldo																
Fecha:	06 de marzo de 2020																
Elemento Estructural:	Viga 25x55 cm (Cara lateral)																
f [°] c Especificada	210 Kg/cm ²																
Edad del concreto:	25 años aproximadamente																
Área de ensayo	16 x 16 cm																
Ángulo de Impacto	$\alpha=0^\circ$																
Número de golpes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	R
Valor del rebote	29	31	25	21	21	19	23	30	31	19	28	26	31	29	27	28	26.6
Observación	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	No	Válido										
f [°] c:	162.2																

METODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805 – 97)																	
TESIS:	NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL CENTRO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIO N°82005 “MIGUEL IGLESIAS” DEL DISTRITO DE CAJAMARCA – CAJAMARCA.																
LUGAR:	I.E N°82005 “MIGUEL IGLESIAS”																
UBICACIÓN:	CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA																
OPERADOR:	FLORES CUEVA Oswaldo																
Fecha:	06 de marzo de 2020																
Elemento Estructural:	Viga 25x55 cm (Fondo de viga central)																
f [°] c Especificada	210 Kg/cm ²																
Edad del concreto:	25 años aproximadamente																
Área de ensayo	16 x 16 cm																
Ángulo de Impacto	$\alpha=90^\circ$																
Número de golpes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	R
Valor del rebote	31	37	34	37	34	37	32	30	32	30	31	40	30	30	41	33	32.7
Observación	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	No	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido
f [°] c:	184																

METODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805 – 97)																	
TESIS:	NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL CENTRO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIO N°82005 “MIGUEL IGLESIAS” DEL DISTRITO DE CAJAMARCA – CAJAMARCA.																
LUGAR:	I.E N°82005 “MIGUEL IGLESIAS”																
UBICACIÓN:	CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA																
OPERADOR:	FLORES CUEVA Oswaldo																
Fecha:	06 de marzo de 2020																
Elemento Estructural:	Viga 25x55 cm (Fondo de viga extremo)																
f [°] c Especificada	210 Kg/cm ²																
Edad del concreto:	25 años aproximadamente																
Área de ensayo	16 x 16 cm																
Ángulo de Impacto	$\alpha=90^\circ$																
Número de golpes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	R
Valor del rebote	30	28	31	35	29	36	35	29	53	30	36	33	29	32	31	35	33.3
Observación	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido
f [°] c:	193																

METODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805 – 97)																	
TESIS:	NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL CENTRO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIO N°82005 “MIGUEL IGLESIAS” DEL DISTRITO DE CAJAMARCA – CAJAMARCA.																
LUGAR:	I.E N°82005 “MIGUEL IGLESIAS”																
UBICACIÓN:	CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA																
OPERADOR:	FLORES CUEVA Oswaldo																
Fecha:	06 de marzo de 2020																
Elemento Estructural:	Columna 25x50 cm (Parte superior)																
f ^o c Especificada	210 Kg/cm ²																
Edad del concreto:	25 años aproximadamente																
Área de ensayo	16 x 16 cm																
Ángulo de Impacto	$\alpha=0^\circ$																
Número de golpes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	R
Valor del rebote	23	28	26	26	26	28	23	26	27	26	26	20	23	28	18	27	25.5
Observación	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	No	Válido	Válido
f^oc:	149 Kg/cm²																

METODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805 – 97)																	
TESIS:	NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL CENTRO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIO N°82005 “MIGUEL IGLESIAS” DEL DISTRITO DE CAJAMARCA – CAJAMARCA.																
LUGAR:	I.E N°82005 “MIGUEL IGLESIAS”																
UBICACIÓN:	CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA																
OPERADOR:	FLORES CUEVA Oswaldo																
Fecha:	06 de marzo de 2020																
Elemento Estructural:	Columna 25x50 cm (Parte central)																
f ^o c Especificada	210 Kg/cm ²																
Edad del concreto:	25 años aproximadamente																
Área de ensayo	16 x 16 cm																
Ángulo de Impacto	$\alpha=0^\circ$																
Número de golpes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	R
Valor del rebote	29	26	27	25	28	26	24	27	24	28	26	24	24	25	27	28	26.1
Observación	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido
f^oc:	158.7 Kg/cm²																

METODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805 – 97)																	
TESIS:	NIVEL DE RIESGO SÍSMICO DEL CENTRO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIO N°82005 “MIGUEL IGLESIAS” DEL DISTRITO DE CAJAMARCA – CAJAMARCA.																
LUGAR:	I.E N°82005 “MIGUEL IGLESIAS”																
UBICACIÓN:	CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA																
OPERADOR:	FLORES CUEVA Oswaldo																
Fecha:	06 de marzo de 2020																
Elemento Estructural:	Columna 25x50 cm (Parte inferior)																
f ^o c Especificada	210 Kg/cm ²																
Edad del concreto:	25 años aproximadamente																
Área de ensayo	16 x 16 cm																
Ángulo de Impacto	$\alpha=0^\circ$																
Número de golpes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	R
Valor del rebote	29	26	27	22	23	26	24	22	24	28	26	24	24	22	22	23	24.5
Observación	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido	Válido
f^oc:	135 Kg/cm²																

✓ **Resultados obtenidos:**

- De los ensayos realizados se obtienen las resistencias a compresión del concreto como se especifica en cada cuadro, pero para poder analizar y modelar las edificaciones se tomó el 90% del valor promedio de la

resistencia a la compresión para columnas y vigas, esto debido a la incertidumbre del tipo de ensayo realizado, los resultados obtenidos son los siguientes:

Columnas: $f'_c = 160 \text{ Kg/cm}^2$

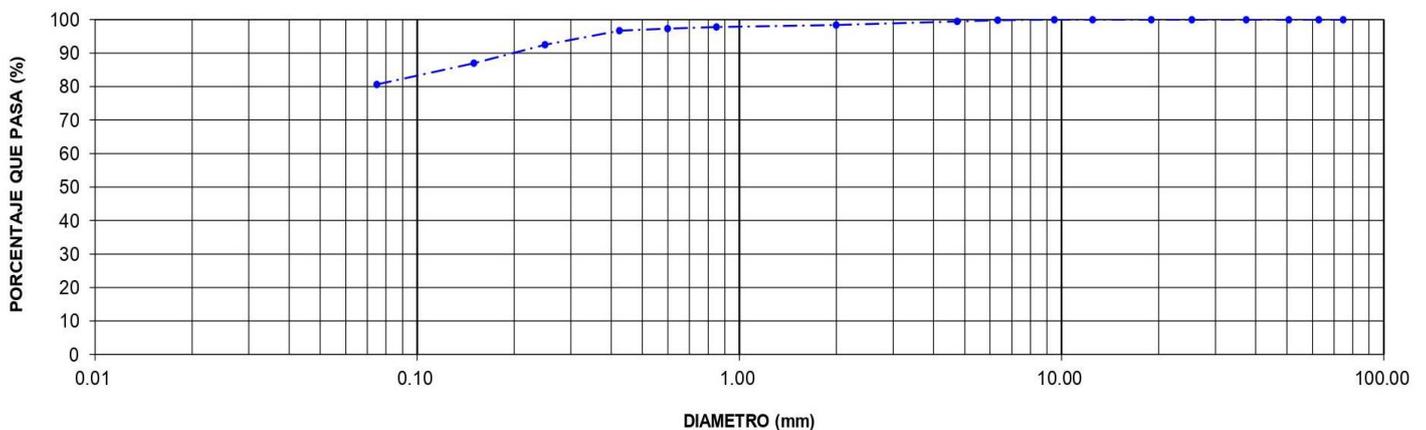
Vigas: $f'_c = 160 \text{ Kg/cm}^2$

APÉNDICE N°02: ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS

✓ **Análisis granulométrico A.S.T.M. D6913:**

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA						MUESTRA TOTAL			
TAMIZ		P. RET. PARCIAL	PORCENTAJE RET. PARCIAL	PORCENTAJE RET. ACUM.	% QUE PASA	TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	60° C	110° C
N°	ABERTURA (mm)								
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)	2478.20		
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00		PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA < N° 4 (gr)	2466.40	
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA > N° 4 (gr)		11.80	
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00		PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (gr)	2022.90	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (gr)		11.10	
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00		PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)	2034.00	
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	CORRECCION MUESTRA CUARTEADA :		0.049164	
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00		PESO ENSAYO PORCIÓN SECA :	2022.90	
1/4"	6.35	4.40	0.22	0.22	99.78	CONTENIDO DE HUMEDAD A.S.T.M. D 2216		LIMITE DE CONSISTENCIA A.S.T.M. D 4318	
N°4	4.75	6.70	0.33	0.55	99.45		TARA N°	1	
TOTAL	WG =	11.10				PESO HUMEDO + TARA (gr)		1465.00	
ANÁLISIS FRACCIÓN FINA							PESO SECO + TARA (gr)	LIMITE LIQUIDO :	
						PESO TARA (gr)		33.00%	
N 10	2.00	21.70	1.07	1.61	98.39		PESO DEL AGUA (gr)	LIMITE PLASTICO :	
N 20	0.85	12.60	0.62	2.23	97.77	PESO SECO (gr)		21.00%	
N 30	0.60	10.40	0.51	2.74	97.26		INDICE PLASTICO :	12.00%	
N 40	0.43	12.30	0.60	3.35	96.65	C. HUMEDAD (%)		21.84	
N 60	0.25	85.30	4.19	7.54	92.46		CLASIFICACION S.U.C.S. :	CL	
N 100	0.15	110.70	5.44	12.98	87.02				
N 200	0.075	129.40	6.36	19.35	80.65				
CAZOLETA	--	0.00	--	--	--				
TOTAL	WF =	382.40							

CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



Observación: La muestra ha sido clasificada mediante el método S.U.C.S y corresponde a una arcilla inorgánica, de mediana plasticidad, mezclada con 36.05% de arena fina a gruesa y 0.47% de fragmentos rocosos de tamaño máximo de 3/8”.

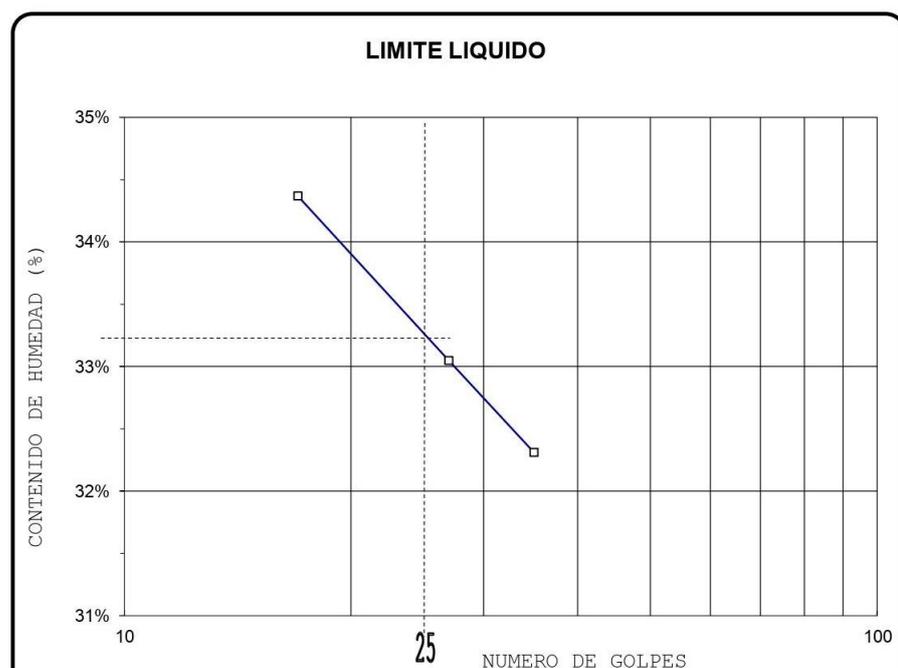
✓ **Límites de Atterberg A.S.T.M. D4318:**

LIMITE LIQUIDO			
TARA Nº	1	2	3
Wt+ M.Húmeda	42.77	44.95	42.38
Wt+ M. Seca	37.79	39.55	37.64
W agua	4.98	5.40	4.74
W tara	23.30	23.21	22.97
W M.Seca	14.49	16.34	14.67
W(%)	34.37%	33.05%	32.31%
N.GOLPES	17	27	35

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACION DE MUESTRA	
60°C	110° C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60°C	110° C
AGUA USADA	
DESTILADA	
POTABLE	
OTRA	

LIMITE PLASTICO			
TARA Nº	4	5	Promedio
Wt+ M.Húmeda	43.82	42.94	
Wt+ M. Seca	40.26	39.62	
W agua	3.56	3.32	
W tara	23.20	23.81	
W M.Seca	17.06	15.81	
W(%)	20.87%	21.00%	20.93%

LIMITE LIQUIDO	33.00%
LIMITE PLASTICO	21.00%
INDICE DE PLASTICIDAD	12.00%



UNIPUNTO	
Nº GOLPES	FACTOR
N	K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

✓ **Ensayo de corte directo estándar en suelos consolidados A.S.T.M. D3080:**

CALICATA : C - 1

MUESTRA : M - 1

PROFUNDIDAD : DE 1.00 m. A 3.00 m.

VELOCIDAD ENSAYO :

0.25 mm/min

CLASIFICACIÓN S.U.C.S. :

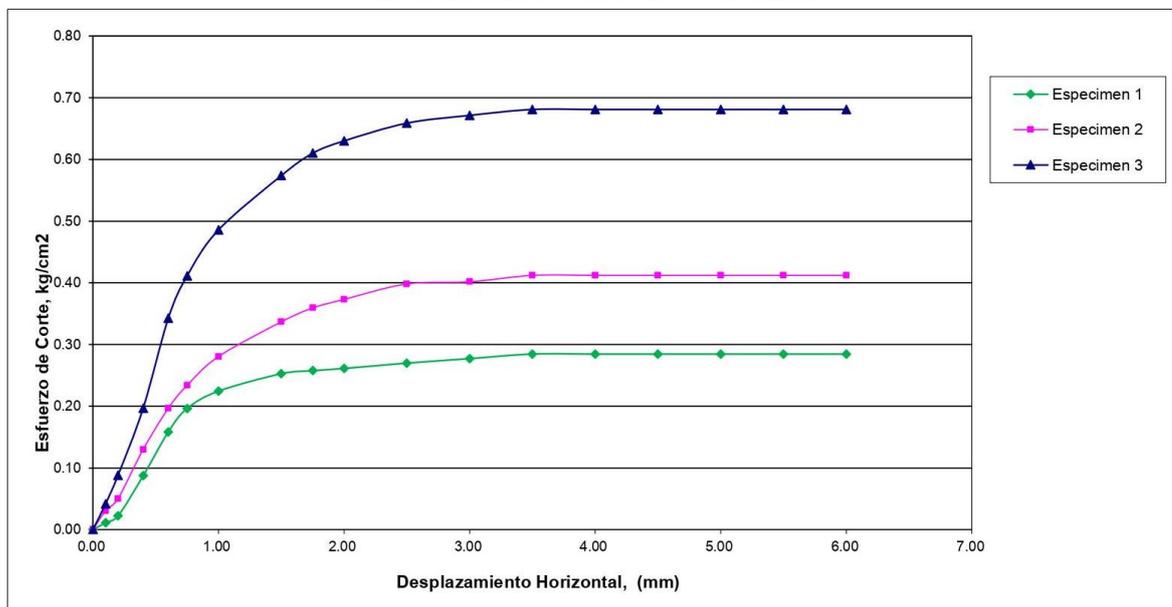
CL

ESFUERZO NORMAL (Kg/cm ²)		0.45 Kg/cm ²		0.90 Kg/cm ²		1.80 Kg/cm ²	
ETAPA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA	(cm)	2.00	1.97	2.00	1.94	2.00	1.89
DIAMETRO	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.32	27.20	27.30	27.79	27.15	27.57
DENSIDAD HUMEDA	(gr/cm ³)	1.75	1.78	1.77	1.82	1.76	1.86
0.45 kg/cm ²		0.90 kg/cm ²		1.80 kg/cm ²			
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.10	0.01	0.10	0.03	0.10	0.04		
0.20	0.02	0.20	0.05	0.20	0.09		
0.40	0.09	0.40	0.13	0.40	0.20		
0.60	0.16	0.60	0.20	0.60	0.34		
0.75	0.20	0.75	0.23	0.75	0.41		
1.00	0.22	1.00	0.28	1.00	0.49		
1.50	0.25	1.50	0.34	1.50	0.57		
1.75	0.26	1.75	0.36	1.75	0.61		
2.00	0.26	2.00	0.37	2.00	0.63		
2.50	0.27	2.50	0.40	2.50	0.66		
3.00	0.28	3.00	0.40	3.00	0.67		
3.50	0.28	3.50	0.41	3.50	0.68		
4.00	0.28	4.00	0.41	4.00	0.68		
4.50	0.28	4.50	0.41	4.50	0.68		
5.00	0.28	5.00	0.41	5.00	0.68		
5.50	0.28	5.50	0.41	5.50	0.68		
6.00	0.28	6.00	0.41	6.00	0.68		

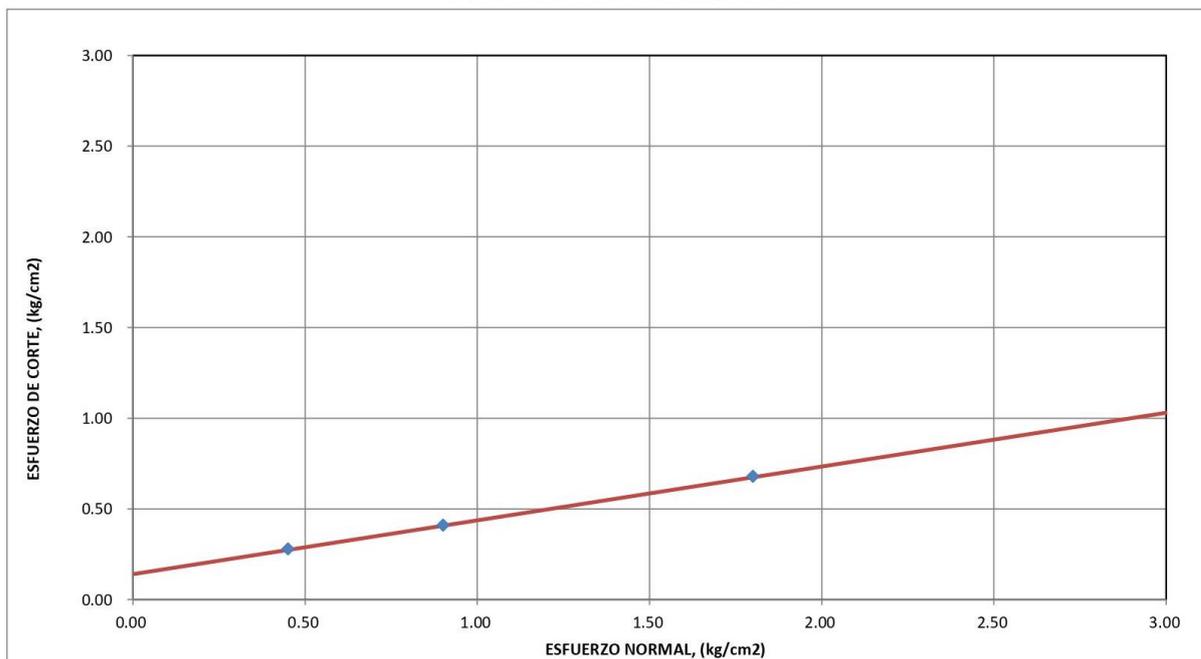
CALICATA : C - 1
MUESTRA : M - 1
PROFUNDIDAD : DE 1.00 m. A 3.00 m.

VELOCIDAD ENSAYO : 0.25 mm/min
CLASIFICACIÓN S.U.C.S. : CL

APLICACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE



ENVOLVENTES DE RESISTENCIA



ESPÉCIMEN	ESFUERZO NORMAL (Kg/cm ²)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)	PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE	
			COHESIÓN	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA
1	0.45	0.28	0.14 Kg/cm ²	16.5°
2	0.90	0.41		
3	1.80	0.68		

✓ **Cálculo de capacidad de carga admisible:**

CALICATA : C - 1
MUESTRA : M - 1
PROFUNDIDAD : DE 1.00 m. A 3.00 m.

Falla local por corte :

$$Q_{ad} = (0.867 c N^c + \gamma D_f N^q + 0.4 \gamma B N^\gamma) \frac{1}{F.S.}$$

$$Q_{ad} = 0.80 \text{ Kg/cm}^2$$

Donde :

Tipo de Suelo =
 Angulo de fricción interna (°)
 Cohesión (kg/cm²)
 Peso específico humedo (gr/cm³)
 Profundidad de cimentación (m)
 Ancho de cimiento (m)
 Factores de capacidad de carga:

 Factor de seguridad

$\phi =$
 $c =$
 $\gamma =$
 $D_f =$
 $B =$
 $N^c =$
 $N^q =$
 $N^\gamma =$
 $F.S. =$

CL
16.5
0.14
1.78
2.00
1.80
10.27
3.03
0.72
3.00

✓ **Fotografías del estudio de Mecánica de Suelos:**

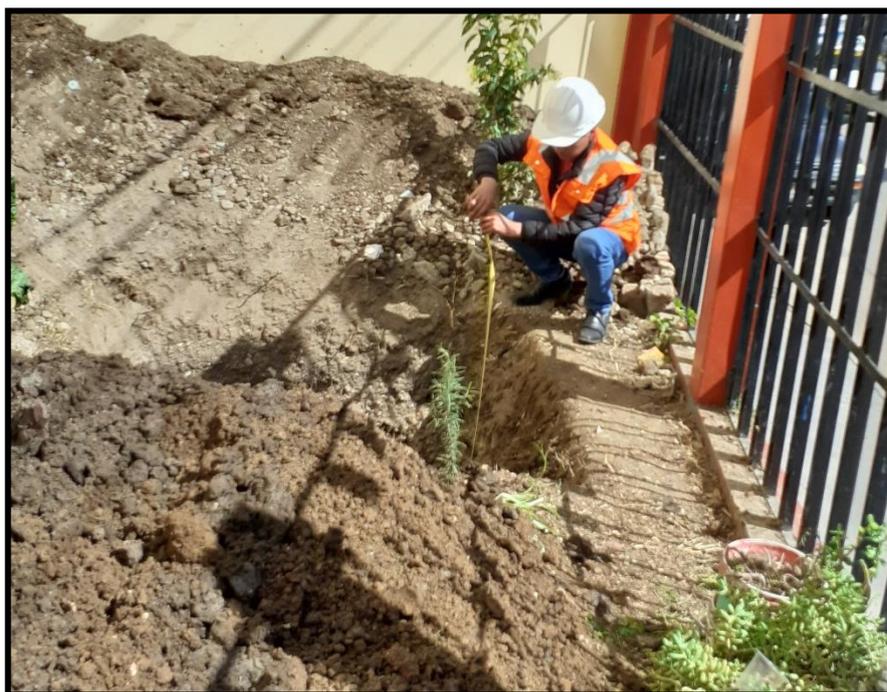
Figura A.9: Excavación manual de la Calicata.



Figura A.10: Calicata usada en el estudio de Mecánica de Suelos.



Figura A.11: Verificación de la profundidad de la Calicata.



APÉNDICE N°03: METRADO DE CARGAS

1. Primer nivel

1.1. Vigas principales

1.1.1. Carga muerta

1.1.1.1. Losa aligerada

MÓDULO A:

Eje	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A - A	300	1.605	481.50	0.482
B - B	300	3.210	963.00	0.963
C - C	300	3.210	963.00	0.963
D - D	300	3.210	963.00	0.963
E - E	300	3.210	963.00	0.963
F - F	300	3.210	963.00	0.963
G - G	300	1.605	481.50	0.482

MÓDULO B:

Eje	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
H - H	300	1.605	481.50	0.482
I - I	300	3.210	963.00	0.963
J - J	300	3.210	963.00	0.963
K - K	300	1.605	481.50	0.482

1.1.1.2.Piso terminado

MÓDULO A:

Eje	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A - A	100	1.605	160.50	0.161
B - B	100	3.460	346.00	0.346
C - C	100	3.210	321.00	0.321
D - D	100	3.460	346.00	0.346
E - E	100	3.210	321.00	0.321
F - F	100	3.460	346.00	0.346
G - G	100	1.605	160.50	0.161

MÓDULO B:

Eje	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
H - H	100	1.605	160.50	0.161
I - I	100	3.460	346.00	0.346
J - J	100	3.210	321.00	0.321
K - K	100	1.605	160.50	0.161

1.1.1.3.Muros

MÓDULO A:

Eje	W (Kg/m ³)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A - A	1800	3.242	0.25	1458.90	1.459
C - C	1800	3.242	0.25	1458.90	1.459
E - E	1800	3.242	0.25	1458.90	1.459
G - G	1800	3.242	0.25	1458.90	1.459

MÓDULO B:

Eje	W (Kg/m ³)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
H - H	1800	3.242	0.25	1458.90	1.459
J - J	1800	3.242	0.25	1458.90	1.459
K - K	1800	3.242	0.25	1458.90	1.459

1.1.2. Carga viva

MÓDULO A:

Eje	Ambiente	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A - A tramo 1 - 2	Aula	250	1.605	401.25	0.401
B - B tramo 1 - 2	Aula	250	3.460	865.00	0.865
C - C tramo 1 - 2	Aula	250	3.210	802.50	0.803
D - D tramo 1 - 2	Aula	250	3.460	865.00	0.865
E - E tramo 1 - 2	Aula	250	3.210	802.50	0.803

F - F tramo 1 - 2	Aula	250	3.460	865.00	0.865
G - G tramo 1 - 2	Aula	250	1.605	401.25	0.401
A - A en el pasadizo	Pasadizo	400	1.605	642.00	0.642
B - B en el pasadizo	Pasadizo	400	3.460	1384.00	1.384
C - C en el pasadizo	Pasadizo	400	3.210	1284.00	1.284
D - D en el pasadizo	Pasadizo	400	3.460	1384.00	1.384
E - E en el pasadizo	Pasadizo	400	3.210	1284.00	1.284
F - F en el pasadizo	Pasadizo	400	3.460	1384.00	1.384
G - G en el pasadizo	Pasadizo	400	1.605	642.00	0.642

MÓDULO B:

Eje	Ambiente	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
H - H tramo 1 - 2	Aula	250	1.605	401.25	0.401
I - I tramo 1 - 2	Aula	250	3.460	865.00	0.865
J - J tramo 1 - 2	Aula	250	1.605	401.25	0.401
J - J tramo 1 - 2	Laboratorio	300	1.605	481.50	0.482
K - K tramo 1 - 2	Laboratorio	300	1.605	481.50	0.482
H - H en el pasadizo	Pasadizo	400	1.605	642.00	0.642
I - I en el pasadizo	Pasadizo	400	3.460	1384.00	1.384
J - J en el pasadizo	Pasadizo	400	3.210	1284.00	1.284
K - K en el pasadizo	Pasadizo	400	1.605	642.00	0.642

1.2.Vigas de amarre y borde

1.2.1. Carga muerta

1.2.1.1.Losa aligerada

MÓDULO A:

Eje	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1 - 1	300	3.94	1182.00	1.182
2 - 2	300	4.590	1377.00	1.377
V. Borde	300	0.650	195.00	0.195

MÓDULO B:

Eje	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1 - 1	300	3.94	1182.00	1.182
2 - 2	300	4.590	1377.00	1.377
V. Borde	300	0.650	195.00	0.195

1.2.1.2.Piso terminado

MÓDULO A:

Eje	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1 - 1	100	3.94	394.00	0.394
2 - 2	100	4.615	461.50	0.462
V. Borde	100	0.675	67.50	0.068

MÓDULO B:

Eje	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1 - 1	100	3.94	394.00	0.394
2 - 2	100	4.615	461.50	0.462
V. Borde	100	0.675	67.50	0.068

1.2.1.3.Muros

MÓDULO A:

Eje	W (Kg/m ³)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1 - 1	1800	1.00	0.25	450.00	0.450
2 - 2	1800	2.15	0.25	967.50	0.968
V. Borde	1800	1.15	0.15	310.50	0.311

MÓDULO B:

Eje	W (Kg/m ³)	Altura (m)	Espesor (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1 - 1	1800	1.00	0.25	450.00	0.450
2 - 2	1800	2.15	0.25	967.50	0.968
V. Borde	1800	1.15	0.15	310.50	0.311

1.2.2. Carga viva

MÓDULO A:

Eje	Ambiente	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1 - 1 tramo A - G	Aula	250	3.94	985.00	0.985
2 - 2 tramo A-G	Aula	250	3.940	985.00	0.985
2 - 2 en el pasadizo	Pasadizo	400	0.675	270.00	0.270
V. Borde en el pasadizo	Pasadizo	400	0.675	270.00	0.270

MÓDULO B:

Eje	Ambiente	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1 - 1 tramo H - J	Aula	250	3.94	985.00	0.985
1 - 1 tramo J - K	Laboratorio	300	3.94	1182.00	1.182
2 - 2 tramo H - J	Aula	250	3.940	985.00	0.985

2 - 2 tramo J - K	Laboratorio	300	3.940	1182.00	1.182
2 - 2 en el pasadizo	Pasadizo	400	0.675	270.00	0.270
V. Borde en el pasadizo	Pasadizo	400	0.675	270.00	0.270

2. Segundo piso

2.1. Vigas principales

2.1.1. Carga muerta

2.1.1.1. Cobertura de Eternit

MÓDULO A:

Eje	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A - A	7.34	1.855	13.62	0.014
B - B	7.34	3.46	25.40	0.025
C - C	7.34	3.46	25.40	0.025
D - D	7.34	3.46	25.40	0.025
E - E	7.34	3.46	25.40	0.025
F - F	7.34	3.46	25.40	0.025
G - G	7.34	1.855	13.62	0.014

MÓDULO B:

Eje	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
H - H	7.34	1.855	13.62	0.014
I - I	7.34	3.460	25.40	0.025
J - J	7.34	3.460	25.40	0.025
K - K	7.34	1.855	13.62	0.014

2.1.1.2.Carga de correas

MÓDULO A:

Eje	W (Kg/m)	Longitud (m)	Carga (Kg)	Carga (Tn)
A - A	2.70	1.855	5.01	0.005
B - B	2.70	3.46	9.34	0.009
C - C	2.70	3.46	9.34	0.009
D - D	2.70	3.46	9.34	0.009
E - E	2.70	3.46	9.34	0.009
F - F	2.70	3.46	9.34	0.009
G - G	2.70	1.855	5.01	0.005

MÓDULO B:

Eje	W (Kg/m)	Longitud (m)	Carga (Kg)	Carga (Tn)
H - H	2.70	1.85	5.00	0.005
I - I	2.70	3.46	9.34	0.009
J - J	2.70	3.46	9.34	0.009
K - K	2.70	1.85	5.00	0.005

2.1.2. Carga viva de techo

MÓDULO A:

Eje	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
A - A	50	1.855	92.75	0.093
B - B	50	3.460	173.00	0.173
C - C	50	3.460	173.00	0.173
D - D	50	3.460	173.00	0.173
E - E	50	3.460	173.00	0.173
F - F	50	3.460	173.00	0.173
G - G	50	1.855	92.75	0.093

MÓDULO B:

Eje	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
H - H	50	1.855	92.75	0.093
I - I	50	3.460	173.00	0.173
J - J	50	3.460	173.00	0.173
K - K	50	1.855	92.75	0.093

2.2. Vigas secundarias

2.2.1. Carga muerta

2.2.1.1. Cobertura de Eternit

MÓDULO A:

Eje	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1 - 1	7.34	3.591	26.36	0.026
2 - 2	7.34	3.591	26.36	0.026
Viga cumblera	7.34	4.078	29.93	0.030

MÓDULO B:

Eje	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1 - 1	7.34	3.591	36.77	0.037
2 - 2	7.34	3.591	36.77	0.037
Viga cubrera	7.34	4.078	41.76	0.042

2.2.2. Carga viva de techo

MÓDULO A:

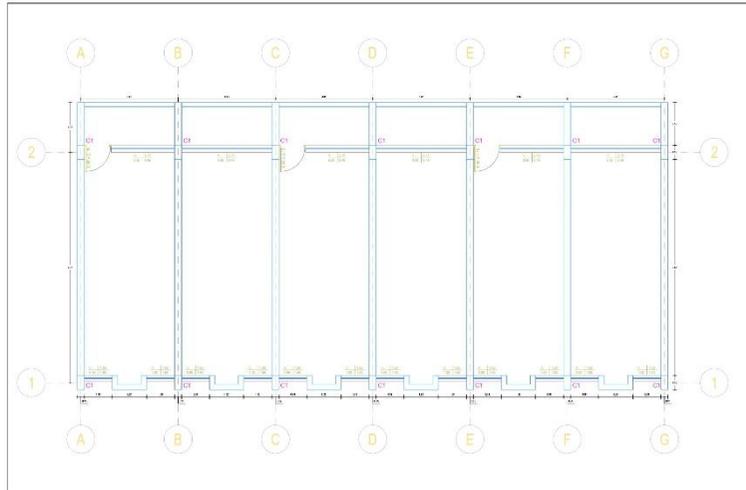
Eje	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1 - 1	50	3.591	179.55	0.180
2 - 2	50	3.591	179.55	0.180
Viga cubrera	50	4.078	203.90	0.204

MÓDULO B:

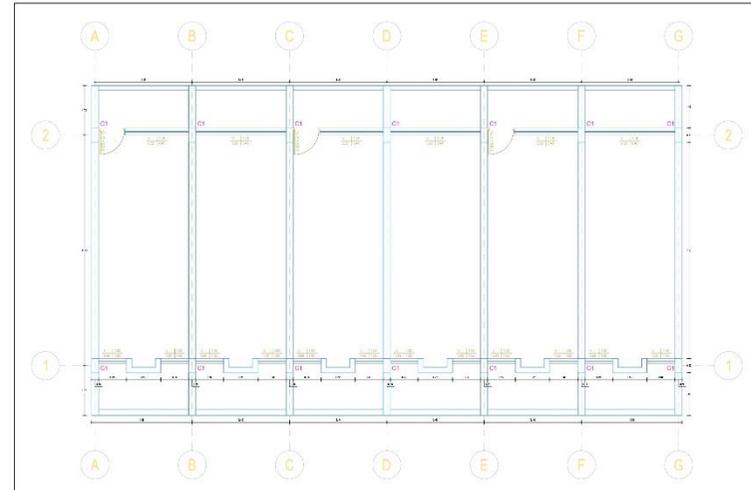
Eje	W (Kg/m ²)	Ancho de influencia (m)	Carga (Kg/m)	Carga (Tn/m)
1 - 1	50	3.591	179.55	0.180
2 - 2	50	3.591	179.55	0.180
Viga cubrera	50	4.078	203.90	0.204

ANEXOS

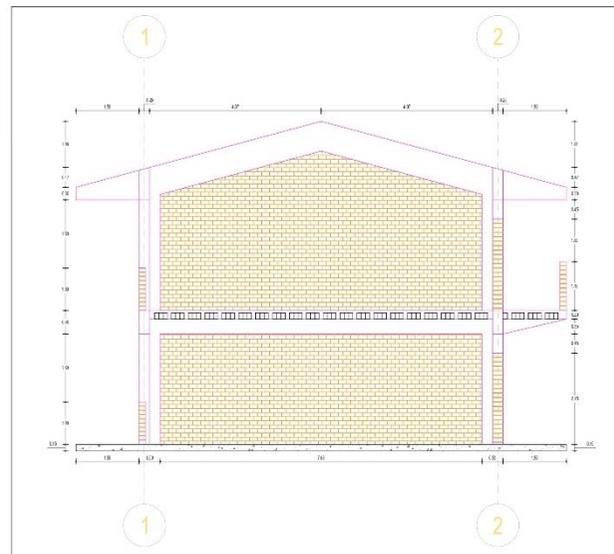
ANEXO N°01: PLANOS I.E N°82005 “MIGUEL IGLESIAS”



PLANO EN PLANTA MÓDULO A - PRIMER PISO
1/75

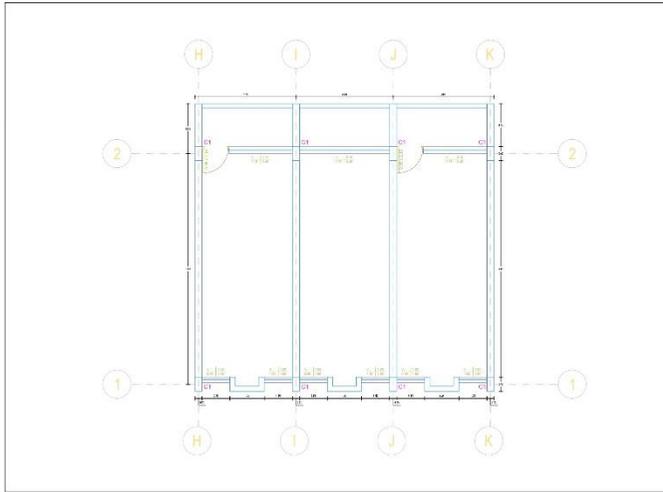


PLANO EN PLANTA MÓDULO A - SEGUNDO PISO
1/75

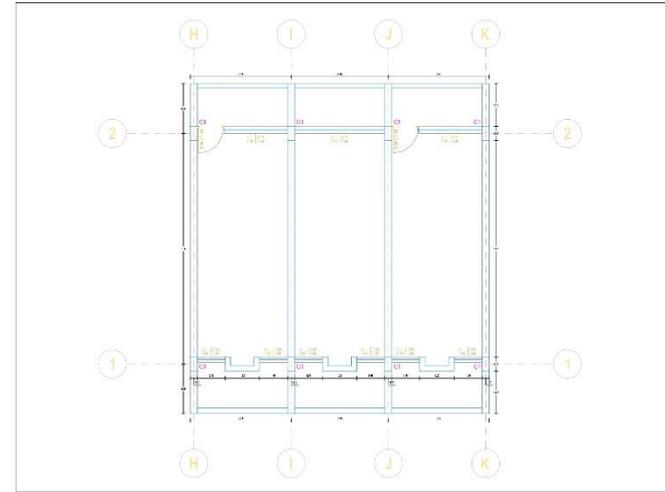


PLANO DE ELEVACIÓN MÓDULO A
1/50

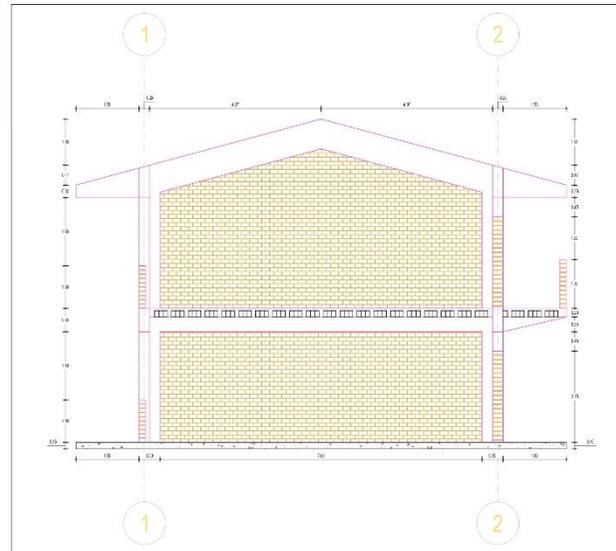
	INSTITUCIÓN: ESCUELA DE SERVICIO SOCIAL DEL CENTRO EDUCATIVO DE VALLE PRIMERO ANTONIO MUGEL KLEINER DEL DISTRITO DE CAJAMARCA - CAJAMARCA			
	PLANOS DE ARQUITECTURA DEL MÓDULO A			
LOCALIDAD: CAJAMARCA	DISTRITO: CAJAMARCA	PROVINCIA: CAJAMARCA	DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	ESCUELA: INDICADA	MATERIA: ARQUITECTURA	LÍNEA: 1A-01	
ALUMNO: Eusebio OSVALDO FLORES OLIVERA	FECHA: MARZO 2022			



PLANO EN PLANTA MÓDULO B - PRIMER PISO
1/75



PLANO EN PLANTA MÓDULO B - SEGUNDO PISO
1/75



PLANO DE ELEVACIÓN MÓDULO B
1/50

			
TÍTULO: NIVEL DE RESERVA DEL CENTRO EDUCATIVO DE NUESTRO SEÑOR MOJEL GLESIAS DEL DISTRITO DE CAJAMARCA - CAJAMARCA			
PLANO: PLANOS DE ARQUITECTURA DEL MÓDULO B			
UBICACIÓN:	DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:
CAJAMARCA	CAJAMARCA	CAJAMARCA	CAJAMARCA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	ESCALA:	ASIGNATURA:	LÍNEA:
	INDICADA	ARQUITECTURA	1A-02
ALUMNO:	FECHA:	PROFESOR:	
Enck OSWALDO FLORES OJEDA	MARZO 2022	MARCO 2022	