



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y propuesta  
de reforzamiento estructural del pabellón B de la I.E.  
Antonia Moreno de Cáceres SanJuan de Lurigancho –  
2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Llajaruna Bendezú, Aníbal Octavio (ORCID: 0000-0002-3726-9797)

**ASESOR:**

Mag. Ing. Contreras Velásquez, José Antonio (ORCID: 000-0001-5630-1820)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2019

### **Dedicatoria**

A mis hermanos y familia por su apoyo incondicional para la obtención de mi segunda carrera profesional.

### **Agradecimiento**

A mis hermanos y a las personas que me apoyaron durante todos estos años y en memoria a mis padres que ya no se encuentran, pero siempre los tengo presente

## Índice de contenidos

|  |      |
|--|------|
| Carátula .....   | i    |
| Dedicatoria .....  | ii   |
| Agradecimiento .....                                       | iii  |
| Índice de contenidos .....                                 | iv   |
| Índice de tablas .....                                     | vi   |
| Índice de figuras .....                                    | viii |
| Índice de anexos .....                                     | ix   |
| Índice de abreviaturas .....                               | x    |
| Resumen .....  | xi   |
| Abstract .....   | xii  |
| I. INTRODUCCIÓN .....                                      | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO .....                                    | 5    |
| III. MÉTODO .....  | 13   |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación .....                  | 14   |
| 3.1.1. Por el nivel de investigación es Descriptivo .....  | 14   |
| 3.1.2. Diseño de investigación es no experimental .....    | 14   |
| 3.1.3. Según su alcance Investigación transversal .....    | 14   |
| 3.2. Variables y operacionalización .....                  | 15   |
| 3.2.1. variables .....                                     | 15   |
| 3.2.2. Operacionalización de las variables .....           | 15   |
| 3.3. Población, muestra y muestreo .....                   | 16   |
| 3.3.1. Población .....                                     | 16   |
| 3.3.2. Muestra .....                                       | 16   |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos ..... | 16   |
| 3.4.1. Técnicas .....                                      | 16   |
| 3.4.2. Instrumentos de recolección de datos .....          | 16   |
| 3.4.3. Validez .....                                       | 17   |
| 3.4.4. Confiabilidad .....                                 | 17   |
| 3.5. procedimientos: .....                                 | 17   |
| 3.6. Método de análisis de datos .....                     | 17   |
| 3.7. Aspectos éticos .....                                 | 18   |

|   |    |
|---|----|
| IV. RESULTADOS .....  | 19 |
| 4.1. Evaluación de la estructura inicial.....   | 20 |
| 4.1.1. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón B con la plantilla del fema 154 .....   | 20 |
| 4.1.2. Modelamiento sísmico del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres con el software CSI ETABS Ultimate 17.01 Build 1888 x 64.....                       | 21 |
| 4.1.3. Modos y periodos de vibración.....   | 21 |
| 4.1.4. Distorsiones o derivas.....  | 22 |
| 4.2. Evaluación de la estructura reforzada.....   | 22 |
| 4.2.1. Modos y períodos de vibración .....  | 23 |
| 4.2.2. Distorsiones o derivas.....  | 23 |
| 4.2.3. Formato de evaluación del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres. Después del reforzamiento estructural con la metodología rápida Fema 154.      24 | 24 |
| V. DISCUSIÓN.....   | 25 |
| VI. CONCLUSIONES.....   | 30 |
| VII. RECOMENDACIONES.....   | 32 |
| ANEXOS.....   | 40 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Operacionalización de variables .....  | 43 |
| Tabla 2: <i>Características de los materiales</i> .....                                   | 50 |
| Tabla 3: Parámetros sísmicos.....   | 51 |
| Tabla 4: Período fundamental en "X" .....   | 53 |
| Tabla 5: Período fundamental en "Y" .....   | 53 |
| Tabla 6: Cortante Basal en "X" .....  | 55 |
| Tabla 7: Cortante Basal en "Y" .....  | 55 |
| Tabla 8: Fuerzas en la altura para el análisis sísmico longitudinal .....                 | 56 |
| Tabla 9: Fuerzas en la altura para el análisis sísmico transversal .....                  | 56 |
| Tabla 10: Periodo y masa participativa del pabellón B.....                                | 21 |
| Tabla 11: Fuerza cortante estática y dinámica mínima en $V_x$ y $V_y$ del pabellón B .... | 58 |
| Tabla 12: Distorsiones o derivas en "X" cuando $R = 8$ .....                              | 22 |
| Tabla 13: Distorsiones o derivas en "Y" cuando $R = 3$ .....                              | 22 |
| Tabla 14: Derivas de centro de masa en dirección.....                                     | 67 |
| Tabla 15: Deriva de centro de masa en dirección "Y" .....                                 | 67 |
| Tabla 16: Parámetros sísmicos considerados .....  | 74 |
| Tabla 17: Período fundamental en "X" .....  | 76 |
| Tabla 18: Período fundamental en "Y" .....  | 76 |
| Tabla 19: Pesos de la estructura del 1° y 2° piso.....                                    | 78 |
| Tabla 20: Cortante Basal en "X" .....   | 78 |
| Tabla 21: Cortante Basal en "Y" .....   | 79 |
| Tabla 22: Fuerzas en la altura para el análisis sísmico longitudinal. ....                | 79 |
| Tabla 23: Fuerzas en la altura para el análisis sísmico transversal.....                  | 80 |
| Tabla 24: Modos y periodos fundamentales y masas participativas.....                      | 23 |
| Tabla 25: Fuerza cortante estática y dinámica mínima en $V_x$ y $V_y$ pabellón B. ....    | 82 |
| Tabla 26: Distorsiones o derivas en "X" cuando $R = 8$ .....                              | 23 |
| Tabla 27: Distorsiones o derivas en "Y" cuando $R = 3$ .....                              | 23 |
| Tabla 28: Derivas de centro de masa en dirección "X" .....                                | 91 |
| Tabla 29: Derivas de centro de masa en dirección "Y" .....                                | 91 |
| Tabla 30: Carga muerta del área tributaria de la columna C-3.....                         | 95 |
| Tabla 31: Carga viva del área tributaria de la columna C-3 .....                          | 96 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 32: Carga muerta del área tributaria de la columna C-2..... | 98  |
| Tabla 33: Carga viva del área tributaria de la columna C-2 .....  | 98  |
| Tabla 34: <i>Factores de zonificación de Perú</i> .....           | 112 |
| Tabla 35: <i>Factor de uso de las edificaciones</i> .....         | 112 |
| Tabla 36: <i>Coficiente de Reducción de Fuerza Sísmica</i> .....  | 114 |
| Tabla 37: Limite para la distorción del entrepíos .....           | 115 |

## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| <i>Figura 1.</i> Ubicación del colegio Antonia Moreno de Cáceres.....                    | 44 |
| <i>Figura 2.</i> Vista arquitectónica del pabellón B.....                                | 46 |
| <i>Figura 3.</i> Vista en corte y elevación del pabellón B.....                          | 46 |
| <i>Figura 4.</i> Plano de columnas y vigas de pabellón B.....                            | 47 |
| <i>Figura 5.</i> Cuadro de columnas del pabellón B.....                                  | 47 |
| <i>Figura 6.</i> Cuadro de vigas del pabellón B.....                                     | 47 |
| <i>Figura 7.</i> Formato evaluación rápida Fema 154.....                                 | 20 |
| <i>Figura 8.</i> Vista en 3D del pabellón B sin reforzamiento.....                       | 21 |
| <i>Figura 9.</i> Espectro inelástico de pseudo aceleración en "X - X".....               | 57 |
| <i>Figura 10.</i> Espectro inelástico de pseudo aceleración en "Y - Y".....              | 57 |
| <i>Figura 11.</i> Rigidez en el sentido "X".....   | 60 |
| <i>Figura 12.</i> Rigidez en el sentido "Y".....   | 61 |
| <i>Figura 13.</i> Resistencia – Piso Débil en sentido "X".....                           | 62 |
| <i>Figura 14.</i> Resistencia – Piso Débil en el sentido "Y".....                        | 63 |
| <i>Figura 15.</i> Irregularidad - Torsional.....   | 66 |
| <i>Figura 16.</i> Ratios de la columna C-2.....  | 69 |
| <i>Figura 17.</i> Diagrama de interacción de la columna C-2.....                         | 70 |
| <i>Figura 18.</i> Plano del 1° y 2° piso del pabellón B con la propuesta de adición...71 |    |
| <i>Figura 19.</i> Plano de vista de la fachada de columna propuesto.....                 | 72 |
| <i>Figura 20.</i> Plano de vista posterior de columna propuesto.....                     | 73 |
| <i>Figura 21.</i> Vista en planta del pabellón B.....                                    | 75 |
| <i>Figura 22.</i> Vista en 3D del pabellón B con reforzamiento.....                      | 22 |
| <i>Figura 23.</i> Espectro inelástico de pseudo aceleración en "X - X".....              | 81 |
| <i>Figura 24.</i> Espectro inelástico de pseudo aceleración en "Y - Y".....              | 81 |
| <i>Figura 25.</i> Rigidez en el sentido "X".....   | 84 |
| <i>Figura 26.</i> Rigidez en el sentido "Y".....   | 85 |
| <i>Figura 27.</i> Resistencia - piso debil en el sentido "X".....                        | 86 |
| <i>Figura 28.</i> Resistencia - piso debil en el sentido "Y".....                        | 87 |
| <i>Figura 29.</i> Irregularidad Torsional.....   | 90 |
| <i>Figura 30.</i> Ratios de la columna C-2.....  | 93 |
| <i>Figura 31.</i> Diagrama de interacción de la columna C-2.....                         | 94 |
| <i>Figura 32.</i> Area tributaria de la columna C-3.....                                 | 95 |



|  |     |
|--|-----|
| <i>Figura 33.</i> dimensiones de la columna C-3 .....                        | 97  |
| <i>Figura 34.</i> Area tributaria de la columna C-2.....                     | 97  |
| <i>Figura 35.</i> Dimensiones de la columna C-2 despues de la propuesta..... | 99  |
| <i>Figura 36.</i> Esfuerzo de zapata y esfuerzo de suelo .....               | 100 |
| <i>Figura 37.</i> Malla de la zapata Z-1. ....                               | 104 |
| <i>Figura 38.</i> Detalle en corte de la zapata Z-1.....                     | 105 |
| <i>Figura 39.</i> Malla de la zapata Z-2. ....                               | 108 |
| <i>Figura 40.</i> Detalle en corte de la zapata Z-2.....                     | 108 |
| <i>Figura 41.</i> Formato evaluación rápida Fema 154.....                    | 24  |
| <i>Figura 42.</i> Mapa de sismicidad de Perú, zonas sísmicas.....            | 111 |
| <i>Figura 43.</i> Mapa de microzonificación sísmica de SJL.....              | 116 |

## Índice de anexos

|   |     |
|---|-----|
| Anexo 1: Declaratoria de autenticidad del autor .....   | 41  |
| Anexo 2: Declaratoria de autenticidad del asesor .....  | 42  |
| Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables..... | 43  |
| Anexo 4: datos complementarios.....                     | 42  |
| Anexo 5: Matriz de consistencia .....                   | 139 |
| Anexo 6: Turniting .....                                | 140 |
| Anexo 7. Ficha de evaluacion .....                      | 141 |

## Índice de abreviaturas

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| I.E.: Institucion Educativa .....   | (resumen)                     |
| SJL: San Juan De Lurigancho .....   | (resumen)                     |
| Mg: Magister.....   | (caratula)                    |
| FEMA 154: Agencia federal para manejo de emergencias .....                      | (resumen)                     |
| ETABS: software para analisis estructural y dimencionamiento .....              | (resumen)                     |
| NTP E030: Norma técnica peruana diseño sismoresistente .....                    | (resumen)                     |
| RD: Resolucion Directoral.....  | (introducción)                |
| USE: Unidad de Servicio Educativo.....  | (introducción)                |
| UES: Univesidad de el Salvador.....   | (marco teórico)               |
| ESPRAN: Escuela primaria de la Armada Nacional.....                             | (marco teórico)               |
| Mw: Magnitud del momento .....  | (marco teórico)               |
| ETABS: software para modelamiento y analisis estructural.....                   | (marco teórico)               |
| SAP2000: software para analisis estructural y dimencionamiento...marco teórico) |                               |
| PIVR: Procedimiento de inspeccion visual rapido .....                           | (marco teórico)               |
| ACT-21: Planilla de metodo de evaluación rapido Fema 154 .....                  | (marco teórico)               |
| INDECI: Instituto Naciaonl de Defenza Civil.....                                | (marco teórico)               |
| NDSR: Norma peruana de diseño sismoresistentea de 1997 .....                    | (marco teorico)               |
| u: Ductilidad.....  | (marco teórico)               |
| UNLBG: Univesidad Nacional Jorge Basadre Grohmann .....                         | (marco teórico)               |
| ESOB: Escuela profesional de Obstetricia.....                                   | (marco teórico)               |
| V: Cortante basal.....  | (metodo de analisis de datos) |
| F: Factor de zona.....  | (metodo de analisis de datos) |
| U: Factor de uso.....   | (metodo de analisis de datos) |
| C: Factor de amplificación sismica.....   | (metodo de analisis de datos) |
| S: Factor de suelo.....   | (metodo de analisis de datos) |
| R: Coeficiente de reduccion de fuerza sismica.....                              | (metodo de analisis de datos) |
| P: Peso de la estructura.....   | (metodo de analisis de datos) |
| Sa: Acelracion espectral.....   | (metodo de analisis de datos) |
| g: Acelracion de la gravedad.....   | (metodo de analisis de datos) |

## Resumen

El presente trabajo se realiza bajo el conocimiento de los constantes movimientos sísmicos que están sucediendo en nuestro país y sabiendo que las instituciones educativas que albergan entes vulnerables no presentan resiliencia estructural ante sismos. Entonces nos debe llamar a la reflexión como se construyen las edificaciones educativas en el Perú; este trabajo se realizó con el objetivo de Evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica y proponer el reforzamiento estructural en el pabellón B, de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres, SJL. 2019, mediante la metodología de FEMA 154 y Análisis sísmico dinámico y estático a través del programa Etabs, obteniendo como resultado que la estructura del pabellón B de dicha edificación necesita una evaluación a detalle, los resultados del análisis sísmico indican que las derivas entrepiso de las estructuras exceden a lo estipulado en la NTP. E030, por lo que requiere reforzamiento estructural. El reforzamiento propuesto es adición y ensanchamiento de columnas, aplicando esta técnica cumple con las derivas requeridas y cumple con los parámetros de la NTP. E030.

Con los resultados obtenidos se concluyó que la vulnerabilidad sísmica del pabellón B de I.E. Antonia Moreno de Cáceres, San Juan de Lurigancho, no cumple con las derivas requeridas de la NTP E030 y con la técnica propuesta con reforzamiento de adición y ensanche de columnas se va reducir los desplazamientos y aumenta la rigidez de la estructura, disminuyendo la vulnerabilidad sísmica estructural.

Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, reforzamiento estructural, Evaluación

## **Abstract**

The present work is carried out under the knowledge of the constant seismic movements that are happening in our country and knowing that the educational institutions that house vulnerable entities do not present structural resistance to earthquakes. Then we must call to reflection as educational buildings are built in Peru; This work was carried out with the objective of Evaluating the level of seismic vulnerability and proposing the structural reinforcement in Hall B, of the I.E. Antonia Moreno de Cáceres, SJL. 2019, through the methodology of FEMA 154 and dynamic and static seismic analysis through the Etabs program, obtaining as a result the structure of pavilion B of said building needs an evaluation of details, the results of the seismic analysis indicate that the mezzanine drifts of the structure exceed what is stipulated in NTP.E030, as required by structural reinforcement. The proposed reinforcements were to incorporate masonry walls and / or reinforced concrete slabs, when applying the first technique it verifies the walls by vertical load, although this technique meets the required drifts but these elements were not compliant for axial loads, the second technique applied complied with the requirements of the NTP. E030

It was concluded that the seismic vulnerability of Hall B of I.E. Antonia Moreno de Cáceres, SJL. 2019, is high and the applied technique of placing reinforced concrete slabs controls displacements and increases structural rigidity, decreasing structural seismic destruction.

Keywords: Seismic vulnerability, structural reinforcement, Evaluation

# I. INTRODUCCIÓN

El estudio presentado por el Ministerio de Educación, en el Plan Nacional de Infraestructura Educativa al 2025, sobre el estado estructural en que se encuentra el 73% de las instituciones Educativas en nuestro país: según el 48% necesita un cambio total y el 18% necesita algún reforzamiento en lo estructural como funcional.

En nuestras escuelas a nivel nacional, Cerca de 27.400 escuelas en todo el país tienen que ser demolidas debido a su antigüedad y deterioro, lo que representa un alto riesgo para la seguridad de los estudiantes: en Perú actualmente hay 54.397 escuelas, de las cuales unas 12.000 no tienen acceso a agua y saneamiento. Otros 12.000 tienen problemas con su cerco perimétrico.

Además, se observó que 111,888 escuelas presentan bajo desempeño sísmico, 77,377 escuelas han sido construidas por los padres de familia sin asistencia técnica y 79,325 colegios han sido construidos antes que existiesen normas nacionales de sismo resistencia.

La Institución Educativa “Antonia Moreno de Cáceres” fue creado un 29 de marzo de 1989 por R.D. N° 0192-89-USE 03, la cual está ubicada en la etapa II de Mariscal Cáceres en el distrito de San Juan de Lurigancho.

### **Formulación de problemas:**

Problema general: Cuál será la vulnerabilidad y comportamiento estructural ante un evento sísmico del pabellón B de la institución educativa Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho, 2019

PE1: Cuál es la vulnerabilidad sísmica con la metodología FEMA 154 del pabellón B de la institución educativa Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho, 2019.

PE2: Cuál es la respuesta sísmica de pabellón B de la institución educativa Antonia Moreno de Cáceres, ante un análisis estático y dinámico de acuerdo a la norma E.0 30-2018

PE3: La propuesta de reforzamiento propuesto cumplirá con los parámetros sísmicos de la norma E.030 del pabellón B, de la Institución Educativa Antonia Moreno de Cáceres, San Juan de Lurigancho, 2019.

### **Justificación del estudio:**

Practica: El presente trabajo es realizado en busca de resolver un problema existente en las edificaciones destinadas a instituciones educativas, se evalúa el comportamiento sísmico de los componentes estructurales de la edificación para conocer la resistencia que tendrá ante un acontecimiento sísmico de gran magnitud.

Los beneficiados serían la población estudiantil de la institución educativa Antonia Moreno de Cáceres localizado en el distrito de San Juan de Lurigancho que en su totalidad son entes vulnerables y menores de edad, porque al conocer el estado de los elementos estructurales se podrán generar acciones y actividades de mitigación del riesgo existente, en salvaguardar la integridad física de los alumnos, para ello, este estudio se fundamenta en los lineamientos emitidos en la norma E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Teórica: el estudio pretende a través de la aplicación de la teoría y las definiciones de vulnerabilidad sísmica en los centros educativos brindar a los alumnos, profesores, personal de servicio y padres un diagnóstico del grado de vulnerabilidad sísmica en el que se encuentra dicha edificación ya que es importante verificar el cumplimiento de los principios y teorías fundamentales en el buen comportamiento sísmico para así mitigar y estar preparados ante cualquier desastre, dar a conocer la importancia de la vulnerabilidad sísmica al cual están expuestos, condiciones del suelo y el estado actual de la estructura y hacer recomendaciones técnicas para el reforzamiento y mitigar la vulnerabilidad sísmica. Teniendo en consideración que la institución educativa Antonia Moreno de Cáceres de San Juan de Lurigancho, se ubica en una zona altamente sísmica (zona 4); razón por la cual esta edificación debe diseñarse ciñéndose estrictamente a lo indicado en la norma E-030-2018.

### **Objetivos**

Objetivo general: Evaluar la vulnerabilidad sísmica y proponer técnicas de reforzamiento adecuada de los elementos estructurales en el pabellón B de la institución educativa Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho, 2019.



### **Objetivos específicos**

OE1: Determinar la vulnerabilidad sísmica con la metodología FEMA 154 del pabellón B de la institución educativa Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho, 2019.

OE2: Realizar una evaluación sísmica estática y dinámica mediante la norma E. 030 del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho, 2019.

OE3: Proponer reforzamiento estructural mediante la técnica de adición y ensanche de columnas en los elementos estructurales del pabellón B, de la Institución Educativa Antonia Moreno de Cáceres, San Juan de Lurigancho, 2019.

### **Hipótesis**

Hipótesis general: El pabellón B de la institución educativa Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho, 2019, presenta vulnerabilidad sísmica alta y requiere reforzamiento.

Hipótesis específicas

HE1: El pabellón B de la institución educativa Antonia Moreno de Cáceres, presenta alta vulnerabilidad sísmica requiere una evaluación a detalle.

HE2: El pabellón B de la institución educativa Antonia Moreno de Cáceres cumple con los parámetros de la norma E. 030

HE3: En el pabellón B de la Institución Educativa Antonia Moreno de Cáceres, San Juan de Lurigancho, 2019, la propuesta de reforzamiento con adición y ensanche de columnas si cumple con los parámetros de la norma E.030

## **II. MARCO TEÓRICO**

Entre los antecedentes internacionales tenemos los estudios de

Según López, (2017) en su estudio denominado “Evaluación estructural por desempeño sísmico para la evaluación del ala norte del edificio de la facultad de medicina de la universidad de El Salvador”, el objetivo principal es, evaluar mediante el desempeño sísmico del ala norte del edificio de la Facultad de medicina de la Universidad de El Salvador (UES) y proponer medidas para garantizar la seguridad estructural del edificio y la minimización de riesgos ante la ocurrencia de eventos sísmicos, llegando a la conclusión que los elementos identificados no constituyen daños que supongan un peligro para la estructura o los usuarios, ya que el tipo y propiedades del daño encontrado no exponen la integridad de los componentes, permitiendo la identificación y evaluación de los daños generados por un acontecimiento sísmico y luego se sugieren técnicas de reparación. Este proyecto proporciona una referencia internacional sobre el método utilizado para evaluar el acontecimiento sísmico en el sitio de la investigación.

Según Pavisic C., Yanko (2017) En su estudio denominado “Reforzamiento y reparación estructural de pilares en edificaciones de hormigón armado”. El objetivo principal es presentar el sistema más idóneo para el reforzamiento o restauración de pilares en estructuras de hormigón armado vulnerables del país, llegando a la conclusión que lo más recomendable es un sistema de refuerzo con ángulos y abrazaderas de acero para fortalecer y / o reparar estructuras vulnerables en el país. Por lo que el refuerzo de fibra de carbono es una opción que aporta una gran resistencia, pero el alza de coste en relación con las abrazaderas metálicas hace que el sistema sea una alternativa para proyectos más concretos.

Según Espinoza (2016) en su tesis denominada “Estudio de la vulnerabilidad sísmica de una unidad educativa, caso escuela primaria de la armada nacional”, el objetivo principal es, analizar el grado de vulnerabilidad estructural del bloque de aulas sector norte de la Escuela Primaria de la Armada Nacional (ESPRAN) se busca estimar el comportamiento de la estructura ante un sismo de 7.8 Mw en Ecuador, con la finalidad de minimizar desastres relacionados a dicha edificación, se realizó estudio cualitativo y cuantitativo sobre la vulnerabilidad estructural, el análisis estructural se realizó con el programa ETABS versión 9.7.4. ; se concluye que el estudio de la vulnerabilidad estructural determino que no existen problemas

de rigidez y que las derivas se encuentran por debajo del 2% del límite establecido por la Norma Ecuatoriana, por lo tanto no necesita reforzamiento estructural. Así mismo, aplicando normas de diseño y de construcción en las edificaciones destinadas a centros educativos, se garantiza la seguridad de los mismos, ya que sus estructuras serían capaces de soportar la ocurrencia de un sismo de gran magnitud brindando confianza y garantía para la protección de alumnos docentes, personal administrativo y padres de familia.

Según Hernández (2016) en su proyecto de intervención profesional denominado “Vulnerabilidad sísmica de edificios del campus Mocambo de la universidad Veracruzana” el objetivo es determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones selectas del campus Mocambo de la Universidad Veracruzana para asegurar la continuidad de los servicios básicos, minimizar daños a la propiedad, minimizar el riesgo de colapso, evitar pérdidas de vida y tener un nivel de seguridad sísmica de acuerdo con el método de análisis utilizado. En la presente investigación se consideró la metodología de Hirosawa de primer orden. El método está constituido de tres niveles de análisis, teniendo una precisión según el orden, enfocados principalmente en el estudio del comportamiento y resistencia de los sistemas estructurales (Hirosawa, 1992). El modelamiento de la edificación se empleó utilizando el software de SAP2000 para el análisis y diseño estructural, el cual es un programa empleado a nivel mundial por los estructuralistas. En síntesis, los modelos presentados en el proyecto presente fueron los que estuvieron más próximos a las estructuras reales, ya que los periodos que se obtuvieron por los dos métodos aplicados tanto experimental como analítico son bastante semejantes, lo que significa que el margen de error de ambas metodologías es mínimo durante el modelamiento de las estructuras y calcular la vulnerabilidad sísmica.

Entre los antecedentes y fundamentos científicos nacionales tenemos los estudios de

Según Castro (2019) en su tesis denominada “Inspección sísmica visual rápida de los edificios de la universidad de Piura por el método FEMA 154” la investigación presente se realizó con la finalidad de estudiar los fundamentos y criterios establecidos en el manual del uso del Procedimiento de Inspección Visual Rápido

(PIVR) propuesto por FEMA 154 (2002) que se ocupa en evaluar la vulnerabilidad sísmica potencial de las edificaciones mediante un sistema de puntuación que son clasificados como vulnerabilidad aceptable o no aceptable. Este método fue aplicado a algunas edificaciones de la Universidad de Piura. Luego de la aplicación de este método se concluye que el PIVR es un método rápido y fácil, a pesar de ello, una de sus restricciones es que no considera el sistema de albañilería confinada, el cual se emplea en nuestro país y en casi toda Latinoamérica. La inspección para recabar y el procesar los datos son llevados a cabo en el mismo lugar del edificio a ser analizado el tiempo que toma es entre 15 a 30 minutos por cada edificación y son simples y rápidos. Del mismo modo se confirmó que el paso más significativo es el reconocimiento del sistema de estructuración de la edificación, aunque esto no es tan sencillo ya que algunas veces se tuvo que recurrir a los planos de construcción para aclarar el sistema. Algunas construcciones por estéticas arquitectónicas, dificultan la identificación del sistema estructural. Finalmente, en este proyecto de investigación se pudo concluir que el edificio civil, químico, hidráulico, 80 y el edificio mecánico-eléctrico están potencialmente expuestos a la ocurrencia de un terremoto 142, según PIVR. Se recomienda que estos edificios luego se sometan a un estudio más profundo de vulnerabilidad sísmica para corroborar los resultados arrojados por PIVR.

Según Álvarez, Pulgar (2019) en su estudio denominado “Análisis de vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares públicos en el distrito de Villa María del Triunfo mediante el método Índice de vulnerabilidad (Fema p-154) y su validación mediante cálculo de distorsiones laterales”. El objetivo es Determinar la vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares públicos del distrito de Villa María del Triunfo, mediante el análisis cualitativo “Rapid Visual Screen of Buildings for Potencial Seismic – FEMA P -154” y cuantitativo “Distorsiones laterales” en un escenario de sismo severo. El presente estudio consideró el método cualitativo utilizado en diversos países para precisar la vulnerabilidad de estructuras, y otro método cuantitativo, fundamentado en la filosofía de la norma peruana de resistencia a terremotos E0.30. El método cualitativo, índice de vulnerabilidad FEMA P-154, utiliza diagramas para la evaluación visual rápida de la vulnerabilidad sísmica para todos los edificios, de la misma manera que el método cuantitativo evalúa las probables consecuencias que una estructura puede acarrear posterior a

un terremoto severo. Concluyendo finalmente que las estructuras del pabellón típico 780 son muy vulnerables en ambas direcciones ante un evento sísmico severo.

Según López (2019) en su tesis denominado “Evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica para edificaciones inspeccionadas con la planilla ATC 21 sometidas a una sollicitación sísmica en la Urb. Las Gardenias del Distrito de Ate” con el objetivo de evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica ante el efecto de un sismo para edificaciones de la 1ra, 2da y 3ra de la Urb. Las Gardenias, para ello se aplicó la metodología FEMA mediante la planilla ACT-21. Esta planilla consta en evaluar parámetros específicos sobre la arquitectura y estructura funcional perceptible a simple vista, los cuales se calculan mediante el método del índice de vulnerabilidad que permite precisar de forma rápida si el edificio es endeble a la actividad sísmica o la conclusión de que el análisis de vulnerabilidad mostró que los índices de vulnerabilidad están directamente relacionados con cada uno de los parámetros estructurales del edificio, así como el índice de daños estimado a partir de las características de vulnerabilidad de diversos tipos de aceleraciones sísmicas.

Según Quiroz Alberto (2017) en su estudio denominado “Vulnerabilidad sísmica de una edificación escolar típica módulo 780 Pre NDSR – 1997 mediante modelos no lineales” Esta tesis consiste en la evaluación de edificaciones escolares que ha sido construidas mediante el reglamento de construcción de la norma de diseño sismo resistente del año 1997, El autor de esta tesis hace referencia al sismo ocurrido en pisco en el año 2007 donde las edificaciones escolares construidas antes del año 1997 con la norma de diseño sismo resistente correspondiente a ese año sufrieron daños severos y las edificaciones escolares posteriores daños estructurales, las edificaciones escolares que analizo el autor son de Lima metropolitana construidas con la NDSR – 1997 hasta el año 2014 lima metropolitana contaba con 5715 edificaciones escolares de los cuales 2801 fueron construidas con la NDSR – 1997. El objetivo principal es la mejora de la seguridad en las construcciones educativas ya existentes mediante estudio de vulnerabilidad sísmica, el autor se guía de la metodología del modelo no lineal de esfuerzo – deformación del comportamiento de los materiales, elementos estructurales, la estructura propia y su desempeño sísmico, el autor analiza módulos con 3 aulas de 2 y 3 pisos de acuerdo a las características más predominante de todas las

edificaciones, la conclusión del autor es la posibilidad de la metodología de Miranda en determinar una respuesta no lineal de edificaciones ; el módulo de 3 pisos tiene una ductilidad de  $u = 4.1$  y el 2 pisos  $u = 3.4$ , significa que el módulo 3 tiene una mayor capacidad de sufrir deformaciones sin perder su resistencia en comparación al módulo de 2 pisos.

Según Aguilar – Aguilar (2017) En su tesis denominado “Evaluación y reforzamiento estructural del edificio de la escuela profesional de Obstetricia - UNLBG – Tacna” su objetivo es evaluar y proponer el reforzamiento estructural del edificio de la escuela profesional de Obstetricia de la universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. En síntesis, al evaluar las instalaciones del edificio ESOB, esté presento daños moderados de un 20% en total en los pilares y muros. De igual forma, el análisis sísmico se realizó con base en la norma E.030-2016. Las derivas de entrepiso obtenidas durante la evaluación de ambos ejes son de hasta el 16,9%, sobrepasando a 5% el permitido como máximo según normativa sismo resistente para el sistema de albañilería, por lo tanto, el edificio requiere de reforzamiento y reparaciones para continuar con el uso de sus ambientes.

Según Ramírez (2017) En su tesis denominado “Evaluación experimental de una propuesta de reforzamiento estructural para edificaciones escolares construidas antes de 1997, Perú”, su objetivo general del proyecto es reducir la vulnerabilidad de las edificaciones educativas peruanas. Se presentan las técnicas de refuerzo existentes para los edificios escolares 780 - Pre, es decir, para los tipos de edificios escolares en el país según el sistema estructural y las propiedades de las edificaciones de mampostería y/o hormigón armado, edificados antes de 1997, finalmente se pudo valorar la aceleración máxima de la plataforma para cada fase de prueba. En primera instancia se daría lugar al problema que interactúa entre el parapeto y la columna central, después el origen de la falla por cortante de la columna central corta (C-2) y luego de la central más larga (C-4) si afecta la firmeza general del módulo en su estado final.

Según Arana (2019) en su tesis denominado “propuesta de reforzamiento estructural para devolverle la funcionabilidad al pabellón p-3 de la institución educativa santa Fortunata en el distrito de Moquegua”. Tiene como objetivo principal desarrollar una alternativa de reforzamiento estructural que asegure el

desempeño y de esta forma reactive la funcionabilidad a la cual está dirigida. El método aplicado es experimental, en donde se emplea un diseño cuasi-experimental debido a que se trabajó con una variable independiente; Se analizan las consecuencias del impacto sobre la segunda variable que se considera dependiente. Como conclusión se indica que la vulnerabilidad sísmica de la estructura del pabellón P-3, es alta en las condiciones actuales ante un sismo severo, el edificio en estudio incumple con las exigencias de desplazamientos e irregularidades de la norma de diseño sismo resistente E.060 – 2016. Y con la propuesta de reforzamiento estructural analizada es funcionalmente viable. Tanto las derivas en dirección X y en dirección Y son menores a las distorsiones máximas requeridas 7 % y 5 % respectivamente, el cual ante un sismo severo causará daños aceptables.

Según Gameros (2015) En su estudio denominado “Análisis comparativo de tres tipos de refuerzo estructural para pabellones de aulas de locales escolares de dos pisos y tres aulas por piso”, su objetivo es realizar un comparativo de diversas soluciones de reforzamiento de estos colegios, tomando como factores principales el desempeño y el costo. Este proyecto analiza el diseño de las escuelas construidas antes de 1997. Dado que la distribución es típica pero las condiciones en el área son diferentes, se analiza la combinación de la zona sísmica y el perfil de suelo más adverso descrito en la norma E.030 - 2014, para determinar comportamientos en mejores situaciones y se realizará un análisis estático debido a que el tipo de estructura es adecuado para este tipo de evaluación, concluye que los 780 preescolares de tipo módulo analizados tienen problemas en diseño y construcción, los problemas estructurales también se pueden corregir con refuerzos especificados en su investigación, pero las deficiencias en la edificación solo serán evidenciarán después de un acontecimiento sísmico.

Teorías relacionadas al tema:

Vulnerabilidad sísmica estructural: Es el grado de daño que acarrea una estructura a consecuencia de un acontecimiento sísmico o ciertas peculiaridades, entonces la vulnerabilidad es un requisito previo que se presenta durante el desastre, debido a que no se ha invertido de forma prudente en prevención y



socorro y alcanzando niveles de riesgos demasiados altos. aceptado. (Organización panamericana de salud, 2004, p.10)

Fema 154: Es una agencia del gobierno norteamericano que ha desarrollado el método de inspección visual rápida, cuya misión es aminorar la pérdida de vidas, bienes y salvaguardar de todos los riesgos, producidos por fenómenos naturales, acciones de grupos que amenazan la privacidad humana, la propiedad y el estado y otras amenazas artificiales. (Castro, 2019. p. 19)

Cortante basal: Es la acumulación progresiva de las fuerzas de cortante en cada piso de una edificación, que se refleja en la base del mismo, estos desplazamientos en cada piso no son más que la aplicación de la fuerza sísmica a un cierto nivel y que se van acumulando a medida que nos acercamos a la base. (Cabeza, 2015. P. 48)

Derivas: Es el desplazamiento relativo de entre piso, calculado como la diferencia del desplazamiento lateral entre un piso y el siguiente dividido por la altura del entre piso. (Abanto, 2018. P. 124)

Reforzamiento estructural: Son técnicas de reforzamiento a elementos estructurales principales como: (cimientos, columnas, muros, vigas, escaleras y vigas) que muestran imperfecciones en el concreto, acero y en la calidad de la edificación

Columnas: Es un elemento estructural que trabaja en compresión, pero debido a su ubicación en el sistema estructural, también debe resistir esfuerzos de flexión, cortante y torsión. (Morales, 2006 P. 69)

### **III. MÉTODO**

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

Según la finalidad del estudio es de tipo aplicada:

Tipo de investigación es aplicada: según Borja (2012, p. 10), la investigación aplicada se refiere a conocer, interpretar, buscar, modificar y colocar realidad problemática. Por ende, la presente tesis, se considera de tipo de investigación aplicada y explicativa, ya que se usarán conocimientos teóricos de la variable, vulnerabilidad sísmica para permitir una solución al problema planteado.

El enfoque de este estudio es cuantitativo, porque mide el nivel de vulnerabilidad sísmica del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres san Juan De Lurigancho y permite generar resultados numéricos el cual es confiable.

#### **3.1.1. Por el nivel de investigación es Descriptivo**

Según Borja (2012, p. 13), la investigación descriptiva, examinan y determinan las propiedades y características más representativas de los objetos de estudio como personas, viviendas, hormigón armado, probetas o cualquier otro fenómeno a medir.

#### **3.1.2. Diseño de investigación es no experimental**

Según Hernández (2014, p. 149) considera que el actual estudio tiene un enfoque no experimental, ya que es realizado sin manipular las variables porque se hace mediante la observación directa del objeto del estudio, así mismo los datos son recolectados in situ del lugar a evaluar

El proyecto es de diseño no experimental dado que no se realiza experimento alguno que altere el objeto de estudio o ni mucho menos se manipulan las variables, debido que se discute con estudios previos.

#### **3.1.3. Según su alcance Investigación transversal**

En el presente proyecto de investigación por su alcance temporal, es transversal Según Hernández (2014), “La investigación es transversal porque se recolecta la información requerida en un solo momento” (p. 149). Los datos para la investigación tienen un tiempo y espacio para la realización de la investigación.

## **3.2. Variables y operacionalización**

### **3.2.1. variables**

La variable se aplica siempre al grupo u objeto investigado, el cual tiene diferentes valores según la variable en estudio. El investigador debe establecer los indicadores de las variables previa recopilación de datos, y para ello debe emplear términos operativos, es decir, producen datos concretos y cuantificables.

Para mi investigación tengo:

**(Variable Independiente)** La vulnerabilidad sísmica del pabellón B de la Institución Educativa Antonia Moreno de Cáceres

**(Variable Dependiente)** reforzamiento estructural del pabellón B de la Institución Educativa Antonia Moreno de Cáceres

### **3.2.2. Operacionalización de las variables**

(Tamayo y Tamayo 2003) “manifiesta que los conceptos operacionales son fundamentales para poder realizar todas las investigaciones, debido que los datos deben ser recopilados en términos de hechos observables” (p.98).

Es también el proceso metodológico que radica en desglosar deductivamente las variables que constituyen este problema de investigación, con la premisa de que, de lo más universal a lo específico, se definen las dimensiones e indicadores de medición. Además de los problemas, se detallan objetivos e hipótesis.

**Vulnerabilidad sísmica estructural:** La vulnerabilidad es el grado de daño que ha sufrido una estructura a consecuencia de un evento sísmico o ciertas propiedades, entonces la vulnerabilidad es un requisito previo que se presenta durante el desastre, a causa de la poca inversión en prevención y socorro, y aceptando un riesgo demasiado alto. (Organización panamericana de salud, 2004, p.10)

**Reforzamiento estructural:** Son técnicas de reforzamiento a elementos estructurales principales como: (cimientos, columnas, muros, vigas, escaleras y vigas) que muestran imperfecciones en el concreto, acero y en la calidad de la edificación.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

Es un conjunto de todos los elementos que estudiamos, sobre los que pretendemos sacar conclusiones. Debemos definir esa población para que quede claro quienes pertenecen a ella (Levin & Rubin, 2004, p. 10).

La población investigada conforma todos los pabellones de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres del programa ciudad mariscal Cáceres sector II 3 y 4 etapas del Distrito de San Juan de Lurigancho.

#### **3.3.2. Muestra**

Es un subconjunto de elementos pertenecientes a una población de estudio. Rara vez es factible medir a toda la población, por lo que optamos a elegir una muestra, en la cual se pretende que está sea un reflejo fidedigno de la población. (Hernández, Fernández y Baptista, 2012, p. 175).

En la presente investigación la muestra es no probabilística y de tipo intencional ya que no se aplicó ninguna fórmula para ser hallada. Por lo tanto, la muestra es el pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres del programa ciudad mariscal Cáceres sector II 3 y 4 etapa del Distrito de San Juan de Lurigancho.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1. Técnicas**

Son respuestas de cómo hacer la investigación, que nos permita la aplicación del método a la investigación, forma de conocer el camino, es la estructura del proceso de la investigación y sus principales características son: diseño de investigación, los instrumentos de recolección de datos, sistemas de clasificación y procesamiento de datos. Proporciona a la ciencia el instrumental experimental, guarda un estrecho vínculo con el método y la teoría (Borja. 2012, p. 33).

La técnica utilizada de acuerdo a la metodología es el Fema 154.

#### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Son los apoyos para el cumplimiento del propósito de las técnicas. (Baena, 2017, p. 68).

Para recolección de la información, los instrumentos fueron el formato de evaluación fema 154, los certificados de estudio de suelo, los certificados de diamantina y el uso del programa de Etabs.

### 3.4.3. Validez

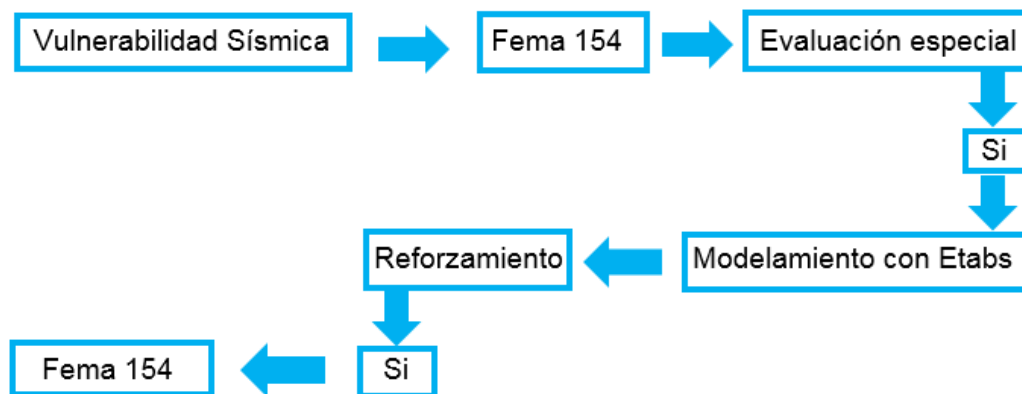
Es el grado en que el instrumento verdaderamente evalúa la variable que se procura determinar, grado de evidencias acumuladas sobre lo que mide el instrumento, justifica la particularidad interpretación que se va hacer del instrumento (Vara, 2012, p. 246)

Ensayos de suelos, corazón diamantando

### 3.4.4. Confiabilidad

Es la consistencia de las puntuaciones alcanzadas por los mismos individuos cuando son examinados en varias oportunidades con los mismos cuestionarios, también menciona que es como una capacidad de instrumento que muestran medidas racionales de una medición (Bernal, 2010, p. 248).

### 3.5. procedimientos:



### 3.6. Método de análisis de datos.

Para la Evaluación del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres SJL, se sigue una serie de procedimientos en el análisis, se realiza una inspección visual rápido (PIVR) usa un sistema de puntuación que requiere

a). Identificar los atributos de la construcción que cambian los comportamientos sísmicos esperados del sistema estructural de resistencia frente a las cargas laterales.

b). Identificar el sistema estructural de edificación.

### **Análisis sísmico y estático de acuerdo a la norma E .030**

#### **Análisis estático**

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

#### **Análisis dinámico**

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

V: Cortante basal

Z: Factor de Zona

U: Factor de Uso

C: Factor de Amplificación Sísmica

S: Factor de Suelo

R: Coeficiente de Reducción de Fuerza Sísmica

P: Peso de la estructura

S<sub>a</sub>: Aceleración espectral

g: Aceleración de la gravedad

### **3.7. Aspectos éticos**

Para realizar el actual estudio se pidió permiso a la directora del colegio, presentando la carta de recomendación otorgada por mi asesor, la misma fue entregada y recibida en la dirección del colegio, la misma será respondida dando la conformidad de los trabajos realizados. Así mismo para la presente investigación se utilizaron teorías relacionadas al tema respetando las distintas fuentes de información y citando a la fuente como establece la norma ISO.

## **IV. RESULTADOS**

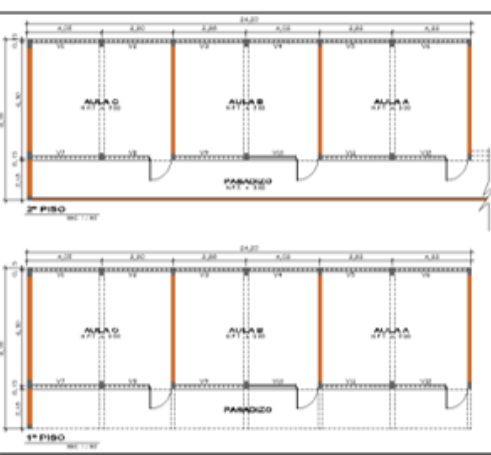


#### 4.1. Evaluación de la estructura inicial

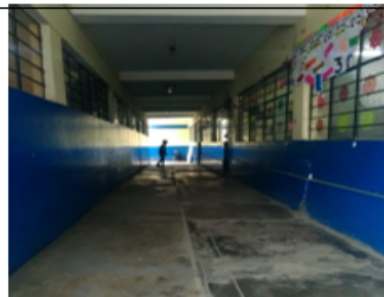
##### 4.1.1. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón B con la plantilla del fema 154

**Rapid visual screening of Building for Potential Seismic Hazards**  
**FEMA- 154 Data Collection Form**

**MODERATE Seismicity**



Address: PROGRAMA MARCAL CÁCERES SAN JUAN DE LURIGANCHO  
I.E. ANTONIA MORENO DE CÁCERES Zip \_\_\_\_\_  
 Other identifiers \_\_\_\_\_  
 No. Stories \_\_\_\_\_ year Built 1988  
 Screener \_\_\_\_\_ Date 16/09/2019  
 Total Floor Area (sq. Ft.) \_\_\_\_\_  
 Building name: 1º Y 2º PISO PABELLÓN B  
 Use AULAS (A, B Y C) DEL PRIMER Y SEGUNDO PISO



| OCCUPANCY   |                        |                       | SOIL  |                   | TYPE              |  |                    |                   |  |                          | FALLING HAZARDS          |                          |                          |   |      |
|---|------------------------|-----------------------|---|-------------------|-------------------|--|--------------------|-------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|------|
| Assembly  | Govt                   | Office                | Number of persons<br>0-10    11-100<br>101- 1000    1000+     | A<br>Hard<br>Rock | B<br>Avg.<br>Rock | C<br>Dense<br>Soil   | D<br>Stiff<br>Soil | E<br>Soft<br>Soil | F<br>Poor<br>Soil  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |   |      |
| Commercial<br>Emer. Services  | Historic<br>Industrial | Residential<br>school |   |                   |                   |  |                    |                   |  | Unreinforced<br>chimneys | parapets                 | cladding                 | other                    |   |      |
| BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S  |                        |                       |   |                   |                   |  |                    |                   |  |                          |                          |                          |                          |   |      |
| BUILDING TYPE   | W1                     | W2                    | S1<br>(MRF)   | S2<br>(BR)        | S3<br>(LM)        | S4<br>(RC SW)  | S5<br>(URM INF)    | C1<br>(MRF)       | C2<br>(SW)   | C3<br>(URM INF)          | PC1<br>(TU)              | PC2                      | RM1<br>(FO)              | RM2<br>(RD)                                   | URM  |
| <b>BASIC SCORE</b>  | 5.2                    | 4.8                   | 3.6   | 3.6               | 3.8               | 3.6  | 3.6                | <b>3.0</b>        | 3.6  | <b>3.2</b>               | 3.2                      | 3.2                      | 3.6                      | 3.4   | 3.4  |
| Mid Rise (4 to 7 stories)   | N/A                    | N/A                   | +0.4  | +0.4              | N/A               | +0.4   | +0.4               | +0.2              | +0.4   | +0.2                     | N/A                      | +0.4                     | +0.4                     | +0.4  | -0.4 |
| High rise (> 7 stories)   | N/A                    | N/A                   | +1.4  | +1.4              | N/A               | +1.4   | +0.8               | +0.5              | +0.8   | +0.4                     | N/A                      | +0.6                     | N/A                      | +0.6  | N/A  |
| Vertical irregularity   | -3.5                   | -0.3                  | -2.0  | -2.0              | N/A               | -2.0   | -2.0               | -0.2              | -2.0   | -2.0                     | N/A                      | -1.5                     | -2.0                     | -1.5  | -1.5 |
| Plan irregularity   | -0.5                   | -0.5                  | -0.5  | -0.5              | -0.5              | -0.5   | -0.5               | -0.5              | -0.5   | -0.5                     | -0.5                     | -0.5                     | -0.5                     | -0.5  | -0.5 |
| Pre- code   | 0.0                    | -0.2                  | -0.4  | -0.4              | -0.4              | -0.4   | -0.2               | <b>-1.0</b>       | -0.4   | <b>-1.0</b>              | -0.2                     | -0.4                     | -0.4                     | -0.4  | -0.4 |
| Pos- Benchmark  | +1.6                   | +1.6                  | +1.4  | +1.4              | N/A               | +1.2   | N/A                | +1.2              | +1.6   | N/A                      | +1.8                     | N/A                      | 2.0                      | +1.8  | N/A  |
| Soil Type C   | -0.2                   | -0.8                  | -0.6  | -0.8              | -0.6              | -0.8   | -0.8               | -0.6              | -0.8   | -0.6                     | -0.6                     | -0.6                     | -0.8                     | -0.6  | -0.4 |
| Soil Type D   | -0.6                   | -1.2                  | -1.0  | -1.2              | -1.0              | -1.2   | -1.2               | <b>-1.0</b>       | -1.2   | <b>-1.0</b>              | -1.0                     | -1.2                     | -1.2                     | -1.2  | -0.8 |
| Soil Type E   | -1.2                   | -1.8                  | -1.6  | -1.6              | -1.6              | -1.6   | -1.6               | -1.6              | -1.6   | -1.6                     | -1.6                     | -1.6                     | -1.6                     | -1.6  | -1.6 |
| <b>FINAL SCORE S</b>  |                        |                       |   |                   |                   |  |                    |                   | <b>1</b>   | <b>1.2</b>               |                          |                          |                          |   |      |
| COMMENTS La estructura del pabellón B de la Institución Educativa Antonia Moreno de Cáceres de San Juan de Lurigancho requiere una evaluación a detalle de acuerdo puntaje obtenido |                        |                       |   |                   |                   |  |                    |                   |  |                          |                          |                          |                          | Detailed Evaluation Required<br><b>YES</b> NO |      |
| -Estimated, subjective, or unreliable data<br>DNK= Do Not Know  |                        |                       | BR= Braced Frame<br>FD= Flexible diaphragm<br>LM= Light metal |                   |                   | MRF= Moment- resisting frame<br>RC= Reinforced concrete<br>RD= Rigid diaphragm |                    |                   | SW= Shear wall<br>TU= Tip up<br>URM }NF= Unreinforced masonry infill |                          |                          |                          |                          |   |      |

Figura 7. Formato evaluación rápida Fema 154

Fuente: Elaboración propia

De la figura 7 se aprecia que el puntaje final obtenido es menor que 2 por lo tanto requiere una evaluación especial

4.1.2. Modelamiento sísmico del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres con el software CSI ETABS Ultimate 17.01 Build 1888 x 64

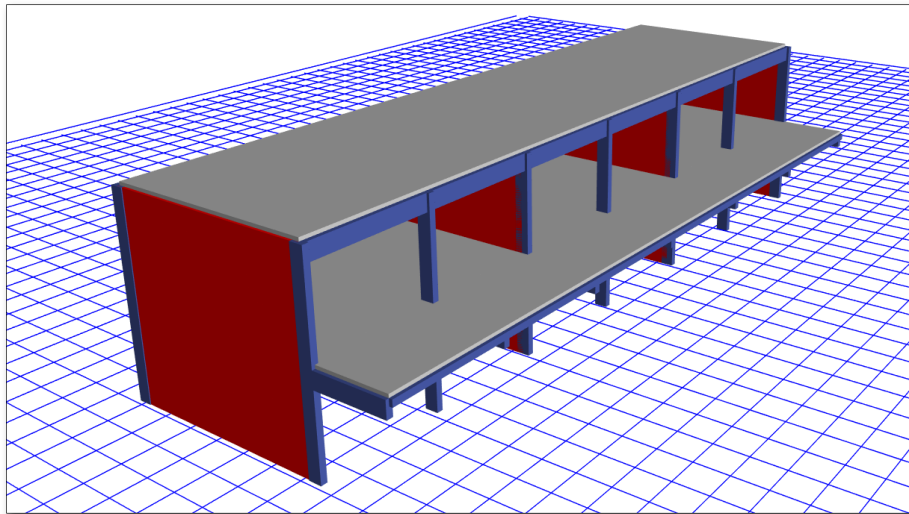


Figura 8. Vista en 3D del pabellón B sin reforzamiento

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Modos y periodos de vibración

Tabla 10. Periodo y masa participativa del pabellón B

| Modal Participating Mass Ratios |      |               |           |        |    |        |        |
|---------------------------------|------|---------------|-----------|--------|----|--------|--------|
| Case                            | Mode | Period<br>sec | UX        | UY     | UZ | Sum UX | Sum UY |
| Modal                           | 1    | 0.4           | 0.7903    | 0      | 0  | 0.7903 | 0      |
| Modal                           | 2    | 0.096         | 0.2097    | 0      | 0  | 1      | 0      |
| Modal                           | 3    | 0.023         | 0         | 0.8707 | 0  | 1      | 0.8707 |
| Modal                           | 4    | 0.021         | 3.095E-06 | 0.004  | 0  | 1      | 0.8747 |
| Modal                           | 5    | 0.008         | 0         | 0.1246 | 0  | 1      | 0.9993 |
| Modal                           | 6    | 0.008         | 0         | 0.0007 | 0  | 1      | 1      |

Fuente: Elaboración propia

Conforme a la tabla 17 el periodo del modal 1 es 0.4 segundos con una masa participativa de 79.03% en el sentido longitudinal X - X y un período de 0.008 segundos con una masa participativa de 99.93% en el modal 5 en el sentido longitudinal Y-Y, cumpliendo así con lo establecido en la norma E.030

#### 4.1.4. Distorsiones o derivas

**Tabla 12.** Distorsiones o derivas en “X” cuando  $R = 8$

| CONTROL DE DERIVAS (ENTREPISO) - PABELLÓN B - DIRECCIÓN X APORTICADO |             |                        |                     |          |                   |                  |
|--|-------------|------------------------|---------------------|----------|-------------------|------------------|
| Piso   | Altura (cm) | Desplazamiento (D) cm. | Corrección 0.75xRxD | Deriva   | Deriva permisible | Condición        |
| 2  | 600         | 1.1569                 | 6.9414              | 0.014762 | 0.007             | <b>NO CUMPLE</b> |
| 1  | 300         | 0.4188                 | 2.5128              | 0.008376 | 0.007             | <b>NO CUMPLE</b> |

*Fuente:* Elaboracion propia

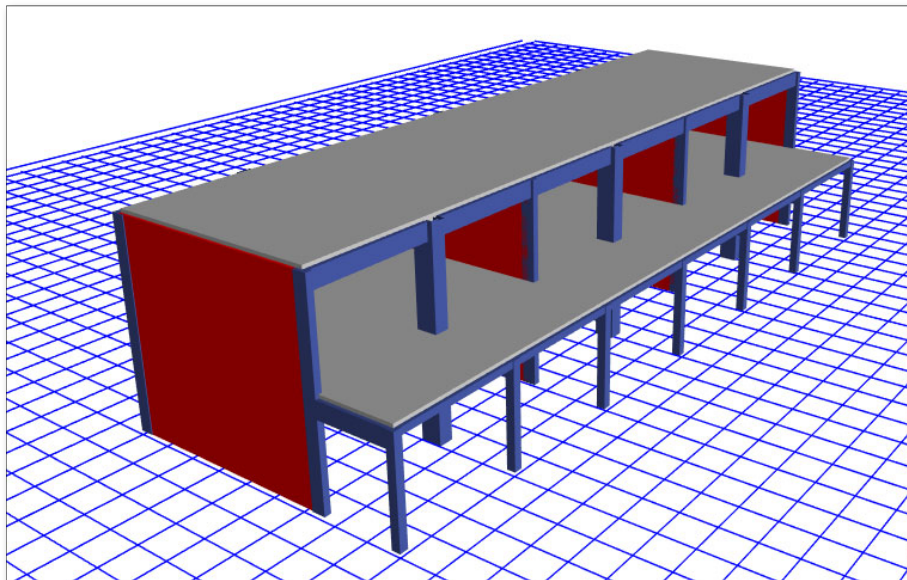
Conforme a los datos de la tabla 11 se observa que las derivas del primer y segundo piso superan a los valores permitidos como esta señalado en el articulo 32 de la norma E.030. Por lo que se requiere reforzamiento en la rigidez de la estructura en ese sentido.

**Tabla 13.** Distorsiones o derivas en “Y” cuando  $R = 3$

| CONTROL DE DERIVAS (ENTREPISO) - PABELLÓN B - DIRECCIÓN Y ALBAÑILERÍA |             |                        |                     |            |                   |                  |
|---|-------------|------------------------|---------------------|------------|-------------------|------------------|
| Piso  | Altura (cm) | Desplazamiento (D) cm. | Corrección 0.75xRxD | Deriva     | Deriva permisible | Condición        |
| 2   | 600         | 0.0125                 | 0.028125            | 0.00004875 | 0.005             | <b>SI CUMPLE</b> |
| 1   | 300         | 0.006                  | 0.0135              | 0.000045   | 0.005             | <b>SI CUMPLE</b> |

*Fuente:* Elaboracion propia

#### 4.2. Evaluación de la estructura reforzada



**Figura 22.** Vista en 3D del pabellón B con reforzamiento.

*Fuente:* Elaboración propia

#### 4.2.1. Modos y períodos de vibración

**Tabla 24.** Modos y periodos fundamentales y masas participativas.

| Modal Participating Mass Ratios |      |               |           |        |    |        |        |
|---------------------------------|------|---------------|-----------|--------|----|--------|--------|
| Case                            | Mode | Period<br>sec | UX        | UY     | UZ | Sum UX | Sum UY |
| Modal                           | 1    | 0.279         | 0.8068    | 0      | 0  | 0.8068 | 0      |
| Modal                           | 2    | 0.073         | 0.1932    | 0      | 0  | 1      | 0      |
| Modal                           | 3    | 0.024         | 0         | 0.872  | 0  | 1      | 0.872  |
| Modal                           | 4    | 0.022         | 3.259E-06 | 0.0024 | 0  | 1      | 0.8744 |
| Modal                           | 5    | 0.008         | 0         | 0.1254 | 0  | 1      | 0.9998 |
| Modal                           | 6    | 0.008         | 0         | 0.0002 | 0  | 1      | 1      |

*Fuente:* Elaboración propia

Conforme a la tabla 17 el periodo del modal 1 es 0.279 segundos con una masa participativa de 80.68% en el sentido longitudinal X - X y un período de 0.008 segundos con una masa participativa de 99.98% en el modal 5 en el sentido longitudinal Y-Y, cumpliendo así con lo establecido en la norma E.030

#### 4.2.2. Distorsiones o derivas

**Tabla 26.** Distorsiones o derivas en "X" cuando  $R = 8$

| CONTROL DE DERIVAS (ENTREPISO) - PABELLÓN B - DIRECCIÓN X APORTICADO |             |                           |  |          |                      |           |
|--|-------------|---------------------------|--|----------|----------------------|-----------|
| Piso   | Altura (cm) | Desplazamiento<br>(D) cm. | Corrección<br>$0.75 \times R \times D$ | Deriva   | Deriva<br>permisible | Condición |
| 2  | 600         | 0.5629                    | 3.3774                                 | 0.00696  | 0.007                | SI CUMPLE |
| 1  | 300         | 0.2149                    | 1.2894                                 | 0.004298 | 0.007                | SI CUMPLE |

*Fuente:* Elaboracion propia

Conforme a los datos de la tabla 11 se observa que las derivas del primer y segundo piso no superan a los valores permitidos como esta señalado en el artículo 32 de la norma E.030. despues del reforzamiento propuesto de la estructura en ese sentido.

**Tabla 27.** Distorsiones o derivas en "Y" cuando  $R = 3$

| CONTROL DE DERIVAS (ENTREPISO) - PABELLÓN B - DIRECCIÓN Y ALBAÑILERÍA |             |                           |  |           |                      |           |
|---|-------------|---------------------------|--|-----------|----------------------|-----------|
| Piso  | Altura (cm) | Desplazamiento<br>(D) cm. | Corrección<br>$0.75 \times R \times D$ | Deriva    | Deriva<br>permisible | Condición |
| 2   | 600         | 0.0132                    | 0.0297                                 | 5.175E-05 | 0.005                | SI CUMPLE |
| 1   | 300         | 0.0063                    | 0.014175                               | 4.725E-05 | 0.005                | SI CUMPLE |

*Fuente:* Elaboración propia

4.2.3. Formato de evaluación del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres. Después del reforzamiento estructural con la metodología rápida Fema 154.

**Rapid visual screening of Building for Potential Seismic Hazards**  
**FEMA- 154 Data Collection Form**

**MODERATE Seismicity**

Address: PROGRAMA MARCAL CACERES SAN JUAN DE LURIGANCHO  
I.E. ANTONIA MORENO DE CACERES Zip \_\_\_\_\_

Other identifiers \_\_\_\_\_

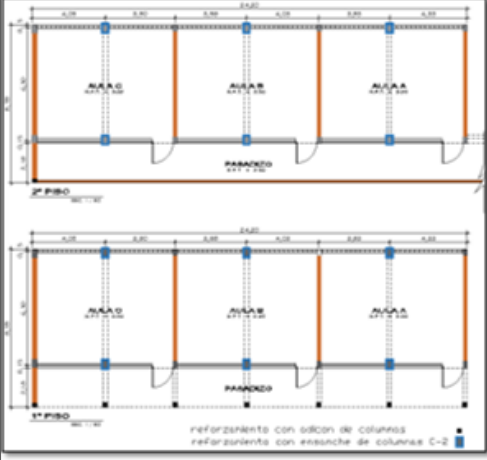

No. Stories \_\_\_\_\_ year Built 2020

Screener \_\_\_\_\_ Date 24/07/2020

Total Floor Area (sq. Ft.) \_\_\_\_\_

Building name 1º Y 2º PISO PABELLÓN B REFORZADO

Use AULAS (A, B Y C) DEL PRIMER Y SEGUNDO PISO

| OCCUPANCY      |            |             | SOIL              |       | TYPE   |       |   |   |   |                       | FALLING HAZARDS |          |       |      |
|----------------|------------|-------------|-------------------|-------|--------|-------|---|---|---|-----------------------|-----------------|----------|-------|------|
| Assembly       | Govt       | Office      | Number of persons | A     | B      | C     | D | E | F | Unreinforced chimneys | parapets        | cladding | other |      |
| Commercial     | Historic   | Residential |                   |       |        |       |   |   |   |                       |                 |          |       | 0-10 |
| Emer. Services | Industrial | school      | 101-1000          | 1000+ | 11-100 | 1000+ |   |   |   |                       |                 |          |       |      |

| BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| BUILDING TYPE                              | W1   | W2   | S1   | S2   | S3   | S4   | S5   | C1   | C2   | C3   | PC1  | PC2  | RM1  | RM2  | URM  |
| BASIC SCORE                                | 5.2  | 4.8  | 3.6  | 3.6  | 3.8  | 3.6  | 3.6  | 3.6  | 3.6  | 3.2  | 3.2  | 3.2  | 3.6  | 3.4  | 3.4  |
| Mid Rise (4 to 7 stories)                  | N/A  | N/A  | +0.4 | +0.4 | N/A  | +0.4 | +0.4 | +0.2 | +0.4 | +0.2 | N/A  | +0.4 | +0.4 | +0.4 | -0.4 |
| High rise (> 7 stories)                    | N/A  | N/A  | +1.4 | +1.4 | N/A  | +1.4 | +0.8 | +0.5 | +0.8 | +0.4 | N/A  | +0.6 | N/A  | +0.6 | N/A  |
| Vertical irregularity                      | -3.5 | -0.3 | -2.0 | -2.0 | N/A  | -2.0 | -2.0 | -0.2 | -2.0 | -2.0 | N/A  | -1.5 | -2.0 | -1.5 | -1.5 |
| Plan irregularity                          | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 |
| Pre- code                                  | 0.0  | -0.2 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.2 | -1.0 | -0.4 | -1.0 | -0.2 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 |
| Pos- Benchmark                             | +1.6 | +1.6 | +1.4 | +1.4 | N/A  | +1.2 | N/A  | +1.2 | +1.6 | N/A  | +1.8 | N/A  | 2.0  | +1.8 | N/A  |
| Soil Type C                                | -0.2 | -0.8 | -0.6 | -0.8 | -0.6 | -0.8 | -0.8 | -0.6 | -0.8 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.8 | -0.6 | -0.4 |
| Soil Type D                                | -0.6 | -1.2 | -1.0 | -1.2 | -1.0 | -1.2 | -1.2 | -1.0 | -1.2 | -1.0 | -1.0 | -1.2 | -1.2 | -1.2 | -0.8 |
| Soil Type E                                | -1.2 | -1.8 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 |
| FINAL SCORE S                              |      |      |      |      |      | 3.2  |      |      |      |      | 2.2  |      |      |      |      |

COMMENTS: La estructura reforzada del pabellón B de la Institución Educativa Antonia Moreno de Cáceres de San Juan de Lurigancho no requiere evaluación de acuerdo al nuevo puntaje obtenido

Detailed Evaluation Required  
 YES **NO**

-Estimated, subjective, or unreliable data  
 DNK= Do Not Know

BR= Braced Frame  
 FD= Flexible diaphragm  
 LM= Light metal

MRF = Moment- resisting frame  
 RC= Reinforced concrete  
 RD= Rigid diaphragm

SW= Shear wall  
 TU= Tip up  
 URM INF= Unreinforced masonry infill

Figura 41. Formato evaluación rápida Fema 154  
 Fuente: Elaboración propia

De la figura 41 se aprecia que el puntaje final obtenido es mayor que 2 por lo tanto no requiere una evaluación especial

## **V. DISCUSIÓN**

1. Según el objetivo general, evaluación de la vulnerabilidad sísmica y proponer técnicas de reforzamiento adecuada de los elementos estructurales en el pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho, 2019, los resultados mostrados en las tablas 12 y 13. Se observa que las derivas del primer y segundo piso superan a los valores permitidos como está señalado en el artículo 32 de la norma E.030. Por lo que se requiere reforzamiento en la rigidez de la estructura en sentido longitudinal “X-X” y en el sentido transversal “Y-Y” si están acorde a los parámetros de la referida norma y no se requiere reforzamiento, datos que al ser comparados con lo encontrado por Gamero (2015) en su estudio menciona que hay un grave problema de desplazamiento laterales debido a la poca rigidez en el eje longitudinal “X-X” y los problemas de diseño, construcción y estructurales pueden remedarse con reforzamiento como plantea en su investigación. Con estos resultados se afirma que el pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres no cumple con los parámetros de la norma E.030
2. De acuerdo objetivo específico uno, determinar la vulnerabilidad sísmica con la metodología FEMA 154 del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho, el resultado mostrado en la figura 1. Se observa que el puntaje final obtenido es menor que 2 por lo tanto requiere una evaluación especial, datos que al ser comparados con lo encontrado por Álvarez – Pulgar (2019), en su estudio mencionan que las estructuras de los pabellones del módulo escolar 780, son muy vulnerables en ambas direcciones ante un evento sísmico severo. Con estos resultados se afirma que el pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres requiere una evaluación especial.
3. De acuerdo objetivo específico dos, realizar una evaluación sísmica estática y dinámica mediante la norma E. 030 del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho, 2019. Los resultados mostrados en las tablas 12 y 13, se observa la deriva no cumple en su eje

longitudinal “X-X”, obteniendo una deriva de 0.008376 como máximo en el primer piso y una deriva de 0.0014762 como máximo en el segundo piso, siendo estos valores mayores que los exigidos por la norma E-030-2018, para pórticos 0.007, superando estos valores las derivas permitidas por un sistema estructural de concreto armado. Y en su eje transversal “Y-Y” se obtuvo una deriva de 0.000045 como máximo en el primer piso y una deriva de 0.00004875 como máximo en el segundo piso, siendo estos menores que los valores exigidos por la norma E-030-2018, para albañilería 0.005, como se observa las derivas inelásticas en ese sentido transversal se encuentran dentro de los parámetros exigidos para un sistema de albañilería. Así mismo Gamero (2015), en su estudio obtiene una deriva inelástica de 0.0256 como máximo en el primer piso y una deriva de 0.0201 como máximo en el segundo piso, siendo estos valores mayores que lo permitido en la norma E-030-2018, para pórticos 0.007, señala que las derivas inelásticas en este sentido longitudinal superan ampliamente las derivas aceptadas para un sistema estructural de concreto armado y en su eje transversal “Y-Y” se obtuvo una deriva de 0.0007 como máximo en el primer piso y una deriva de 0.0005 como máximo en el segundo piso, siendo estos valores menores que los parámetros exigidos en la norma E-030-2014 para albañilería 0.005 y señala que las derivas inelásticas en este sentido están dentro del rango aceptable para un sistema de albañilería. Con estos resultados se afirma que las derivas en el sentido Longitudinal “X-X” de la estructura del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres, no está acorde con los parámetros exigidos por la norma E.030.

4. De acuerdo objetivo específico tres, evaluar de qué manera se comportará los principales elementos estructurales del pabellón B, de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres, San Juan de Lurigancho 2019, para proponer su reforzamiento estructural. Los resultados mostrados en las tablas 26 y 27 con la propuesta de reforzamiento las nuevas derivas son de 0.004298 como máximo en el primer piso y una deriva de 0.00696 como máximo en el segundo piso, siendo estos valores menores que los exigidos por la norma



E-030-2018. Para pórticos 0.007 esto quiere decir que no supera los valores exigidos para un sistema estructural de concreto armado. Así mismo Gamero (2015), en su estudio obtiene una deriva inelástica de 0.0034 como máximo en el primer piso y una deriva de 0.0023 como máximo en el segundo piso, siendo estos valores mayores que lo permitido en la norma E-030-2018, para albañilería 0.005, señala que las derivas inelásticas en este sentido longitudinal están dentro del rango aceptable por la norma para un sistema estructural de albañilería. Con estos resultados las derivas en el sentido Longitudinal “X-X” y en el sentido transversal “Y-Y” después del reforzamiento planteado en la estructura del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres, cumple con los parámetros exigidos por la norma E.030.

5. De acuerdo objetivo específico tres, evaluar de qué manera se comportará los principales elementos estructurales del pabellón B, de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres, San Juan de Lurigancho 2019. Los resultados mostrados en las tablas 26 y 27 con la propuesta de reforzamiento las nuevas derivas son de 0.004298 como máximo en el primer piso y una deriva de 0.00696 como máximo en el segundo piso, siendo estos valores menores que los exigidos por la norma E-030-2018. Para pórticos 0.007. Y en su eje transversal “Y-Y” se obtuvo una deriva de 0.00004725 como máximo en el primer piso y una deriva de 0.00005175 como máximo en el segundo piso, siendo estos menores que los valores exigidos por la norma E-030-2018, para albañilería 0.005, como se observa las derivas inelásticas en ese sentido transversal se encuentran dentro de los parámetros exigidos para un sistema de albañilería. Así mismo. Arana (2018) en su estudio empleó la técnica de encamisado de columnas, en la cual considero que la propuesta de reforzamiento estructural planteada es funcionalmente viable, obteniendo una deriva de 0.0015 como máximo en el primer piso y una deriva de 0.00301 como máximo en el segundo piso, siendo estos valores menores que los exigidos por la norma E-030-2016. Para pórticos 0.007. Y en su eje transversal “Y-Y” se obtuvo una deriva de 0.00108 como máximo en el primer piso y una deriva de 0.00094 como máximo en el segundo piso, siendo estos

menores que los valores exigidos por la norma E-030-2016, para albañilería 0.005, como se observa las derivas inelásticas en ese sentido transversal se encuentran dentro de los parámetros exigidos para un sistema de albañilería. Con estos resultados se afirma que las derivas en el sentido Longitudinal “X-X” y en el sentido transversal “Y-Y” después del reforzamiento planteado en la estructura del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres, cumple con los parámetros exigidos por la norma E.030.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. De acuerdo a la evaluación realizada de la vulnerabilidad sísmica a través del método de inspección visual rápida FEMA 154, se concluye que el pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres, presenta alta vulnerabilidad sísmica ante un sismo, obteniendo un puntaje final S menor que 2 por consiguiente requiere una evaluación especial.
2. De acuerdo a la evaluación realizada de la vulnerabilidad sísmica con los parámetros de la NTP E.030-2018, diseño sismo resistente en las principales estructuras del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres, esta no cumple con los parámetros requeridos por dicha norma, obteniendo resultados en las derivas en el sentido longitudinal "X-X", en el primer piso una deriva de 0.008376 y en el segundo piso una deriva de 0.014762 siendo estos valores mayores que lo permitido en la norma E.030 para pórticos un límite máximo de deriva de 0.007. Y en el sentido transversal "Y-Y" en el primer piso una deriva de 0.000045 y en el segundo piso una deriva de 0.00004875 siendo estos valores menores que las exigencias por la norma E.030 para albañilería una máxima permitido de 0.005.
3. De acuerdo a la evaluación realizada de la vulnerabilidad sísmica con los parámetros de la NTP E.030-2018, diseño sismo resistente del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres, después de la técnica de reforzamiento de adición y ensanche en las columnas, se obtuvieron los siguientes resultados, derivas en el sentido longitudinal "X-X", en el primer piso una deriva de 0.004298 y en el segundo piso una deriva de 0.00696 siendo estos valores menores que las exigidas por la norma E.030 para pórticos derivas menores de 0.007. Y en sentido transversal "Y-Y" en el primer piso una deriva de 0.00004725 en el segundo piso una deriva de 0.00005175 siendo estos valores menores que las exigencias por la norma E.030, para albañilería derivas menores de 0.005.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda hacer el estudio detallado de la vulnerabilidad sísmica en todos los pabellones de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres, haciendo uso de otras metodologías, para poder revisar las diferencias entre si y de esta manera confirmar que la técnica de adición y ensanche de columnas planteada para el reforzamiento de la estructura es la adecuada
2. Entorno a los resultados alcanzados en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en el pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres, se recomienda hacer reforzamiento con la técnica de ensanchamiento en las 6 columnas existentes de tipo C-2 y adicionar 7 columnas nuevas de tipo C-3 con una resistencia de concreto armado de 210 Kg/cm<sup>2</sup>. A fin de que dicha estructura, obtenga una rigidez y dureza adecuada en el sentido longitudinal "X-X", con la finalidad que cumpla con los parámetros de la NTP E.030 y además que tenga un buen comportamiento ante un eventual movimiento sísmico.
3. Se sugiere a las autoridades de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres, fomentar que se evalúe la vulnerabilidad sísmica al resto de los pabellones de dicha institución, ya que los resultados obtenidos de esta investigación es solo del pabellón B, al contarse con la información de la situación estructural del resto de pabellones se podría establecer un plan integral para reparar o hacer reforzamiento con una técnica adecuada a los elementos estructurales de todos los pabellones.
4. se recomienda plantear otros procedimientos o técnicas de reforzamiento como sustitución de muros de albañilería con placas de concreto o encamisado de columnas con fibras de carbono, para formular temas de investigación en relación de la presente investigación.

## **REFERENCIAS**

1. (American Concrete Institute, Estados Unidos). 2002. Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook. 2 ed. Washington, DC, Estados Unidos de América. 140 p. Federal Emergency Management Agency (FEMA) 154.
2. ABANTO, W. Diseño y Desarrollo del Proyecto de Investigación Guía de Aprendizaje, Lima-Ate UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, 2014.18pp
3. ACOSTA RODRÍGUEZ, David Leonardo, et al. Análisis estructural con ETABS, aplicando reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10).
4. AGUILAR, AGUILAR. Evaluación y reforzamiento estructural del edificio de la escuela profesional de Obstetricia UNJBG – Tacna 2017. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna.
5. ALVA, Jorge; CASTILLO, Jorge. Peligro sísmico en el Perú. Universidad Nacional de Ingeniería, 35p, 1993.
6. ALVAREZ SANCHEZ, Jhordan Javier. Análisis de vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares públicos en el distrito de Villa María del Triunfo mediante el método Índice de vulnerabilidad (Fema p-154) y su validación mediante cálculo de distorsiones laterales Lima 2019.
7. ÁLVAREZ, Viamonte; SALINOVA, Gabriela; MEDINA MANSILLA, Julissa Katherine. Análisis y Diseño Estructural de la Institución Educativa Juana Cervantes de Bolognesi-Arequipa. 2017.
8. ALZATE, A. Evaluación De La Vulnerabilidad Estructural De Las Edificaciones Indispensables Del Sector Educación Del Grupo III En El Municipio De Dosquebradas, Risaralda, UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA, 2016.
9. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, (1993). Causas, evaluación y reparación de fisuras en estructuras de hormigón. Farmington Hills, MI, USA.
10. ANGULO LUNA, Luis Jesús. Análisis sísmico de un edificio de siete pisos con sótano utilizando interacción suelo-estructura en el distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, 2017. 2017.
11. ANTONIO, PEÑA RODRIGUEZ MARCO. INGENIERO CIVIL. 2017. Tesis Doctoral. Universidad César Vallejo.



12. ARANA, V\_ PALOMNO, J. "Priorización del Reforzamiento de Colegios Públicos de Lima para la Mitigación del Riesgo Sísmico" – Lima –Perú – Pontificia Universidad Católica del Perú – 2016. 4pp
13. ARANA ALMANZA, Joel Rodrigo. "propuesta de reforzamiento estructural para devolverle la funcionalidad al pabellón p-3 de la institución educativa santa Fortunata en el distrito de Moquegua". Moquegua - 2018
14. ATC (1995). Structural response modification factors, applied Technology Council. Redwood City, CA, USA.
15. BARBAT, Alex; PUJADES, Luis. Evaluación de la Vulnerabilidad y del riesgo sísmico en zonas urbanas. Aplicación a Barcelona. En Sísmica 2004: 6º Congreso Nacional de Sismología e Engenharia Sísmica. 2004. p. 229-252.
16. BLANCO Antonio, Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. Lima 2013.
17. CALCINA PEÑA, Ramón Manuel. Evaluación del Desempeño Sísmico de un Edificio de Once Pisos Utilizando Análisis Estático y Dinámico No-Lineal. 2017.
18. CARDONA, Cristian Edwin, et al. Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables del sector educación del grupo III en el municipio de Dosquebradas, Risaralda. 2016. Tesis Doctoral. Universidad Libre Seccional Pereira.
19. CASTILLO AEDO, Jorge Luis. Peligro sísmico en el Perú. 1994.
20. CASTRO HERRERA, Marco et al. Inspección sísmica visual rápida de los edificios de la Universidad de Piura por el método fema 154. 2019. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil de la Universidad de Piura.
21. CENEPRED. Manual de Evaluación de Riesgo por Sismo. Lima\_ Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. 2017, 47pp
22. Chang (1995). Seismic vulnerability evaluation of essential facilities in menphis and shelby county, tennessee. 11ª ed. Estados Unidos: Earthquake Spectra, pp.527-544 <https://doi.org/10.1193/1.1585826>
23. CUEVAS, Rodríguez; ALONSO, Diego. Análisis sismorresistente mediante el método modal espectral de un edificio habitacional ubicado en la comuna de tomé. 2016. Tesis Doctoral. Universidad Católica de la Santísima

Concepción.data/1426210695633-9a280e72b32872161efab26a602283b/FEMAP154\_508.pdf [Consulta: 8 de setiembre de 2017].

24. D'Ayala, D. (2013). Assessing the seismic vulnerability of masonry buildings. United Kingdom: University College London. Recuperado de Disponible en: <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/123456789/5087> Emergency Management Agency. Recuperado de <https://www.fema.gov/medialibrary>
25. ESPINOZA HERRERA, Julio César. Estudio de la vulnerabilidad sísmica de una unidad educativa, caso escuela primaria de la Armada Nacional. 2016. Tesis de Maestría. Universidad de Guayaquil: Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
26. ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO (2011). Centro peruano japonés de investigación sísmica y mitigación de desastres – CISMID.
27. ETABS información general. (2016). Obtenido de CSI Computers & Structures, Inc.: <http://www.csiespana.com/software/5/etabs>
28. FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY (1998) handbook for the seismic evaluation of buildings. Washington DC, USA.
29. FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY (2002). Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards. Second Edition, NEHR, Washington DC, USA.
30. Federal Emergency Management Agency (FEMA 310). (1998). Handbook for the Seismic Evaluation of Buildings, 1998. Washington, D.C: FEDERAL EMERGENCY: The American Society of Civil Engineers.
31. Federal Emergency Management Agency (FEMA P-154). (2015). Rapid Visual Screening of Buildings for Seismic Hazards: A Handbook (3 ed.). Washington, D.C: Federal
32. FLORES, Roberto -Diagnostico Preliminar de la Vulnerabilidad Sísmica de los autoconstrucciones en Lima, 2002 p 3,56
33. FRANCISCO, M. (2012). Evaluación del riesgo sísmico en edificaciones especiales: escuelas. Aplicación a Barcelona. Universidad politécnica de Cataluña.

34. GAMEROS MONCADA, Santiago Jesus, et al. Análisis comparativo de tres tipos de refuerzo estructural para pabellones de aulas de locales escolares de dos pisos y tres aulas por piso. 2015. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, en Pontificia Universidad Católica del Perú.
35. GIRALDO EGUSQUIZA Santiago Jhonatan et al. Vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de albañilería en el Distrito de Tarica Ancash 2018. Tesis para obtener el título de ingeniero Civil. De la Universidad Cesar Vallejo.
36. GUILLIER, B., CHATELAIN, J. L., TAVERA, H., PERFETTINI, H., OCHOA, A., & HERRERA, B. (2014). Establishing Empirical Period Formula for RC Buildings in Lima, Peru: Evidence for the Impact of Both the 1974 Lima Earthquake and the Application of the Peruvian Seismic Code on High-Rise Buildings. *Seismological Research Letters*, 85(6), 1308- 1315.
37. HERNANDEZ AVILA Miguel Angel. et al. Vulnerabilidad sísmica de edificios del campus Mocambo de la Universidad Veracruzana. Tesis para obtener grado de maestro en ingeniería aplicada (estructuras) de la Universidad Veracruzana. México.
38. HERNANDEZ SAMPIERI, R.; FERNANDEZ COLLADO, C.; BAPTISTA LUCIO, M. d. Diseños no experimentales. Hernandez Sampieri R, Fernandez Collado R, Baptista Lucio P. Metodología de la Investigacion. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES SA DE CV, 2014, p. 152.  
<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/a8a99268e9bc7515adf1b0cfdfa57cbd/Edificio-de-4-pisos>.  
[https://www.researchgate.net/publication/257930977 Assessing the seismic vulnerability of masonry buildings](https://www.researchgate.net/publication/257930977_Assessing_the_seismic_vulnerability_of_masonry_buildings) [Consulta: 15 de octubre de 2017].
39. HUAMÁN RÍOS, Edgar Gerardo. Evaluación Estructural de la Institución Educativa Publica San Roque, Distrito de Mancos, Ancash basada en la Norma E. 030 2018. 2018.
40. HUAPAYA, Zegarra, et al. Guía metodológica para la elaboración participativa del Plan del Riesgo de Desastres en Instituciones Educativas. 2015.

41. INTERNATIONAL CODE COUNCIL, (2009). International Building Code. First Print, Flossmoor Road Country Club Hills, USA.
42. Johnrey L. Dapito, D. F. (2015). Two-Dimensional Analysis Vulnerability Assessment of Public Secondary Buildings in District II of Manila. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1-7. doi:10.1109/HNICEM.2015.7393217
43. LEMA TOAPANTA, Edith Pamela. Análisis y diseño de un edificio con aisladores sísmicos modelamiento en el ETABS. 2013.
44. LLANOS, L. F.; VIDAL, L. M. Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Escuelas Publicas de Cali: Una Propuesta Metodológica. Universidad del Valle. Santiago de Cali. Colombia, 2003.
45. LÓPEZ, PÉREZ Y SOLÓRZANO. Aplicación de la metodología de evaluación estructural, por desempeño sísmico para la evaluación del ala norte del edificio de la facultad de medica de la Universidad de el Salvador 2017. Tesis para optar al título de Ingeniero Civil de la Universidad de el Salvador.
46. LOPEZ LOPEZ, Cristian Bryan “Evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica para edificaciones inspeccionadas con la planilla ATC 21 sometidas a una sollicitación sísmica en la Urb. Las Gardenias del Distrito de Ate” Lima 2019
47. QUIROZ ROJAS, Edward Alberto, et al. vulnerabilidad sísmica de una edificación escolar típica módulo 780 Pre NDSR-1997 mediante modelos no lineales 2017. Tesis para optar el grado de Magister en Ingeniería Civil, en Ponteficia Universidad Católica del Perú.
48. RAMIREZ GARCIA, Pamela Del Rosario, et al. Evaluación experimental de una propuesta de reforzamiento estructural para las edificaciones escolares construidas antes de 1997- Perú. Tesis para optar el grado de Magister en Ingeniería Civil, en Pontificia Universidad Católica del Perú.
49. PAVISIC S. Yanko I. et al. Reforzamiento y reparación estructural de pilares en edificaciones de hormigón armado. 2017. Tesis para obtener el grado académico de Ingeniero Civil de la Universidad de Especialidades Espíritu. Ecuador.

## **ANEXOS**

## **Anexo 1: Declaratoria de autenticidad del autor**

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL (DE LOS) AUTOR(ES)

Yo, Aníbal Octavio Llajaruna Bendezu, alumno de la Facultad de Ingeniería Civil y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Ate declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulado. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento estructural del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho 2019.

Son:

1. De mi autoría
2. El presente Tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. La Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en la presente Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

Lima 01 de agosto 2020

.....

Llajaruna Bendezu Aníbal Octavio

DNI: 10185526

## **Anexo 2: Declaratoria de autenticidad del asesor**

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, José Antonio Contreras Velásquez, docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Ate, revisor del trabajo de investigación titulado. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento estructural del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho 2019. Del estudiante Aníbal Octavio Llajaruna Bendezú, constato que la investigación tiene un índice de similitud de .....% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y he concluido que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 01 de agosto 2020

.....  
José Antonio Contreras Velásquez

DNI: 10261467

### Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

| Variable                                 | Definición conceptual   | Definición operacional   | Dimensiones  | Indicadores  | Instrumentos de medición   |
|--|---|--|--|--|--|
| <b>V.I.</b><br>Reforzamiento estructural | Son técnicas de reforzamiento a elementos estructurales principales como: ( cimientos, columnas, muros, vigas, escaleras y vigas) que presentan deficiencias en el concreto, acero y en la calidad de la edificación  | Para garantizar la seguridad estructural ante un evento en la I.E. Antonia moreno de Cáceres de SJL.   | Análisis y diseño de los elementos estructurales             | Resistencia de los elementos estructurales   | Software Etabs.<br>Estudio de suelos<br>Estudio geofísico<br>Ensayo diamantino |
| <b>V.D.</b><br>Vulnerabilidad sísmica    | Se denomina vulnerabilidad al grado de daño que sufre una estructura debido a un evento sísmico o determinadas características, entonces la vulnerabilidad es una condición previa que se manifiesta durante el desastre, cuando no se ha invertido suficiente en prevención y mitigación y se ha aceptado un nivel de riesgo demasiado elevado. (Organización panamericana de salud, 2004, p.10) | Para determinar la vulnerabilidad sísmica de una edificación esencial como del colegio se va utilizar metodologías distintas y la norma sismo resistente peruana E-030 | FEMA 154   | -S menor de 2.0: Alta vulnerabilidad, requiere de evaluación especial<br>-S entre 2.0 y 2.5 Media vulnerabilidad<br>-S mayor a 2.5 Baja vulnerabilidad | Formato Fema 154   |
|  |   |  | Análisis estático y dinámico de acuerdo a la norma E.03-2018 | -Cortante basal<br>-Periodos y modos de vibración<br>-Derivas y desplazamientos  | Software Etabs.<br>Estudio de suelos<br>Estudio geofísico<br>Ensayo diamantino |

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 4: Datos complementarios

### Anexo 4.1. Descripción del proyecto de investigación

El presente proyecto de investigación denominado “Evaluación de la Vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento estructural del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho 2019”, busca minimizar las posibles fallas estructurales, realizando una evaluación a los principales elementos estructurales como columnas, vigas y tipo de suelo. Para posteriormente poder ejecutar los reforzamientos que está planteado en mi proyecto de investigación.

Así mismo se mostrarán los resultados de los ensayos de evaluación de la estructura de los principales elementos, los cuales se ha determinado con los ensayos de la diamantina, estudio de suelo, dichos ensayos dieron como resultado deficiente resistencia de concreto por lo que es necesario el reforzamiento planteado en mi investigación.

### Ubicación del proyecto de investigación

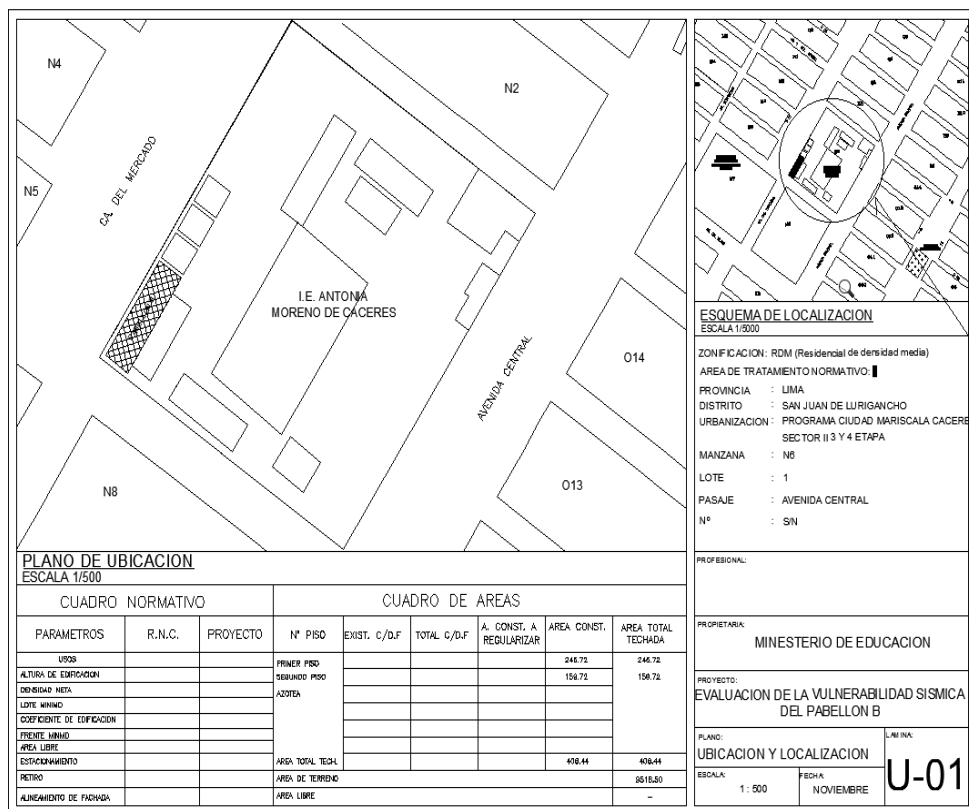


Figura 1. Ubicación del colegio Antonia Moreno de Cáceres  
Fuente: Elaboración propia

En este proyecto de investigación, analizaré una alternativa de reforzamiento que se han planteado en los diversos trabajos de investigación. Este análisis está basado en el proyecto de norma peruana de diseño sismorresistente del año 2018 cuyos parámetros son más exigentes y acordes con la sismicidad del país. El pabellón B de dos pisos materia del análisis cuenta con tres aulas por piso. Se evaluarán, además, los diversos estados en las que se encuentran los colegios, como el tipo de suelo y la zona sísmica en la que se ubican. Luego de obtener los resultados de los análisis, se hará las comparaciones y conclusiones a fin de determinar y recomendar que tipo de refuerzo es la más adecuada y que cumpla con los parámetros establecidos en la norma peruana E-030 del año 2018.

#### **4.1.1 Descripción del pabellón del colegio**

El pabellón B del colegio Antonia Moreno de Cáceres es un módulo de dos pisos con una planta rectangular de aproximadamente 24.2 m x 6.60 m. Cuentan con tres aulas adyacentes por nivel. Las estructuras están conformadas por pórticos de concreto armado bastante flexibles en la dirección longitudinal (“X-X”) y muros de albañilería confinada de buena rigidez en la dirección transversal (“Y-Y”). Los techos son losas aligeradas unidireccionales con espesor de 20 cm. Las aulas tienen ventanas altas en los muros en la parte posterior y ventanas bajas en los muros del frente. Los alféizares de las ventanas son muros de ladrillo con (tabiques) no tiene separación.

La distribución por ambientes del pabellón B del colegio Antonia Moreno de Cáceres se muestra en las figuras 2 y 3 donde se observa la arquitectura en planta y elevación del primer y segundo piso.

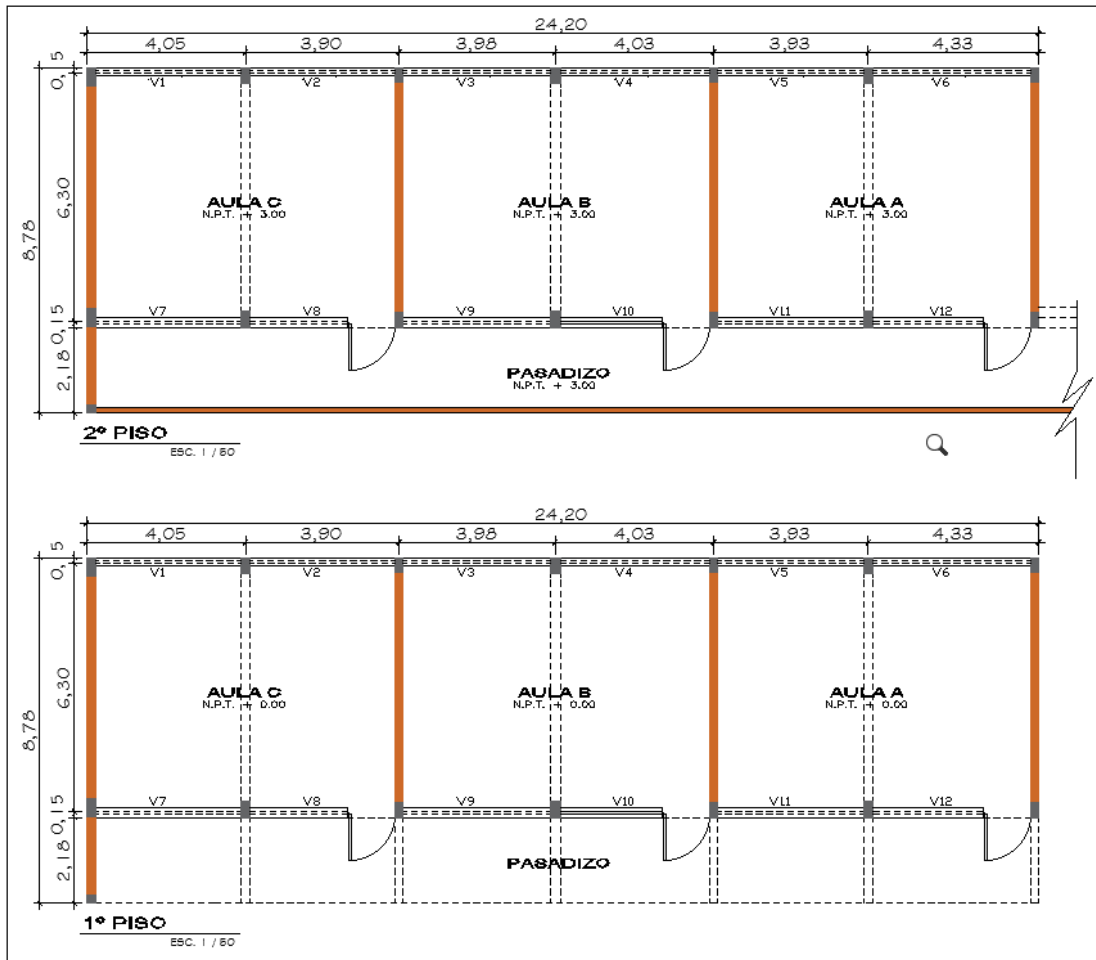


Figura 2. Vista arquitectónica del pabellón B

Fuente: Elaboración propia

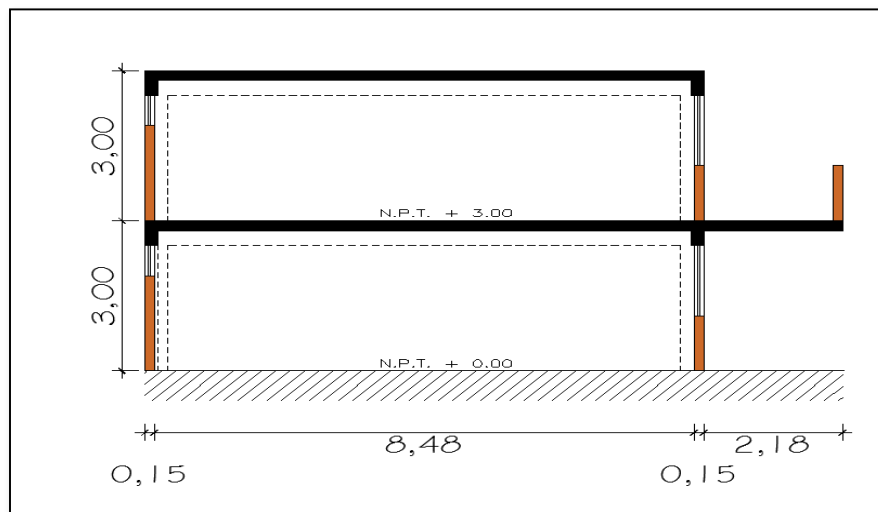


Figura 3. Vista en corte y elevación del pabellón B

Fuente: Elaboración propia

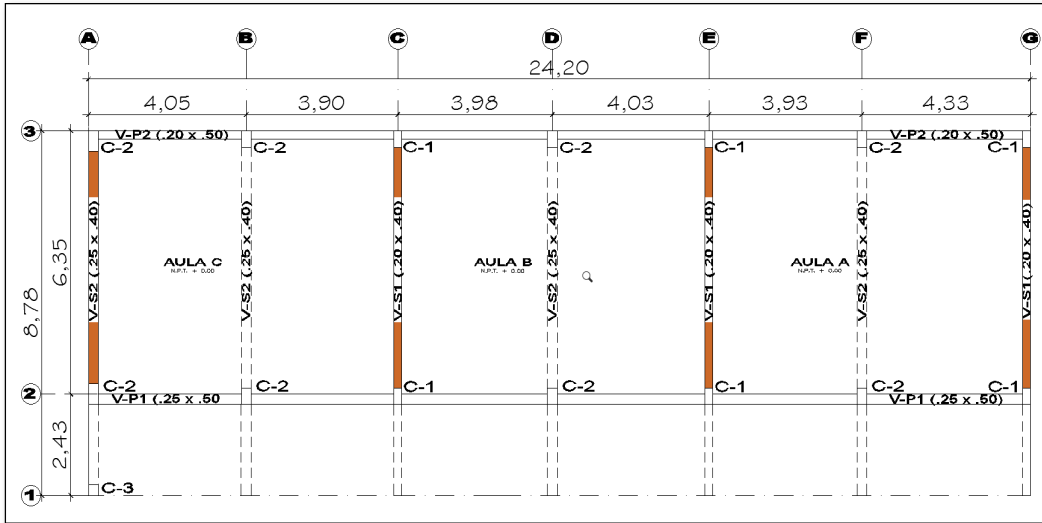


Figura 4. Plano de columnas y vigas de pabellón B  
Fuente: Elaboración propia

|                    |          | CUADRO DE COLUMNAS   |  |  |
|--------------------|----------|--|--|--|
|                    |          | ESC. 1/25  |  |  |
| TIPO               |          | C - 1  | C - 2  | C - 3  |
| DIMENSION          |          |  |  |  |
|                    |          | confinamiento  ambos extremos                              | confinamiento  ambos extremos                | confinamiento  ambos extremos                |
| 1° PISO<br>2° PISO | ACERO    | 4 • Ø 1/2"   | 6 • Ø 5/8"                                   | 4 • Ø 1/2"                                   |
|                    | ESTRIBOS | 2  Ø 3/8",<br>1 @ 0.05, 6 @ 0.10,<br>3 @ 0.15, Rto. @ 0.20 | Ø 3/8",<br>1 @ 0.05, 5 @ 0.10<br>Rto. @ 0.20 | Ø 3/8",<br>1 @ 0.05, 5 @ 0.10<br>Rto. @ 0.20 |

Figura 5. Cuadro de columnas del pabellón B  
Fuente: Elaboración propia

| CUADRO DE VIGAS 1° Y 2° PISO  |  |  |  |
|---|--|--|--|
|   |  |  |  |
| V-P1  | V-P2   | V-S1   | V-S2   |
| 6 • Ø 5/8"  | 4 • Ø 5/8"   | 4 • Ø 5/8"   | 4 • Ø 5/8"   |
| Ø 3/8"  | 2 • Ø 1/2"   | 2 • Ø 1/2"   | 2 • Ø 1/2"   |
| 1 @ 0.05, 4 @ 0.10,<br>Resto @ 0.20<br>(Confinar extremos)<br>ESC. 1.25 | 1  Ø 3/8"<br>1 @ 0.05, 4 @ 0.10,<br>Resto @ 0.20<br>(Confinar extremos)<br>ESC. 1.25 | 1  Ø 3/8"<br>1 @ 0.05, 4 @ 0.10,<br>Resto @ 0.20<br>(Confinar extremos)<br>ESC. 1.25 | 1  Ø 3/8"<br>1 @ 0.05, 4 @ 0.10,<br>Resto @ 0.20<br>(Confinar extremos)<br>ESC. 1.25 |

Figura 6. Cuadro de vigas del pabellón B  
Fuente: Elaboración propia

## 4.2. Metodología de evaluación rápida Fema 154

Es una evaluación visual rápida de la vulnerabilidad sísmica estructura del 1° y 2° piso del pabellón B de la Institución Educativa Antonia Moreno de Cáceres.

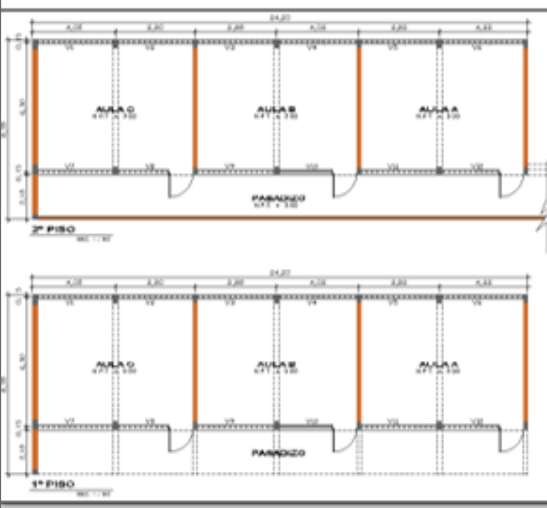

| Rapid visual screening of Building for Potential Seismic Hazards<br>FEMA- 154 Data Collection Form  |            |             |   |            |            |   |                 |             |   |                          |                          | MODERATE Seismicity                                      |                          |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|------------|-------------|---|------------|------------|---|-----------------|-------------|---|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------|---|------|--|--|--|--|--|--|--|--|
|    |            |             |   |            |            |   |                 |             |   |                          |                          | Address: PROGRAMA MARCAL, CÁCERES SAN JUAN DE LURIGANCHO |                          |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |            |             |   |            |            |   |                 |             |   |                          |                          | I.E. ANTONIA MORENO DE CÁCERES Zip _____                 |                          |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Other identifiers _____   |            |             |   |            |            |   |                 |             |   |                          |                          |  |                          |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| No. Stories _____ year Built <u>1988</u>  |            |             |   |            |            |   |                 |             |   |                          |                          |  |                          |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Screener _____ Date <u>16/09/2019</u>   |            |             |   |            |            |   |                 |             |   |                          |                          |  |                          |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Total Floor Area (sq. Ft.) _____  |            |             |   |            |            |   |                 |             |   |                          |                          |  |                          |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Building name <u>1º Y 2º PISO PABELLÓN B</u>  |            |             |   |            |            |   |                 |             |   |                          |                          |  |                          |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Use <u>AULAS (A, B Y C) DEL PRIMER Y SEGUNDO PISO</u>   |            |             |   |            |            |   |                 |             |   |                          |                          |  |                          |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |            |             |   |            |            |   |                 |             |   |                          |                          |  |                          |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |            |             |   |            |            |   |                 |             |   |                          |                          |  |                          |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| OCCUPANCY   |            |             | SOIL  |            | TYPE       |   |                 |             |   |                          | FALLING HAZARDS          |  |                          |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Assembly  | Govt       | Office      | Number of persons<br>0-10 11-100<br>101-1000 1000+            | A          | B          | C   | D               | E           | F   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>                                 | <input type="checkbox"/> |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Commercial  | Historic   | Residential |   | Hard       | Avg.       | Dense   | Stiff           | Soft        | Poor  | Unreinforced chimneys    | parapets                 | cladding   | other                    |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Emer. Services  | Industrial | school      | Rock  | Rock       | Soil       | Soil  | Soil            | Soil        |   |                          |                          |  |                          |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>   |            |             |   |            |            |   |                 |             |   |                          |                          |  |                          |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BUILDING TYPE   | W1         | W2          | S1<br>(MRF)   | S2<br>(BR) | S3<br>(LM) | S4<br>(RC SW)   | S5<br>(URM INF) | C1<br>(MRF) | C2<br>(SW)  | C3<br>(URM INF)          | PC1<br>(TU)              | PC2  | RM1<br>(FD)              | RM2<br>(RD)                                   | URM  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| BASIC SCORE   | 5.2        | 4.8         | 3.6   | 3.6        | 3.8        | 3.6   | 3.6             | <b>3.0</b>  | 3.6   | <b>3.2</b>               | 3.2                      | 3.2  | 3.6                      | 3.4   | 3.4  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Mid Rise (4 to 7 stories)   | N/A        | N/A         | +0.4  | +0.4       | N/A        | +0.4  | +0.4            | +0.2        | +0.4  | +0.2                     | N/A                      | +0.4   | +0.4                     | +0.4  | -0.4 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| High rise (> 7 stories)   | N/A        | N/A         | +1.4  | +1.4       | N/A        | +1.4  | +0.8            | +0.5        | +0.8  | +0.4                     | N/A                      | +0.6   | N/A                      | +0.6  | N/A  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Vertical irregularity   | -3.5       | -0.3        | -2.0  | -2.0       | N/A        | -2.0  | -2.0            | -0.2        | -2.0  | -2.0                     | N/A                      | -1.5   | -2.0                     | -1.5  | -1.5 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Plan irregularity   | -0.5       | -0.5        | -0.5  | -0.5       | -0.5       | -0.5  | -0.5            | -0.5        | -0.5  | -0.5                     | -0.5                     | -0.5   | -0.5                     | -0.5  | -0.5 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pre- code   | 0.0        | -0.2        | -0.4  | -0.4       | -0.4       | -0.4  | -0.2            | <b>-1.0</b> | -0.4  | <b>-1.0</b>              | -0.2                     | -0.4   | -0.4                     | -0.4  | -0.4 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pos- Benchmark  | +1.6       | +1.6        | +1.4  | +1.4       | N/A        | +1.2  | N/A             | +1.2        | +1.6  | N/A                      | +1.8                     | N/A  | 2.0                      | +1.8  | N/A  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Soil Type C   | -0.2       | -0.8        | -0.6  | -0.8       | -0.6       | -0.8  | -0.8            | -0.6        | -0.8  | -0.6                     | -0.6                     | -0.6   | -0.8                     | -0.6  | -0.4 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Soil Type D   | -0.6       | -1.2        | -1.0  | -1.2       | -1.0       | -1.2  | -1.2            | <b>-1.0</b> | -1.2  | <b>-1.0</b>              | -1.0                     | -1.2   | -1.2                     | -1.2  | -0.8 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Soil Type E   | -1.2       | -1.8        | -1.6  | -1.6       | -1.6       | -1.6  | -1.6            | -1.6        | -1.6  | -1.6                     | -1.6                     | -1.6   | -1.6                     | -1.6  | -1.6 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| FINAL SCORE S   |            |             |   |            |            |   |                 |             | 1   |                          | 1.2                      |  |                          |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| COMMENTS La estructura del pabellón B de la Institución Educativa Antonia Moreno de Cáceres de San Juan de Lurigancho requiere una evaluación a detalle de acuerdo puntaje obtenido |            |             |   |            |            |   |                 |             |   |                          |                          |  |                          | Detailed Evaluation Required<br><b>YES</b> NO |      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| -Estimated, subjective, or unreliable data<br>DNK= Do Not Know  |            |             | BR= Braced Frame<br>FD= Flexible diaphragm<br>LM= Light metal |            |            | MRF = Moment- resisting frame<br>RC= Reinforced concrete<br>RD= Rigid diaphragm |                 |             | SW= Shear wall<br>TU= Tip up<br>URM NF= Unreinforced masonry infill |                          |                          |  |                          |   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |

Figura 7. Formato evaluación rápida Fema 154  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1 Puntaje final S y Grado de vulnerabilidad sísmica

El puntaje estructural final S para una edificación, se determina mediante la suma y/o resta de los valores de los modificadores como tipo de suelo, tipo de estructura año de construcción. Una vez obtenido el puntaje final S, el evaluador deberá marcar con una X o visto el grado de vulnerabilidad de la estructura. Si S es mayor a 2.5 se considera que la estructura tiene una vulnerabilidad baja, si resultado S esta entre 2 y 2.5 se considera una edificación de vulnerabilidad media y si el puntaje final S es menor a 2, entonces será una estructura de alta vulnerabilidad y requerirá una evaluación especial, realizado por un ingeniero experto en diseño estructural.

Fundamentalmente, el puntaje final S, es una estimación o probabilidad de que la edificación colapsará si se produce un evento sísmico. Esta estimación se basa en los modificadores antes mencionados y en la habilidad del profesional a cargo de la evaluación para tomar los datos correctos; por lo tanto, es una calificación de vulnerabilidad frente a eventos sísmicos aproximada.

#### Cuadro de vulnerabilidad sísmica

| Rango de S                 | Vulnerabilidad sísmica                                |
|----------------------------|---|
| <b>S &lt; 2.0</b>          | Alta vulnerabilidad, requiere una evaluación especial |
| <b>2.0 &lt; S &lt; 2.5</b> | Mediana vulnerabilidad                                |
| <b>S &gt; 2.5</b>          | Baja vulnerabilidad                                   |

Fuente: norma técnica de la construcción ecuatoriana NEC 2015 (Pag. 45)

### 4.3. Evaluación sísmica estática y dinámica de acuerdo a la norma E 030 del pabellón existente

Normas aplicables

Para el diseño estructural del módulo sistémico se tomaron en cuenta las siguientes exigencias del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), en sus normas estructurales.

Norma técnica de Edificación E.020. Cargas

Norma técnica de Edificación E.030. Diseño Sismorresistente

Norma técnica de Edificación E.050. Cimentaciones

Norma técnica de Edificación E.060. Concreto Armado

Norma técnica de Edificación E.070. Albañilería

#### 4.3.1 Parámetros de diseño

##### 4.3.1.1 Características de los materiales

Para los efectos del análisis realizado al pabellon B de I.E, Antonia Moreno de Cáceres se han adoptado para los elementos estructurales los siguientes valores que se detallan a continuación.

**Tabla 2.** *Características de los materiales*

| Material                   | Resistencia  | Consideración              |
|----------------------------|--|----------------------------|
| F <sub>y</sub> de acero    | 4200 Kg/cm <sup>2</sup>  | Datos de la norma          |
| F <sub>c</sub> de vigas    | 109.73 Kg/cm <sup>2</sup> (E= 217370 kg/cm <sup>2</sup> )            | Obtenido en el laboratorio |
| F <sub>c</sub> de columnas | 117.37 Kg/cm <sup>2</sup> (E= 217370 kg/cm <sup>2</sup> )            | Obtenido en el laboratorio |
| Albañilería                | F <sub>m</sub> = 65kg/cm <sup>2</sup> (E= 32500 kg/cm <sup>2</sup> ) | Datos de norma             |

*Fuente:* Elaboración propia

#### 4.3.1.2 Cargas de gravedad

Las cargas verticales se evaluaron conforme a la norma de Estructura E.020 Cargas. Los pesos de los elementos no estructurales se estimaron a partir de sus dimensiones reales con sus correspondientes peso específico. A continuación se detallan las cargas típicas (muertas y vivas) que se consideraron en el presente análisis.

#### 4.3.1.3 Cargas muertas (D)

Se establece que las cargas muertas de diseño son las siguientes:

- 2400 Kg/m<sup>3</sup> para concreto
- 1800 Kg/ m<sup>3</sup> para muros de albañilería

#### 4.3.1.4 Cargas vivas (L)

Se establece que las cargas vivas de diseño son las siguientes:

- 250 Kg/m<sup>2</sup> para aulas
- 400 Kg/ m<sup>2</sup> para los pasadizos
- 100 Kg/ m<sup>2</sup> para la azotea

Para el cálculo del peso total de la edificación se usó el 100% de la carga muerta más el 50% de la carga viva de techo según lo indicado en la Norma de estructuras E: 030 correspondiente a las edificaciones esenciales de categoría A2.

Los parámetros sísmicos considerados para el análisis del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres son los siguientes.

**Tabla 3. Parámetros sísmicos**

| Parámetros     | Valores a usar | Motivo   |
|----------------|----------------|--|
| Factor de zona | Z = 0.45       | Porque el pabellón B materia del análisis está localizado en la zona 4 |
| Factor de uso  | U = 1.5        | Edificaciones esenciales categoría A2.                                 |

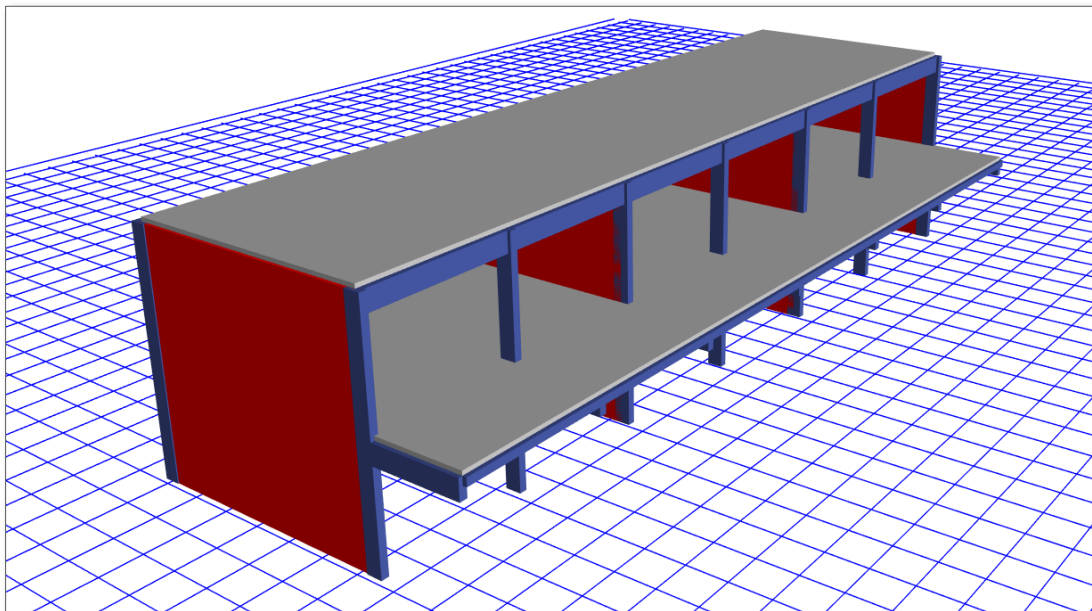


|  |   |  |
|--|---|--|
| Perfil de suelo (GP)                               | S2 = suelo intermedio                                   | Dato de microzonificación de CISMID de año 2011 San Juan de Lurigancho   |
| Factor de suelo (S)                                | (S2) = 1.05   | De acuerdo al tipo del perfil del suelo                                  |
| Coefficiente de reducción de la fuerza sísmica (R) | R = 8 eje longitudinal (X)<br>R = 3 eje transversal (Y) | Pórtico de concreto armado.<br>Albañilería confinada.                    |
| Factor de amplificación sísmica (S)                | C = 2.5 en (X)<br>C = 2.5 en (Y)                        | Periodo del suelo S2 mayores a los posibles a alcanzar por la estructura |

*Fuente:* Elaboración propia

#### 4.3.2 Modelamiento sísmico del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres

Para el modelamiento del sistema estructural del pabellón de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres se usó el software CSI ETABS Ultimate 17.0.1 Build 1888 x 64.



*Figura 8.* Vista en 3D del pabellón B, sin reforzamiento

*Fuente:* Elaboración propia.

#### 4.3.2.1 Análisis estático de estructura inicial

**Periodo fundamental de vibración:** Para el cálculo del periodo fundamental se usó la fórmula de Rayleigh.

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2\right)}{\left(g \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i\right)}}$$

**Tabla 4.** *Periodo fundamental en "X"*

| Periodo fundamental en "X" |              |        |                  |              |                      |                |
|----------------------------|--------------|--------|------------------|--------------|----------------------|----------------|
| PISO                       | Vi           | Pi     | fi               | di (CM)      | Pi x di <sup>2</sup> | fi x di        |
|                            | tonf         | tonf   | tonf             | m            | seg                  |                |
| PISO 2                     | 66.90        | 208.04 | 66.90            | 0.013585     | 0.03839              | 0.90884        |
| PISO 1                     | 122.89       | 348.19 | 55.99            | 0.005009     | 0.00874              | 0.28045        |
|                            |              |        |                  | <b>Σ</b>     | <b>0.04713</b>       | <b>1.18929</b> |
| <b>Tx =</b>                | <b>0.399</b> | seg    | <b>0.85 Tx =</b> | <b>0.339</b> | seg                  |                |

*Fuente:* Elaboración propia

El periodo fundamental T determinado en "X" se ha multiplica por 0.85 porque no se consideró la rigidez de los elementos no estructurales como indica la norma E.030

**Tabla 5.** *Periodo fundamental en "Y"*

| Periodo fundamental en "Y" |              |        |                  |              |                      |                |
|----------------------------|--------------|--------|------------------|--------------|----------------------|----------------|
| PISO                       | Vi           | Pi     | fi               | di (CM)      | Pi x di <sup>2</sup> | fi x di        |
|                            | tonf         | tonf   | tonf             | m            | seg                  |                |
| PISO 2                     | 178.6072     | 208.04 | 178.61           | 0.000114     | 0.00000              | 0.02036        |
| PISO 1                     | 328.0695     | 348.19 | 149.46           | 5.40E-05     | 0.00000              | 0.00807        |
|                            |              |        |                  | <b>Σ</b>     | <b>0.00000</b>       | <b>0.02843</b> |
| <b>Ty =</b>                | <b>0.023</b> | seg    | <b>0.85 Ty =</b> | <b>0.020</b> | seg                  |                |

*Fuente:* Elaboración propia

El período fundamental T determinado en “X” se ha multiplica por 0.85 porque no se consideró la rigidez de los elementos no estructurales como indica la norma E.030

#### 4.3.2.2 Factor de amplificación sísmica “C”

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

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

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

$$\frac{C}{R} \geq 0,11$$

Teniendo los valores de  $T_p = 0.6$  y  $T_L = 2.00$  según la tabla N° 4 de la norma E.03 el cual se establece de acuerdo al perfil del suelo determinado ( $S_2$ ) se calcula el valor el factor de amplificación sísmica C con la condición del factor de amplificación sísmica:

$$T < T_p$$

$C_x = 2.5$  porque se determina con la condición  $T < T_p$  porque  $0.339 < 0.6$

$C_y = 2.5$  porque se determina con la condición  $T < T_p$  porque  $0.020 < 0.6$

La condición  $\frac{C}{R} > 0.11$  cumple en ambos casos como se muestra a continuación

$$C_x = \frac{2.50}{8} = 0.3125$$

$$C_y = \frac{2.50}{3} = 0.833$$

#### 4.3.2.3 Cortante Basal estática

Las cargas muertas son el peso propio tanto de los elementos estructurales y de los elementos no estructurales son las fuerzas verticales hacia abajo.

Las cargas vivas son elementos movibles sobre la estructura que incluye el peso de la misma junto con el mobiliario, equipamiento personas en general cargas producidas por el uso.

**Tabla 6. Cortante Basal en "X"**

|             |                |
|-------------|----------------|
| <b>Z =</b>  | <b>0.45</b>    |
| <b>U =</b>  | <b>1.50</b>    |
| <b>S =</b>  | <b>1.05</b>    |
| <b>Rx =</b> | <b>8.00</b>    |
| <b>Cx =</b> | <b>2.50</b>    |
| <b>Cx =</b> | <b>2.500</b>   |
| <b>Kx =</b> | <b>1.000</b>   |
|             |                |
| <b>P =</b>  | <b>556.230</b> |
|             |                |
| <b>Vx =</b> | <b>123.200</b> |

*Fuente:* Elaboración propia

$$V_y = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P$$

$$V_x = \frac{0.45 \times 1.50 \times 2.5 \times 1.05}{8} \times 556.23 = 123.20 \text{ T}$$

**Tabla 7. Cortante Basal en "Y"**

|             |                |
|-------------|----------------|
| <b>Z =</b>  | <b>0.45</b>    |
| <b>U =</b>  | <b>1.50</b>    |
| <b>S =</b>  | <b>1.05</b>    |
| <b>Ry =</b> | <b>3.00</b>    |
| <b>Cy =</b> | <b>2.500</b>   |
| <b>Ky =</b> | <b>1.000</b>   |
|             |                |
| <b>P =</b>  | <b>556.230</b> |
|             |                |
| <b>Vy =</b> | <b>328.520</b> |

*Fuente:* Elaboración propia

$$V_y = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P$$

$$V_y = \frac{0.45 \times 1.50 \times 2.5 \times 1.05}{3} \times 556.23 = 328.52 \text{ T}$$

#### 4.3.2.4 Distribución de la fuerza sísmica en altura

Para calcular el valor de k (exponente) para T menor que 0.5 segundos se debe cumplir la siguiente condición  $k = 1.0$ , según artículo 28.3.2 inciso b, de la NTP – E.030, el valor T = 0.339 segundos

**Tabla 8.** Fuerzas en la altura para el análisis sísmico longitudinal.

| Entrepiso | h | hi (al piso) | hi <sup>k</sup> | Peso (Pi) | Pi*(hi) <sup>k</sup> | Fi (T)  |
|-----------|---|--------------|-----------------|-----------|----------------------|---------|
| 2         | 3 | 6            | 6.00            | 208.04    | 1248.24              | 67.07   |
| 1         | 3 | 3            | 3.00            | 348.19    | 1044.57              | 56.13   |
|           |   |              |                 |           | 2292.81              | 123.200 |

*Fuente:* Elaboracion propia

La fuerza cortante en la base en el sentido longitudinal (X-X) es 123.200 toneladas y se distribuye de la siguiente manera:

1° piso = 56.13 toneladas

2° piso = 67.07 toneladas

Para calcular el valor de k (exponente) para T menor que 0.5 segundos se debe cumplir la siguiente condición  $k = 1$  según artículo 28.3.2 inciso a, de la NTP – E.030 y según la tabla 10 el valor de T = 0.020 segundos.

**Tabla 9.** Fuerzas en la altura para el análisis sísmico transversal

| Entrepiso | h | hi (al piso) | hi <sup>k</sup> | Peso (Pi) | Pi*(hi) <sup>k</sup> | Fi (T)  |
|-----------|---|--------------|-----------------|-----------|----------------------|---------|
| 2         | 3 | 6            | 6.00            | 208.04    | 1248.24              | 178.85  |
| 1         | 3 | 3            | 3.00            | 348.19    | 1044.57              | 149.67  |
|           |   |              |                 |           | 2292.81              | 328.520 |

*Fuente:* Elaboracion propia

La fuerza cortante en la base en el sentido transversal (Y-Y) es 328.520 toneladas y se distribuye de la siguiente manera:

1° piso = 149.67 toneladas

2° piso = 178.85 toneladas

#### 4.3.2.5 Análisis dinámico espectral de la estructura inicial espectros

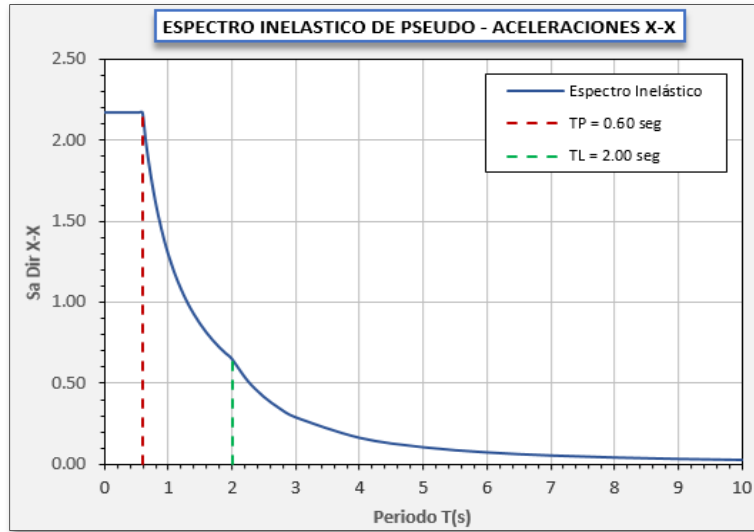


Figura 9. Espectro inelástico de pseudo aceleración en “X - X”

Fuente: Elaboración propia

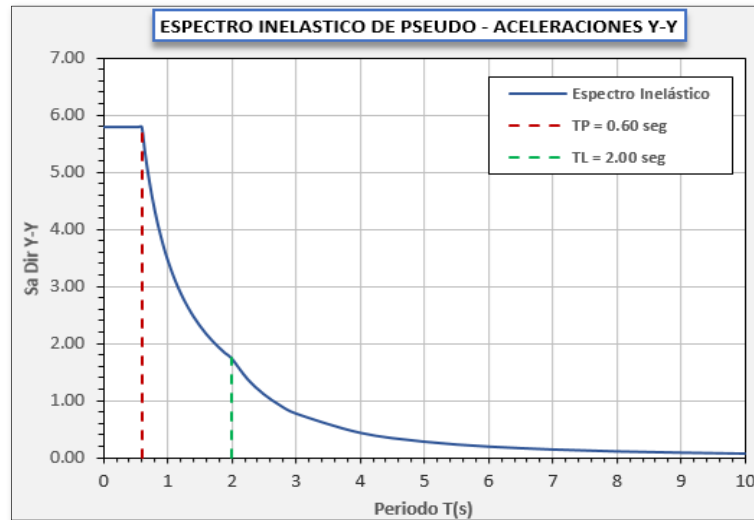


Figura 10. Espectro inelástico de pseudo aceleración en “Y - Y”

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2.6 Modos y períodos fundamentales y masas participativas

**Tabla 10.** *Periodo y masa participativa del pabellón B*

| Modal Participating Mass Ratios |      |               |           |        |    |        |        |
|---------------------------------|------|---------------|-----------|--------|----|--------|--------|
| Case                            | Mode | Period<br>sec | UX        | UY     | UZ | Sum UX | Sum UY |
| Modal                           | 1    | 0.4           | 0.7903    | 0      | 0  | 0.7903 | 0      |
| Modal                           | 2    | 0.096         | 0.2097    | 0      | 0  | 1      | 0      |
| Modal                           | 3    | 0.023         | 0         | 0.8707 | 0  | 1      | 0.8707 |
| Modal                           | 4    | 0.021         | 3.095E-06 | 0.004  | 0  | 1      | 0.8747 |
| Modal                           | 5    | 0.008         | 0         | 0.1246 | 0  | 1      | 0.9993 |
| Modal                           | 6    | 0.008         | 0         | 0.0007 | 0  | 1      | 1      |

*Fuente:* Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 10 el periodo del modal 1 es 0.4 segundos con una masa participativa de 79.03% en el sentido longitudinal X - X y un período de 0.008 segundos con una masa participativa de 99.93% en el modal 5 en el sentido longitudinal Y-Y, cumpliendo así con lo establecido en la norma E.030

#### 4.3.2.7 Fuerza cortante mínima

**Tabla 11.** *Fuerza cortante estática y dinámica mínima en Vx y Vy del pabellón B*

| Cortante Estática y Dinámica  |          |          |
|---|----------|----------|
|   | Vx (Ton) | Vy (Ton) |
| Cortante estática   | 123.2    | 328.52   |
| Cortante Dinámica   | 100.78   | 290.08   |
| E: 0.30, Artículo 29 - 29.4.1 : Cortante dinámica mínima 80% de cortante estática |          |          |
| 80 % Estática   | 98.56    | 262.816  |
| Condición : <b>Sí cumple</b>  |          |          |

*Fuente:* Elaboración propia

La fuerza cortante dinámica es 100.78 Ton, en dirección “X” y 290.08 Ton, en dirección “Y”, son mayores del mínimo permitido que es el 80% del valor calculado según el artículo 29.4.1 de la norma E.03 para estructuras regulares.

#### 4.3.2.8 Distorsiones o derivas

**Tabla 12.** *Distorsiones o derivas en “X” cuando  $R = 8$*

| CONTROL DE DERIVAS (ENTREPISO) - PABELLÓN B - DIRECCIÓN X APORTICADO |             |                        |                                     |          |                   |                  |
|--|-------------|------------------------|-------------------------------------|----------|-------------------|------------------|
| Piso   | Altura (cm) | Desplazamiento (D) cm. | Corrección $0.75 \times R \times D$ | Deriva   | Deriva permisible | Condición        |
| 2  | 600         | 1.1569                 | 6.9414                              | 0.014762 | 0.007             | <b>NO CUMPLE</b> |
| 1  | 300         | 0.4188                 | 2.5128                              | 0.008376 | 0.007             | <b>NO CUMPLE</b> |

*Fuente:* Elaboracion propia

De acuerdo a los datos de la tabla 12 se observa que las derivas del primer y segundo piso superan a los valores permitidos como esta señalado en el artículo 32 de la norma E.030. Por lo que se requiere reforzamiento en la rigidez de la estructura en ese sentido.

**Tabla 13.** *Distorsiones o derivas en “Y” cuando  $R = 3$*

| CONTROL DE DERIVAS (ENTREPISO) - PABELLÓN B - DIRECCIÓN Y ALBAÑILERÍA |             |                        |                                     |            |                   |                  |
|---|-------------|------------------------|-------------------------------------|------------|-------------------|------------------|
| Piso  | Altura (cm) | Desplazamiento (D) cm. | Corrección $0.75 \times R \times D$ | Deriva     | Deriva permisible | Condición        |
| 2   | 600         | 0.0125                 | 0.028125                            | 0.00004875 | 0.005             | <b>SI CUMPLE</b> |
| 1   | 300         | 0.006                  | 0.0135                              | 0.000045   | 0.005             | <b>SI CUMPLE</b> |

*Fuente:* Elaboracion propia

De acuerdo a los datos de la tabla 13 se observa que las derivas del primer y segundo piso no superan a los valores permitidos como esta señalado en el artículo 32 de la norma E.030. Por lo que no requiere reforzamiento de la rigidez de la estructura en ese sentido.

#### 4.3.2.9 Analisis de irregularidades

La Norma de Diseño Sismoresistente E.030 establece parámetros para definir si una edificación es irregular o regular. Cada irregularidad tiene un factor establecido,



el cual se le asignará al coeficiente de reducción sísmica del pabellón B y en caso de existir más de una irregularidad, se toma el menor de ellos.

#### 4.3.2.9.1 Irregularidades estructurales en altura ( la )

##### Irregularidad de Rigidez-Piso Blando:

Se da cuando la rigidez lateral de un entrepiso es menor al 70% de la rigidez lateral del entrepiso superior o es menor al 80% del promedio de los tres niveles superiores. La rigidez lateral se calcula como la razón entre la fuerza cortante y el desplazamiento relativo en el centro de masa.

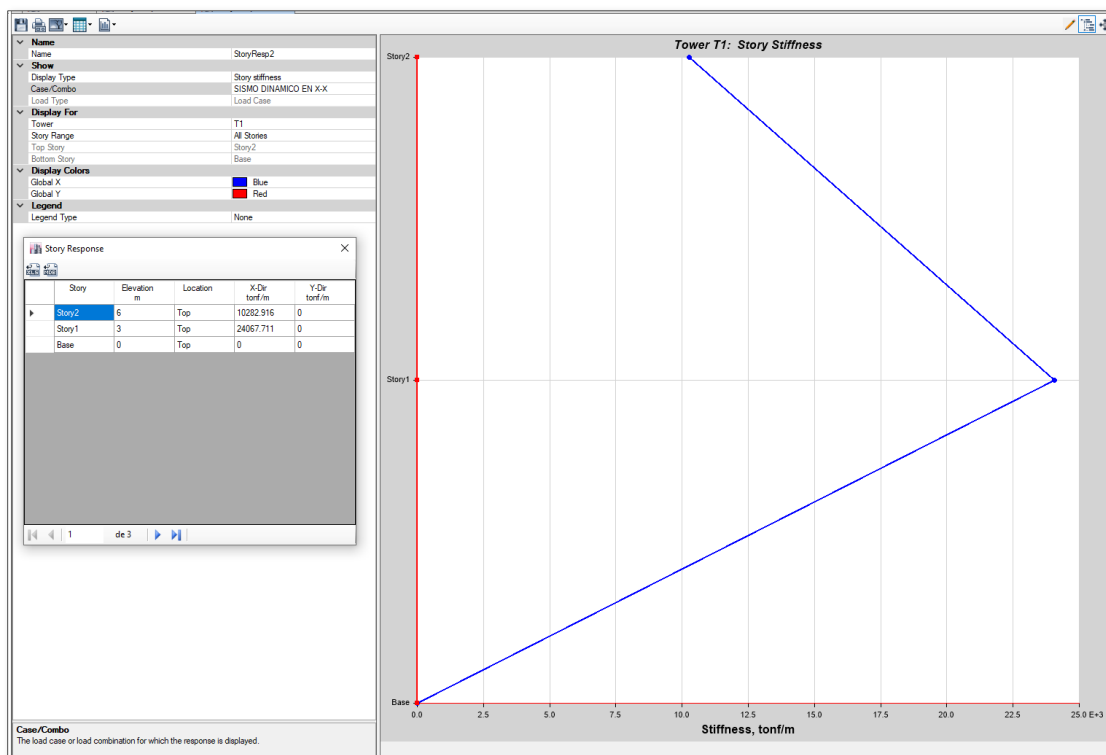


Figura 11. Rigidez en el sentido “X”

Fuente: Elaboración propia

La rigides del primero es 24067.711 tonf/m, del segundo piso es 10282.916 tonf/m el 70% del rigides del segundo piso es 7198.0412 tonf/m, cuyo valor es mucho menor que la rigides del primer piso por lo tanto no existe irregularidad de piso blando en el sentido “X”.

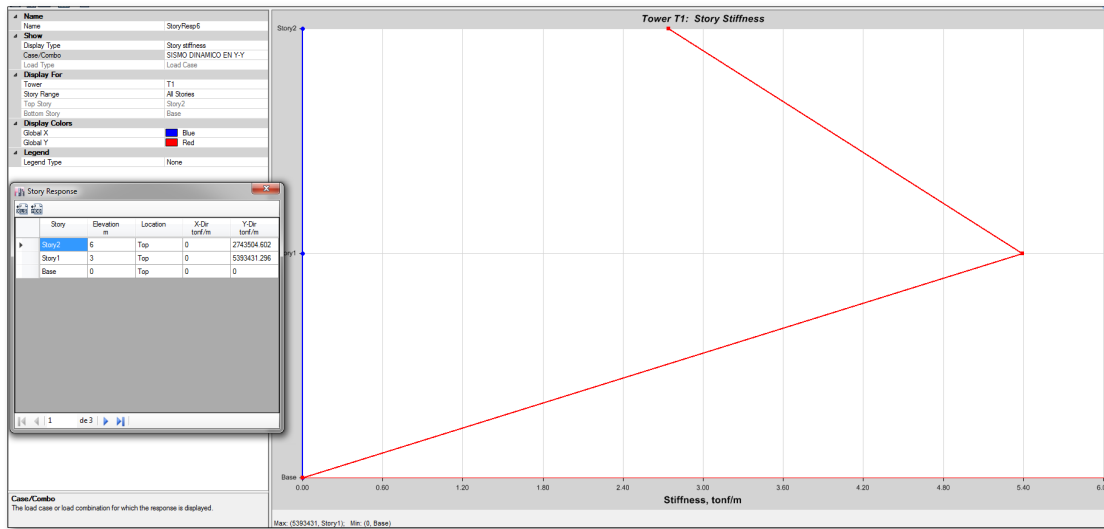


Figura 12. Rigidez en el sentido “Y”

Fuente: Elaboración propia

La rigidez del primero es 5393431.296 tonf/m, del segundo piso es 2743504.602 tonf/m el 70% del rigidez del segundo piso es 1920453.221 tonf/m, cuyo valor es mucho menor que la rigidez del primer piso por lo tanto no existe irregularidad de piso blando en el sentido “Y”.

## Irregularidad de Resistencia-Piso Débil:

Existe cuando la resistencia frente a fuerzas cortantes de un entrepiso es menor que el 80% del entrepiso superior.

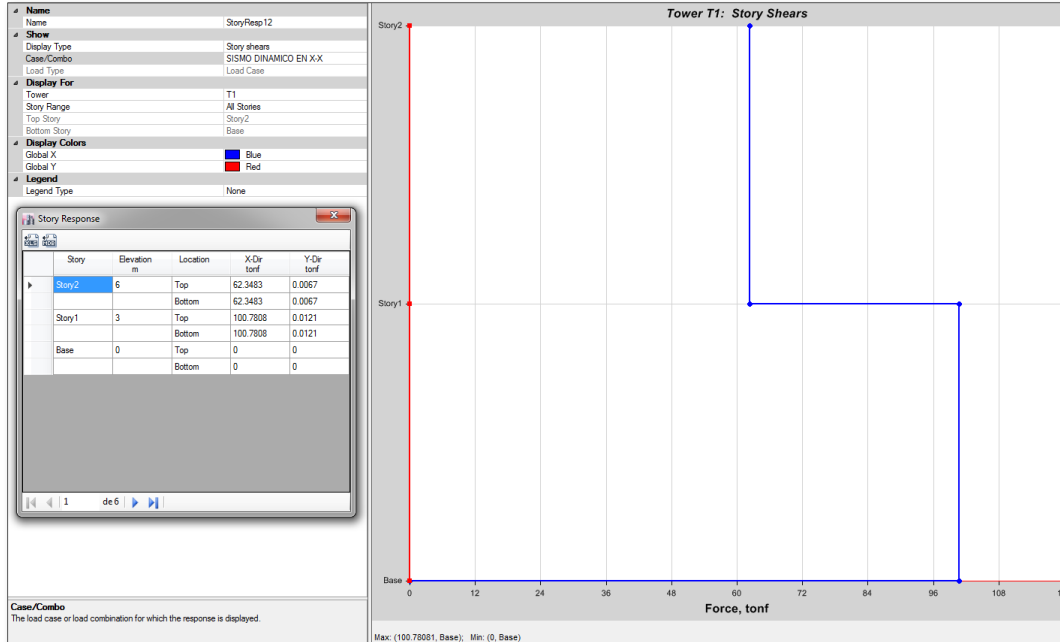


Figura 13. Resistencia – Piso Débil en sentido “X”

Fuente: Elaboración propia

La fuerza cortante del primer piso es 100.7808 tonf/m, del segundo piso es 62.3483 tonf/m el 80% del cortante del segundo piso es 49.8786 tonf/m, cuyo valor es mucho menor que la cortante del primer piso por lo tanto no existe irregularidad de resistencia de piso debil en le sentido “X”.

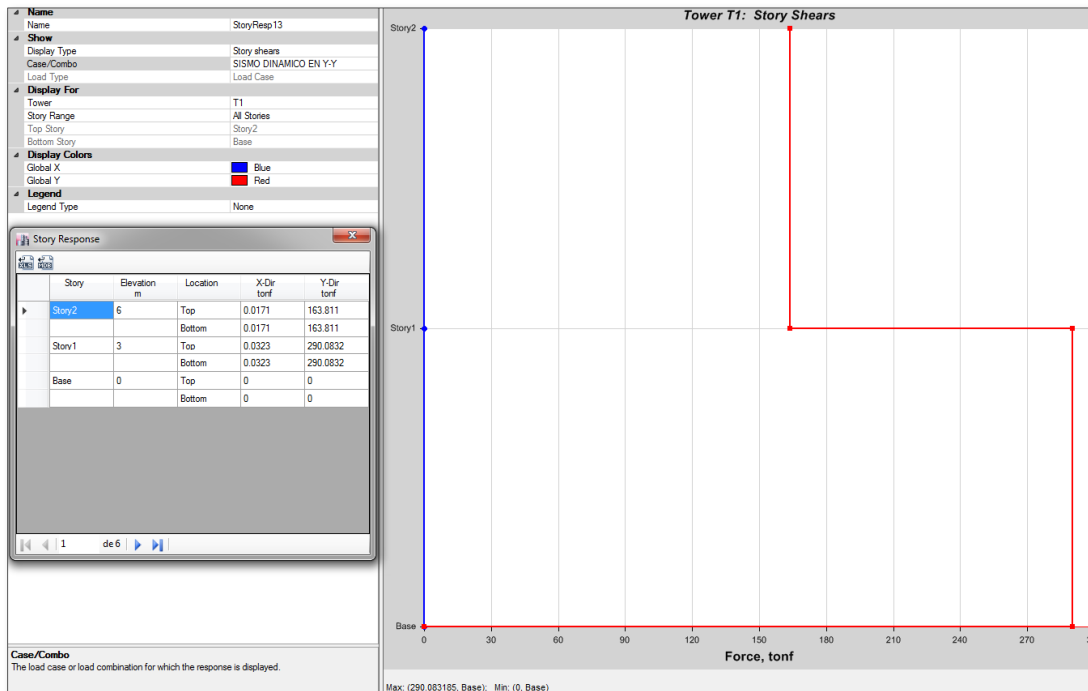


Figura 14. Resistencia – Piso Débil en el sentido “Y”

Fuente: Elaboración propia

La fuerza cortante del primer piso es 290.0832 tonf/m, del segundo piso es 163.811 tonf/m el 80% del cortante del segundo piso es 131.0488 tonf/m, cuyo valor es mucho menor que la cortante del primer piso por lo tanto no existe irregularidad de resistencia de piso debil en le sentido “Y”.

**Irregularidad Extrema de Rigidez:**

Se da cuando la rigidez lateral de un entrepiso es menor al 60% de la rigidez lateral del entrepiso superior o es menor al 70% del promedio de los tres niveles superiores. falta comentario

La rigides del primero es 24067.711 tonf/m, del segundo piso es 10282.916 tonf/m el 60% del rigides del segundo piso es 6169.7496 tonf/m, cuyo valor es mucho menor que la rigides del primer piso por lo tanto no existe irregularidad de piso blando en el sentido X.

La rigides del primero es 5393431.296 tonf/m, del segundo piso es 2743504.602 tonf/m el 60% del rigides del segundo piso es 1646102.761 tonf/m, cuyo valor es mucho menor que la rigides del primer piso por lo tanto no existe irregularidad de piso blando en le sentido Y.

#### **Irregularidad Extrema de Resistencia:**

Se da cuando la resistencia frente a fuerzas cortantes de un entrepiso es menor que el 60% del entrepiso superior.

Ya que para el pabellón B en análisis no se opta por reducir el área de los elementos anteriormente mencionados, no se considerará esta irregularidad.

#### **Irregularidad de Masa o Peso:**

Se da cuando la masa o peso de un piso es mayor que 1.5 veces al piso adyacente.

El pabellón B en análisis no presenta esta irregularidad debido a que los pisos son típicos.

Masa del primer piso = 35.49381 tonf-s/m

Masa del segundo piso = 21.2051 tonf-s/m

De acuerdo a la norma artículo 26 se indica que la masa del segundo piso es mayor que 1.5 del primer piso.

$21.2051 \text{ tonf-s/m} > 35.49381 \text{ tonf-s/m}$

No cumple la condición tanto en el sentido "X" así como en el sentido "Y".

#### **Irregularidad Geométrica Vertical:**

Se da cuando la dimensión de la planta es 1.3 veces mayor al piso adyacente.

El pabellón en análisis no presenta esta irregularidad debido a que los pisos son típicos.

### **Irregularidad por Discontinuidad en los Sistemas Resistentes:**

Existe cuando en cualquier elemento que resista más del 10% de la fuerza cortante se tenga un desalineamiento vertical.

Los elementos verticales del pabellón B son continuos, no se considerará esta irregularidad.

### **Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes:**

Existe cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos sea mayor al 25% de la fuerza cortante.

Los elementos verticales del pabellón B son continuos, no se considerará esta irregularidad.

Resumen de Irregularidades estructurales en altura ( la )

| <b>Irregularidades estructurales en altura</b>     | <b>Factor de irregularidad (Ia)</b> | <b>Condición</b> |
|--|-------------------------------------|------------------|
| Irregularidad de Rigidez – Piso Blando             | 1.00                                | No aplica        |
| Irregularidades de Resistencia – Piso Débil        | 1.00                                | No aplica        |
| Irregularidad Extrema de Rigidez                   | 1.00                                | No aplica        |
| Irregularidad Extrema de Resistencia               | 1.00                                | No aplica        |
| Irregularidad de Masa o Peso                       | 1.00                                | No aplica        |
| Irregularidad de Geometría Vertical                | 1.00                                | No aplica        |
| Discontinuidad de los sistemas resistentes         | 1.00                                | No aplica        |
| Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes | 1.00                                | No aplica        |

#### 4.3.2.9.2 Irregularidades estructurales en planta ( Ip )

##### Irregularidad Torsional:

Se da cuando el máximo desplazamiento relativo de un extremo de un entrepiso es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición. Este criterio solo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y cuando en desplazamiento relativo de entrepiso es mayor al 50% del desplazamiento permisible.

Estos parámetros deberán analizarse para determinar si el edificio en análisis cumple o no con esta irregularidad.

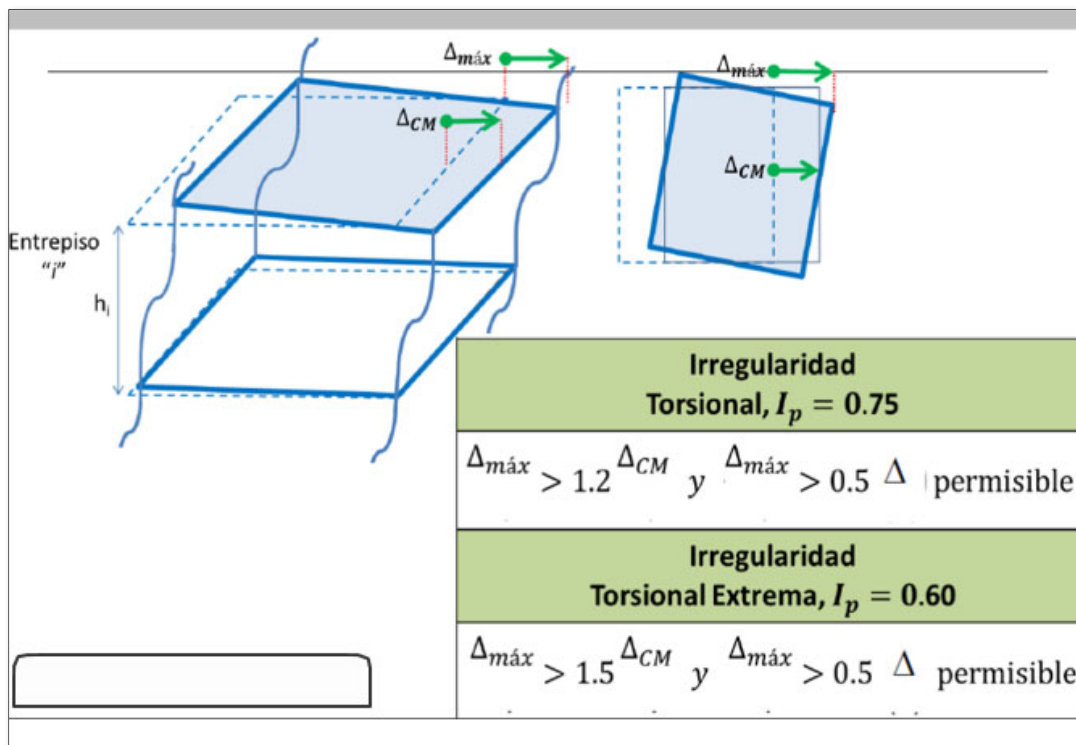


Figura 15. Irregularidad – Torsional

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14. Derivas de centro de masa en dirección “X”**

| CONTROL DE DERIVAS (CENTRO DE MASA) - PABELLÓN B - DIRECCIÓN X APORTICADO |             |                        |                     |            |                  |                 |                       |
|---|-------------|------------------------|---------------------|------------|------------------|-----------------|-----------------------|
| Piso  | Altura (cm) | Desplazamiento (D) cm. | Corrección 0.75xRxD | Deriva CMx | 1.2* Deriva CM   | 1.5* Deriva CM  | Deriva de entrepiso X |
| 2   | 600         | 1.1568                 | 6.9408              | 0.01478    | <b>0.0177360</b> | <b>0.02217</b>  | 0.014762              |
| 1   | 300         | 0.4178                 | 2.5068              | 0.008356   | <b>0.0100272</b> | <b>0.012534</b> | 0.008376              |

*Fuente:* Elaboración propia

La deriva máxima de entrepiso 0.008376 es menor que 1.2 veces de la deriva del centro de masa cuyo valor es 0.0100272 y menor que 1.5 veces de la deriva del centro de la masa cuyo valor es 0.012534, por lo tanto, no existe irregularidad torsional en sentido “X”. en el primer piso.

La deriva máxima de entrepiso 0.014762 es que menor que 1.2 veces de la deriva del centro de masa cuyo valor es 0.0177360 y menor que 1.5 veces de la deriva del centro de la masa cuyo valor es 0.02217, por lo tanto, no existe irregularidad torsional en sentido “X”. en el segundo piso.

**Tabla 15. Deriva de centro de masa en dirección “Y”**

| CONTROL DE DERIVAS (CENTRO DE MASA - PABELLÓN B - DIRECCIÓN Y ALBAÑILERÍA ) |             |                        |                     |             |                  |                  |                       |
|---|-------------|------------------------|---------------------|-------------|------------------|------------------|-----------------------|
| Piso  | Altura (cm) | Desplazamiento (D) cm. | Corrección 0.75xRxD | Deriva CM y | 1.2* Deriva CM   | 1.5* Deriva CM   | Deriva de entrepiso Y |
| 2   | 600         | 0.01                   | 0.0225              | 0.000039    | <b>0.0000468</b> | <b>0.0000585</b> | 0.00004875            |
| 1   | 300         | 0.0048                 | 0.0108              | 0.000036    | <b>0.0000432</b> | <b>0.000054</b>  | 0.000045              |

*Fuente:* Elaboración propia

La deriva máxima de entrepiso 0.000045 es menor que 1.2 veces de la deriva del centro de masa cuyo valor es 0.0000432 y menor que 1.5 veces de la deriva del centro de la masa cuyo valor es 0.000054, por lo tanto, no existe irregularidad torsional en sentido “Y”. en el primer piso.

La deriva máxima de entrepiso 0.00004875 es que menor que 1.2 veces de la deriva del centro de masa cuyo valor es 0.0000468 y menor que 1.5 veces de la deriva del centro de la masa cuyo valor es 0.0000585, por lo tanto, no existe irregularidad torsional en sentido “Y”. en el segundo piso.



**Irregularidad Torsional Extrema:**

Se da cuando el máximo desplazamiento del extremo de un entrepiso es mayor que 1.5 veces el desplazamiento del centro de masa.

Las derivas máximas en sentido "X" y "Y" son menores que 1.2 veces de la deriva del centro de la masa, entonces las derivas máximas serán mucho menores que 1.5 veces de la deriva del centro de la masa por lo tanto no existe irregularidad torsional extrema tanto en el sentido "X" así como en el sentido "Y".

**Esquinas Entrantes:**

Se da cuando en las dos direcciones existen esquinas entrantes mayores al 20% de la dimensión total en esa dirección.

el pabellón B no presenta la irregularidad de esquinas entrante, debido a que es una estructura regular que no tiene discontinuidades físicas tanto en planta como en altura.

**Discontinuidad de Diafragma:**

Existe cuando el diafragma tiene una abertura mayor al 50% del área bruta del diafragma.

el pabellón B no presenta una discontinuidad de diafragma.

**Sistemas no Paralelos:**

Se da cuando en cualquier dirección cuando existen elementos resistentes a fuerzas sísmicas que no son paralelos.

El pabellón B en análisis no tiene elementos estructurales que no sean paralelos.

### Resumen de Irregularidades estructurales en planta Ip

| Irregularidades estructurales en planta | Factor de irregularidad ( $I_P$ ) | Condición |
|---|-----------------------------------|-----------|
| Irregularidad torsional                 | 1.00                              | No aplica |
| Irregularidad torsional extrema         | 1.00                              | No aplica |
| Esquinas entrantes                      | 1.00                              | No aplica |
| Discontinuidad del diafragma            | 1.00                              | No aplica |
| Sistema no paralelos                    | 1.00                              | No aplica |

#### 4.3.2.9.2.3 Diagrama vista de elevación de la columna C-2 sin reforzamiento de las relaciones de interacción demanda - capacidad (D/C).



Figura 16. Ratios de la columna C-2

Fuente: Elaboración propia

En la figura se observa que los ratios (D/C) de las columnas C-2 son mayores que 1 esto significa que el elemento esta sometido a sollicitaciones mayores a la que es capaz de soportar siendo un dimensionado deficiente.

#### 4.3.2.9.2.4 Diagrama de la superficie de la interacción para la sección de la columna C-2 sin reforzamiento.

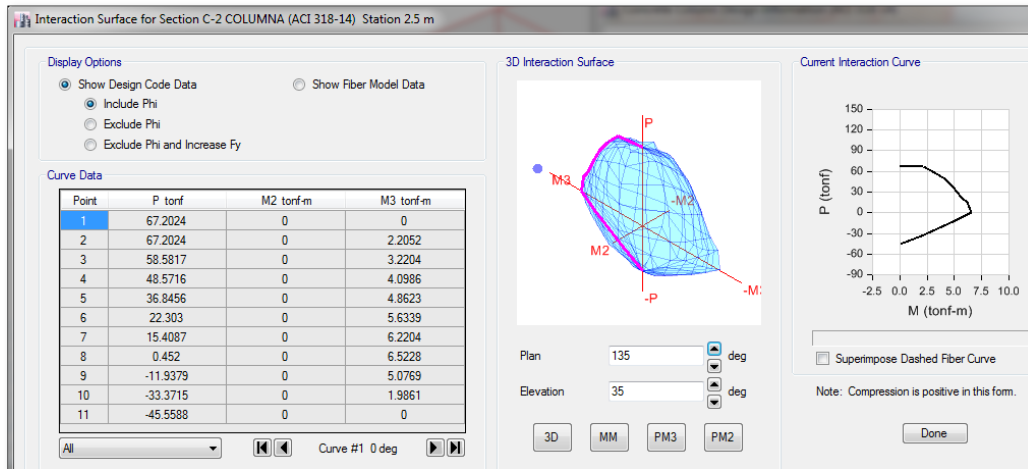


Figura 17. Diagrama de interacción de la columna C-2.

Fuente: Elaboración propia

En la figura se observa el punto de la solictacion axial y de momento flector estan fuera del diagrama de interacción de la columna, vale decir que la columna C-2 no tiene la capacidad de resistir las sollicitaciones de (Pu) carga axial ultima y (Mu) momento flector aplicado en estado limite ultimo.

#### 4.4. Análisis sísmico del pabellón B con propuestas de reforzamiento

##### 4.4.1 Refuerzo: adición y ensanchamiento de columnas

El refuerzo propuesto se basa en aumentar la rigidez de la estructura en el sentido longitudinal X-X, mediante la técnica de adición y ensanchamiento de columnas del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho. Se adicionará 7 columnas nuevas de dimensiones 25 cm por 25 cm y se ensanchara las 6 columnas existentes de tipo C-2 cuyas dimensiones son de 25 cm por 40 cm a una dimensión más robusta con medidas de 45 cm por 60 cm.

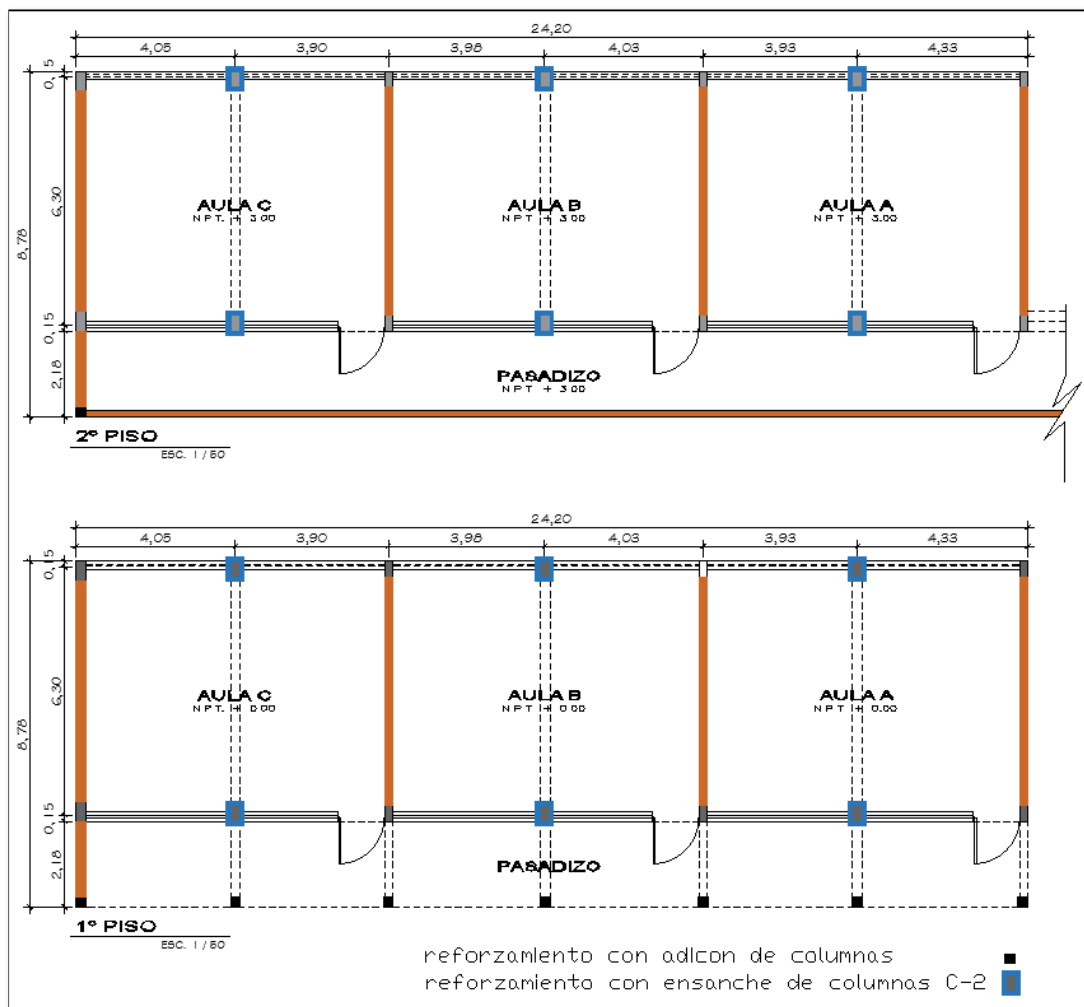
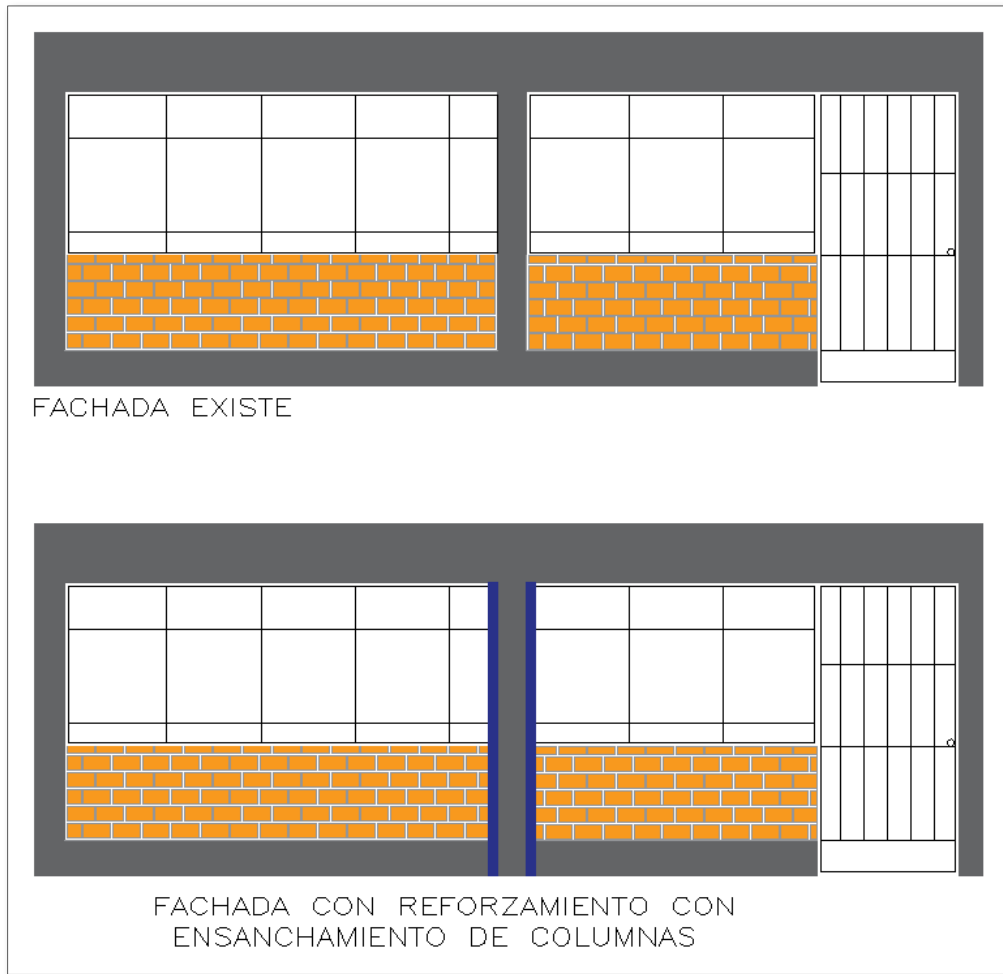


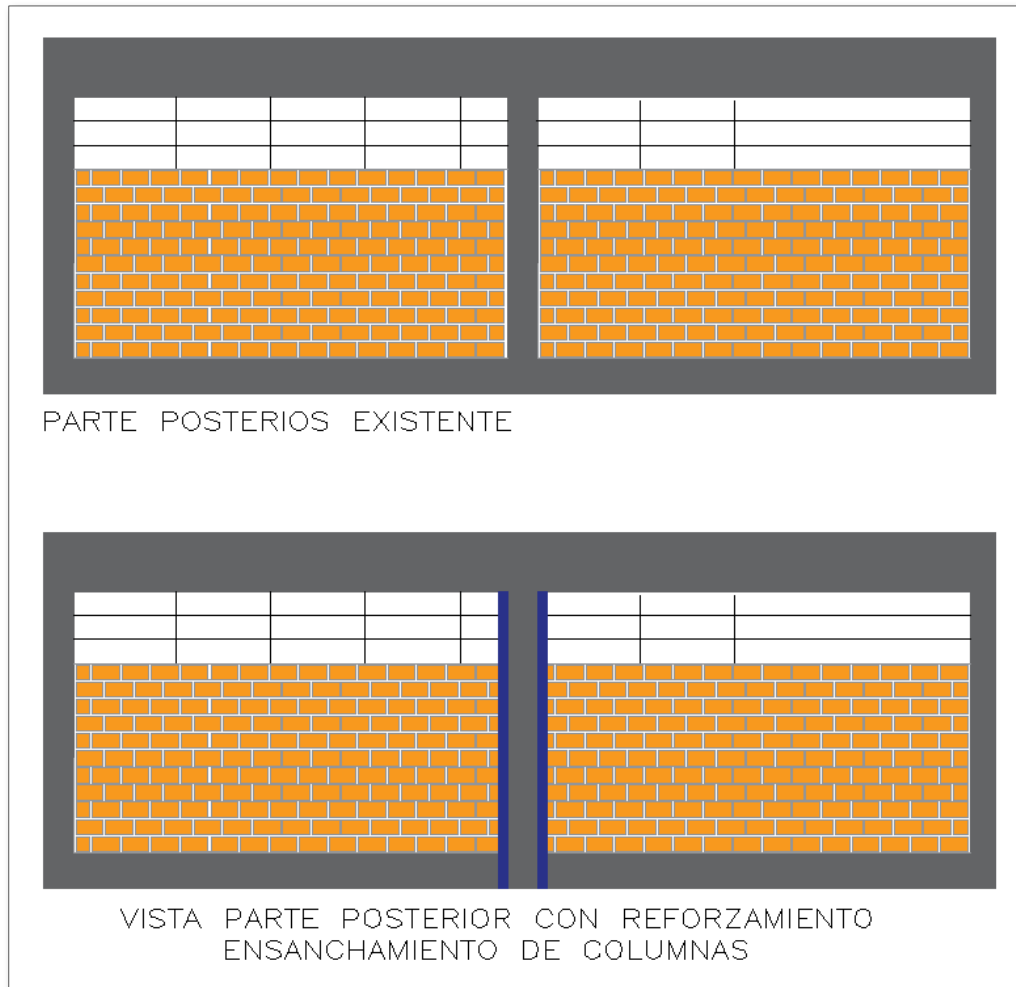
Figura 18. Plano del 1° y 2° piso del pabellón B con la propuesta adición y ensanche de columnas.

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 19.* Plano de vista de la fachada antes y con ensanchamiento de columna  
propuesto

*Fuente:* Elaboración propia.



*Figura 20.* Plano de vista de la parte posterior antes y con ensanchamiento de columna propuesto

*Fuente:* Elaboración propia.

**4.4.1.1 Parámetros de diseño para propuesta adición y ensanche de columnas.**

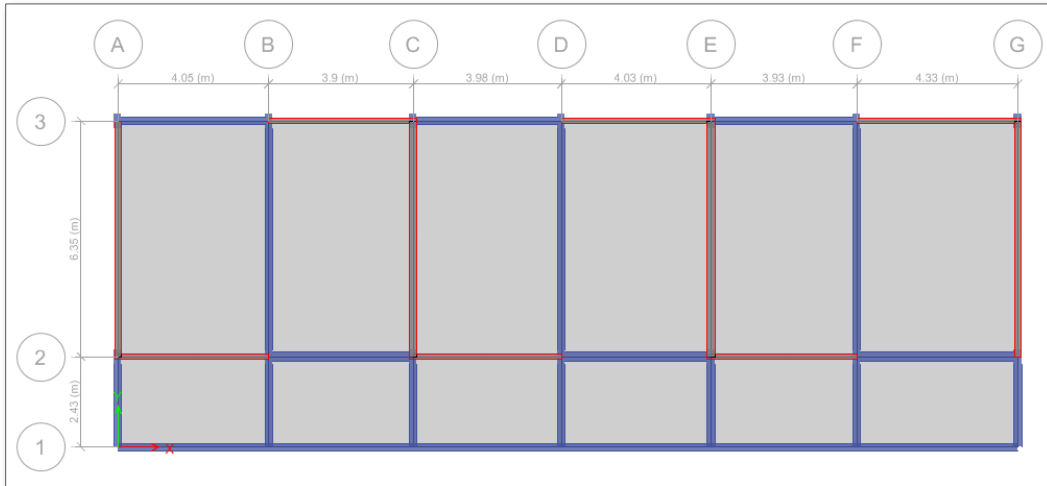
**Tabla 16. Parámetros sísmicos considerados**

| <b>Parámetro</b>                                    | <b>Valores a usar</b>                                       | <b>Motivo</b>  |
|---|---|--|
| Factor de zona                                      | $Z = 0.45$  | Porque el pabellón B materia del análisis está localizado en la zona 4   |
| Factor de uso                                       | $U = 1.5$   | Edificaciones esenciales categoría A2.                                   |
| Perfil de suelo (GP)                                | S2 = suelo intermedio                                       | Por el tipo de suelo según resultado del análisis del laboratorio        |
| Factor de amplificación sísmica (S)                 | $(S2) = 1.05$   | de acuerdo al tipo del perfil del suelo                                  |
| Coeficiente de reducción de la fuerza sísmica ( R ) | $R = 8$ eje longitudinal (X)<br>$R = 3$ eje transversal (Y) | Albañilería confinada.<br><br>Albañilería confinada.                     |
| Factor de amplificación sísmica ( S )               | $C = 2.5$ en (X)<br>$C = 2.5$ en (Y)                        | Periodo del suelo S2 mayores a los posibles a alcanzar por la estructura |

*Fuente:* Elaboración propia

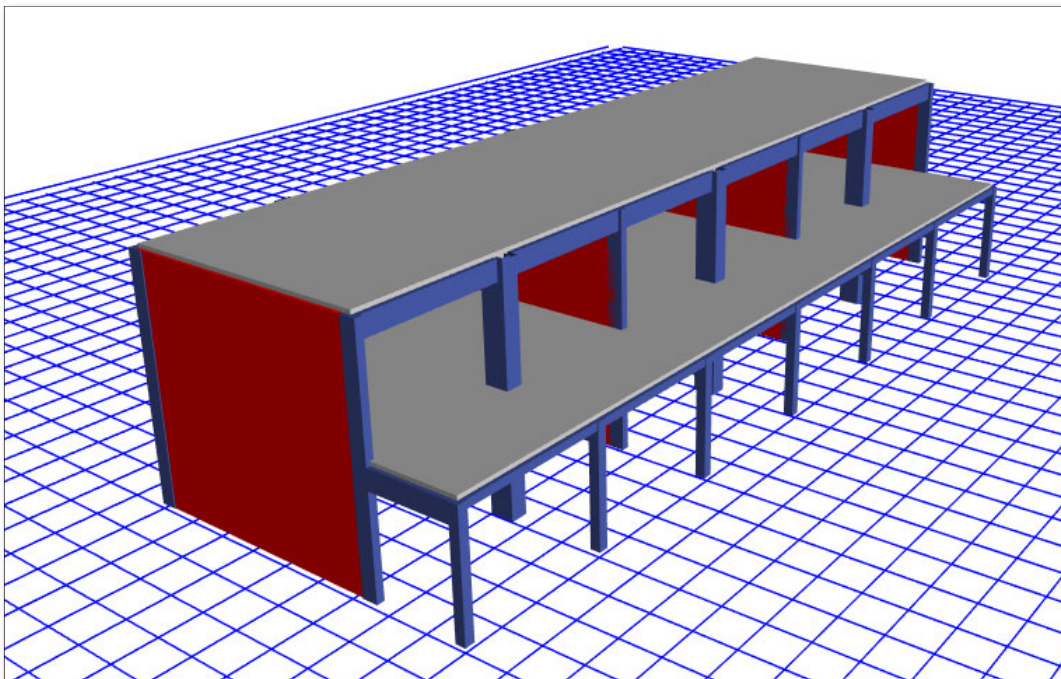
**4.4.2 Modelamiento sísmico del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres con propuesta de adición y ensanche de columnas**

Para el modelamiento del sistema estructural del pabellón de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres se usó el software CSI ETABS Ultimate 17.0.1 Build 1888 x 64.



**Figura 21.** Vista en planta del pabellón B con reforzamiento de adición y ensanchamiento de columnas.

*Fuente:* Elaboración propia.



**Figura 22.** Vista en 3D del pabellón B con reforzamiento de adición y ensanchamiento de columnas.

*Fuente:* Elaboración propia



#### 4.4.2.1 Análisis estático de estructura con propuesta de reforzamiento de adición y ensanche de columnas.

**Periodo fundamental de vibración:** Para el cálculo del periodo fundamental se usó la fórmula de Rayleigh.

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2\right)}{\left(g \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i\right)}}$$

**Tabla 17. Período fundamental en "X"**

| Periodo fundamental en "X" |            |            |            |                        |                             |                |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------------------|-----------------------------|----------------|
| PISO                       | Vi<br>tonf | Pi<br>tonf | fi<br>tonf | di (CM)<br>m           | Pi x di <sup>2</sup><br>seg | fi x di        |
| PISO 2                     | 66.90      | 208.04     | 66.90      | 0.013585               | 0.03839                     | 0.90884        |
| PISO 1                     | 122.89     | 348.19     | 55.99      | 0.005009               | 0.00874                     | 0.28045        |
|                            |            |            |            | <b>Σ</b>               | <b>0.04713</b>              | <b>1.18929</b> |
| <b>Tx = 0.399</b>          |            | <b>seg</b> |            | <b>0.85 Tx = 0.339</b> |                             | <b>seg</b>     |

*Fuente:* Elaboración propia

El período fundamental T determinado en "X" se ha multiplica por 0.85 porque no se consideró la rigidez de los elementos no estructurales como indica la norma E.030

**Tabla 18. Período fundamental en "Y"**

| Periodo fundamental en "Y" |            |            |            |                        |                             |                |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------------------|-----------------------------|----------------|
| PISO                       | Vi<br>tonf | Pi<br>tonf | fi<br>tonf | di (CM)<br>m           | Pi x di <sup>2</sup><br>seg | fi x di        |
| PISO 2                     | 178.6072   | 208.04     | 178.61     | 0.000114               | 0.00000                     | 0.02036        |
| PISO 1                     | 328.0695   | 348.19     | 149.46     | 5.40E-05               | 0.00000                     | 0.00807        |
|                            |            |            |            | <b>Σ</b>               | <b>0.00000</b>              | <b>0.02843</b> |
| <b>Ty = 0.023</b>          |            | <b>seg</b> |            | <b>0.85 Ty = 0.020</b> |                             | <b>seg</b>     |

*Fuente:* Elaboración propia

El período fundamental  $T$  determinado en "X" se ha multiplicado por 0.85 porque no se consideró la rigidez de los elementos no estructurales como indica la norma E.030

#### 4.4.2.2 Factor de amplificación sísmica "C"

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

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

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

$$\frac{C}{R} \geq 0,11$$

Teniendo los valores de  $T_p = 0.6$  y  $T_L = 2.00$  según la tabla N° 4 el cual se establece de acuerdo al perfil del suelo determinado ( $S_2$ ) se calcula el valor el factor de amplificación sísmica  $C$  con la condición del factor de amplificación sísmica:

$$T < T_p$$

$C_x = 2.5$  porque se determina con la condición  $T < T_p$  porque  $0.339 < 0.6$

$C_y = 2.5$  porque se determina con la condición  $T < T_p$  porque  $0.020 < 0.6$

La condición  $\frac{C}{R} > 0.11$  cumple en ambos casos como se muestra a continuación

$$C_x = \frac{2.50}{8} = 0.3125$$

$$C_y = \frac{2.50}{3} = 0.833$$

#### 4.4.2.3 Cortante Basal estática

Las cargas muertas son el peso propio tanto de los elementos estructurales y de los elementos no estructurales son las fuerzas verticales hacia abajo.

Las cargas vivas son elementos móviles sobre la estructura que incluye el peso de la misma junto con el mobiliario, equipamiento personas en general cargas producidas por el uso.

**Tabla 19. Pesos de la estructura del 1° y 2° piso**

| Mass Summary by Diaphragm |        |           |              |              |  |                    |                    |
|---------------------------|--------|-----------|--------------|--------------|--|--------------------|--------------------|
| 1 de 2   Reload Apply     |        |           |              |              |  |                    |                    |
|                           | Story  | Diaphragm | Mass X<br>kg | Mass Y<br>kg | Mass Moment of<br>Inertia<br>tonf·m·s <sup>2</sup> | X Mass Center<br>m | Y Mass Center<br>m |
| ▶                         | Story2 | D2        | 221107.57    | 221107.57    | 1399.8366  | 12.0938            | 5.5863             |
|                           | Story1 | D1        | 370550.76    | 370550.76    | 2421.6939  | 12.0592            | 4.4346             |

*Fuente:* Elaboración propia

Los valores a considerar son las siguientes

- Peso de la estructura del primer piso = 370.550 Ton.
- Peso de la estructura del segundo piso = 221.107 Ton.
- Peso total de la estructura primer y segundo piso = 591.657 Ton.

**Tabla 20. Cortante Basal en "X"**

|             |                |
|-------------|----------------|
| <b>Z =</b>  | <b>0.45</b>    |
| <b>U =</b>  | <b>1.50</b>    |
| <b>S =</b>  | <b>1.05</b>    |
| <b>Rx =</b> | <b>8.00</b>    |
| <b>Cx =</b> | <b>2.500</b>   |
| <b>Kx =</b> | <b>1.000</b>   |
|             |                |
| <b>P =</b>  | <b>591.657</b> |
|             |                |
| <b>Vx =</b> | <b>131.040</b> |

*Fuente:* Elaboración propia

$$V_y = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P$$

$$V_x = \frac{0.45 \times 1.50 \times 2.5 \times 1.05}{8} \times 591.657 = \mathbf{131.040 \text{ T}}$$

**Tabla 21. Cortante Basal en “Y”**

|             |                |
|-------------|----------------|
| <b>Z =</b>  | <b>0.45</b>    |
| <b>U =</b>  | <b>1.50</b>    |
| <b>S =</b>  | <b>1.05</b>    |
| <b>Ry =</b> | <b>3.00</b>    |
| <b>Cy =</b> | <b>2.50</b>    |
| <b>Ky =</b> | <b>1.000</b>   |
|             |                |
| <b>P =</b>  | <b>591.657</b> |
|             |                |
| <b>Vy =</b> | <b>349.447</b> |

Fuente: Elaboración propia

$$V_y = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P$$

$$V_y = \frac{0.45 \times 1.50 \times 2.5 \times 1.05}{3} \times 591.657 = 349.447 T$$

#### 4.4.2.4 Distribución de la fuerza sísmica en altura

Para calcular el valor de k (exponente) para T menor que 0.5 segundos se debe cumplir la siguiente condición  $k = 1.0$ , según artículo 28.3.2 inciso b, de la NTP – E.030, el valor  $T = 0.339$  segundos

**Tabla 22. Fuerzas en la altura para el análisis sísmico longitudinal.**

| Entrepiso | h | hi (al piso) | hi <sup>k</sup> | Peso (Pi) | Pi*(hi) <sup>k</sup> | Fi (T)  |
|-----------|---|--------------|-----------------|-----------|----------------------|---------|
| 2         | 3 | 6            | 6.00            | 221.107   | 1326.64              | 71.297  |
| 1         | 3 | 3            | 3.00            | 370.550   | 1111.65              | 59.743  |
|           |   |              |                 |           | 2438.29              | 131.040 |

Fuente: Elaboracion propia

La fuerza cortante en la base en el sentido longitudinal (X-X) es 131.040 toneladas y se distribuye de la siguiente manera:

1° piso = 59.743 toneladas

2° piso = 71.297 toneladas

Para calcular el valor de  $k$  (exponente) para  $T$  menor que 0.5 segundos se debe cumplir la siguiente condición  $k = 1$  según artículo 28.3.2 inciso a, de la NTP – E.030 y según la tabla 10 el valor de  $T = 0.020$  segundos.

**Tabla 23.** Fuerzas en la altura para el análisis sísmico transversal

| Entrepiso | h | hi (al piso) | hi <sup>k</sup> | Peso (Pi) | Pi*(hi) <sup>k</sup> | Fi (T)  |
|-----------|---|--------------|-----------------|-----------|----------------------|---------|
| 2         | 3 | 6            | 6.00            | 221.125   | 1326.64              | 190.129 |
| 1         | 3 | 3            | 3.00            | 368.385   | 1111.65              | 159.318 |
|           |   |              |                 |           | 2438.29              | 349.447 |

*Fuente:* Elaboracion propia

La fuerza cortante en la base en el sentido transversal (Y-Y) es 328.520 toneladas y se distribuye de la siguiente manera:

1° piso = 159.318 toneladas

2° piso = 190.129 toneladas

#### 4.4.2.5 Análisis dinámico espectral de la estructura con adición y ensanche de columnas

espectros

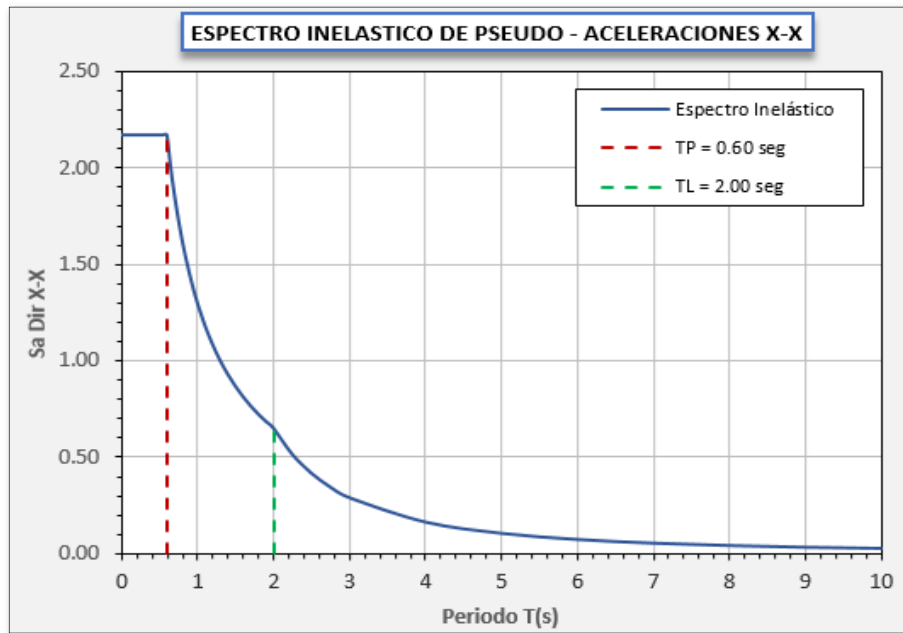


Figura 23. Espectro inelástico de pseudo aceleración en “X - X”  
Fuente: Elaboración propia

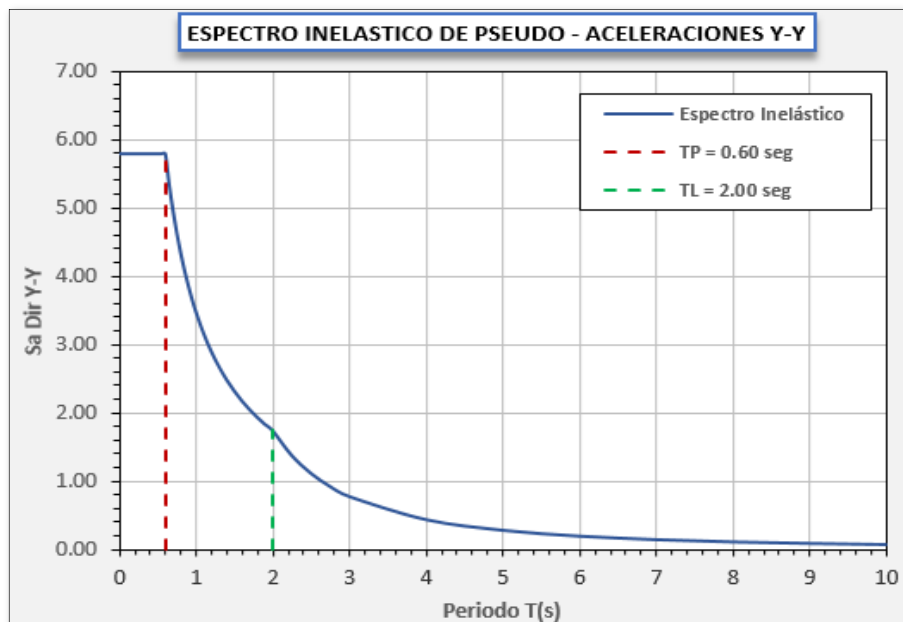


Figura 24. Espectro inelástico de pseudo aceleración en “Y - Y”  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2.6 Modos y períodos fundamentales y masas participativas

**Tabla 24.** Modos y periodos fundamentales y masas participativas.

| Modal Participating Mass Ratios |      |               |           |        |    |        |        |
|---------------------------------|------|---------------|-----------|--------|----|--------|--------|
| Case                            | Mode | Period<br>sec | UX        | UY     | UZ | Sum UX | Sum UY |
| Modal                           | 1    | 0.279         | 0.8068    | 0      | 0  | 0.8068 | 0      |
| Modal                           | 2    | 0.073         | 0.1932    | 0      | 0  | 1      | 0      |
| Modal                           | 3    | 0.024         | 0         | 0.872  | 0  | 1      | 0.872  |
| Modal                           | 4    | 0.022         | 3.259E-06 | 0.0024 | 0  | 1      | 0.8744 |
| Modal                           | 5    | 0.008         | 0         | 0.1254 | 0  | 1      | 0.9998 |
| Modal                           | 6    | 0.008         | 0         | 0.0002 | 0  | 1      | 1      |

*Fuente:* Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 17 el periodo del modal 1 es 0.279 segundos con una masa participativa de 80.68% en el sentido longitudinal X - X y un período de 0.008 segundos con una masa participativa de 99.98% en el modal 5 en el sentido longitudinal Y-Y, cumpliendo así con lo establecido en la norma E.030

#### 4.4.2.7 Fuerza cortante mínima

**Tabla 25.** Fuerza cortante estática y dinámica mínima en Vx y Vy del pabellón B

| Cortante Estática y Dinámica  |          |          |
|---|----------|----------|
|   | Vx (Ton) | Vy (Ton) |
| Cortante estática   | 131.04   | 349.447  |
| Cortante Dinámica   | 108.81   | 308.73   |
| E: 0.30, Artículo 29 - 29.4.1 : Cortante dinámica mínima 80% de cortante estática |          |          |
| 80 % Estática   | 104.832  | 279.5576 |
| Condición : <b>Sí cumple</b>  |          |          |

*Fuente:* Elaboración propia

La fuerza cortante dinámica es 108.81 Ton, en dirección "X" y 308.73 Ton, en dirección "Y", son mayores del mínimo permitido que es el 80% del valor calculado según el artículo 29.4.1 de la norma E.03 para estructuras regulares.

#### 4.4.2.8 Distorsiones o derivas

**Tabla 26.** Distorsiones o derivas en “X” cuando  $R = 8$

| CONTROL DE DERIVAS (ENTREPISO) - PABELLÓN B - DIRECCIÓN X APORTICADO |             |                        |                                     |          |                   |           |
|--|-------------|------------------------|-------------------------------------|----------|-------------------|-----------|
| Piso   | Altura (cm) | Desplazamiento (D) cm. | Corrección $0.75 \times R \times D$ | Deriva   | Deriva permisible | Condición |
| 2  | 600         | 0.5629                 | 3.3774                              | 0.00696  | 0.007             | SI CUMPLE |
| 1  | 300         | 0.2149                 | 1.2894                              | 0.004298 | 0.007             | SI CUMPLE |

*Fuente:* Elaboracion propia

De acuerdo a los datos de la tabla 11 se observa que las derivas del primer y segundo piso no superan a los valores permitidos como esta señalado en el artículo 32 de la norma E.030. despues del reforzamiento propuesto de la estructura en ese sentido.

**Tabla 27.** Distorsiones o derivas en “Y” cuando  $R = 3$

| CONTROL DE DERIVAS (ENTREPISO) - PABELLÓN B - DIRECCIÓN Y ALBAÑILERÍA |             |                        |                                     |           |                   |           |
|---|-------------|------------------------|-------------------------------------|-----------|-------------------|-----------|
| Piso  | Altura (cm) | Desplazamiento (D) cm. | Corrección $0.75 \times R \times D$ | Deriva    | Deriva permisible | Condición |
| 2   | 600         | 0.0132                 | 0.0297                              | 5.175E-05 | 0.005             | SI CUMPLE |
| 1   | 300         | 0.0063                 | 0.014175                            | 4.725E-05 | 0.005             | SI CUMPLE |

*Fuente:* Elaboracion propia

De acuerdo a los datos de la tabla 12 se observa que las derivas del primer y segundo piso no superan a los valores permitidos como esta señalado en el artículo 32 de la nomra E.030. despues del reforzamiento propuesto de la estructura en ese sentido.

#### 4.4.2.9 Analisis de irregularidades

La Norma de Diseño Sismoresistente E.030 establece parámetros para definir si una edificación es irregular o regular. Cada irregularidad tiene un factor establecido, el cual se le asignará al coeficiente de reducción sísmica del pabellón B y en caso de existir más de una irregularidad, se toma el menor de ellos.



#### 4.4.2.9.1 Irregularidades estructurales en altura ( la )

##### Irregularidad de Rigidez-Piso Blando:

Se da cuando la rigidez lateral de un entrepiso es menor al 70% de la rigidez lateral del entrepiso superior o es menor al 80% del promedio de los tres niveles superiores. La rigidez lateral se calcula como la razón entre la fuerza cortante y el desplazamiento relativo en el centro de masa.

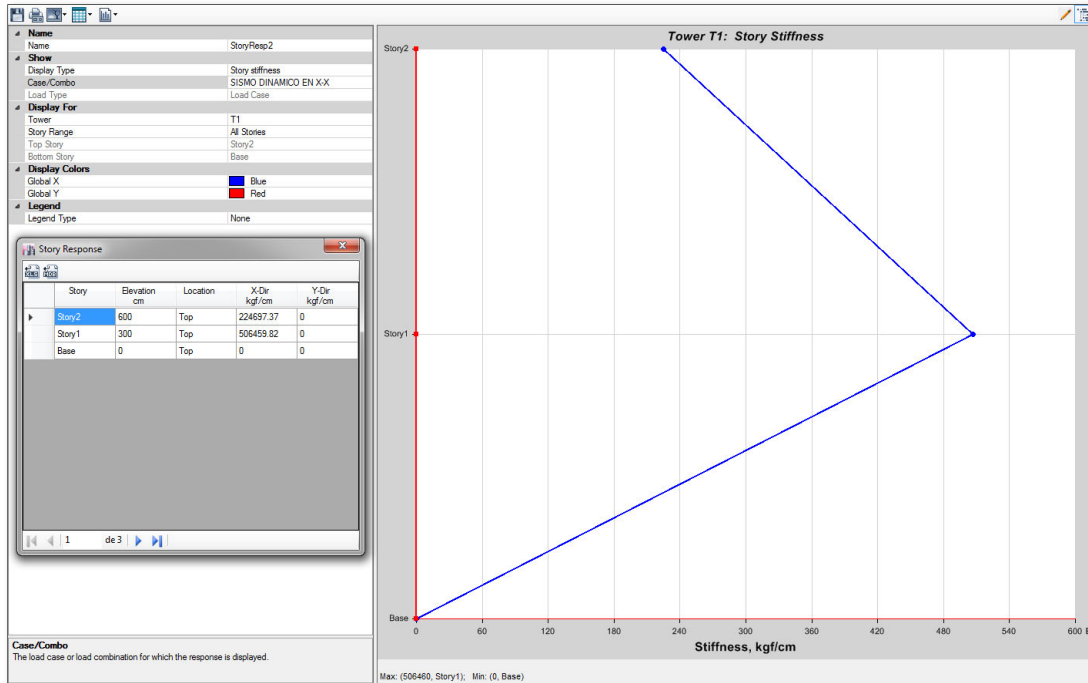


Figura 25. Rigidez en el sentido "X"

Fuente: Elaboración propia

La rigides del primero es 50645.982 tonf/m, del segundo piso es 22469.737 tonf/m el 70% del rigides del segundo piso es 15728.8159 tonf/m, cuyo valor es mucho menor que la rigides del primer piso por lo tanto no existe irregularidad de piso blando en el sentido "X".

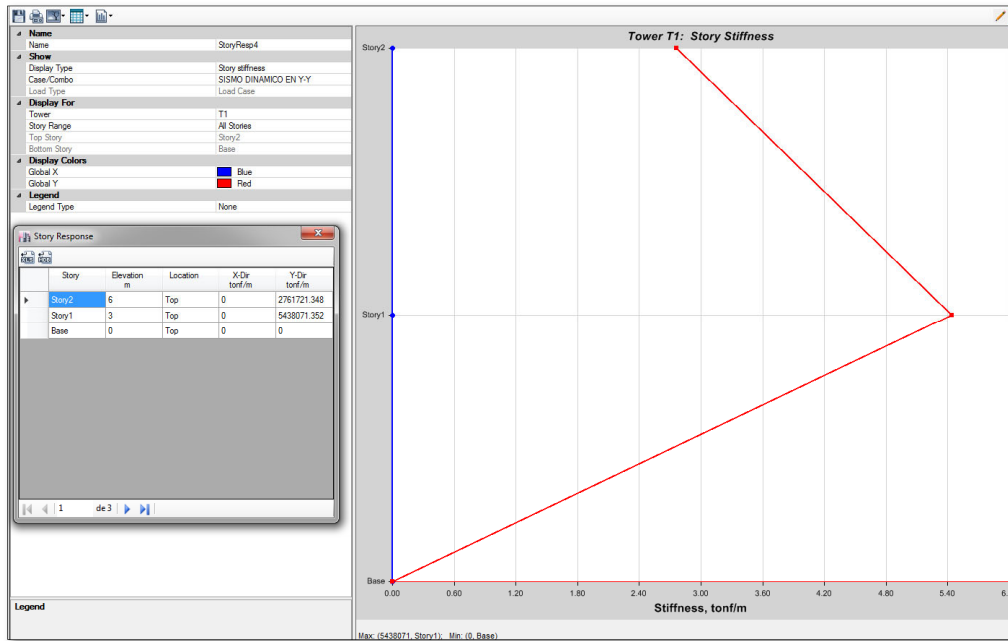


Figura 26. Rigidez en el sentido “Y”

Fuente: Elaboración propia

La rigidez del primero es 5438071.352 tonf/m, del segundo piso es 2761721.348 tonf/m el 70% del rigidez del segundo piso es 1933204.700 tonf/m, cuyo valor es mucho menor que la rigidez del primer piso por lo tanto no existe irregularidad de piso blando en el sentido “Y”.

## Irregularidad de Resistencia-Piso Débil:

Existe cuando la resistencia frente a fuerzas cortantes de un entrepiso es menor que el 80% del entrepiso superior.

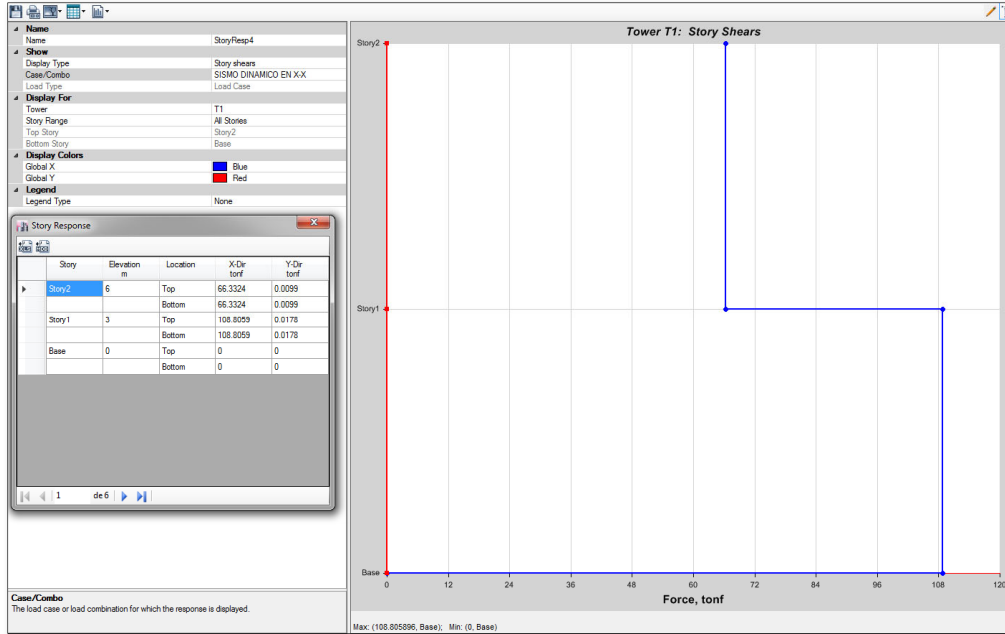


Figura 27. Resistencia – Piso Débil en sentido “X”

Fuente: Elaboración propia

La fuerza cortante del primer piso es 108.8059 tonf/m, del segundo piso es 66.3324 tonf/m el 80% del cortante del segundo piso es 53.0659 tonf/m, cuyo valor es mucho menor que la cortante del primer piso por lo tanto no existe irregularidad de resistencia de piso debil en le sentido “X”.

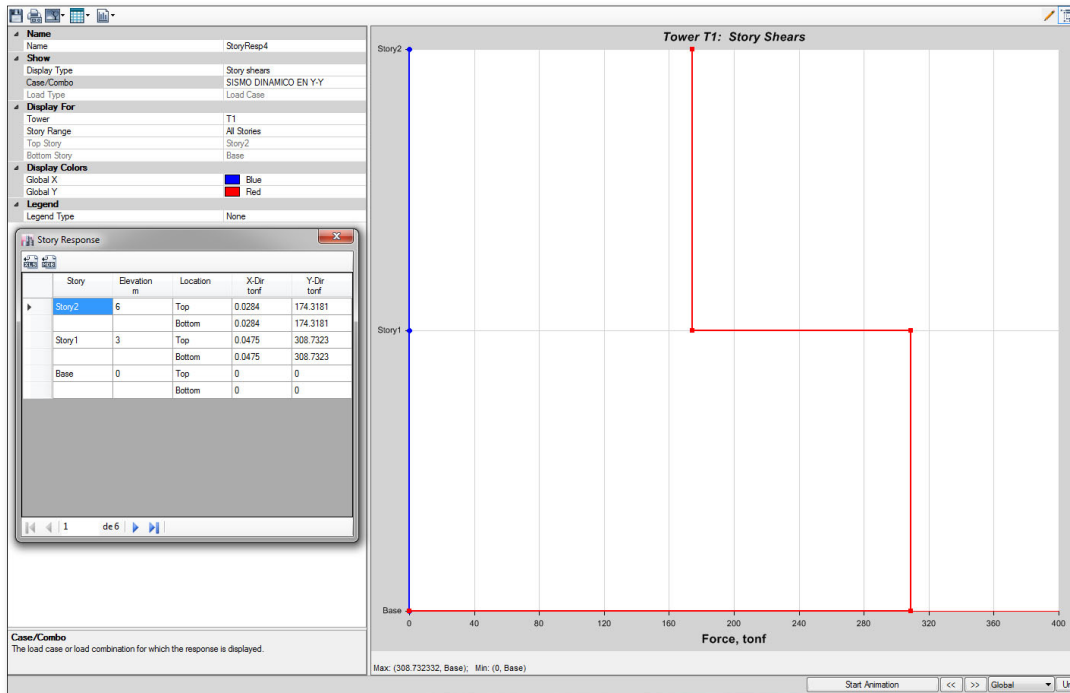


Figura 28. Resistencia – Piso Débil en el sentido “Y”

Fuente: Elaboración propia

La fuerza cortante del primer piso es 308.7323 tonf/m, del segundo piso es 174.3181 tonf/m el 80% del cortante del segundo piso es 139.45448 tonf/m, cuyo valor es mucho menor que la cortante del primer piso por lo tanto no existe irregularidad de resistencia de piso debil en le sentido “Y”.

**Irregularidad Extrema de Rigidez:**

Se da cuando la rigidez lateral de un entrepiso es menor al 60% de la rigidez lateral del entrepiso superior o es menor al 70% del promedio de los tres niveles superiores. falta comentario

La rigides del primero es 50645.982 tonf/m, del segundo piso es 22469.737 tonf/m el 60% del rigides del segundo piso es 13481.8422 tonf/m, cuyo valor es mucho menor que la rigides del primer piso por lo tanto no existe irregularidad de piso blando en el sentido X.

La rigidez del primero es 5393431.296 tonf/m, del segundo piso es 2743504.602 tonf/m el 60% de la rigidez del segundo piso es 1646102.761 tonf/m, cuyo valor es mucho menor que la rigidez del primer piso por lo tanto no existe irregularidad de piso blando en el sentido Y.

#### **Irregularidad Extrema de Resistencia:**

Se da cuando la resistencia frente a fuerzas cortantes de un entrepiso es menor que el 60% del entrepiso superior.

Ya que para el pabellón B en análisis no se opta por reducir el área de los elementos anteriormente mencionados, no se considerará esta irregularidad.

#### **Irregularidad de Masa o Peso:**

Se da cuando la masa o peso de un piso es mayor que 1.5 veces al piso adyacente.

El pabellón B en análisis no presenta esta irregularidad debido a que los pisos son típicos.

Masa del primer piso = 37.78566 tonf-s/m

Masa del segundo piso = 22.5467 tonf-s/m

De acuerdo a la norma artículo 26 se indica que la masa del segundo piso es mayor que 1.5 del primer piso.

$1.5 \times 22.5467 \text{ tonf-s/m} = 33.82005 \text{ tonf-s/m}$

$33.82005 \text{ tonf-s/m} > 35.49381 \text{ tonf-s/m}$

No cumple la condición tanto en el sentido "X" así como en el sentido "Y".

#### **Irregularidad Geométrica Vertical:**

Se da cuando la dimensión de la planta es 1.3 veces mayor al piso adyacente.

El pabellón en análisis no presenta esta irregularidad debido a que los pisos son típicos.

**Irregularidad por Discontinuidad en los Sistemas Resistentes:**

Existe cuando en cualquier elemento que resista más del 10% de la fuerza cortante se tenga un desalineamiento vertical.

Los elementos verticales del pabellón B son continuos, no se considerará esta irregularidad.

**Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes:**

Existe cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos sea mayor al 25% de la fuerza cortante.

Los elementos verticales del pabellón B son continuos, no se considerará esta irregularidad.

Resumen de Irregularidades estructurales en altura ( la )

| <b>Irregularidades estructurales en altura</b>     | <b>Factor de irregularidad (Ia)</b> | <b>Condición</b> |
|--|-------------------------------------|------------------|
| Irregularidad de Rigidez – Piso Blando             | 1.00                                | No aplica        |
| Irregularidades de Resistencia – Piso Débil        | 1.00                                | No aplica        |
| Irregularidad Extrema de Rigidez                   | 1.00                                | No aplica        |
| Irregularidad Extrema de Resistencia               | 1.00                                | No aplica        |
| Irregularidad de Masa o Peso                       | 1.00                                | No aplica        |
| Irregularidad de Geometría Vertical                | 1.00                                | No aplica        |
| Discontinuidad de los sistemas resistentes         | 1.00                                | No aplica        |
| Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes | 1.00                                | No aplica        |

#### 4.4.2.9.2 Irregularidades estructurales en planta ( Ip )

##### Irregularidad Torsional:

Se da cuando el máximo desplazamiento relativo de un extremo de un entrepiso es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición. Este criterio solo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y cuando en desplazamiento relativo de entrepiso es mayor al 50% del desplazamiento permisible.

Estos parámetros deberán analizarse para determinar si el edificio en análisis cumple o no con esta irregularidad.

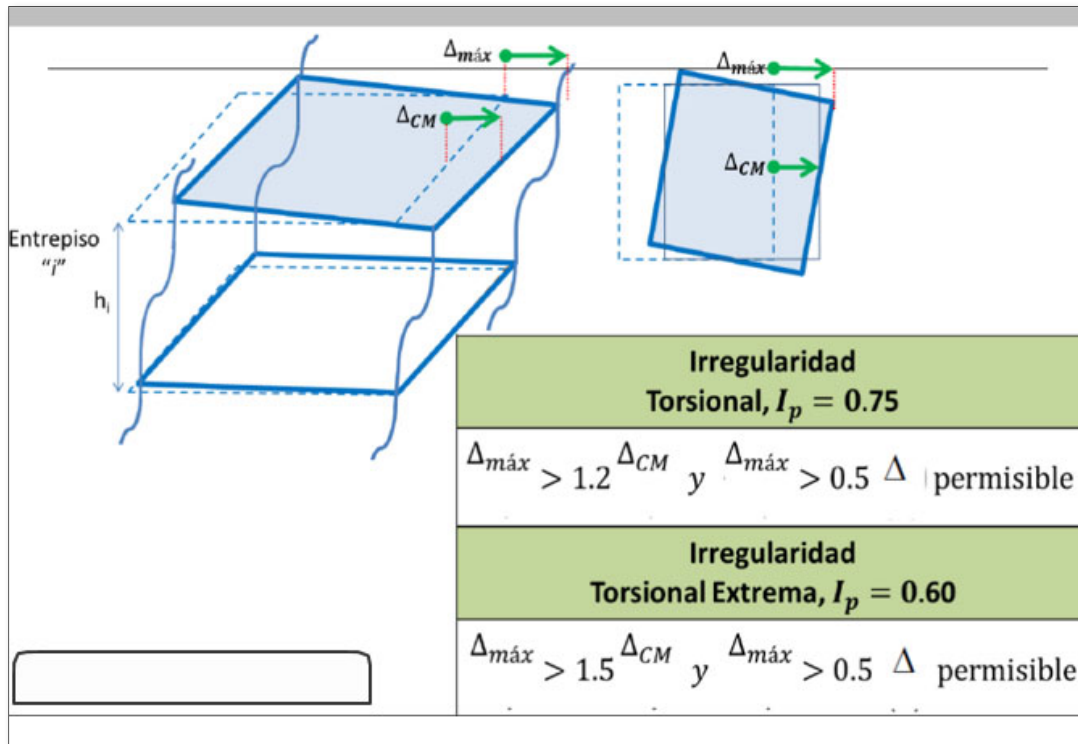


Figura 29. Irregularidad – Torsional

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28. Derivas de centro de masa en dirección “X”**

| CONTROL DE DERIVAS (CENTRO DE MASA) - PABELLÓN B - DIRECCIÓN X APORTICADO |             |                        |                     |            |                  |                 |                       |
|---|-------------|------------------------|---------------------|------------|------------------|-----------------|-----------------------|
| Piso  | Altura (cm) | Desplazamiento (D) cm. | Corrección 0.75xRxD | Deriva CMx | 1.2* Deriva CM   | 1.5* Deriva CM  | Deriva de entrepiso X |
| 2   | 600         | 0.5628                 | 3.3768              | 0.00696    | <b>0.0083520</b> | <b>0.01044</b>  | 0.00696               |
| 1   | 300         | 0.2148                 | 1.2888              | 0.004296   | <b>0.0051552</b> | <b>0.006444</b> | 0.004298              |

*Fuente:* Elaboración propia

La deriva máxima de entrepiso 0.004298 es menor que 1.2 veces de la deriva del centro de masa cuyo valor es 0.0051552 y menor que 1.5 veces de la deriva del centro de la masa cuyo valor es 0.006444, por lo tanto, no existe irregularidad torsional en sentido “X”. en el primer piso.

La deriva máxima de entrepiso 0.00696 es que menor que 1.2 veces de la deriva del centro de masa cuyo valor es 0.0083520 y menor que 1.5 veces de la deriva del centro de la masa cuyo valor es 0.01044, por lo tanto, no existe irregularidad torsional en sentido “X”. en el segundo piso.

**Tabla 29. Derivas de centro de masa en dirección “Y”**

| CONTROL DE DERIVAS (CENTRO DE MASA - PABELLÓN B - DIRECCIÓN Y ALBAÑILERÍA ) |             |                        |                     |             |                  |                    |                       |
|---|-------------|------------------------|---------------------|-------------|------------------|--------------------|-----------------------|
| Piso  | Altura (cm) | Desplazamiento (D) cm. | Corrección 0.75xRxD | Deriva CM y | 1.2* Deriva CM   | 1.5* Deriva CM     | Deriva de entrepiso Y |
| 2   | 600         | 0.0107                 | 0.024075            | 0.000042    | <b>0.0000504</b> | <b>0.000063</b>    | 5.175E-05             |
| 1   | 300         | 0.0051                 | 0.011475            | 3.825E-05   | <b>0.0000459</b> | <b>0.000057375</b> | 4.725E-05             |

*Fuente:* Elaboración propia

La deriva máxima de entrepiso 0.00004725 es menor que 1.2 veces de la deriva del centro de masa cuyo valor es 0.0000459 y menor que 1.5 veces de la deriva del centro de la masa cuyo valor es 0.000057375, por lo tanto, no existe irregularidad torsional en sentido “Y”. en el primer piso.

La deriva máxima de entrepiso 0.00005175 es menor que 1.2 veces de la deriva del centro de masa cuyo valor es 0.0000504 y menor que 1.5 veces de la deriva del centro de la masa cuyo valor es 0.000063, por lo tanto, no existe irregularidad torsional en sentido “Y”. en el segundo piso.



**Irregularidad Torsional Extrema:**

Se da cuando el máximo desplazamiento del extremo de un entrepiso es mayor que 1.5 veces el desplazamiento del centro de masa.

Las derivas máximas en sentido "X" y "Y" son menores que 1.2 veces de la deriva del centro de la masa, entonces las derivas máximas serán mucho menores que 1.5 veces de la deriva del centro de la masa por lo tanto no existe irregularidad torsional extrema tanto en el sentido "X" así como en el sentido "Y".

**Esquinas Entrantes:**

Se da cuando en las dos direcciones existen esquinas entrantes mayores al 20% de la dimensión total en esa dirección.

el pabellón B no presenta la irregularidad de esquinas entrante, debido a que es una estructura regular que no tiene discontinuidades físicas tanto en planta como en altura.

**Discontinuidad de Diafragma:**

Existe cuando el diafragma tiene una abertura mayor al 50% del área bruta del diafragma.

el pabellón B no presenta una discontinuidad de diafragma.

**Sistemas no Paralelos:**

Se da cuando en cualquier dirección cuando existen elementos resistentes a fuerzas sísmicas que no son paralelos.

El pabellón B en análisis no tiene elementos estructurales que no sean paralelos.

## Resumen de Irregularidades estructurales en planta I<sub>P</sub>

| Irregularidades estructurales en planta | Factor de irregularidad (I <sub>P</sub> ) | Condición |
|---|---|-----------|
| Irregularidad torsional                 | 1.00                                      | No aplica |
| Irregularidad torsional extrema         | 1.00                                      | No aplica |
| Esquinas entrantes                      | 1.00                                      | No aplica |
| Discontinuidad del diafragma            | 1.00                                      | No aplica |
| Sistema no paralelos                    | 1.00                                      | No aplica |

### 4.4.2.9.2.3 Diagrama vista de elevación de la columna C-2 con reforzamiento de las relaciones de interacción demanda - capacidad (D/C).

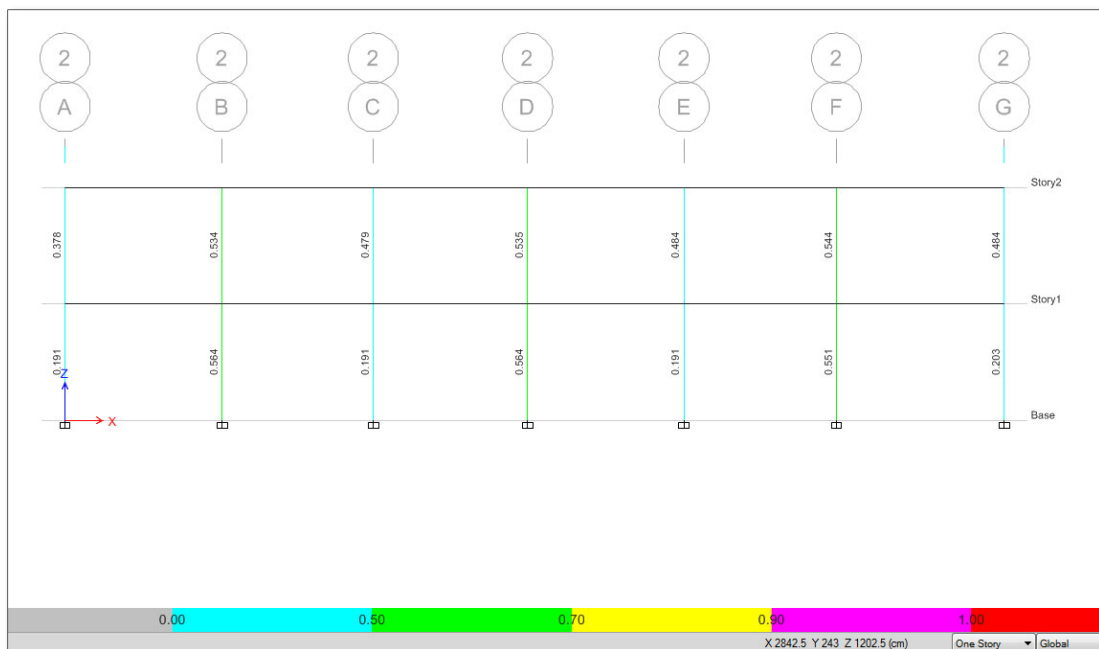


Figura 30. Ratios de la columna C-2

Fuente: Elaboración propia

En la figura se observa que los ratios (D/C) de la columna C-2 reforzada son menores que 1 esto significa que el elemento analizado posee una seguridad estructural y cumple con las sollicitaciones requeridas.

#### 4.4.2.9.2.4 Diagrama de la superficie de la interacción para la sección de la columna C-2 con reforzamiento.

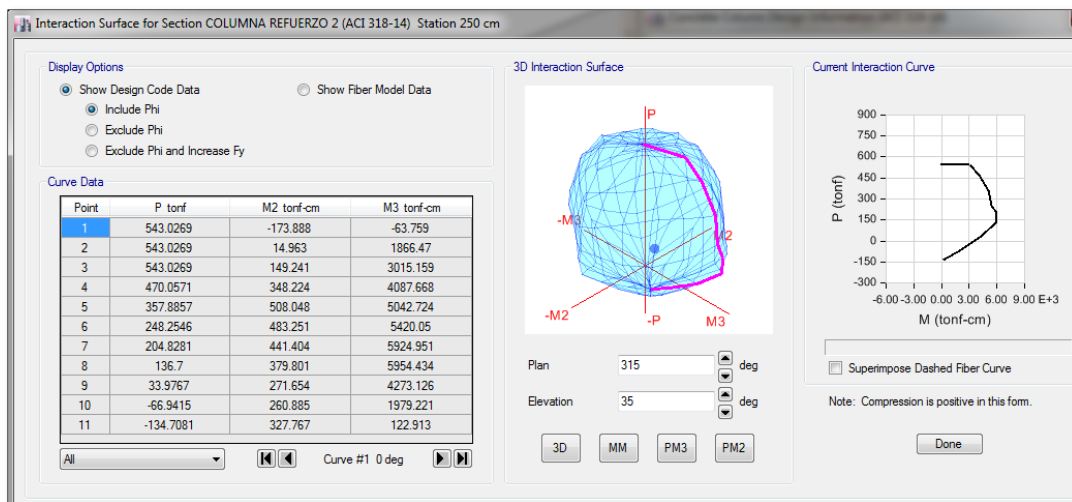


Figura 31. Diagrama de interacción de la columna C-2.

Fuente: Elaboración propia

En la figura se observa el punto de la sollicitación axial y de momento flector está dentro del diagrama de interacción de la columna, vale decir que la columna C-2 reforzada tiene la capacidad de resistir las sollicitaciones de (Pu) carga axial última y (Mu) momento flector aplicado en estado límite último.

#### 4.4.3 Diseño de la columna C-3

Calculo del area tributaria de la columna C-3 en la interseccion de los ejes A-6.

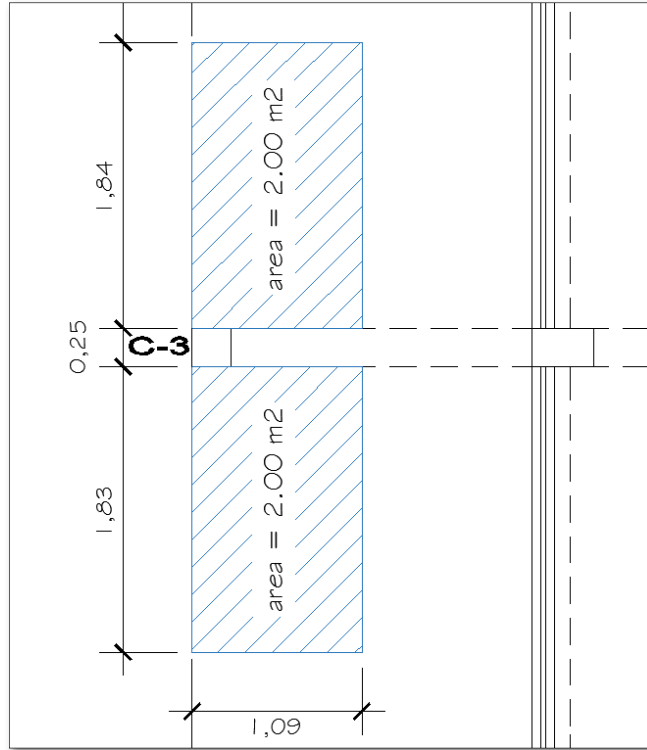


Figura 32. area de area tributaria de la columna C-3

Fuente: Elaboracio propia

#### 4.4.3.1 Metrado de cargas

carga muerta

Tabla 30. Carga muerta del área tributaria de la columna C-3

| Elemento      | Largo(m) | Ancho (m) | Altura (m) | Pe (kg/m <sup>3</sup> ) | Pe (kg/m <sup>2</sup> ) | Parcial        |           |
|---------------|----------|-----------|------------|-------------------------|-------------------------|----------------|-----------|
| Losa aligerda | 3.92     | 1.09      | 0.2        |                         | 300                     | 1281.84        | Kg        |
| Parapeto      | 3.92     | 0.15      | 1.1        | 1900                    |                         | 1228.92        | Kg        |
| Viga          | 2.18     | 0.25      | 0.4        | 2400                    |                         | 523.2          | Kg        |
| Peso Propio   | 0.25     | 0.25      | 2.6        | 2400                    |                         | 390            | Kg        |
|               |          |           |            |                         | <b>Total</b>            | <b>3423.96</b> | <b>kg</b> |

Fuente: Elaboracio propia

#### 4.4.3.2 Carga viva

**Tabla 31.** Carga viva del área tributaria de la columna C-3

| Elemento | Largo | Ancho | Pe (kg/m <sup>2</sup> ) | TOTAL   |    |
|----------|-------|-------|-------------------------|---------|----|
| Corredor | 3.92  | 1.09  | 400                     | 1709.12 | kg |

*Fuente:* Elaboracio propia

Peso total (Pt) = 1.4 de la carga muerta mas 1.7 de la carga viva

$$Pt = 1.4 \times 3423.96 \text{ Kg} + 1.7 \times 1709.12 \text{ Kg}$$

$$Pt = 7699.048 \text{ Kg}$$

$$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

Calculo de area de la columna (Ac)

$$Ac = \frac{Ps}{0.45 \times f'c} = \frac{7399.048 \text{ Kg}}{0.45 \times 210 \text{ Kg/cm}^2} = 81.471407 \text{ cm}^2$$

Calculo de area de la acero (As)

$$Pu = \emptyset \times P'u$$

$$7699.048 \text{ Kg} = 0.70 \times P'u$$

$$P'u = \frac{7699.048 \text{ Kg}}{0.70} = 10998.64 \text{ Kg}$$

$$P'u = 0.85 \times F'c \times As + As \times F'y$$

$$10998.64 \text{ Kg} = 0.85 \times 210 \text{ Kg/cm}^2 \times As + As \times 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$As = \frac{10998.64 \text{ Kg}}{0.85 \times 210 \text{ Kg/cm}^2 + 4200 \text{ Kg/cm}^2} = 2.51 \text{ cm}^2$$

La columna C-3 propuesto para adicionar sera de dimensiones 0.25 cm por 0.25 cm con 4 fierros de  $\varnothing$  1/2 pulgada como se muestra en la figura siguiente

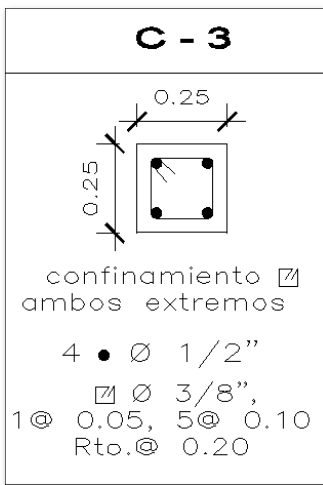


Figura 33. Dimensiones de la columna C-3 propuesto  
Fuente: Elaboracio propia

#### 4.4.4 Diseño de la columna C-2

Calculo del area tributaria de la columna C-2 en la interseccion de los ejes B-6.

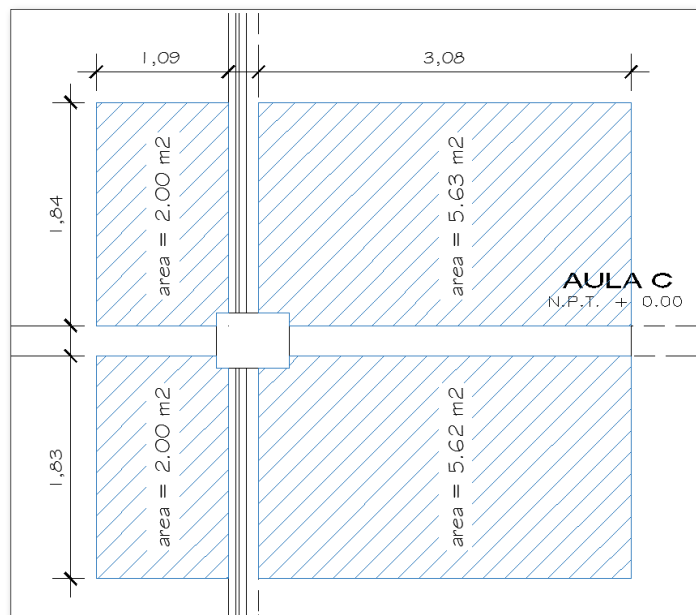


Figura 34. area de area tributaria de la columna C-2

Fuente: Elaboracio propia

#### 4.4.4.1 Metrado de cargas

cargas muertas

**Tabla 32.** Carga muerta del área tributaria de la columna C-2

| Elemento            | Largo(m) | Ancho (m) | Altura (m) | Pe (kg/m <sup>3</sup> ) | Pe (kg/m <sup>2</sup> ) | Parcial        |           |
|---------------------|----------|-----------|------------|-------------------------|-------------------------|----------------|-----------|
| Losa aligerda       | 4.27     | 3.77      | 0.2        |                         | 400                     | 6439.16        | kg        |
| Losa aligerda techo | 3.08     | 3.92      | 0.2        |                         | 400                     | 4829.44        | kg        |
| Viga V-P2 1° piso   | 4.17     | 0.25      | 0.5        | 2400                    |                         | 2502           | kg        |
| Viga V-P2 2° piso   | 3.08     | 0.25      | 0.5        | 2400                    |                         | 1848           | kg        |
| Viga V-S2 1° piso   | 3.92     | 0.25      | 0.5        | 2400                    |                         | 2352           | kg        |
| Viga V-S2 2° piso   | 3.92     | 0.25      | 0.5        | 2400                    |                         | 2352           | kg        |
| Peso Propio         | 0.25     | 0.4       | 6          | 2400                    |                         | 1440           | kg        |
|                     |          |           |            |                         | <b>Total</b>            | <b>21762.6</b> | <b>kg</b> |

Fuente: Elaboracio propia

Cargas vivas

**Tabla 33.** Carga viva del área tributaria de la columna C-2

| Carga Viva |       |       |                         |                |           |
|------------|-------|-------|-------------------------|----------------|-----------|
| Elemento   | Largo | Ancho | Pe (kg/m <sup>2</sup> ) | TOTAL          |           |
| Corredor   | 1.09  | 3.92  | 400                     | 1709.12        | kg        |
| Aula       | 3.18  | 3.92  | 250                     | 3116.4         | kg        |
| Techo      | 3.33  | 3.92  | 100                     | 1305.36        | kg        |
|            |       |       | <b>Total</b>            | <b>6130.88</b> | <b>kg</b> |

Fuente: Elaboracio propia

Peso total (Pt) = 1.4 de la carga muerta mas 1.7 de la carga viva

$$Pt = 1.4 \times 21762.60 \text{ Kg} + 1.7 \times 6130.88 \text{ Kg}$$

$$Pt = 40890.136 \text{ Kg}$$

$$F'c = 117.37 \text{ Kg/cm}^2$$

Calculo de area de la columna (Ac)

$$Ac = \frac{Ps}{0.45 \times f'c} = \frac{40890.136 \text{ Kg}}{0.45 \times 117.37 \text{ Kg/cm}^2} = 774.1924588 \text{ cm}^2$$

Calculo de area de la acero (As)

$$P_u = \phi \times P'_{u}$$

$$40890.136 \text{ Kg} = 0.70 \times P'_{u}$$

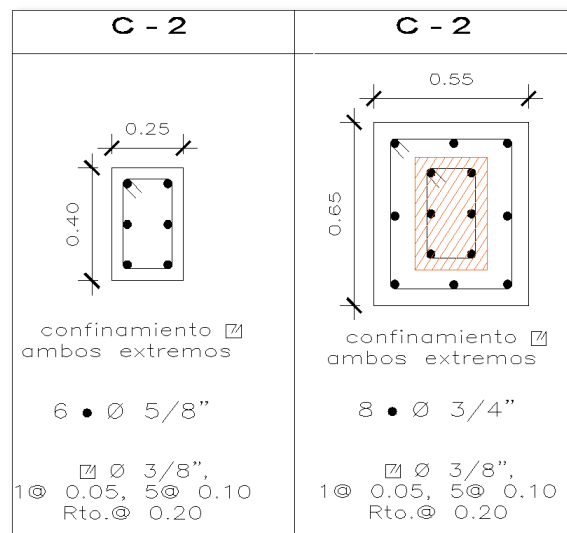
$$P'_{u} = \frac{40890.136 \text{ Kg}}{0.70} = 58414.48 \text{ Kg}$$

$$P'_{u} = 0.85 \times F'_{c} \times A_s + A_s \times F'_{y}$$

$$58414.48 \text{ Kg} = 0.85 \times 117.37 \text{ Kg/cm}^2 \times A_s + A_s \times 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A_s = = \frac{58414.48 \text{ Kg}}{0.85 \times 117.37 \text{ Kg/cm}^2 + 4200 \text{ Kg/cm}^2} = 13.59 \text{ cm}^2$$

La columna C-2 propuesto con ensanchamiento de columnas de dimensiones 0.55 cm por 0.65 cm con 8 fierros de  $\phi$  3/4 pulgadas como se muestra en la figura siguiente



*Figura 35.* Dimensiones de la columna C-2 antes y despues del propuesta de ensanchamiento.

*Fuente:* Elaboracio propia



#### 4.5. Verificación de esfuerzos de zapata y suelo

Para verificar el diseño de la zapatas que soportaran las nuevas cargas debido al reforzamiento se realizaron cálculos donde se verificara si cumple que el esfuerzo de la zapata ( $\sigma$ ) sea menor o igual que el esfuerzo del suelo ( $q_s$ )(Abanto, 2018,p.23).

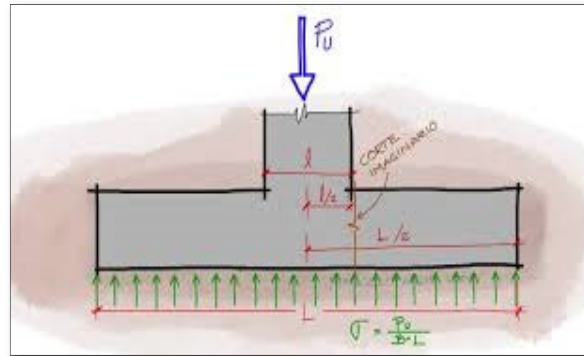


Figura 36. Esfuerzo de zapata y esfuerzo de suelo

Fuente: Abanto, 2018

**4.5.1 Esfuerzo del suelo.** Para verificar el esfuerzo del suelo se realizaron estudios de mecánica de suelos, el ensayo de corte, para los cuales se hizo la excavación de 2 calicatas a cielo abierto en la zona de estudio la profundidad promedio de investigación alcanzada se encuentra a 3 metros por debajo del nivel natural del suelo. Los resultados obtenidos son las siguientes:

- Calicata 1. GP
- Calicata 2. GP
- Angulo de fricción interna:  $\phi = 34.5^\circ$
- Cohesión:  $C = 0.00\text{kg/cm}^2$
- Densidad Max. =  $2.060\text{ g/cm}^2$ ; densidad Min. =  $1.51\text{ g/cm}^2$

A partir de los resultados obtenidos de los correspondientes ensayos de laboratorio, se tiene que los niveles de cimentación de la edificación están conformados por arena limosa no plástica, con escasa cantidad materiales granulares y con elevada resistencia en estado seco, pero blandas al entrar en contacto con la humedad.

La capacidad de carga de diseño para el nivel de cimentación fue calculada usando un factor de seguridad igual a tres (3) dando como resultado  $1.22 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ , este valor se

obtuvo empleando la ecuación de Terzaghi. Se determinó la capacidad portante del suelo para un metro cuadrado

#### 4.5.2 Capacidad de carga permisible sobre la cimentación por Terzagui

$$q_u = 1.3 c' \phi N_c + q N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$

Factores de capacidad de carga

$$N_c = 23.72$$

$$N_q = 11.67$$

$$N_\gamma = 7.22$$

$$D_f = 1.5 \text{ m}$$

$$B = 1 \text{ m}$$

Peso específico del suelo ( $\gamma$ ) = 1.75 Tn/m<sup>3</sup>

$$q = \gamma D_f = 1.75 \text{ Tn/m}^3 \times 1.5 \text{ m} = 2.712 \text{ Tn/m}^2$$

Factor de seguridad = 3 para cargas estáticas

$$q_u = 1.3 c' \phi N_c + q N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$

$$q_u = 1.3 \times 0.00 \times 55.19 + 2.712 \times 11.67 + 0.4 \times 1.75 \times 1 \times 7.22$$

$$q_u = 36.70304 \frac{\text{Tn}}{\text{m}^2}$$

Capacidad de carga permisible por área unitaria

$$q_{pem} = \frac{q_u}{F_s} = \frac{36.70304 \text{ Tn/m}^2}{3} = 12.23434667 \text{ Tn/m}^2$$

$$q_{pem} = 1.22 \text{ Kg/cm}^2$$

#### 4.5.3 Diseño de la zapata Z-1

Datos de la zapata:

Carga Admisible: 1.22 kg/cm<sup>2</sup>

Carga Muerta (Pm): 48.61 Tn

Propiedades de los materiales:

f'c = 175 kg/cm<sup>2</sup>

f<sub>y</sub> = 4200 kg/cm<sup>2</sup>

Carga Viva (Pv): 6.82 Tn

Carga de sismo (Ps): 0.39 Tn      la dimensión de la columna es de: 55 x 65 cm.

#### 4.5.3.1 Proceso de calculo

Carga puntual de servicio (Ps1=Pm+Pv+Ps) = 48.61 Tn + 6.82 Tn + 0.39 Tn=8.88Tn

Carga puntual de servicio (Ps2 = Pm + Pv) = 48.61 Tn + 6.82 Tn = 55.43 Tn

#### 4.5.3.2 Dimensiones de la zapata

$$A1 = \frac{PS1 (1 + 0.1)}{1.33 \times q \text{ Adm}} = \frac{55.82 + 5.582}{1.33 \times 1.22 \times 10} = 3.78m^2$$

$$A1 = \frac{PS1 (1 + 0.1)}{q \text{ Adm}} = \frac{5.43 + 5.543}{1.22 \times 10} = 5.00m^2$$

De lo obtenido tomamos el mayor es decir el  $5.00m^2$  entonces las dimensiones de la zapata Z-1 será:

$$Lx = 2.20 \text{ m}$$

$$Ly = 2.30 \text{ m}$$

#### 4.5.3.3 Determinando la carga puntual ultima

$$Pu = 1.4 \times Pm + 1.7 \times Pv = 1.4 \times 48.61 + 1.7 \times 6.82 = 79.648 \text{ Tn}$$

$$Pu = 1.25 \times ( Pm + Pv ) + Ps = 1.25 \times (48.61 + 6.82) + 0.39 = 66.6775 \text{ Tn}$$

$$Pu = 0.9 ( Pm ) + Ps = 0.9 \times (48.61) + 0.39 = 44.139 \text{ Tn}$$

De lo obtenido tomamos el mayor es decir  $Pu = 79.648 \text{ Tn}$

#### 4.5.3.4 Determinando la carga ultima

$$Qu = \frac{Pu}{A} = \frac{79.648}{2.20 \times 2.30} = 15.741 \text{ Tn/m}^2$$

#### 4.5.3.5 Diseño por punzonamiento

$$P_u - A_c \times Q_u = 0.85(1.06) \sqrt{f'_c} \times (b_o) \times d$$

$$79.648 - (d + 55) \times (d + 65) \times 15.741 = 0.85 \times 1.06 \sqrt{175} \times 10 \times (4d + 2 \times 55 + 2 \times 65) \times d$$

$$d = 0.19 \text{ m}$$

Aproximamos el peralte (h) igual a 0.3m entonces considerando el recubrimiento y el diametro del Acero; d sera igual a 0.21 m

#### 4.5.3.6 Verificando por corte:

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} \times B \times d = 0.53 \times \sqrt{175} \times 10 \times 0.21 \times 2.3 = 34.53 \text{ Tn}$$

$$V_u = \frac{Q_u \times B \times (m - d)}{\phi} = \frac{15.741 \times 2.3 \times (0.83 - 0.21)}{0.85} = 26.019 \text{ Tn}$$

$$V_c > V_u \text{ (Cumple)}$$

#### 4.5.3.7 Momento ultimo:

$$M_u = \frac{Q_u m^2 B}{2} = \frac{15.741 \times 0.825^2 \times 2.3}{2} = 12.321 \text{ Tn.m}$$

determinando el refuerzo:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{f_y A_s}{0.85 f'_c b}$$

| a (cm) | As (cm <sup>2</sup> ) |
|--------|-----------------------|
| 4.28   | 16.91                 |
| 2.08   | 16.00                 |
| 1.96   | 15.95                 |
| 1.96   | 15.95                 |
| 1.96   | 15.95                 |

#### 4.5.3.8 Determinando el refuerzo mínimo:

$$A_s \text{ min} = 0.0018 \times 21.41 \times 230 = 8.86 \text{ cm}^2$$

**Tomamos:**  $A_s = 15.95 \text{ cm}^2$  (Tomar acero mínimo)

$$S = 26 \text{ cm}$$

$$9 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8" \text{ @ } 0.25$$

#### 4.5.3.9 Calculo de refuerzo en otra dirección

$$A's = \frac{A_s L_x}{L_y} = \frac{15.95 \times 2.2}{2.3} = 15.258 \text{ cm}^2$$

$S = 29 \text{ cm}$

$$A's = 8 \text{ } \varnothing \text{ 5/8" @ 0.30}$$

#### Planta de zapata Z-1

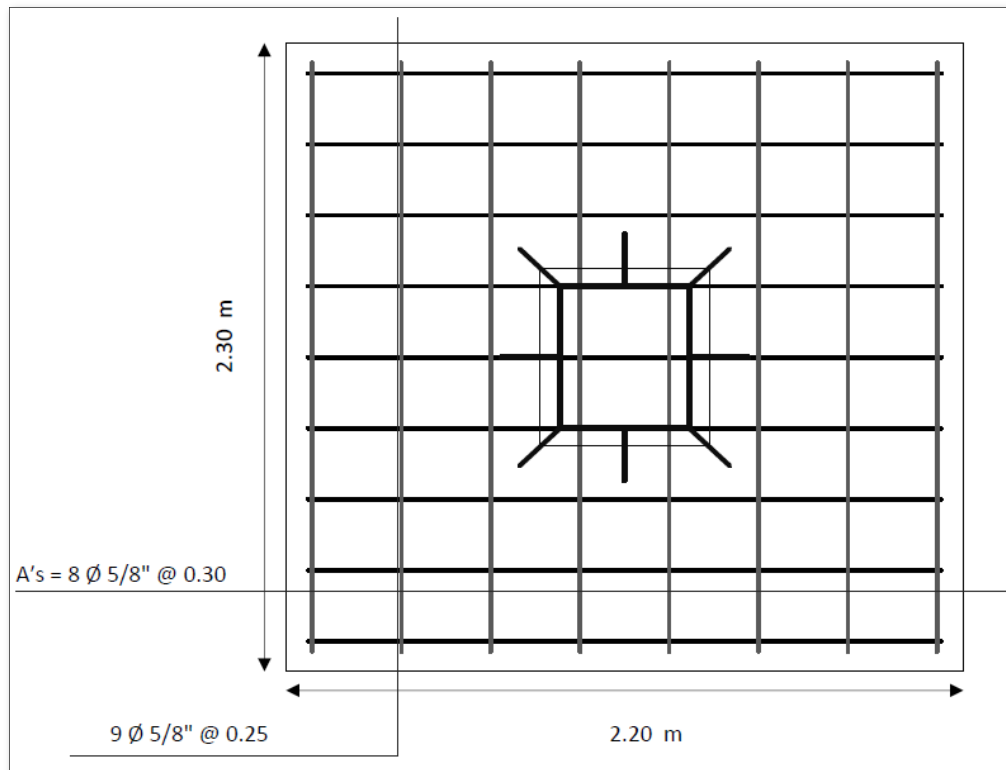


Figura 37. Vista en corte y elevación del pabellón B

Fuente: Elaboración propia

## Detalle de la zapata Z-1 de la columna C-2

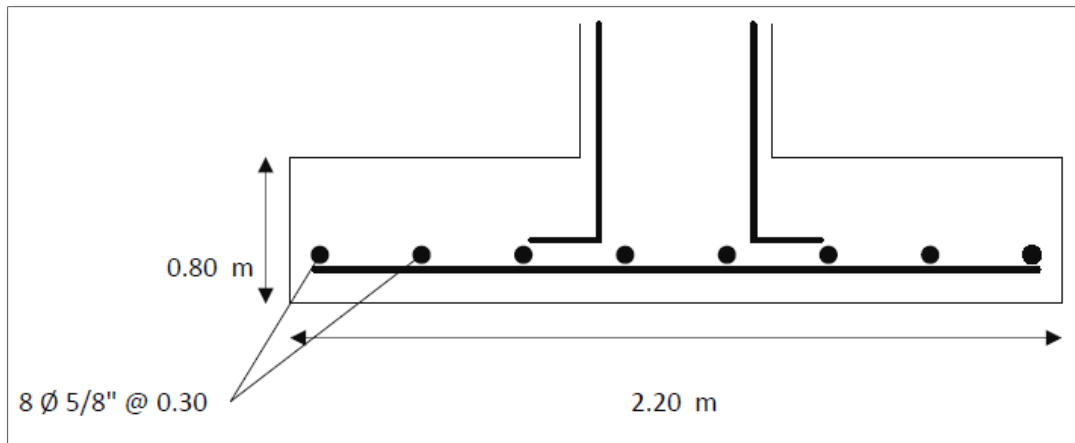


Figura 38. Vista en corte y elevación del pabellón B

Fuente: Elaboración propia

### 4.5.4 Diseño de la zapata Z-2

Datos de la zapata:

Carga Admisible:  $1.22 \text{ kg/cm}^2$

Carga Muerta ( $P_m$ ):  $7.33 \text{ Tn}$

Carga Viva ( $P_v$ ):  $1.55 \text{ Tn}$

Carga de sismo ( $P_s$ ):  $0.00 \text{ Tn}$

Propiedades de los materiales:

$f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

la dimensión de la columna es de:  $25 \times 25 \text{ cm}$ .

#### 4.5.4.1 Proceso de calculo

Carga puntual de servicio ( $P_{s1} = P_m + P_v + P_s$ ) =  $7.33 \text{ Tn} + 1.55 \text{ Tn} + 0 \text{ Tn} = 8.88 \text{ Tn}$

Carga puntual de servicio ( $P_{s2} = P_m + P_v$ ) =  $7.33 \text{ Tn} + 1.55 \text{ Tn} = 8.88 \text{ Tn}$

#### 4.5.4.2 Dimensiones de la zapata

$$A1 = \frac{PS1 (1 + 0.1)}{1.33 \times q \text{ Adm}} = \frac{8.88 + 0.888}{1.33 \times 1.22 \times 10} = 0.60m^2$$

$$A1 = \frac{PS1 (1 + 0.1)}{q \text{ Adm}} = \frac{8.88 + 0.888}{1.22 \times 10} = 0.80m^2$$

De lo obtenido tomamos el mayor es decir el  $0.80m^2$  entonces las dimensiones de la zapata Z-2 será:

$$Lx = 0.90 \text{ m}$$

$$Ly = 0.90 \text{ m}$$

#### 4.5.4.3 Determinando la carga puntual ultima

$$Pu = 1.4 \times Pm + 1.7 \times Pv = 1.4 \times 7.33 + 1.7 \times 1.55 = 12.897 \text{ Tn}$$

$$Pu = 1.25 \times (Pm + Pv) + Ps = 1.25 \times (7.33 + 1.55) + 0 = 11.1\text{Tn}$$

$$Pu = 12.897 \text{ Tn} \quad Pu = 0.9 \times (Pm) + Ps = 0.9 \times (7.33) + 0 = 6.597\text{Tn}$$

De lo obtenido tomamos el mayor es decir  $Pu = 12.897 \text{ Tn}$

#### 4.5.4.4 Determinando la carga ultima

$$Qu = \frac{Pu}{A} = \frac{12.90}{0.9 \times 0.9} = 15.922 \text{ Tn/m}^2$$

#### 4.5.4.5 Diseño por punzonamiento

$$Pu - Ac \times Qu = 0.85(1.06) \sqrt{f'c} \times (bo) \times d$$
$$12.897 - (d + 25) \times (d + 25) \times 15.922 = 0.85 \times 1.06 \times \sqrt{175} \times 10 \times (4d + 2 \times 25 + 2 \times 25) \times d$$

$$d = 0.07 \text{ m}$$

Aproximamos el peralte (h) igual a 0.3m entonces considerando el recubrimiento y el diametro del Acero; d sera igual a 0.21 m

#### 4.5.4.6 Verificando por corte:

$$Vc = 0.53 \sqrt{f'c} \times B \times d = 0.53 \times \sqrt{175} \times 10 \times 0.21 \times 0.9 = 13.51\text{Tn}$$

$$Vu = \frac{Qu \times B \times (m - d)}{\phi} = \frac{15.922 \times 0.9 \times (0.33 - 0.21)}{0.85} = 1.869 \text{ Tn}$$

$$Vc > Vu \text{ (Cumple)}$$

**4.5.4.7 Momento ultimo:**

$$M_u = \frac{Q_u m^2 B}{2} = \frac{15.922 \times 0.325^2 \times 0.9}{2} = 0.757 \text{ Tn.m}$$

**4.5.4.8 Determinando el refuerzo:**

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{f_y A_s}{0.85 f'_c b}$$

**DETERMINANDO EL REFUERZO:**

| a (cm) | As (cm <sup>2</sup> ) |
|--------|-----------------------|
| 4.28   | 1.04                  |
| 0.33   | 0.94                  |
| 0.30   | 0.94                  |
| 0.30   | 0.94                  |
| 0.30   | 0.94                  |

**4.5.4.8 Determinando el refuerzo mínimo:**

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 \times 21.41 \times 90 = 3.47 \text{ cm}^2$$

**Tomamos:**  $A_s = 3.47 \text{ cm}^2$  (Tomar acero minimo)

**S= 74 cm**

2 Ø 5/8" @ 0.45

**4.5.4.9 Calculo de refuerzo en otra dirección**

$$A'_s = \frac{A_s L_x}{L_y} = \frac{3.47 \times 0.9}{0.9} = 3.469 \text{ cm}^2$$

**S= 74 cm**

$A'_s = 2 \text{ Ø } 5/8" @ 0.45$



## Planta de zapata Z-2

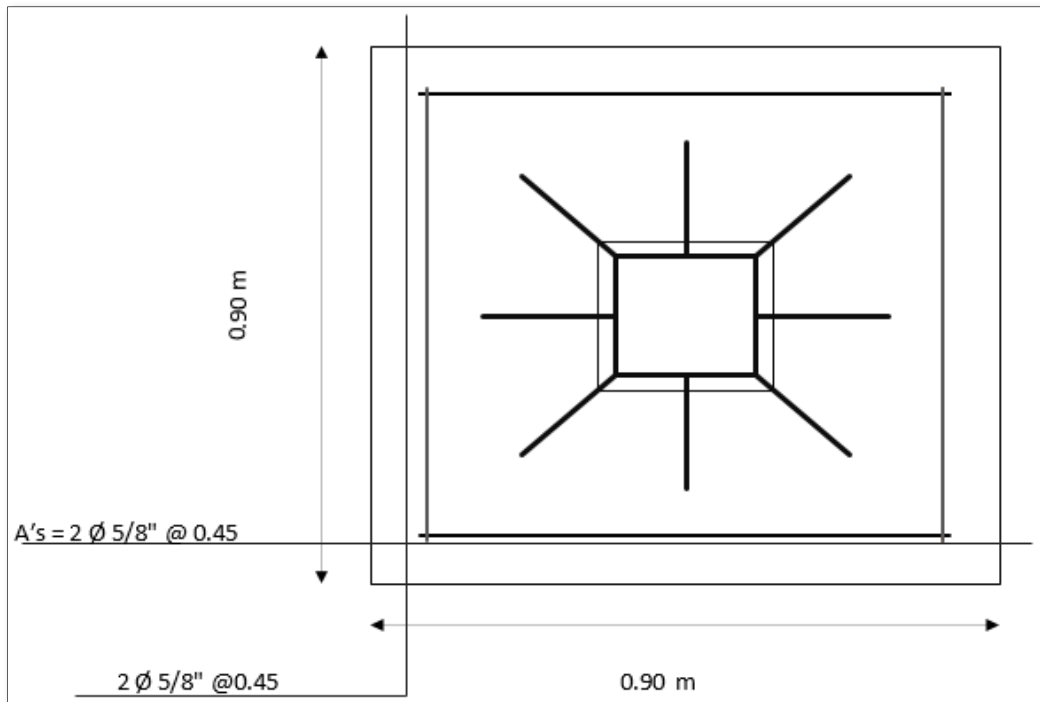


Figura 39. Rigidez en el sentido "X"

Fuente: Elaboración propia

## Detalle de la zapata Z-2 de la columna C-3

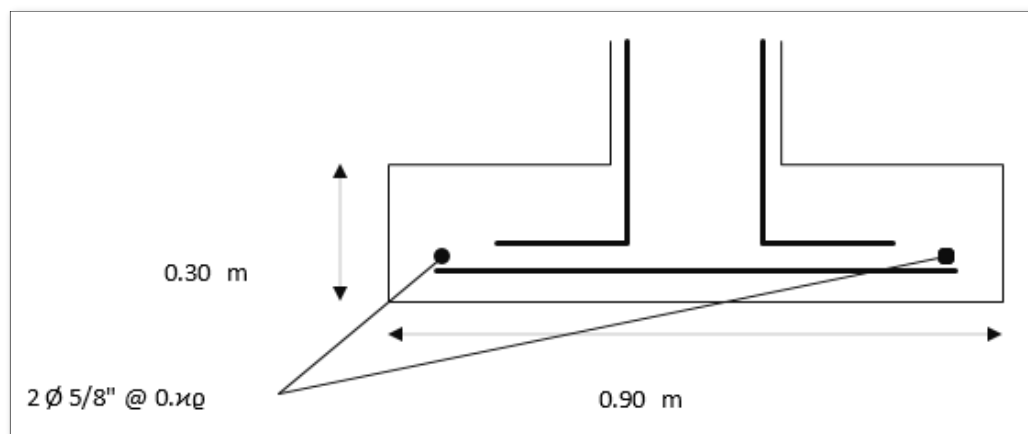


Figura 40: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

**4.6. Formato de evaluación del pabellón B de la Institución Educativa Antonia Moreno de Cáceres. Después del reforzamiento estructural con la metodología rápida Fema 154.**

Rapid visual screening of Building for Potential Seismic Hazards  
FEMA- 154 Data Collection Form

**MODERATE Seismicity**

Address: PROGRAMA MARCAL CÁCERES SAN JUAN DE LURIGANCHO  
I.E. ANTONIA MORENO DE CÁCERES Zip \_\_\_\_\_

Other identifiers \_\_\_\_\_

No. Stories \_\_\_\_\_ year Built 2020  
Screener \_\_\_\_\_ Date 24/07/2020

Total Floor Area (sq. Ft.) \_\_\_\_\_

Building name 1º Y 2º PISO PABELLÓN B REFORZADO  
Use AULAS (A, B Y C) DEL PRIMER Y SEGUNDO PISO




| OCCUPANCY      |            |             | SOIL  |                | TYPE           |                 |                 |                |                |                            | FALLING HAZARDS |               |            |  |
|----------------|------------|-------------|---|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------------------|-----------------|---------------|------------|--|
| Assembly       | Govt       | Office      | Number of persons<br>0-10 11-100<br>101- 1000 1000+ | A<br>Hard Rock | B<br>Avg. Rock | C<br>Dense Soil | D<br>Stiff Soil | E<br>Soft Soil | F<br>Poor Soil | G<br>Unreinforced chimneys | H<br>parapets   | I<br>cladding | J<br>other |  |
| Commercial     | Historic   | Residential |   |                |                |                 |                 |                |                |                            |                 |               |            |  |
| Emer. Services | Industrial | school      |   |                |                |                 |                 |                |                |                            |                 |               |            |  |

| BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| BUILDING TYPE                              | W1   | W2   | S1   | S2   | S3   | S4   | S5   | C1   | C2   | C3   | PC1  | PC2  | RM1  | RM2  | URM  |
| BASIC SCORE                                | 5.2  | 4.8  | 3.6  | 3.6  | 3.8  | 3.6  | 3.6  | 3.6  | 3.6  | 3.2  | 3.2  | 3.2  | 3.6  | 3.4  | 3.4  |
| Mid Rise (4 to 7 stories)                  | N/A  | N/A  | +0.4 | +0.4 | N/A  | +0.4 | +0.4 | +0.2 | +0.4 | +0.2 | N/A  | +0.4 | +0.4 | +0.4 | -0.4 |
| High rise (> 7 stories)                    | N/A  | N/A  | +1.4 | +1.4 | N/A  | +1.4 | +0.8 | +0.5 | +0.8 | +0.4 | N/A  | +0.6 | N/A  | +0.6 | N/A  |
| Vertical irregularity                      | -3.5 | -0.3 | -2.0 | -2.0 | N/A  | -2.0 | -2.0 | -0.2 | -2.0 | -2.0 | N/A  | -1.5 | -2.0 | -1.5 | -1.5 |
| Plan irregularity                          | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 |
| Pre- code                                  | 0.0  | -0.2 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.2 | -1.0 | -0.4 | -1.0 | -0.2 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 |
| Pos- Benchmark                             | +1.6 | +1.6 | +1.4 | +1.4 | N/A  | +1.2 | N/A  | +1.2 | +1.6 | N/A  | +1.8 | N/A  | 2.0  | +1.8 | N/A  |
| Soil Type C                                | -0.2 | -0.8 | -0.6 | -0.8 | -0.6 | -0.8 | -0.8 | -0.6 | -0.8 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.8 | -0.6 | -0.4 |
| Soil Type D                                | -0.6 | -1.2 | -1.0 | -1.2 | -1.0 | -1.2 | -1.2 | -1.0 | -1.2 | -1.0 | -1.0 | -1.2 | -1.2 | -1.2 | -0.8 |
| Soil Type E                                | -1.2 | -1.8 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 | -1.6 |
| FINAL SCORE S                              |      |      |      |      |      | 3.2  |      |      |      |      | 2.2  |      |      |      |      |

COMMENTS: La estructura reforzada del pabellón B de la Institución Educativa Antonia Moreno de Cáceres de San Juan de Lurigancho no requiere evaluación de acuerdo al nuevo puntaje obtenido

Detailed Evaluation Required YES **NO**

Estimated, subjective, or unreliable data  
DNK= Do Not Know

BR= Braced Frame  
FD= Flexible diaphragm  
LM= Light metal

MRF = Moment-resisting frame  
RC= Reinforced concrete  
RD= Rigid diaphragm

SW= Shear wall  
TU= Tip up  
URM INF= Unreinforced masonry infill

Figura 41. Formato evaluación rápida Fema 154

Fuente: Elaboración propia

De la figura 41 se observa que el puntaje final obtenido es mayor que 2 por lo tanto no requiere una evaluación especial

#### **4.7 Determinación vulnerabilidad sísmica con el método de inspección visual rápida (FEMA 154).**

El formulario de recolección de datos, según el Manual de Rapid Visual Screening Of Billings For Potential Seismic, se elabora para cada estructura a evaluar tomando en cuenta los siguientes pasos. (Hazards, 2015, p .52).

- a) Verificar y actualizar la información del edificio.
- b) Caminar alrededor del edificio para identificar su tamaño y forma, y dibujar una vista en planta y elevación en el formato de registro de datos.
- c) Determinar y documentar la ocupación y uso.
- d) Determinar el tipo de suelo.
- e) Identificar los peligros potenciales no estructurales.
- f) Identificar el sistema estructural, ya sea desde el exterior o ingresando a la edificación si es necesario. Luego, seleccionar con un círculo el sistema estructural que corresponda al identificarlo.
- g) Identificar y seleccionar el puntaje estructural básico que corresponde al sistema estructural identificado.
- h) Identificar y seleccionar los modificadores del puntaje estructural. Estos modificadores son el número de plantas, fecha de diseño, irregularidad vertical, irregularidad de planta y tipo de suelo.
- i) Determinar la puntuación final S realizando la suma aritmética del puntaje estructural correspondiente a cada modificador identificado en el paso anterior.
- j) Determinar si la edificación cuenta con una vulnerabilidad aceptable o no o si se requiere una evaluación detallada.

## 4.8 Parámetros de diseño

### 4.8.1 Factor de zona



Figura 42. Mapa de sismicidad de Perú, zonas sísmicas

Fuente: NTP-E 030, Diseño sismorresistente, 2018

**Tabla 34. Factores de zonificación de Perú**

| FACTORES DE LA ZONA Z |      |
|-----------------------|------|
| ZONA                  | Z    |
| 4                     | 0,45 |
| 3                     | 0,35 |
| 2                     | 0,25 |
| 1                     | 0,10 |

Fuente: NTP-E 030, Diseño sismorresistente, 2018

#### 4.8.2 U: Factor de Uso

**Tabla 35. Factor de uso de las edificaciones**

| CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U" |  |            |
|---|--|------------|
| Categoría                                   | DESCRIPCIÓN  | FACTOR U   |
| A<br>Edificaciones<br>Esenciales            | A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.  | Ver nota 1 |
|   | <p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>- Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li> <li>- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> </ul> <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</p> | 1,5        |

|                                   |  |            |
|-----------------------------------|--|------------|
|                                   | Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.<br>Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.  |            |
| B<br>Edificaciones<br>Importantes | Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.<br>También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento. | 1,3        |
| C<br>Edificaciones<br>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<br>Edificaciones<br>Temporales  | Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.  | Ver nota 2 |

Fuente: NTP-E 030, Diseño sismorresistente, 2018

#### 4.8.3 C: Factor de Amplificación Sísmica

De acuerdo a las características del sitio, se define el Factor de Amplificación Sísmica (C) por las siguientes expresiones (NTP-E 030, Diseño sismorresistente, 2018).

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

**Donde:**

Periodo fundamental de vibración de la estructura

T<sub>p</sub>: Periodo que define la plataforma del factor C

T<sub>L</sub>: Periodo que define el inicio de la zona del factor C

#### 4.8.4 R: Coeficiente de Reducción de Fuerza Sísmica

**Tabla 36. Coeficiente de Reducción de Fuerza Sísmica**

| Tabla N° 7<br>SISTEMAS ESTRUCTURALES                     |  |
|--|--|
| Sistema Estructural                                      | Coeficiente Básico de Reducción Ro ( * ) |
| Acero:   |  |
| Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)         | 8  |
| Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)        | 7  |
| Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)         | 6  |
| Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF) | 8  |
| Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF) | 6  |
| Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)              | 8  |
| Concreto Armado:   |  |
| Pórticos   | 8  |
| Dual   | 7  |
| De muros estructurales                                   | 6  |
| Muros de ductilidad limitada                             | 4  |
| Albañilería Armada o Confinada                           | 3  |
| Madera (por esfuerzo admisible)                          | 7  |

*Fuente:* NTP-E 030, Diseño sismorresistente, 2018

**4.8.5 Derivas de entre piso:** La deriva de entrepiso se define como el desplazamiento lateral entre dos pisos al aplicarse la fuerza sísmica, se calculan con el fin de controlar estos desplazamientos laterales de la estructura, en la NTP E.030 nos da valores máximos para controlar esta deflexión.

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

Donde:

$\Delta_i$  : Desplazamiento lateral relativo del nivel i.

$\delta_i - \delta_{i-1}$ : Desplazamientos laterales en los niveles i e i-1

Finalmente, para calcular la deriva de entrepiso se usa la siguiente formula

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

Donde:

$h_{ei}$  : Altura del entrepiso i

**Tabla 37. Límite para la distorsión del entrepiso**

| Tabla N° 11<br>LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO       |                       |
|---|-----------------------|
| Material Predominante   | $(\Delta i / h_{ei})$ |
| 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:* NTP - E. 030 Diseño sismorresistente, 2018

**4.8.6 La norma técnica E. 030-2018 del reglamento nacional de edificaciones:**

establece que las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios del diseño sismorresistente tiene la siguiente filosofía. Evitar pérdida de vidas humanas asegurara la continuidad de los servicios y minimizar los daños a la propiedad.

**4.8.7 Vulnerabilidad estructural:**

Se refiere a que tan susceptibles a ser afectados o dañados son los elementos estructurales de una edificación o estructura frente a las fuerzas sísmicas inducidas en ella y actuando en conjunto con las demás cargas habidas en dicha estructura. Los elementos estructurales son aquellas partes que sostienen la estructura de una edificación, encargados de resistir y transmitir a la cimentación y luego al suelo. (Organización panamericana de salud, 2004, p.12)

**4.8.8 Análisis sísmico estático y dinámico:**

Análisis estructural, es la ciencia encargada de proponer metodologías para el cálculo de la resistencia, rigidez, estabilidad, durabilidad y seguridad de los elementos estructurales, logrando obtener valores útiles para desarrollar un diseño estructural seguro y económico. (Huamán, 2018, p 29).



#### 4.9 Microzonificación geotécnica de San Juan de Lurigancho

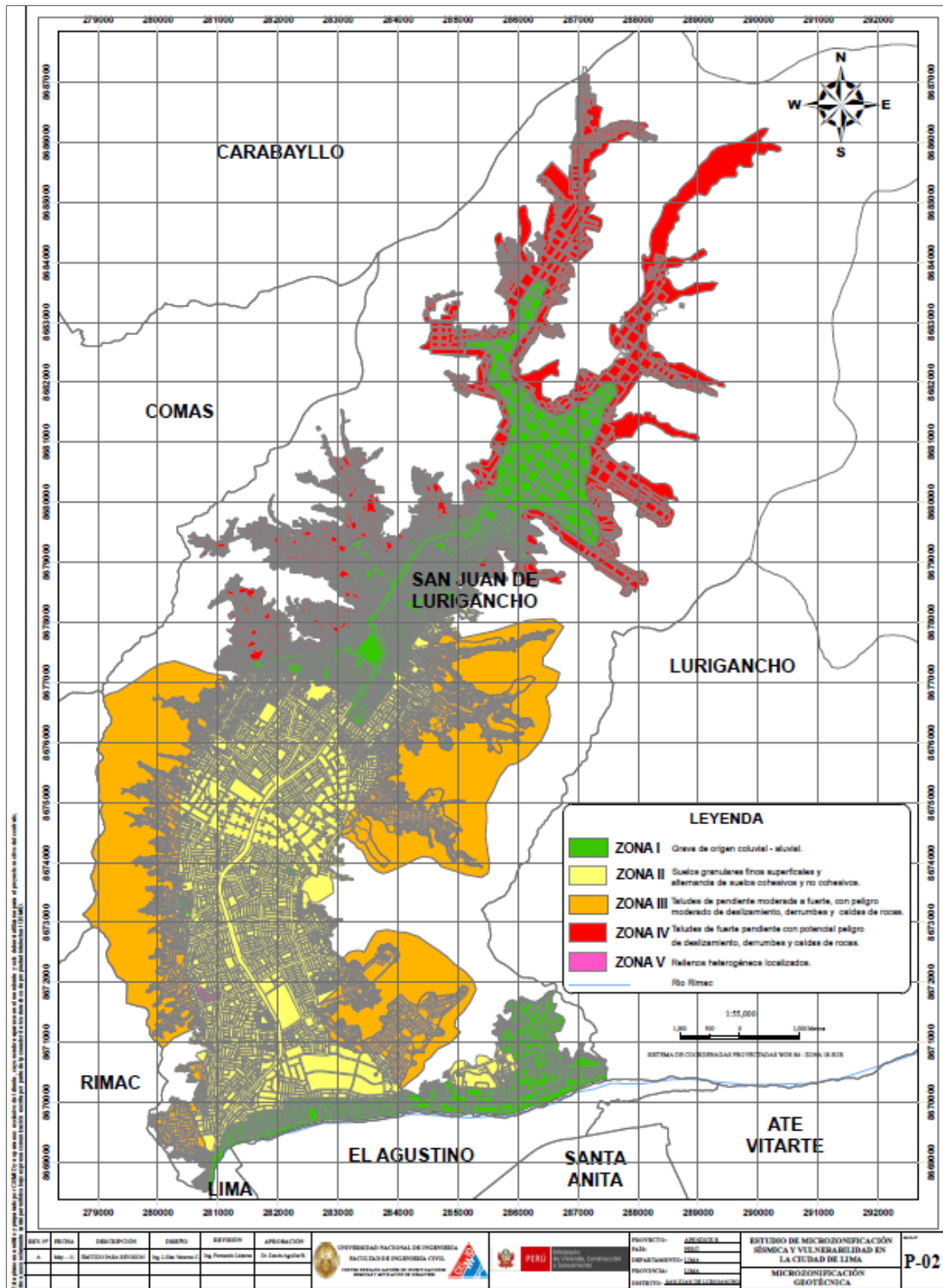
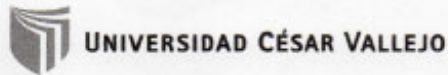


Figura 43. Mapa de microzonificación sísmica de SJL.

Fuente: CISMID

**Anexo 4.10** Permiso solicitado al directora de la Institucion Educativa Antonia Moerno de Caceres



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

Ate, 13 de setiembre de 2019

**CARTA N° 228-2019/EP-I.C.- UCV-LIMA-ATE**

I.E.. ANTONIA MORENO DE CACERES  
Directora Zara Recuay Orihuela  
LT. EB. MZ. N6 P. MARISCAL CACERES S.J.L.

Presente. -

De nuestra mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarla(o) cordialmente en representación de la Universidad César Vallejo - Filial Ate, para manifestarle que, nuestros alumnos del X Ciclo, están desarrollando el curso de *Desarrollo del Proyecto de Investigación* ; por lo que recurrimos a usted, para solicitarle la autorización para el ingreso de nuestros alumnos, a fin de aplicar el instrumento de Tesis: "*Evaluación estructural con la norma E-030 del pabellon B de la I.E. Antonia Moreno de Caceres de San Juan de Lurigancho*", información que será de suma importancia para elaborar su trabajo de investigación para la titulación.

Por lo anteriormente expuesto y para dicho fin, me permito presentar a los alumnos:

| NOMBRES Y APELLIDOS               | N° D.N.I. |
|-----------------------------------|-----------|
| LLAJARUNA BENDEZU, ANIBAL OCTAVIO | 10185526  |

Segura de contar con su autorización y apoyo, hago propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi mayor consideración y estima personal.



**MG. LEOPOLDO CHOQUE FLORES**  
Coordinador Académico de la escuela de Ing. Civil  
UCV - Filial Lima Campus Ate



ZKS  
Zara Recuay Orihuela  
DIRECTORA  
19/09/2019  
-7040470  
cel. 986992286

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



**Anexo 4.11** panel fotográfico



Fotografía N° 1: puerta principal de ingreso al colegio Antonia Moreno de Cáceres



Fotografía N° 2: vista del pabellón B del colegio Antonia Moreno de Cáceres



Fotografía N° 3: levantamiento toma de medidas en el 1° piso del pabellón B del colegio Antonia Moreno de Cáceres



Fotografía N° 4: levantamiento toma de medidas en el 1° piso del pabellón B del colegio Antonia Moreno de Cáceres



Fotografía N° 5: levantamiento toma de medidas en el 1° piso del pabellón B del colegio Antonia Moreno de Cáceres



Fotografía N° 6: levantamiento toma de medidas en el 1° piso del pabellón B del colegio Antonia Moreno de Cáceres



Fotografía N° 7: levantamiento toma de medidas en el 2° piso del pabellón B del colegio Antonia Moreno de Cáceres



Fotografía N° 8: levantamiento toma de medidas en el 2° piso del pabellón B del colegio Antonia Moreno de Cáceres



Fotografía N° 9: primera calicata en el colegio Antonia Moreno de Cáceres Se excavó a cielo abierto una profundidad de 3,00 m.



Fotografía N° 10: primera calicata en el colegio Antonia Moreno de Cáceres Se excavó a cielo abierto una profundidad de 3,00 m.



Fotografía N° 11: segunda calicata en el colegio Antonia Moreno de Cáceres Se excavó a cielo abierto una profundidad de 3,00 m.



Fotografía N° 12: segunda calicata en el colegio Antonia Moreno de Cáceres Se excavó a cielo abierto una profundidad de 3,00 m.





Fotografía N° 13: perforación para la obtención del testigo diamantino C-1 en la columna del 1° piso del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres.



Fotografía N° 14: testigo diamantino C-1 en la columna del 1° piso del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres



Fotografía N° 15: perforación para la obtención del testigo diamantino C-2 en la columna del 1° piso del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres.



Fotografía N° 16: testigo diamantino C-2 en la columna del 1° piso del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres



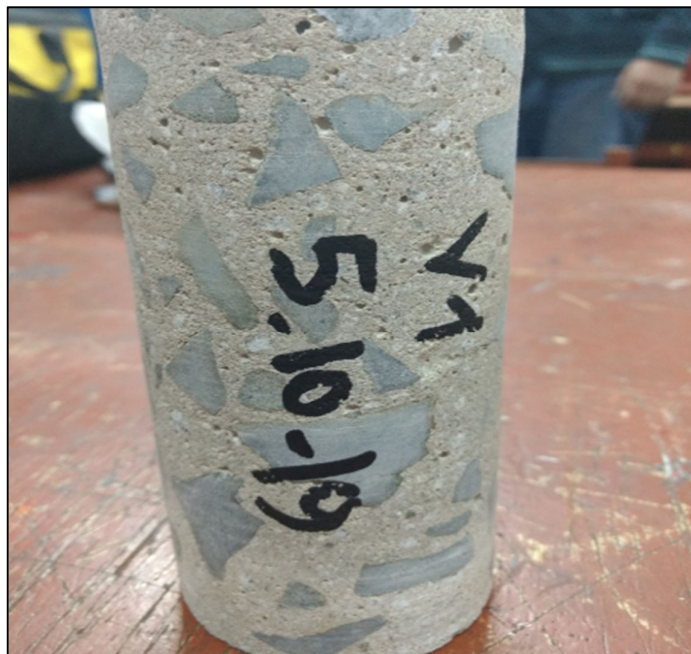
Fotografía N° 17: perforación para la obtención del testigo diamantino C-3 en la columna del 2° piso del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres.



Fotografía N° 18: testigo diamantino C-3 en la columna del 2° piso del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres



Fotografía N° 19: perforación para la obtención del testigo diamantino V-1 en la viga del 1° piso del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres



Fotografía N° 20: testigo diamantino V-1 en la viga del 1° piso del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres



Fotografía N° 21: perforación para la obtención del testigo diamantino V-2 en la viga del 1° piso del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres



Fotografía N° 22: testigo diamantino V-2 en la viga del 1° piso del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres



Fotografía N° 23: perforación para la obtención del testigo diamantino V-3 en la viga del 2° piso del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres



Fotografía N° 24: testigo diamantino V-3 en la viga del 2° piso del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres



Fotografía N° 26: Acero expuesto en la columna C-2 (eje A-7)



Fotografía N° 27: Acero expuesto en la columna C-2 (eje A-6)



Fotografía N° 28: Acero expuesto en la columna C-1 (eje A-5)



Fotografía N° 29: Acero expuesto en la columna C-2 (eje A-4)





Fotografía N° 30: acero expuesto a lo largo de la viga V - P1




Fotografía N° 31: acero expuesto a lo largo de la viga V - P1



Fotografía N° 32: acero expuesto a lo largo de viga V - P1

**Anexo 4.12** Resultado de los ensayos de los testigos diamantinos de las columnas y vigas del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres

| <br><b>STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE</b><br><b>ASTM C42 / C43M - 18</b>            |                     | <b>FECON - 002</b><br>VERSIÓN : 000160<br>FECHA : 31/10/2018 |             |               |                      |                    |                                      |  |
|--|---------------------|--|-------------|---------------|----------------------|--------------------|--------------------------------------|--|
| <b>REGISTRO</b><br>FECHA : 086-21/09/10-CL   |                     |  |             |               |                      |                    |                                      |  |
| <b>INFORMACIÓN DE LA PRUEBA DE CONCRETO</b><br>MARCA Y MODELO : ELE INTERNATIONAL 36-690095<br>NÚMERO DE SERIE : 110500043<br>CAPACIDAD : 100000 kg<br>INDICADOR DIGITAL : ELE INTERNATIONAL ADR N° 1685-5-17-02                 |                     |  |             |               |                      |                    |                                      |  |
| <b>REFERENCIAS DE LA MUESTRA</b><br>ESTRUCTURA : La Inhabida<br>DESCRIPCIÓN : Trabajos de refuerzo de concreto   |                     |  |             |               |                      |                    |                                      |  |
| <b>REFERENCIAS DE LA MUESTRA</b><br>PROYECTO : EVALUACIÓN DE VIABILIDAD TÉCNICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PABELLÓN B DE LA I.E. ANTONIA MORENO DE CÁCERES S.L. 2019<br>UBICACIÓN : URB. SAN JUAN DE DURAZOCHO |                     |  |             |               |                      |                    |                                      |  |
| <b>OBSERVACIONES</b><br>Los testigos colados de concreto fueron reanclados por el subcontratista.  |                     |  |             |               |                      |                    |                                      |  |
| DENOMINACIÓN   | FECHA DE EXTRACCIÓN | FECHA DE ROTURA  | ALTURA (cm) | DIÁMETRO (cm) | CARGA DE ROTURA (kg) | FACTOR DE ESQUELEZ | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CORREGIDA (kg/cm²) |
| C-1  | 5/10/2018           | 5/11/2020  | 10,9        | 7,0           | 3.910                | 0,925              | 102,8                                | 50,1   |
| C-2  | 5/10/2018           | 5/11/2020  | 12,5        | 7,0           | 4.270                | 0,963              | 112,2                                | 110,3  |
| C-3  | 5/10/2018           | 5/11/2020  | 11,1        | 7,0           | 5.610                | 0,968              | 147,5                                | 50,7   |
| V-1  | 5/10/2018           | 5/11/2020  | 12,5        | 7,0           | 3.650                | 0,963              | 96,2                                 | 94,6   |
| V-2  | 5/10/2018           | 5/11/2020  | 11,0        | 7,0           | 4.170                | 0,967              | 125,3                                | 121,6  |
| V-3  | 5/10/2018           | 5/11/2020  | 12,3        | 7,0           | 4.380                | 0,981              | 115,1                                | 113,0  |

  
**CALDERÍN DE LOS SANTOS**  
 INGENIERO DE MATERIALES  
 Reg. CIP N° 140564

|  |  |                               |
|--|--|-------------------------------|
| <b>STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE<br/>ASTM C42 / C42M - 18</b> |  | <b>CÓDIGO</b> : FCON - 001    |
|  |  | <b>VERSIÓN</b> : 1.1          |
|  |  | <b>VIGENCIA</b> : 31/12/2019  |
| <b>SOLICITANTE</b>   | : ANIBAL OCTAVIO LLAJARUNA BENDEZU   | <b>REGISTRO</b> : 896-2019HOL |
| <b>PROYECTO</b>  | : EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PABELLÓN B DE LA I.E. ANTONIA MORENO DE CACERES S.J.L., 2018 |                               |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : LIMA, SAN JUAN DE LURIGANCHO   | <b>FECHA</b> : 11/03/2019     |

**TESTIGO DIAMANTINO**

| DESCRIPCIÓN VISUAL  | IDENTIFICACIÓN |
|---|----------------|
| En el cuerpo del testigo se observa piedra natural subangulosa de moderada resistencia, junto a arena limpia de grano grueso a fino, presenta una matriz porosa de coloración gris claro, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran fácilmente. | <b>C-1</b>     |



*[Handwritten Signature]*  
CATERIN DE LOS SANTOS  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. DTP N° 148564

J. B. Ramírez Peña 316 Urb. Garaypa  
San Martín de Porres - Lima - Perú  
Tel: +511 01-5676991, RPM: 954030369  
RPC: 904618850 e-mail: holvers@holperu.pe

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| <b>STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE</b><br><b>ASTM C42 / C42M - 18</b> | <b>CÓDIGO</b> : FCON - 001  |
|  | <b>VERSIÓN</b> : 1.1        |
|  | <b>VIENCIA</b> : 31/12/2019 |

|                    |   |                 |               |
|--------------------|---|-----------------|---------------|
| <b>SOLICITANTE</b> | : ANIBAL OCTAVIO LLAJARUNA BENDEZU  | <b>REGISTRO</b> | : 096-2019HCL |
| <b>PROYECTO</b>    | : EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PABELLÓN B DE LA LE ANTONIA VIRENO DE CACERES S.J.L. 2019 |                 |               |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : LIMA, SAN JUAN DE LURIDANCHO  | <b>FECHA</b>    | : 11/02/2019  |

| TESTIGO DIAMANTINO   |                |
|--|----------------|
| DESCRIPCIÓN VISUAL   | IDENTIFICACIÓN |
| En el cuerpo del testigo se observa piedra natural subangulosa de moderada resistencia, junto a arena limpia de grano grueso a fino, presenta una matriz porosa de coloración gris clara, culminado el ensayo los fragmentos se desmenuzan fácilmente. | <b>C-2</b>     |



*[Signature]*  
**CALDERÓN DE LOS SANTOS**  
**INGENIERO GEOLOGO**  
 Reg. CIP N° 148564

Jr. B. Ramírez Peña 316 Urb. Gorgany  
 San Martín de Porres - Lima - Perú  
 Tel: +511 01-5679991, RPM: 954050969  
 RPC: 954918850 e-mail: ospivera@holperu.pe

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE<br/>ASTM C42 / C42M - 18</b> | <b>CÓDIGO</b> : FCON - 001   |
|  | <b>VERSIÓN</b> : 1.1         |
|  | <b>VIGENCIA</b> : 31/12/2019 |

|  |                                |
|--|--------------------------------|
| <b>SOLICITANTE</b> : ANIBAL OCTAVIO LLAJARUNA BENDEZU  | <b>REGISTRO</b> : 086-2019/HOL |
| <b>PROYECTO</b> : EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PABELLÓN B DE LA IE ANTONIA MORENO DE CACERES S.J.L., 2019 |                                |
| <b>UBICACIÓN</b> : LIMA, SAN JUAN DE LURIGANCHO  | <b>FECHA</b> : 11/10/2019      |

**TESTIGO DIAMANTINO**

| DESCRIPCIÓN VISUAL  | IDENTIFICACIÓN |
|---|----------------|
| En el cuerpo del testigo se observa piedra natural subyacente de buena resistencia, junto a arena limpia de grano grueso a fino, presenta una matriz porosa de coloración gris clara, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran fácilmente. | <b>C-3</b>     |



**CALDERÓN DE LOS SANTOS**  
**INGENIERO GEÓLOGO**  
 Reg. CIP N° 148564

Jr. B. Ramírez Peña 316 Urb. Ganagly  
 San Martín de Porres - Lima - Perú  
 Tel. +51 01 5670991, 0154 994050569  
 RUC: 904018250 e-mail: hol@holperu.pe

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| <b>STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE</b><br><b>ASTM C42 / C42M - 18</b>  | <b>CÓDIGO</b> : FCON - 001    |
|   | <b>VERSIÓN</b> : 1.1          |
|   | <b>VIGENCIA</b> : 31/12/2019  |
| <b>SOLICITANTE</b> : ANIBAL OCTAVIO LLAJARUNA BENCEZU   | <b>REGISTRO</b> : 006-2019HDL |
| <b>PROYECTO</b> : EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PABELLÓN B DE LA LE ANTONIA |                               |
| <b>UBICACIÓN</b> : LIMA, SAN JUAN DE LURIGANCHO   | <b>FECHA</b> : 11/10/2019     |

**TESTIGO DIAMANTINO**

| DESCRIPCIÓN VISUAL   | IDENTIFICACIÓN |
|--|----------------|
| En el cuerpo del testigo se observe piedra natural subangular de moderada resistencia, junto a arena limpia de grano grueso a fino, presentará una matriz porosa de coloración gris clara, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran fácilmente. | <b>V-1</b>     |



**CALDERÓN DE LOS SANTOS**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 RNE CIP N° 142564

Jr. B. Ramírez Peña 316 Urb. Conqeqy  
 San Martín de Porres - Lima - Perú  
 Tel: +511 01-5678961, RRM: 95435959  
 RPC: 904618850 e-mail: holvera@holperu.pe

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE</b><br><b>ASTM C42 / C42M - 18</b> | <b>CÓDIGO</b> : FCON - 001   |
|  | <b>VERSIÓN</b> : 1.1         |
|  | <b>VIGENCIA</b> : 31/12/2019 |

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| <b>SOLIDANTE</b> : ANIBAL OCTAVIO LLAJARUNA BENDZU  | <b>REGISTRO</b> : 086-2019/HOL |
| <b>PROYECTO</b> : EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PABELLÓN B DE LA I.E. ANTONIA |                                |
| <b>UBICACIÓN</b> : LIMA, SAN JUAN DE LURIGANCHO   | <b>FECHA</b> : 15/10/2019      |

**TESTIGO DIAMANTINO**

| DESCRIPCIÓN VISUAL  | IDENTIFICACIÓN |
|---|----------------|
| En el cuerpo del testigo se observa piedra natural subangulosa de moderada resistencia, junto a arena limpia de grano grueso a fino, presenta una matriz porosa de coloración gris claro, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran fácilmente. | <b>V-2</b>     |



  
**CALDERÓN DE LOS SANTOS**  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 Reg. CIP N° 148564

Jr. B. Ramírez Peño 315 Urb. Garagay  
 San Martín de Porres - Lima - Perú  
 Tel. +511 61-9979991, RPM 954050669  
 RPC 994918850 e-mail: hol@holperu.pe



|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE<br/>ASTM C42 / C42M - 18</b> | <b>CÓDIGO</b> : FCON - 001   |
|  | <b>VERSIÓN</b> : 1.1         |
|  | <b>VIGENCIA</b> : 31/12/2019 |

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| <b>SOLICITANTE</b> : ANIBAL OCTAVIO LLAJARUNA BENDEZU   | <b>REGISTRO</b> : 086-2019HOL |
| <b>PROYECTO</b> : EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SISMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PABELLÓN B DE LA IE ANTONIA |                               |
| <b>UBICACIÓN</b> : LIMA, SAN JUAN DE LURIGANCHO   | <b>FECHA</b> : 11/10/2019     |

**TESTIGO DIAMANTINO**

| DESCRIPCIÓN VISUAL  | IDENTIFICACIÓN |
|---|----------------|
| En el cuerpo del testigo se observa piedra natural subangulosa de moderada resistencia, junto a arena limpia de grano grueso a fino, presenta una matriz porosa de coloración gris clara, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran fácilmente. | <b>V-3</b>     |



  
**CALDERÓN DE LOS SANTOS**  
 INGENIERO GEOLOGO  
 R.O. CIP N° 148504

Jr. B. Ramírez Pardo 316 Urb. Geragay  
 San Martín de Porres - Lima - Perú  
 Tel: +511 01-5878991, RPN: 954050999  
 RFC: 894618850 e-mail: holperu@holperu.pe

**Anexo 4.13. Resultado de los ensayos de laboratorio de las dos calicatas C-1 y C-2 de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Civil**

**Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos**

**N° 009989**

**INFORME N° S19 - 977-1-2**

**SOLICITANTE :** I.E. ANTONIA MORENO DE CÁCERES - S.J.L

**PROYECTO :** EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PABELLÓN B DE LA I.E. ANTONIA MORENO DE CÁCERES. S.J.L 2019

**UBICACIÓN :** LÓTE 01, MZ. 795, PROGRAMA CIUDAD MARISCAL CÁCERES, SECTOR B 3RA-4TA, ETAPA, S.J.L

**FECHA :** 16 DE OCTUBRE 2019

---

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata                    C-1

**MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 4**

**DENSIDAD MÁXIMA NLT-205**

Densidad máxima (g/cm<sup>3</sup>)                    = 2.054

**DENSIDAD MÍNIMA NLT-204**

Densidad mínima (g/cm<sup>3</sup>)                    = 1.548

*Nota*  
 Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.  
 Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

*Aplicación*                    Téc. D. Del Rio R.

*Aprobación*                    Ing. D. Ballester R.





**Inge. LUIS E. SORDAN LUCAS**  
 Jefe del Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos  
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú  
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019  
 e-mail: lms\_fc@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe



Correo de Ingeniería Civil Acreditado por  
**ABET**  
 Engineering  
 Technology  
 Accreditation  
 Commission



Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

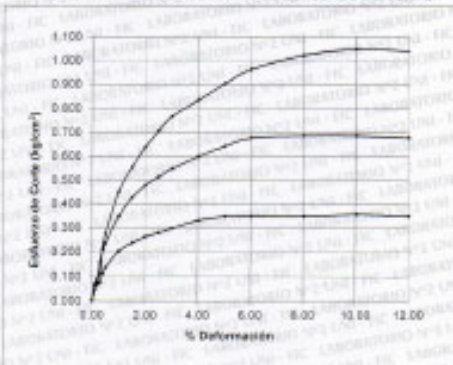
INFORME N° S19 - 977-1-1

SOLICITANTE I.E. ANTONIA MORENO DE CÁCERES - S.J.L.
PROYECTO EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PABELLÓN B
UBICACIÓN LOTE 01, MZ. "B", PROGRAMA CIUDAD MARISCAL CÁCERES, SECTOR V
FECHA 16 DE OCTUBRE 2019

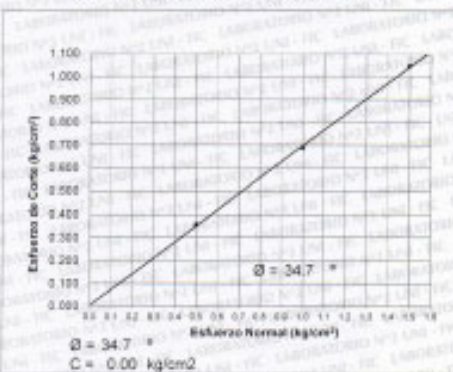
ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080
Procedimiento interno AT-PR.9

Estado Remoldeado (material + Tario N° 4)
Calicata C-1

% DEFORMACIÓN TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
e-mail: lms\_fc@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe





Facultad de Ingeniería Civil  
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S19 - 977-1-1

SOLICITANTE : IE. ANTONIA MORENO DE CÁCERES - SJL  
 PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PABELLÓN B DE LA IE. ANTONIA MORENO DE CÁCERES. SJL 2019  
 UBICACIÓN : LOTE 01, MZ. "B6", PROGRAMA CIUDAD MARISCAL CÁCERES, SECTOR B 3RA-4TA. ETAPA, SJL  
 FECHA : 16 DE OCTUBRE 2019

ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080  
 Procedimiento interno AT-PR.9

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)  
 Calicata : C-1

| Especimen N°  | I      | II    | III   |
|---|--------|-------|-------|
| Lado del molde (cm)   | 5.97   | 5.97  | 5.97  |
| Altura inicial de la muestra (cm)                               | 1.79   | 1.79  | 1.79  |
| Densidad húmeda inicial (g/cm <sup>3</sup> )                    | 1.830  | 1.830 | 1.830 |
| Densidad seca inicial (g/cm <sup>3</sup> )                      | 1.801  | 1.801 | 1.801 |
| Cont. de humedad inicial (%)                                    | 1.6    | 1.6   | 1.6   |
| Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm) | 1.741  | 1.730 | 1.674 |
| Altura final de la muestra (cm)                                 | 1.731  | 1.698 | 1.643 |
| Densidad húmeda final (g/cm <sup>3</sup> )                      | 2.192  | 2.224 | 2.278 |
| Densidad seca final (g/cm <sup>3</sup> )                        | 1.894  | 1.900 | 1.953 |
| Cont. de humedad final (%)                                      | 17.8   | 17.1  | 16.1  |
| Esfuerzo normal (kg/cm <sup>2</sup> )                           | 0.5    | 1.0   | 1.5   |
| Esfuerzo de corte máximo (kg/cm <sup>2</sup> )                  | 0.355  | 0.687 | 1.048 |
| Angulo de fricción interna :                                    | 34.7 * |       |       |
| Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> ) :                                | 0.00   |       |       |

**Nota:**  
 Los espacimientos se remoldearon con la densidad seca promedio de las observadas máxima - mínima y la humedad natural de la muestra.  
 Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.  
 Los datos del asistente, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Tlc. D. Del Rio R.  
 Aprobación : Ing. D. Basurto R.



*[Signature]*  
 Mec. Ing. LUISA E. SHIAN LUCAS  
 Jefa (a) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos  
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú  
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019  
 e-mail: lms\_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
 Technology  
 Accreditation  
 Commission



Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S19 - 977-1-1

SOLICITANTE : I.E. ANTONIA MORENO DE CÁCERES - S.J.L.
PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PABELLÓN B DE LA I.E. ANTONIA MORENO DE CÁCERES - S.J.L 2018
UBICACIÓN : LOTE 01, MZ. 186, PROGRAMA CIUDAD MARSICAL CÁCERES, SECTOR B, 3RA-4TA. ETAPA, S.J.L.
FECHA : 16 DE OCTUBRE 2019

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cálculo : C-1

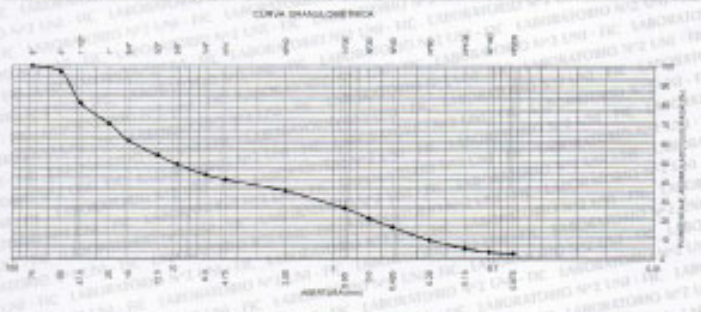
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - REFERENCIA ASTM D6913 / D6913M
Procedimiento interno AT-PR.4 - Método "A"

Table with 5 columns: Tamaños, Abertura (mm), (%) Pasa, (%) Retenido, (%) Acumulado. Rows include sieve sizes from 3" to #200 and FOMDO.

Summary table: % Grava: 50, % Arena: 39, % Finos: 3

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318
Procedimiento interno AT-PR.5
Límite Líquido: NP
Límite Plástico: NP
Índice Plástico: NP

Clasificación SUCS ASTM D2487 : GP



Nota: Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.
Los datos de este informe, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.
Ejecución: Tte. JI. Del Arto G.
Aprobación: Ing. G. Alvarado R.



Signature and name: ING. MUSA E. SHERAN LUCAS
Jefe (a) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
e-mail: lms\_fco@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe





Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S19 - 977-2-2

SOLICITANTE : I.E. ANTONIA MORENO DE CÁCERES - S.J.L.
PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PABELLÓN B DE LA I.E. ANTONIA MORENO DE CÁCERES- S.J.L 2010
UBICACIÓN : LOTE 01, MZ. "B8" PROGRAMA CIUDAD MARISCAL CÁCERES, SECTOR II 3RA-4TA, ETAPA, S.J.L.
FECHA : 16 DE OCTUBRE 2019

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicota C-2

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 4

DENSIDAD MAXIMA NLT-205

Densidad máxima (g/cm³) : 2.065

DENSIDAD MINIMA NLT-204

Densidad mínima (g/cm³) : 1.476

Nota: Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente. Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución: Téc. D. Del Rio R.
Aprobación: Ing. D. Basarte R.



Handwritten signature and stamp of Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS, Jefa (c) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos, Facultad de Ingeniería Civil - UNI.

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
e-mail: lms\_fo@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por



Engineering Technology Accreditation Commission



Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S19 - 977-2-1

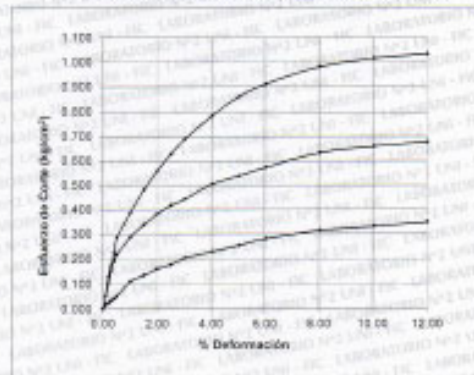
SOLICITANTE I.E. ANTONIA MORENO DE CÁCERES - S.J.L.
PROYECTO EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PABELLÓN B DE LA I.E. ANTONIA MORENO DE CÁCERES, S.J.L. 2019
UBICACIÓN LOTE 01, MZ. "B0", PROGRAMA CIUDAD MARISCAL CÁCERES, SECTOR I/3RA-4TA, ETAPA, S.J.L.
FECHA 16 DE OCTUBRE 2019

ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080

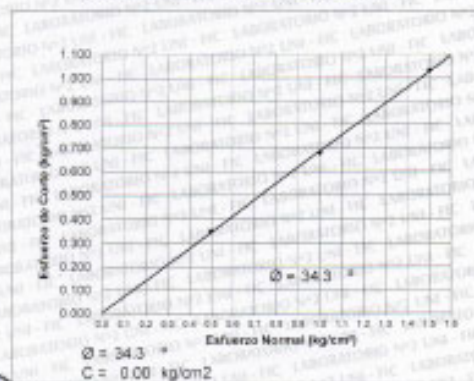
Procedimiento interno AT-PR 9

Estado Remoldeado (material < Tarriz N° 4)
Calicata C-2

% DEFORMACIÓN TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



Av. Túpac Amaru 210, Lima 26, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
e-mail: lms\_fic@uni.edu.pe - lms.servicios@uni.edu.pe

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission



Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S19 - 977-2-1

SOLICITANTE : LE. ANTONIA MORENO DE CÁCERES - S.J.L
PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PABELLÓN B DE LA I.E. ANTONIA MORENO DE CÁCERES - S.J.L 2019
UBICACIÓN : LOTE 01, MZ. "B5", PROGRAMA CIUDAD MARISCAL CÁCERES, SECTOR II 3RA-4TA ETAPA, S.J.L
FECHA : 16 DE OCTUBRE 2019

ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080

Procedimiento Interno AT-PR-9

Estado Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
Calicata C-2

Table with 4 columns: Especimen N°, I, II, III. Rows include: Lado del molde (cm), Altura inicial de la muestra (cm), Densidad húmeda inicial (g/cm³), Densidad seca inicial (g/cm³), Cont. de humedad inicial (%), Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm), Altura final de la muestra (cm), Densidad húmeda final (g/cm³), Densidad seca final (g/cm³), Cont. de humedad final (%), Esfuerzo normal (kg/cm²), Esfuerzo de corte máximo (kg/cm²), Angulo de fricción interna, Cohesión (kg/cm²).

Nota: Los especímenes se remoldearon con la densidad seca promedio de las densidades máximas - mínima y la humedad natural de la muestra. Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente. Los datos del adyacente, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución: [Signature]
Aprobación: [Signature]



M.C. Ing. LUISA E. SHJIAN LUCAS
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
e-mail: lms\_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe







**Facultad de Ingeniería Civil**  
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME Nº S19 - 977-2-1

**SOLICITANTE** I.E. ANTONIA MORENO DE CÁCERES - S.J.L.  
**PROYECTO** EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PABELLÓN B DE LA I.E. ANTONIA MORENO DE CÁCERES- S.J.L. 2019  
**UBICACION** LOTE 01, MZ "06", PROGRAMA CIUDAD MARISCAL CÁCERES, SECTOR II 3RA-4TA ETAPA, S.J.L.  
**FECHA** 16 DE OCTUBRE 2019

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata C-2

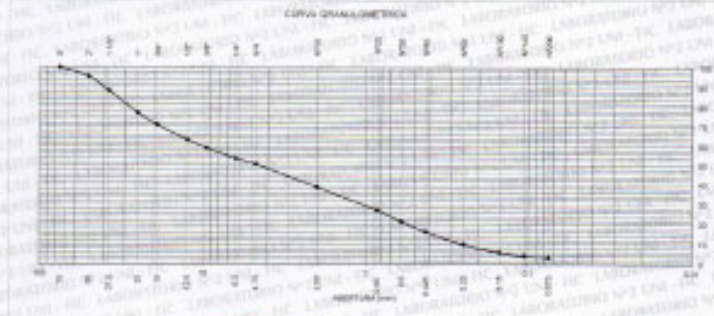
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - REFERENCIA ASTM D6913 / D6913M**  
Procedimiento interno AT-PR 4 - Método "A"

| Tamiz  | Abertura (mm) | PM Parcial Retenido | (%) Acumulado | Pasa |
|--------|---------------|---------------------|---------------|------|
| 3"     | 75.000        | -                   | -             | 100  |
| 2"     | 50.000        | 4                   | 4             | 96   |
| 1 1/2" | 37.500        | 7                   | 12            | 88   |
| 1"     | 25.000        | 11                  | 23            | 77   |
| 3/4"   | 19.000        | 6                   | 29            | 71   |
| 1/2"   | 12.500        | 7                   | 37            | 63   |
| 3/8"   | 9.500         | 4                   | 41            | 58   |
| 1/4"   | 6.300         | 6                   | 48            | 54   |
| Nº4    | 4.750         | 3                   | 49            | 51   |
| Nº16   | 2.000         | 12                  | 61            | 39   |
| Nº20   | 1.500         | 10                  | 73            | 27   |
| Nº28   | 1.000         | 6                   | 76            | 22   |
| Nº40   | 0.425         | 6                   | 84            | 16   |
| Nº60   | 0.250         | 6                   | 90            | 10   |
| Nº100  | 0.150         | 4                   | 94            | 6    |
| Nº140  | 0.100         | 2                   | 96            | 4    |
| Nº200  | 0.075         | 1                   | 97            | 3    |
| POUNDO |               | 3                   |               |      |

|         |    |
|---------|----|
| % Grava | 49 |
| % Arena | 47 |
| % Finos | 3  |

| LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 |    |
|------------------------------------|----|
| Procedimiento interno AT-PR 5      |    |
| Límite Líquido                     | NP |
| Límite Plástico                    | NP |
| Índice Plástico                    | NP |

Clasificación SUCS ASTM D2487 : GP



**Nota:**  
Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra presentada por el cliente.  
Los datos del aplicativo, proyecto, procedimiento e identificación factual indicados por el cliente.  
Creador: Tlc. D. Del Rio S.  
Aprobación: Ing. D. Bascuñán



*[Firma]*  
MSc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS  
Jefa (a) Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos  
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Ax. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú  
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019  
e-mail: lms\_fo@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe

Correa de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

**Anexo 4.14.** Plantilla del Fema 154 utilizado para la evaluación del pabellón B

| Rapid visual screening of Building for Potential Seismic Hazards<br>FEMA- 154 Data Collection Form |            |             |   |        |      |         |  |       |      | MODERATE Seismicity              |  |                          |  |                          |      |                  |  |  |  |  |  |
|--|------------|-------------|---|--------|------|---------|--|-------|------|----------------------------------|--|--------------------------|--|--------------------------|------|------------------|--|--|--|--|--|
| <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>                           |            |             |   |        |      |         |  |       |      | Address: _____                   |  |                          |  |                          |      | _____ Zip _____  |  |  |  |  |  |
|  |            |             |   |        |      |         |  |       |      | Other identifiers _____          |  |                          |  |                          |      |                  |  |  |  |  |  |
|  |            |             |   |        |      |         |  |       |      | No. Stories _____                |  |                          |  |                          |      | year Built _____ |  |  |  |  |  |
|  |            |             |   |        |      |         |  |       |      | Screener _____                   |  |                          |  |                          |      | Date _____       |  |  |  |  |  |
|  |            |             |   |        |      |         |  |       |      | Total Floor Area (sq. Ft.) _____ |  |                          |  |                          |      |                  |  |  |  |  |  |
|  |            |             |   |        |      |         |  |       |      | Building name _____              |  |                          |  |                          |      | Use _____        |  |  |  |  |  |
| OCCUPANCY  |            |             | SOIL  |        |      |         | TYPE   |       |      |                                  |  |                          | FALLING HAZARDS                        |                          |      |                  |  |  |  |  |  |
| Assembly   | Govt       | Office      | Number of persons   |        | A    | B       | C  | D     | E    | F                                | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>               | <input type="checkbox"/> |      |                  |  |  |  |  |  |
| Commercial   | Historic   | Residential | 0-10  | 11-100 | Hard | Avg.    | Dense  | Stiff | Soft | Poor                             | Unreinforced   | parapets                 | cladding                               | other                    |      |                  |  |  |  |  |  |
| Emer. Services   | Industrial | school      | 101-1000  | 1000+  | Rock | Rock    | Soil   | Soil  | Soil | Soil                             | chimneys   |                          |  |                          |      |                  |  |  |  |  |  |
| BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S   |            |             |   |        |      |         |  |       |      |                                  |  |                          |  |                          |      |                  |  |  |  |  |  |
| BUILDING TYPE  | W1         | W2          | S1  | S2     | S3   | S4      | S5   | C1    | C2   | C3                               | PC1  | PC2                      | RM1                                    | RM2                      | URM  |                  |  |  |  |  |  |
|  |            |             | (MRF)   | (BR)   | (LM) | (RC SW) | (URM INF)  | (MRF) | (SW) | (URM INF)                        | (TU)   |                          | (FD)                                   | (RD)                     |      |                  |  |  |  |  |  |
| BASIC SCORE  | 5.2        | 4.8         | 3.6   | 3.6    | 3.8  | 3.6     | 3.6  | 3.0   | 3.6  | 3.2                              | 3.2  | 3.2                      | 3.6                                    | 3.4                      | 3.4  |                  |  |  |  |  |  |
| Mid Rise (4 to 7 stories)  | N/A        | N/A         | +0.4  | +0.4   | N/A  | +0.4    | +0.4   | +0.2  | +0.4 | +0.2                             | N/A  | +0.4                     | +0.4                                   | +0.4                     | -0.4 |                  |  |  |  |  |  |
| High rise (> 7 stories)  | N/A        | N/A         | +1.4  | +1.4   | N/A  | +1.4    | +0.8   | +0.5  | +0.8 | +0.4                             | N/A  | +0.6                     | N/A                                    | +0.6                     | N/A  |                  |  |  |  |  |  |
| Vertical irregularity  | -3.5       | -0.3        | -2.0  | -2.0   | N/A  | -2.0    | -2.0   | -0.2  | -2.0 | -2.0                             | N/A  | -1.5                     | -2.0                                   | -1.5                     | -1.5 |                  |  |  |  |  |  |
| Plan irregularity  | -0.5       | -0.5        | -0.5  | -0.5   | -0.5 | -0.5    | -0.5   | -0.5  | -0.5 | -0.5                             | -0.5   | -0.5                     | -0.5                                   | -0.5                     | -0.5 |                  |  |  |  |  |  |
| Pre-code   | 0.0        | -0.2        | -0.4  | -0.4   | -0.4 | -0.4    | -0.2   | -1.0  | -0.4 | -1.0                             | -0.2   | -0.4                     | -0.4                                   | -0.4                     | -0.4 |                  |  |  |  |  |  |
| Pos- Benchmark   | +1.6       | +1.6        | +1.4  | +1.4   | N/A  | +1.2    | N/A  | +1.2  | +1.6 | N/A                              | +1.8   | N/A                      | 2.0                                    | +1.8                     | N/A  |                  |  |  |  |  |  |
| Soil Type C  | -0.2       | -0.8        | -0.6  | -0.8   | -0.6 | -0.8    | -0.8   | -0.6  | -0.8 | -0.6                             | -0.6   | -0.6                     | -0.8                                   | -0.6                     | -0.4 |                  |  |  |  |  |  |
| Soil Type D  | -0.6       | -1.2        | -1.0  | -1.2   | -1.0 | -1.2    | -1.2   | -1.0  | -1.2 | -1.0                             | -1.0   | -1.2                     | -1.2                                   | -1.2                     | -0.8 |                  |  |  |  |  |  |
| Soil Type E  | -1.2       | -1.8        | -1.6  | -1.6   | -1.6 | -1.6    | -1.6   | -1.6  | -1.6 | -1.6                             | -1.6   | -1.6                     | -1.6                                   | -1.6                     | -1.6 |                  |  |  |  |  |  |
| FINAL SCORE S  |            |             |   |        |      |         |  |       |      |                                  |  |                          |  |                          |      |                  |  |  |  |  |  |
| COMMENTS   |            |             |   |        |      |         |  |       |      |                                  |  |                          | Detailed Evaluation Required<br>YES NO |                          |      |                  |  |  |  |  |  |
| =Estimated, subjective, or unreliable data<br>DNK= Do Not Know                                     |            |             | BR= Braced Frame<br>FD= Flexible diaphragm<br>LM= Light metal |        |      |         | MRF = Moment-resisting frame<br>RC= Reinforced concrete<br>RD= Rigid diaphragm |       |      |                                  | SW= Shear wall<br>TU= Tip up<br>URM INF= Unreinforced masonry infill |                          |  |                          |      |                  |  |  |  |  |  |

### Anexo 5: matriz de consistencia

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento estructural del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres SJL 2019

| PROBLEMAS  | HIPÓTESIS  | OBJETIVOS   | VARIABLES   | DIMENSIONES  | INDICADORES  | MÉTODO  |
|--|--|---|---|--|--|---|
| <p><b>Problema General:</b><br/>¿Cuál será la vulnerabilidad y comportamiento estructural ante un evento sísmico del pabellón B de la institución educativa Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho, 2019?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p><b>PE-1.-</b> ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica con la metodología FEMA 154 del pabellón B de la institución educativa Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho, 2019?</p> <p><b>PE-2.-</b> ¿Cuál es la respuesta sísmica de pabellón B de la institución educativa Antonia Moreno de Cáceres, ante un análisis estático y dinámico de acuerdo a la norma E.030-2018?</p> <p><b>PE-3</b> _ ¿La propuesta de reforzamiento propuesto cumplirá con los parámetros sísmicos de la norma E.030 del pabellón B, de la Institución Educativa Antonia Moreno de Cáceres, San Juan de Lurigancho, 2019?</p> | <p><b>Hipótesis General:</b><br/>El pabellón B de la institución educativa Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho, 2019, presenta vulnerabilidad sísmica alta y requiere reforzamiento.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p><b>HE-1.-</b> El pabellón B de la institución educativa Antonia Moreno de Cáceres, presenta alta vulnerabilidad sísmica requiere una evaluación especial.</p> <p><b>HE-2.-</b> El pabellón B de la institución educativa Antonia Moreno de Cáceres cumple con los parámetros de la norma E.030</p> <p><b>HE-3.-</b> En el pabellón B de la Institución Educativa Antonia Moreno de Cáceres, San Juan de Lurigancho, 2019, la propuesta de reforzamiento con adición y ensanche de columnas si cumple con los parámetros de la norma E.030.</p> | <p><b>Objetivo General</b><br/>Evaluar la vulnerabilidad sísmica y proponer técnicas de reforzamiento adecuada de los elementos estructurales en el pabellón B de la institución educativa Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho, 2019.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p><b>OE-1-</b> Determinar la vulnerabilidad sísmica con la metodología FEMA 154 del pabellón B de la institución educativa Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho, 2019.</p> <p><b>OE-2.-</b> Realizar una evaluación sísmica estática y dinámica mediante la norma E.030 del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres.</p> <p><b>OE-3.-</b> Proponer reforzamiento estructural mediante la técnica de adición y ensanche de columnas en los elementos estructurales del pabellón B, de la Institución Educativa Antonia Moreno de Cáceres, San Juan de Lurigancho, 2019.</p> | <p>VARIABLE I</p> <p>Vulnerabilidad sísmica</p> <p>VARIABLE II</p> <p>reforzamiento estructural</p> | <p>Fema 154</p> <p>Análisis estático y dinámico de acuerdo a la norma E.030-2018</p> <p>Análisis y diseño de los elementos estructurales</p> | <p>S menor de 2.0 alta vulnerabilidad, requiere de evaluación especial</p> <p>S entre 2.0 y 2.5 media vulnerabilidad</p> <p>S mayor a 2.5 baja vulnerabilidad</p> <p>Cortante basal</p> <p>Periodos y modos de vibración</p> <p>Derivas y desplazamiento</p> <p>Resistencia de los elementos estructurales</p> | <p><b>Tipo de investigación</b><br/>Aplicada</p> <p><b>Nivel de investigación</b><br/>Descriptivo</p> <p><b>Diseño de investigación</b><br/>No experimental</p> <p><b>Según su alcance</b><br/>transversal</p> <p><b>Población</b><br/>Todos los pabellones de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres</p> <p><b>Muestra</b><br/>Pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres</p> <p><b>Técnica:</b><br/>Modelamiento Análisis estático y dinámico</p> <p><b>Instrumentos:</b><br/>Software Etabs.<br/>Estudio de suelos<br/>Estudio geofísico<br/>Ensayo diamantino</p> |

Fuente: Elaboración propia

## Anexo: 6 Resultados de turnitin

| Información                   |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| <b>Detalles de la entrega</b> |                                |
| Identificador de entrega      | 1354248338                     |
| Fecha de entrega              | 12-Jul-2020 09:09AM (UTC-0500) |
| Total de entregas             | 2                              |
| Nombre del archivo            | GRUPO_18_JORNADA_DE_INVES..    |
| Extensión del archivo         | docx                           |
| Tamaño del archivo            | 157.33K                        |
| Suma de caracteres            | 31326                          |
| Número de palabras            | 5653                           |

### Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento estructural del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho – 2019

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

|                     |                     |               |                         |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| <b>23%</b>          | <b>20%</b>          | <b>0%</b>     | <b>12%</b>              |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

#### FUENTES PRIMARIAS

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b><br>Trabajo del estudiante | <b>5%</b> |
| <b>2</b> | <b>repositorio.ucv.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                     | <b>4%</b> |
| <b>3</b> | <b>repositorio.unfv.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                    | <b>3%</b> |
| <b>4</b> | <b>tesis.pucp.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                          | <b>2%</b> |

**Anexo: 7 Ficha de evaluación**

**MATRIZ DE EVALUACIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN**

|                                |  |               |   |
|--------------------------------|--|---------------|---|
| <b>ESCUELA PROFESIONAL:</b>    | <b>INGENIERÍA CIVIL</b>  | <b>CICLO:</b> | X |
| <b>DOCENTE:</b>                | Ing. José Antonio Contreras Velásquez  |               |   |
| <b>TÍTULO:</b>                 | Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento estructural del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres San Juan de Lurigancho – 2019 |               |   |
| <b>ESTUDIANTE(S):</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Llajaruna Bendezú Aníbal Octavio</li> <li>•</li> </ul>  |               |   |
| <b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:</b> | Diseño sísmico y estructural   |               |   |

| INDICADORES  | PUNTAJE MÁXIMO | J1 | J2 |
|--|----------------|----|----|
| <b>TÍTULO</b>  |                |    |    |
| El tema de investigación es innovador.   | 3              |    |    |
| El título se refiere al objetivo de la investigación, contiene la(s) variable(s) y los límites espaciales y temporales cuando corresponda. | 1              |    |    |
| La redacción del título no excede las 20 palabras.   |                |    |    |
| <b>RESUMEN</b>   |                |    |    |
| Contiene los elementos necesarios mínimos.   | 2              |    |    |
| No excede las 200 palabras.  |                |    |    |
| Contiene el abstract.  | 2              |    |    |
| Presenta las palabras claves y keywords.   | 1              |    |    |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>  |                |    |    |
| Está redactada en prosa y sin subtítulos.  |                |    |    |
| Describe la realidad problemática de manera precisa y concisa.   | 3              |    |    |
| Justifica porqué y para qué realiza la investigación apoyándose en referencias actualizadas.   | 2              |    |    |
| Los objetivos y las hipótesis se relacionan directamente con la formulación del problema/preguntas de investigación.                       | 2              |    |    |
| Tiene de 2 a 3 páginas.  |                |    |    |
| <b>MARCO TEÓRICO</b>   |                |    |    |
| Se redacta en prosa y sin subtítulos.  |                |    |    |
| Presenta una síntesis de los antecedentes investigados a nivel nacional e internacional.   | 4              |    |    |
| Incluye las teorías y enfoques conceptuales donde se enmarca la investigación.   | 4              |    |    |
| Tiene entre 5 a 7 páginas (pregrado) / 7 a 10 páginas (maestría)/ 10 a 15 páginas (doctorado).   |                |    |    |
| <b>METODOLOGÍA</b>   |                |    |    |
| Está redactada en tiempo pasado.   |                |    |    |
| Determina adecuadamente el tipo de investigación.  | 2              |    |    |
| Selecciona adecuadamente el diseño de investigación.   | 2              |    |    |
| Identifica y operacionaliza/categoriza adecuadamente las variables/categorías de estudio, según corresponda.                               | 3              |    |    |
| Establece la población y justifica la determinación de la muestra/escenarios y participantes, según corresponda.                           | 3              |    |    |
| Propone la(s) técnica(s) e instrumento(s) de recolección de datos, de ser necesario presenta evidencia de la validez y confiabilidad.      | 3              |    |    |
| Describe detalladamente los procedimientos de obtención de los datos/información.  | 3              |    |    |
| Describe el método de análisis de datos/información.   | 3              |    |    |
| Describe los aspectos éticos aplicados en su investigación.  | 3              |    |    |

|  |            |  |  |
|--|------------|--|--|
| Tiene mínimo 4 páginas.  |            |  |  |
| <b>RESULTADOS</b>  |            |  |  |
| Redacta en tiempo pasado.  |            |  |  |
| Presenta los resultados en función a los objetivos, aplicando los métodos de análisis pertinentes.   | 7          |  |  |
| Tiene mínimo 3 páginas (pregrado), 5 páginas (maestría) y 7 páginas (doctorado).   |            |  |  |
| <b>DISCUSIÓN</b>   |            |  |  |
| Sintetiza los principales hallazgos.   | 6          |  |  |
| Apoya y compara los resultados encontrados con las teorías y literatura científica actual.   | 6          |  |  |
| Describe las fortalezas y debilidades la metodología utilizada.  | 6          |  |  |
| Describe la relevancia de la investigación en relación con el contexto científico social en el que se desarrolla.  | 7          |  |  |
| Tiene mínimo 4 páginas (pregrado), 6 páginas (maestría) y 8 páginas (doctorado).   |            |  |  |
| <b>CONCLUSIONES</b>  |            |  |  |
| Presenta los principales hallazgos como síntesis de la investigación respondiendo los objetivos de la investigación.   | 5          |  |  |
| Tiene mínimo 1 página.   |            |  |  |
| <b>RECOMENDACIONES</b>   |            |  |  |
| Las recomendaciones son pertinentes relacionándose con los hallazgos de la investigación y con el planteamiento de futuras investigaciones.  | 3          |  |  |
| Tiene mínimo 1 página.   |            |  |  |
| <b>REFERENCIAS</b>   |            |  |  |
| Utiliza citas en el interior del documento de acuerdo a Normas Internacionales (ISO 690, APA y VANCOUVER).   | 5          |  |  |
| Incluye como mínimo 30 referencias (pregrado), 40 referencias (maestría) y 50 referencias (doctorado) de los últimos 5 años, en coherencia con las citas utilizadas en el documento. | 5          |  |  |
| Tiene mínimo 4 páginas (pregrado), 5 páginas (maestría) y 6 páginas (doctorado).   |            |  |  |
| <b>FORMATO</b>   |            |  |  |
| Emplea el tipo y tamaño de fuente adecuado.  |            |  |  |
| Numera las páginas adecuadamente.  |            |  |  |
| El documento respeta las normas de redacción y ortografía.   | 4          |  |  |
| Los márgenes están configurados de acuerdo a la guía de investigación de fin de programa.  |            |  |  |
| <b>TOTAL</b>   | <b>100</b> |  |  |
| <b>SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN</b>   |            |  |  |
| <b>Sobre la investigación</b>  |            |  |  |
| Demuestra que el tema es innovador y aporta nuevos enfoques a la ciencia.  | 10         |  |  |
| Explica la relevancia de la investigación.   | 8          |  |  |
| Demuestra dominio temático.  | 8          |  |  |
| Demuestra conocimiento en la aplicación del método científico.   | 8          |  |  |
| Interpreta claramente sus resultados.  | 8          |  |  |
| Justifica y analiza los hallazgos.   | 10         |  |  |
| Sintetiza las ideas principales en sus conclusiones.   | 8          |  |  |
| <b>Organización de la exposición</b>   |            |  |  |
| Explica en forma clara y coherente.  | 8          |  |  |
| Utiliza adecuadamente el material de apoyo audiovisual.  | 8          |  |  |
| Realiza la presentación dentro del tiempo estipulado.  | 8          |  |  |
| Responde adecuadamente las preguntas formuladas.   | 8          |  |  |
| Presentación personal y modales adecuados  | 8          |  |  |
| <b>TOTAL</b>   | <b>100</b> |  |  |

| OBSERVACIONES INFORME DE INVESTIGACIÓN                   |                 |  |        |  |        |
|--|-----------------|--|--------|--|--------|
|  |                 | JORNADA DE INVESTIGACIÓN 1<br>(J1)<br>Fecha: ..... | FIRMAS | JORNADA DE INVESTIGACIÓN 2<br>(J2)<br>Fecha: ..... | FIRMAS |
| I<br>N<br>F<br>O<br>R<br>M<br>E                          | <u>Jurado 1</u> |  |        |  |        |
|  | <u>Jurado 2</u> |  |        |  |        |
|  | <u>Jurado 3</u> |  |        |  |        |
| S<br>U<br>S<br>T<br>E<br>N<br>T<br>A<br>C<br>I<br>Ó<br>N | <u>Jurado 1</u> |  |        |  |        |
|  | <u>Jurado 2</u> |  |        |  |        |
|  | <u>Jurado 3</u> |  |        |  |        |

**IMPORTANTE- REQUISITOS DE APROBACIÓN:**

- **Jornada 1:** Si el informe de investigación obtiene menos de 40 puntos en la semana previa a la jornada, el estudiante no pasará a sustentación y será inhabilitado. Igualmente, si el estudiante al sustentar obtiene menos de 80 puntos debe ser inhabilitado.
- **Jornada 2:** Si el informe de investigación obtiene menos de 80 puntos en la semana previa a la jornada, el estudiante no pasará a sustentación y será inhabilitado. Debiendo convertir el puntaje obtenido por el estudiante a una escala vigesimal solo en esta jornada.