



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

### **“DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE LA I.E. N° 40061 “ESTADO DE SUECIA”, CERRO COLORADO – AREQUIPA - 2022”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

#### **AUTORES:**

Huarca Quillille, Williams Richard (ORCID:0000-0001-6963-7219)

Vásquez Orcon, Guido (ORCID:0000-0003-1804-2084)

#### **ASESOR:**

Mg. Requis Carbajal, Luis Villar (ORCID:;0000-0002-3816-7047)

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación, los dedicamos a nuestros familiares, que son la fuente de inspiración para cumplir los sueños anhelados y desarrollo personal y profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro agradecimiento en primer lugar a dios y seguidamente a nuestros formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por brindarnos su valioso conocimiento.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CARÁTULA</b> .....	<b>i</b>
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1. BASES TEÓRICAS</b> .....	<b>8</b>
2.1.1. Movimiento sísmico .....	8
2.1.2. Capacidad estructural.....	9
2.1.3. Demanda sísmica .....	13
2.1.4. Metodología para estimar el punto de desempeño.....	15
2.1.5. Niveles de desempeño .....	15
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación</b> .....	<b>17</b>
3.1.1. Tipo de investigación .....	17
3.1.2. Alcances de la investigación.....	17
3.1.3. Diseño de la investigación .....	17
<b>3.2. Variables y operacionalización</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3. Población, muestra y muestreo</b> .....	<b>19</b>
3.3.1. Población:.....	19
3.3.2. Muestra:.....	19
3.3.3. Muestreo.....	20
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	<b>20</b>
3.4.1. Técnicas: .....	20
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos .....	20

3.5. Procedimientos .....	23
3.5.1. Descripción de la Zona de Estudio. ....	24
3.5.2. Estudios previos .....	24
3.6. Método de análisis de datos.....	25
3.6.1. Determinación de la fuerza cortante en la Base mediante el Análisis Estático no Lineal. ....	25
3.6.2. Determinación del desplazamiento lateral del pabellón de 3 pisos....	36
3.6.3. Determinación de la deriva de entrepiso del pabellón de 3 pisos .....	39
3.6.4. Determinar la resistencia al corte de la albañilería del pabellón de 3 pisos	44
3.6.5 Determinar el nivel de desempeño sísmico de pabellón de 3 pisos ..	49
3.7. Aspectos éticos .....	93
IV. RESULTADOS .....	94
V. DISCUSIÓN.....	98
VI. CONCLUSIONES .....	100
VII. RECOMENDACIONES.....	102
REFERENCIAS.....	103
ANEXOS .....	108

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Movimientos sísmicos .....	9
Tabla 2 Rangos y Magnitud de Validez .....	21
Tabla 3 Juicio de expertos .....	21
Tabla 4 Resumen de validez de instrumento ficha de reporte (esclerómetro) .....	21
Tabla 5 Rango y Confiabilidad para el Instrumento.....	22
Tabla 6. Resumen de procesamiento de casos .....	22
Tabla 7. Fiabilidad del instrumento.....	23
Tabla 8. Resultado de Alfa de Cronbach por variable .....	23
Tabla 9 Cargas Muertas según NTP E020.....	26
Tabla 10 Cargas vivas según NTP E020 .....	26
Tabla 11 Cargas vivas consideradas según NTP E0.20 .....	26
Tabla 12 Periodos $T_p$ y $T_L$ , según el perfil de suelo .....	27
Tabla 13 Factor de uso .....	27
Tabla 14 Factor de suelo $S$ .....	28
Tabla 15 Coeficiente básico de reducción $R_o$ .....	28
Tabla 16 Factor de zona $Z$ .....	29
Tabla 17 Característica de los Materiales .....	30
Tabla 18 Calculo de masas y Peso por Piso .....	32
Tabla 19 Periodos de vibración del Bloque A.....	32
Tabla 20 Amplificación del Desplazamiento según Artículo 31 “x” .....	32
Tabla 21 Fuerza cortante, dirección de análisis “x” .....	33
Tabla 22 Amplificación del Desplazamiento según Artículo 31 “y” .....	34
Tabla 23 Fuerza cortante, dirección de análisis “y” .....	34
Tabla 24. Cortante estático versus dinámico, Bloque 1 .....	36
Tabla 25 Parámetros Sísmicos - dirección “x” .....	37
Tabla 26 Parámetros Sísmicos - dirección “y” .....	37
Tabla 27 Desplazamientos por niveles y en el centro de Masa (Sismo Estático “x”, “y”).....	38
Tabla 28 Espectro de Pseudo - Aceleración Vertical X, Y.....	41
Tabla 29 Verificación de deriva – Análisis Estático X-X .....	43
Tabla 30. Verificación de deriva – Análisis Estático Y-Y .....	44

Tabla 31. Capacidad de los Muros del Primer Nivel, Bloque 1 .....	45
Tabla 32. Control de fisuración de muros del Piso 1, Bloque 1 .....	47
Tabla 33. Verificación por corte en muros, Bloque 1 .....	49
Tabla 34. Parámetros de los sismos de análisis según SEAOC (1995) .....	49
Tabla 35. Parámetros Sísmicos para espectros Elásticos .....	50
Tabla 36. Parámetros para definir Niveles Sísmicos Vision 2000 .....	50
Tabla 37. Aceleraciones Espectrales de Demanda para los Niveles Sísmicos (VISION 2000).....	54
Tabla 38. Desplazamiento Espectral de Demanda para cada nivel sísmico (VISION 2000) .....	55
Tabla 39. Propiedades geométricas y mecánicas de muro Piso 1 eje “x” .....	75
Tabla 40. Propiedades Fuerza – Deformación para elemento tipo “Link” Piso 2..	75
Tabla 41. Propiedades geométricas y mecánicas de muro Piso 2 eje “x” .....	76
Tabla 42. Propiedades Fuerza – Deformación para elemento tipo “Link” Piso 2..	76
Tabla 43. Parámetros utilizados para el seccionamiento del Espectro de Capacidad. ....	83
Tabla 44. Desplazamientos Límites de Desempeño en la dirección “x” .....	84
Tabla 45. Desplazamientos Límites de Desempeño en la dirección “y” .....	84
Tabla 46 Valores límites para derivas del tope correspondientes al nivel de desempeño.....	86
Tabla 47: Derivas del tope correspondientes a los puntos de desempeño Dirección X.....	87
Tabla 48: Derivas del tope correspondientes a los puntos de desempeño Dirección Y.....	87
Tabla 49 Fuerza cortante por nivel.....	94
Tabla 50 Fuerza cortante en la base .....	94
Tabla 51 Desplazamiento por Niveles y en el Centro de Masa Sismo Estático ...	95
Tabla 52 Desplazamiento por Niveles y en el Centro de Masa Sismo Dinámico .	95
Tabla 53 Deriva por Niveles sismo estático X .....	95
Tabla 54 Deriva por Niveles sismo estático “Y” .....	96
Tabla 55 Desempeño sísmico Dirección “X” .....	96
Tabla 56 Desempeño sísmico Dirección “Y” .....	96
Tabla 57 Matriz de consistencia .....	109

Tabla 58 Operacionalización de variables.....	110
Tabla 59 Hipótesis y resultados. ....	111
Tabla 60 Formato resistencia del hormigón. ....	112



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de curva de capacidad (Cortante basal vs desplazamiento) ...	10
Figura 2. Esquema del procedimiento utilizado para el análisis Pushover.....	11
Figura 3. Representación bilineal de la curva de capacidad - FEMA 273. ....	12
Figura 4. Espectros elásticos de aceleración y desplazamiento. ....	14
Figura 5. Espectro elástico de respuesta en Formato (Aceleración – Desplazamiento) .....	15
Figura 6. Pabellón “bloque A”, I.E. N°40061 .....	19
Figura 7 Modelo Estructural Bloque 1 .....	31
Figura 8 Carga lateral por piso “x” .....	33
Figura 9 Esfuerzo cortante por piso, dirección “x” .....	33
Figura 10 Momento flector, dirección “x” .....	34
Figura 11 Carga lateral por piso “y” .....	35
Figura 12 Esfuerzo cortante por piso, dirección “y” .....	35
Figura 13 Momento flector, dirección “y” .....	36
Figura 14 Límites para el desplazamiento de entrepiso. ....	38
Figura 15 Desplazamientos absolutos y relativos, Sismo estático “x” .....	39
Figura 16 Desplazamientos absolutos y relativos, Sismo estático “Y” .....	39
Figura 17 Espectros Inelásticos del Bloque 1 Dirección vertical X .....	40
Figura 18 Espectros Inelásticos del Bloque 1 Dirección vertical Y .....	41
Figura 19. Distorsión de entrepiso, sismo estático "x" .....	43
Figura 20. Distorsión de entrepiso, sismo estático "y" .....	44
Figura 21. Modelado de muros en albañilería Bloque 1 .....	45
Figura 22. Muro fisurado AB del Piso 1, bloque 1 .....	48
Figura 23. Muro fisurado AB del Piso 1, bloque 1 .....	48
Figura 24. Espectro elástico propuesto por el ATC-40.....	50
Figura 25. Espectro elástico según niveles de sismo (VISION 2000) .....	56
Figura 26. No linealidad del concreto estructural columna.....	57
Figura 27. No linealidad del concreto estructural viga.....	57
Figura 28. Modelo sin confinar del elemento columna. ....	58
Figura 29. Modelo confinado del elemento columna .....	59
Figura 30. No linealidad del acero estructural .....	59

Figura 31. Modelo sin confinar del elemento viga .....	60
Figura 32. Modelo no confinado del elemento viga .....	60
Figura 33. Curva de deformación en elemento no confinado - viga .....	61
Figura 34. Definición de rotulas en concreto .....	61
Figura 35. Definición de rotulas plásticas en columnas.....	62
Figura 36. Definición de rango inelástico en columnas .....	62
Figura 37. Selección de columnas C1 y C2.....	63
Figura 38. Asignación de Hinges para C1 .....	63
Figura 39. Asignación del rango inelástico para C1 .....	64
Figura 40. Rotulas plásticas asignadas a columnas C1 y C2.....	64
Figura 41. Rotulas plásticas asignadas a columnas.....	65
Figura 42 Selección de vigas, bloque 1.....	65
Figura 43. Selección del hinge para vigas.....	66
Figura 44. Asignación de la distancia relativa de rotula en vigas .....	66
Figura 45. Rotulas plásticas asignadas a vigas, Bloque 1 .....	67
Figura 46. Caso de carga Gravitacional .....	68
Figura 47. Caso de carga Monotónica AENL .....	69
Figura 48. Muro idealizado como elementos tipo Link, bloque 1 .....	70
Figura 49. Curva trilineal dividida en los límites de niveles de daño en albañilería .....	70
Figura 50. Detalle del Muro M1 de peralte de columnas de 20cm .....	71
Figura 51. Gráfico comparativo entre ensayo 1 de laboratorio y modelo numérico .....	72
Figura 52. Modelo de Calibración en EtabsV19 .....	72
Figura 53. Dimensiones de muro de albañilería para ensayo 2 .....	73
Figura 54. Comparativo entre ensayo 2 de laboratorio y modelo numérico en Etabs V19.....	74
Figura 55. Fuerza - deformación del link que representa al muro de albañilería..	75
Figura 56. Curva constitutiva del acero de refuerzo .....	77
Figura 57. Curva constitutiva del concreto .....	77
Figura 58. Curva de capacidad en dirección "x" .....	78
Figura 59. Curva de capacidad en dirección "y" .....	78
Figura 60. Representación bilineal de la curva capacidad en la dirección x .....	79

Figura 61. Representación bilineal de la curva capacidad en la dirección “Y” .....	80
Figura 62. Punto de desempeño para sismo muy raro eje “X” .....	81
Figura 63. Punto de desempeño para sismo muy raro eje “x” .....	82
Figura 64. Punto de desempeño para sismo muy raro en eje “y” .....	82
Figura 65. Punto de desempeño para sismo raro en eje “y” .....	83
Figura 66. Sectorización de la Curva de Capacidad. ....	84
Figura 67. Puntos y niveles de desempeño .....	85
Figura 68. Sectorización, Puntos y Niveles de desempeño “x” .....	85
Figura 69. Sectorización, Puntos y Niveles de desempeño “x” .....	86
Figura 70. Modelo No lineal, eje 1, dirección “x” .....	87
Figura 71. Modelo No lineal, eje 2, dirección “x” .....	88
Figura 72. Análisis pushover, eje “x” Step 19 .....	88
Figura 73. Análisis pushover, eje “x”, Step 72 .....	89
Figura 74. Reporte pushover, eje “x”, Step 38 .....	89
Figura 75. Reporte pushover, eje “x”, Step 63 .....	90
Figura 76. Modelo No lineal, eje A, dirección “y” .....	90
Figura 77. Modelo No lineal, ejeG2, dirección “y” .....	91
Figura 78. Reporte pushover, eje “y”, Step 22 .....	91
Figura 79. Reporte pushover, eje “y”, Step 29 .....	92
Figura 80. Reporte pushover, eje “y”, Step 18 .....	92

## RESUMEN

La presente tesis de investigación denominada: DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE LA I.E. N° 40061 “ESTADO DE SUECIA”, CERRO COLORADO – AREQUIPA. Estableció como **objetivo general**: Determinar el desempeño sísmico aplicando un análisis estático no lineal (Pushover) en la I.E. N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, Arequipa. Como método se aplicó el método científico, Tipo: Aplicado, Nivel: Descriptivo. Los resultados obtenidos muestran que a través del análisis estático no lineal "Pushy", se puede ver que la estructura presenta un comportamiento de rotulas plásticas durante el paso 22 del pushover, es decir, durante este paso, 1 rotula plástica alcanza la deformación por fluencia, pero aún dentro de la seguridad de la vida. En el paso 29 del pushover, además de 1 rotula plástica al nivel de colapso y 7 rotulas alcanzaron la deformación por cedencia, pero aún estaban dentro del rango de “seguridad de vida”. Asimismo, se puede observar que en el paso 49 del push “y”, 9 rotulas plásticas alcanzan la deformación por cedencia, pero aún están dentro del rango de “seguridad de vida”, además de 13 rotulas plásticas cercanas al colapso y 1 rotula plástica presenta un colapso inminente.

El método aplicado fue el de espectro capacidad según FEMA 440, además de considerar los lineamientos de la norma americana ASCE 41-13, la propuesta de la comisión visión 2000 y parámetros del manual HAZUS MR4.

La investigación establece como **conclusión** de que para un sismo raro lo de diseño la estructura se encontraría al límite de “cercano o próximo al colapso” lo cual conllevaría que para un sismo muy raro la estructura presentaría un colapso inminente, esto en referencia a la dirección de análisis “x”, mientras que para el análisis de la dirección global “y” la estructura se encontraría en protección de vida para un sismo raro y para un sismo muy raro el pabellón de 3 pisos se encontraría frente a un colapso inminente.

**Palabras claves:** pushover, desempeño sísmico, análisis no lineal estático, sismo raro, sismo muy raro.

## ABSTRACT

This research thesis called: SEISMIC PERFORMANCE APPLYING A NON-LINEAR STATIC ANALYSIS (PUSHOVER) OF THE I.E. N° 40061 "STATE OF SWEDEN", CERRO COLORADO – AREQUIPA. It established as a general objective: To determine the seismic performance by applying a nonlinear static analysis (Pushover) in the I.E. N° 40061 "State of Sweden" of the district of Cerro Colorado, Arequipa. As a method, the scientific method was applied, Type: Applied, Level: Descriptive. The results obtained show that through the "Pushy" nonlinear static analysis, it is observed that the structure presents a behavior during the pushover step 22, that is, during this step, 1 plastic hinge reaches creep deformation, but still within of life safety. At step 29 of the pushover, in addition to 1 plastic hinge at collapse level and 7 hinges reached yield deformation, but were still within the "life safety" range. Likewise, it can be seen that at step 49 of the push "y", 9 plastic hinges reach yield deformation, but are still within the "life safety" range, in addition to 13 plastic hinges close to collapse and 1 plastic hinge presents an imminent collapse.

The method applied was that of spectrum capacity according to FEMA 440, in addition to considering the guidelines of the American standard ASCE 41-13, the proposal of the vision 2000 commission and parameters of the HAZUS MR4 manual.

The research establishes the conclusion that for a rare earthquake, the design, the structure would be at the limit of "near or close to collapse", which would mean that for a very rare earthquake the structure would present an imminent collapse, this in reference to the direction of analysis "x", while for the analysis of the global direction "y" the structure would be in life protection for a rare earthquake and for a very rare earthquake the 3-story pavilion would face an imminent collapse.

**Keywords:** pushover, seismic performance, static nonlinear analysis, rare earthquake, very rare earthquake.

## I. INTRODUCCIÓN

Comprender la importancia de desarrollar el comportamiento sísmico de la estructura de uso esencial frente a solicitaciones sísmicas de intensidades considerables es de vital importancia para mitigar y reducir diversos grados de daño, entendiéndose de que el Perú es un país que se encuentra en el cinturón de fuego del pacífico y es por ello que es altamente sísmico y que el tema de investigación se encuentra enfocado a determinar el desempeño sísmico, basado en un análisis estático no lineal por el método del empujón o "PUSHOVER", además de que la institución educativa propuesta posee dentro su infraestructura pabellones que fueron diseñados con la norma sismorresistente de diseño del año 1977 (Segunda Norma Peruana de Ingeniería sismorresistente) y que posteriormente fue modificada en el año de 1997, debido al sismo de Nazca, evidenciándose patologías como son columnas cortas, viga fuerte-columna débil, menos redundancia estructural, plantas y alzados irregulares, y juntas débiles, problema recurrente y causante de daños en otros eventos de diferentes sismos.

En la zona de Arequipa se ha considerado bien el riesgo de actividad sísmica, por lo que RNE (NTE. E-030, 2018), (Anexo 01) posiciona al distrito de Cerro Colorado en la actualización 2018 en una zona 3, esta es un área con alto riesgo sísmico debido a la actividad sísmica continua.

De acuerdo con el concepto de diseño antisísmico, el propósito del diseño de los edificios de uso esencial, como las instituciones educativas, es utilizar estos establecimientos como refugios después de un terremoto, es decir, estas estructuras albergarán a los residentes afectados por el terremoto. Es por esto que es importante estudiar y comprender el desempeño estructural sísmico de estos edificios, en función a las regulaciones de evaluación del desempeño sísmico, por tal motivo una edificación deberá calificar con un nivel de desempeño de ocupación instantánea. Es por este motivo que el trabajo de investigación buscara analizar el comportamiento mediante el método del empujón o "Pushover", es decir el desempeño sísmico de la infraestructura educativa tipo 780- Pre IE N° 40061 "Estado de Suecia", situado en el distrito de Cerro Colorado, Provincia de Arequipa.

Como planteamiento del **problema general**, tenemos: ¿Cuál es el desempeño sísmico aplicando un análisis estático no lineal (Pushover) en la I.E. N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, Arequipa? y como formulación de los y como formulación de los **problemas específicos** tenemos: **(1)** ¿Cuál es la fuerza cortante en la base de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, provincia de Arequipa, mediante el análisis estático no lineal?, **(2)** ¿Cuál será el desplazamiento lateral de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, provincia de Arequipa, mediante el análisis estático no lineal?, **(3)** ¿Cuál es la deriva de entrepiso de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, provincia de Arequipa, mediante el análisis estático no lineal?, **(4)** ¿Cuál es el desempeño sísmico del Pabellón Educativo de la IE N°40061 “Estado de Suecia” ante un sismo raro según el Comité VISION 2000 (SEAOC, 1995)?.

Como **justificación de la investigación** se plantea en que el pabellón evaluado en la I.E. N° 40061 “Estado de Suecia”, se encuentra definido como una edificación de uso esencial según la normativa nacional E-030, por lo que deben asegurar un buen desempeño estructural ante eventos sísmicos, por lo que debemos tener un conocimiento más preciso de la respuesta estructural, el daño que se experimentará en el proceso, y las consecuencias finales. Las normas actuales no proporcionan un procedimiento básico para evaluar el desempeño de los edificios después de un daño. Es decir, no prevé el comportamiento estructural real de la edificación bajo la acción de la tensión sísmica, y dado que el diseño basado en la resistencia última es incierto al respecto, estamos en la situación de verificar si el diseño estructural es verdaderamente en línea con la guía de principios de resistencia sísmica del concepto de diseño. La finalidad principal de este estudio es evaluar el Pabellón de IE “Estado de Suecia” a nivel de desempeño sísmico-no linealidad a través del análisis estático, cuya finalidad es la de comprender la curva de capacidad de la estructura, además de los estados de daño que alcanzará la edificación según el nivel de desempeño. Así mismo se debe indicar que la investigación podrá ser utilizada como referencia para posteriores estudios, ya que aún existen en la localidad varias instituciones educativas con más de 25 años de antigüedad, es decir mantienen el mismo criterio en su configuración estructural, forma y distribución arquitectónica.

**Justificación Social**, Contribuye a la sociedad y a la comunidad de la ingeniería civil, así mismo permitirá a nuestro país realizar estudios de desempeño sísmico que beneficiarán a estudiantes y docentes en el campo de la ingeniería estructural, ya que permitirán evaluar el correcto desempeño de las estructuras escolares, permitiendo el bienestar social de la población.

Como formulación del **objetivo general** tenemos: Determinar el desempeño sísmico aplicando un análisis estático no lineal (Pushover) en la I.E. N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, Arequipa y como formulación de los **objetivos específicos** tenemos: **(1)** Estimar la fuerza cortante en la base de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, Provincia de Arequipa, mediante el análisis estático no lineal, **(2)** Determinar el desplazamiento lateral de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, Provincia de Arequipa, mediante el análisis estático no lineal, **(3)** Calcular la deriva de entrepiso de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, Provincia de Arequipa, mediante el análisis estático no lineal, **(4)** Determinar el desempeño sísmico del Pabellón Educativo de la IE N°40061 “Estado de Suecia” ante un sismo raro según el Comité VISION 2000 (SEAOC, 1995)

Como formulación de la **hipótesis general**, tenemos: El nivel de desempeño sísmico de la IE N° 40061 “Estado de Suecia”, es deficiente, y como formulación de las **hipótesis específicas** tenemos: **(1)** La fuerza cortante en la base del Pabellón Educativo de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” mediante el análisis estático no lineal es mayor en la dirección de análisis “x”, **(2)** El desplazamiento lateral del Pabellón Educativo de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” mediante el análisis estático no lineal es mayor en la dirección de análisis “x”, **(3)** La deriva de entrepiso del Pabellón Educativo de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” mediante el análisis estático no lineal es menor al límite, **(4)** El análisis estático no lineal permitirá determinar el desempeño sísmico del Pabellón, el cual se espera que la respuesta ante un sismo máximo se encuentra en el nivel de seguridad de vida

**Delimitación Conceptual:** Para llevar a cabo el trabajo de investigación se establecerá la relación/efecto entre  $V_1$  y  $V_2$  utilizando teoría relacionada con el análisis estructural, teniendo el desempeño sísmico como variable principal y como variables secundarias los métodos estáticos, aplicando los métodos Analyzing



Equivalent Static y el método de análisis estático pushover no lineal, el cual nos permitirá conocer la capacidad estructural de la estructura.

**Delimitación Espacial:** Se realizará el presente proyecto de investigación evaluación del desempeño sísmico de edificaciones esenciales aplicando métodos estáticos en el pabellón de 3 pisos de la I.E. Estado de Suecia, ubicado en la avenida Chachani S/N, distrito de Cerro Colorado, provincia y región Arequipa.

**Delimitación temporal:** La información recolectada comprende al periodo 2021 hasta el 2022, el presente trabajo de investigación tiene una duración de 6 meses.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales, según (Yugcha, y otros, 2018), evaluaron estructuralmente el método Pushover en edificaciones construidas informalmente y determinaron los puntos de desempeño sísmico para el mayor evento sísmico. Los investigadores evaluaron la estructura resistiendo terremotos de diferentes intensidades con diferentes períodos de retorno, esto se hizo mediante el método de espectro de capacidad (ATC-40, 1996). El coeficiente sísmico  $R = 5$  se utilizó para verificar el diseño (NEC-2015), utilizando  $R = 1$  para verificar el nivel de rendimiento.

[...] Los resultados obtenidos indica que existe una alta vulnerabilidad sísmica, además de una inapropiada cuantía de acero de refuerzo en columnas y vigas que no cumplen con la normativa (NEC-2015). (Yugcha, y otros, 2018)

[...] Como no tiene un rendimiento suficiente, recomienda el uso de sistemas de revestimiento basado en el encamisado de columnas. [...] Esto es para lograr las expectativas de alcanzar el rendimiento requerido por la estructura de uso esencial. (Yugcha, y otros, 2018)

(Orellana, y otros, 2017), [analizó] “El desempeño estructural de una edificación de uso esencial según la norma ecuatoriana, empleando el método del AENL, [...] así mismo el ADNL con la finalidad de alcanzar mejores resultados [...]. Para la determinación del punto de desempeño hicieron uso del procedimiento de espectro de capacidad (ATC – 40) y (FEMA – 440) [...]. Los resultados obtenidos para la obtención de los puntos de desempeño conllevan a establecer una relativa coherencia entre el análisis estático no lineal (AENL) y el análisis dinámico no lineal (ADNL), el comportamiento general de las edificaciones establece de que se presentaran fallas en vigas [...]. Estas fallas generan la limitación de desplazamientos, por ende, la ductilidad de la edificación es bajo [...]. Ellos concluyen, que los resultados obtenidos en su investigación no cumplen con los parámetros establecidos para las edificaciones de uso esencial

Según (Segura Hernandez, 2021), Maestría en tesis de investigación: Comparación del desempeño sísmico mediante análisis estático incremental (pushover) de dos edificaciones en concreto reforzados situados en zona de amenaza sísmica alta

con grado de disipación de energía. El estudio planteó como **objetivo general** lo siguiente: Comparar el nivel de desempeño sísmico de dos edificaciones dispuestas en zona de amenaza sísmica alta con grado de disipación de energía DES, con similar disposición geométrica en planta y altura, por el método de AENL (pushover). En cuanto a la **metodología** es la del tipo aplicada cuasi experimental. De los **resultados**, el software ETABS determina la curva de capacidad hasta el desplazamiento objetivo definido o hasta un punto de falla donde el modelo se vuelve numéricamente inestable, y que en muchas veces coincide con la inestabilidad física de la estructura, debido a la pérdida capacidad de disipar energía debido a fallas puntuales en elementos (columnas o muros) o fallas a nivel general (conjunto de vigas o columnas). Con respecto a las **conclusiones**, el desempeño sísmico de la Edificación No. 2, ante el sismo de diseño, considera un desplazamiento objetivo alrededor de 24 cm en ambas direcciones en estudio, llegando a un punto de desempeño ubicado en la zona de Ocupación Inmediata (OI), generando daños leves en vigas de los tres primeros pisos sin considerar cierres temporales para su ocupación dado que no hay pérdida significativa en la resistencia puntual o global, siendo una respuesta adecuada para el tipo de edificación.

Como **antecedentes Nacionales**, tenemos que la tesis de grado de Loa Canales tenemos que las escuelas tipo INFES 780 PRE, son las estructuras más típicas del País, que ellos conforman un total aproximado de 12,000 estructuras resultando aproximadamente un 25% del total de colegios del Perú [...]. Estos también presentan diferentes deterioros en sus elementos resistentes, producto de sismos, siendo la más conocida la patología por columna corta, que son elementos parcialmente limitados por tabiquerías sin aislamiento de una junta sísmica, los cuales cuando son forzados al movimiento sísmico sufrieron daños por corte [...]. Este estudio hace tres recomendaciones de fortalecimiento, además de brindar bajo costo y facilidad de implementación sin perturbar el normal funcionamiento de la institución y diseñado para ser fácil de ejecutar". (Loa Canales, 2017)

[...] "En la tesis titulada "Utilización del análisis no lineal estático y dinámico para evaluar el comportamiento sísmico de un edificio de once pisos". [...] En el programa ETABS se utiliza análisis no lineal estático y dinámico, y se utiliza el

método propuesto por FEMA y ATC 40 para analizar el edificio en el rango elástico, y luego en el rango inelástico se utiliza el método Pushover y el análisis dinámico incremental”. (Calcina , 2017)

[...] “Analizaron las rotulas o áreas en los elementos estructurales del edificio, que pueden causar daños en caso de un terremoto; además, las áreas débiles del edificio también son bien conocidas. [...] Finalmente, lograr la curva de capacidad y los puntos de desempeño para comprender el mecanismo de falla”. (Calcina , 2017)

“El estudio pretende abordar uno de los problemas actuales en mecánica estructural, especialmente, las dificultades que se presentan cuando se realiza una metodología para el cálculo de edificaciones de concreto armado [...], considerando la no-linealidad física. [...] Dicho metodología es usada con mucha frecuencia en los cálculos estructurales y esto lleva que se considere abierto en la investigación sísmica, representando el presente trabajo un aporte [...] es importante que se actualices los métodos de cálculo de edificaciones de concreto armado considerando la no-linealidad física. [...] el estudio consta de capítulos que abarcaremos, conclusiones, bibliografía e índice. En el primer capítulo daremos un resumen de las investigaciones realizadas, donde se analizan el comportamiento inelástico del material, la consideración de sismos sucesivos en el cálculo estructural, [...] los modelos no-lineales y la aplicación del programa LIRA en el análisis no lineal por el Método de los Pasos. [...] En el segundo capítulo se analizan los métodos dinámicos de evaluación estructural, la influencia de los daños locales [...] en las características dinámicas de las edificaciones de concreto armado y el método dinámico no-lineal para edificaciones ante sismos sucesivos. [...] Este capítulo es un resumen de la disertación doctoral de la Ph.D. Peraskovia Ivanovna Andreyeva, por considerarlo de gran importancia. [...] Los resultados y recomendaciones de uso y aplicación científica se discuten en la conclusión. esta investigación está dirigida a los ingenieros civiles, posgraduados e profesionales dedicados a la mecánica estructural”. (Villareal Castro , 2017)

## 2.1. BASES TEÓRICAS

### 2.1.1. Movimiento sísmico

Las amenazas de terremotos son efectos que causan una vibración en el suelo, licuefacción del suelo, deslizamientos de tierra, asentamientos diferenciales y efectos indirectos como tsunamis, incendios y deslizamiento de suelos. [...] Todos estos efectos pueden causar daños, perjudicando el desempeño sísmico requerido por la estructura. [...] el tamaño de deterioro al desempeño de la estructura es causa por el sismo de acuerdo a su magnitud, el daño estructural es de acuerdo a distancia del epicentro al lugar de la estructura y que dirección está el sismo, así como también todas las características del suelo que tenga. [...] “mediante el proceso de ingeniería basado en el desempeño, el impacto de cada uno de estos ingredientes peligrosos debe ser considerado e investigado específicamente”. (Bonett Diaz, 2003)

“Para permitir la aplicación práctica del diseño sísmico basado en el desempeño, es imprescindible escoger un rango de posibles eventos sísmicos discretos que representen un rango de severidades sísmicas para el desempeño estructural específico deseado. [...] los eventos sísmicos que ocurren son definidos como actividad sísmica de diseño. [...] Su definición varía de un lugar a otro, dependiendo de la actividad sísmica en el área donde se ubica el edificio y el nivel de daño social y económicamente aceptable para la agencia responsable, los propietarios del edificio y los usuarios. [...] posteriormente describimos las actividades sísmicas de diseño que tienen que ser tomadas como referencia del comité VISIÓN 2000 y ATC-40”. (Bonett Diaz, 2003)

#### 2.1.1.1. Propuesta del comité VISIÓN 2000.

se desarrolla mediante la siguiente ecuación:

$$T_R = -\frac{t}{\ln(1 - p_e)} \quad (1.1)$$

La siguiente tabla detalla el intervalo de repetición y la probabilidad de exceder Cuatro actividades sísmicos de diseño establecidos por el Comité VISIÓN 2000.

Tabla 1. Movimientos sísmicos

<b>Movimiento sísmico</b>	<b>Intervalo de Recurrencia (años)</b>	<b>Probabilidad de excedencia</b>
Frecuente	43.00	50 %
Ocasional	72.00	50 %
Raro	475.00	10 %
Muy raro	950.00	10 %

Fuente: (SEAO Vision 2000,1995).

#### **2.1.1.2. Propuesta del ATC-40**

El ATC-40 se aplica a 3 pisos de edificación los cuales serán evaluados por sismo de diseño que debe soportar la estructura, siendo estas: sismo de servicio (S), sismo de diseño (D) y sismo máximo (M). (Bonett Diaz, 2003)

#### **2.1.2. Capacidad estructural**

“la capacidad de la estructura está dada por fuerzas máximas que se aplica a cada piso y su capacidad de deformación aplicadas por fuerzas sísmicas. [...] para determinar la capacidad de la estructura en un rango limite elástico, es suma importancia utilizar el análisis estático no lineal (método del empujón). [...] Esta trasformación se utiliza diferentes análisis consecuentes elásticos, superpuestos en un gráfico que se aproxima a la curva de capacidad. [...] Esta curva relaciona la fuerza en la parte inferior (cizallamiento de cimentación, V) con el desplazamiento (D) de la capa superior de la estructura. [...] cambiar el modelo estructural para tener en cuenta la rebaja de resistencia de los elementos que se somete. [...] De esta forma, se aplican diferentes cargas horizontales, que aumentan monótonicamente hasta que la edificación alcance su máxima capacidad”. (Bonett Diaz, 2003)

“La curva de capacidad se realiza para la demostración del primer modo de movimiento de la estructura, Basado en la suposición de que el modo

fundamental de vibración corresponde a la respuesta principal. [...] Esto normalmente se aplica a estructuras con períodos característicos de menos de 1 segundo. [...] Para estructuras más débiles, para realizar este tipo de análisis debe tener en cuenta los análisis el efecto de los modos de vibración más altos”. (Bonett Diaz, 2003)

### 2.1.2.1. Análisis estático no lineal (Análisis “Pushover”)

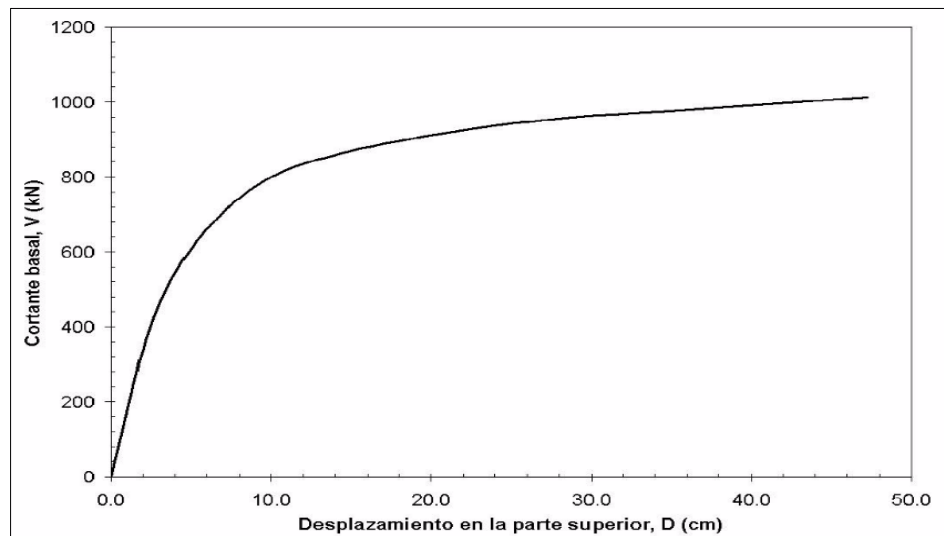


Figura 1. Ejemplo de curva de capacidad (Cortante basal vs desplazamiento)

Fuente: (Bonett Diaz, 2003)

El AENL es un procedimiento de ingeniería el cual permite determinar su capacidad y resistencia así verificando su capacidad de deformación de la estructura teniendo en cuenta la aplicación de fuerzas inertes distribuidos en cada. [...] en este paso realizaremos la aplicación de fuerzas de  $F_i$  de carga lateral, el cual incrementara su deformación hasta que la estructura alcance su máxima capacidad. [...] A través de este programa, se puede determinar la secuencia de agrietamiento, fluencia y falla del componente, el estado límite de servicio y el historial de deformación y corte en la estructura correspondiente a la curva de capacidad portante (ver Figura 1).

Para realizar directamente un AENL, existen varios programas entre los cuales se emplea el IDARC-2D, SAP2000 y ETABS. (Bonett Diaz, 2003)

[...] Sin embargo, Cabe señalar que, si bien este proceso está basado en el desplazamiento y trata la no linealidad, existen algunas restricciones básicas que se deben tener en cuenta a la hora de aplicar e interpretar las soluciones obtenidas. [...] Algunas de las limitaciones de analizar a continuación. (Bonett Diaz, 2003)

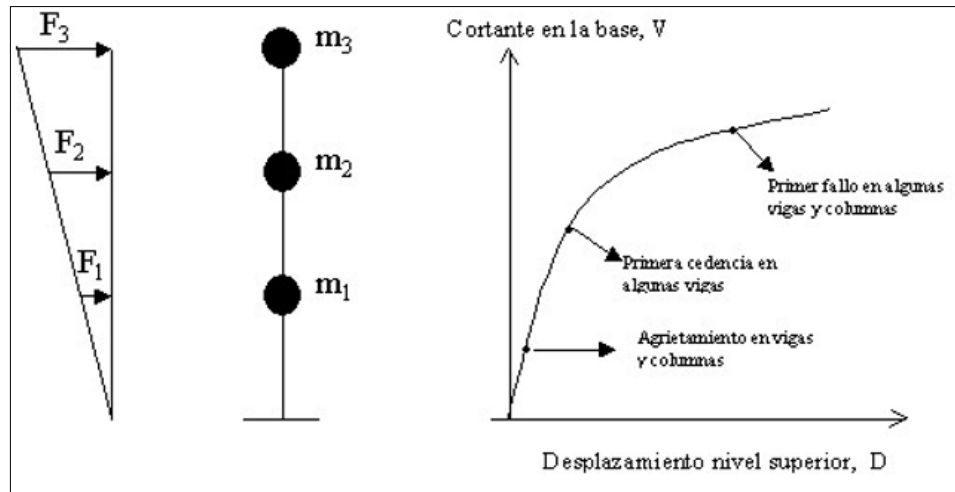


Figura 2. Esquema del procedimiento utilizado para el análisis Pushover.

Fuente: (Bonett Diaz, 2003)

### 2.1.2.2. Representación bilineal de la curva de capacidad

[...] Para tener una estimación del espectro inelástico se utiliza la representación bilineal de la curva de capacidad. [...] Para determinar la gráfica representativa, es necesario establecer el punto de fluencia y desempeño de la estructura o el punto de capacidad. (Bonett Diaz, 2003)

De los datos que se obtienen del análisis Pushover, se determina el desplazamiento  $D_{0.6}^i$  de un cortante basal igual a  $0.60 * V_y^i$

La línea inclinada  $K^i$  se define como la rigidez lateral efectiva, se determina utilizando la siguiente fórmula:

$$K_e^i = \frac{0.60 * V_y^i}{D_{0.6}^i}$$



Determinación del desplazamiento de cedencia  $D_y^i$ , definiéndose con la siguiente expresión:

$$D_y^i = \frac{V_y^i}{K_e^i}$$

El punto A de la siguiente ilustración, representa a un cortante basal  $V_y^i$  y un desplazamiento  $D_y^i$

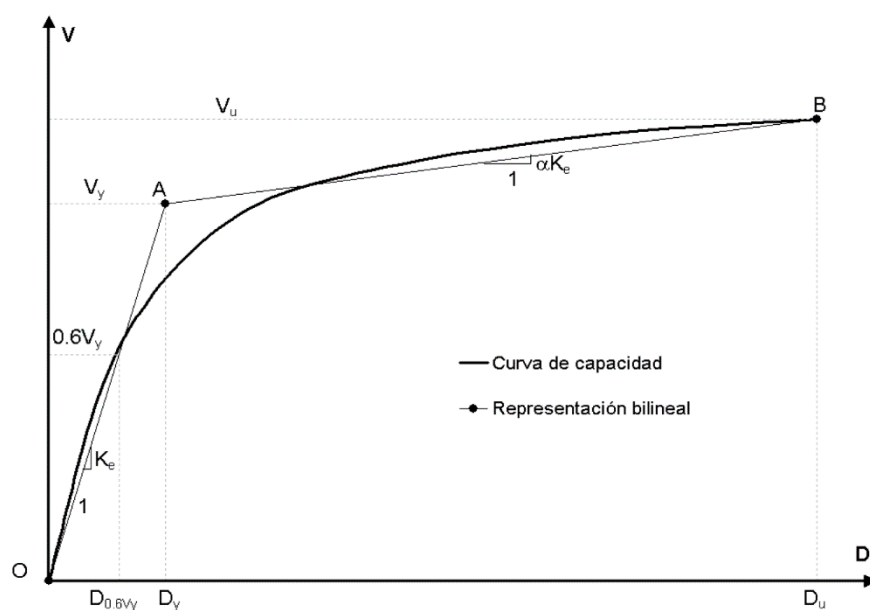


Figura 3. Representación bilineal de la curva de capacidad - FEMA 273.

Fuente: (Bonett Diaz, 2003)

Para determinar la curva bilineal. Se toman en cuenta las rectas OA, y AB (Ver Figura 3).

Para el cálculo del factor reductor ( $\alpha$ ) de la rigidez de la estructura después de ocurrido de la cedencia, debe de utilizarse la siguiente expresión:

$$\alpha^i = \frac{\frac{V_u}{V_y^i} - 1}{\frac{D_u}{D_y^i} - 1}$$

Según la curva bilineal OAB, Abilineal, El Área bajo de dicha curva se calcula:

En la representación bilineal se determina el error  $\varepsilon$  como,

$$\varepsilon = \frac{A_{curva} - A_{bilineal}}{A_{curva}} * 100$$

Cuando el error  $\varepsilon$  sobrepasa la tolerancia preestablecida, es necesario realizar un proceso iterativo:

Para calcular el cortante basal de cedencia o fluencia se usa la siguiente expresión:

$$V_y^{i+1} = V_y^i * \frac{A_{curva}}{A_{bilineal}}$$

### 2.1.3. Demanda sísmica

Suele estar representada por un espectro de respuesta, En sistemas de 1 grado de libertad (1 GDL), expresa la respuesta máxima como una función de sus frecuencias. [...] Comúnmente, en ingeniería estructural, los espectros de respuesta de aceleración se emplean en procedimiento de análisis y diseño estructural basado en fuerzas. [...] pero ahora con el pasar del tiempo, los diseños en ingeniería estructural han demostrado que los parámetros más importantes son las deformaciones y los desplazamientos. Por consiguiente, para diseños en base a desempeño sísmico (ATC-40, SEAC, 1995), se ha fomentado el uso de espectro de respuesta ( $S_a$  vs  $S_d$ ) usando formato AD. El espectro elástico de respuesta se grafica de la siguiente manera, la aceleración espectral se traza en el eje de ordenadas y el desplazamiento espectral se traza en el eje de abscisas. Los periodos  $T_i$  (ver Figura 4), Están representados con líneas radiales que parten desde el origen. [...] La factibilidad de este formato AD es que la demanda y capacidad de la estructura se pueden superponer o converger en el mismo gráfico, lo que facilitaría soluciones gráficas para los niveles de rendimiento o desempeño estructural. Para elaborar la gráfica del espectro de demanda sísmica aplicando el formato es el siguiente:

- Determinar el espectro elástico de aceleraciones  $S_{ae}$ , estándar.
- Determinar el espectro elástico de desplazamientos  $S_{de}$ , usando la siguiente formula:

$$S_{de} = \frac{T^2}{4*\pi^2} * S_{ae}$$

En la Figura 4 se muestran los espectros de desplazamiento y aceleración.

- Elaboración del espectro elástico en formato AD (aceleración - desplazamiento) ( $S_{ae} - S_{de}$ ).

De la Figura 5 y de la ecuación anterior ( $S_{de}$ ) se puede ver que las pendientes de cada recta son proporcionales a  $\frac{1}{T^2}$

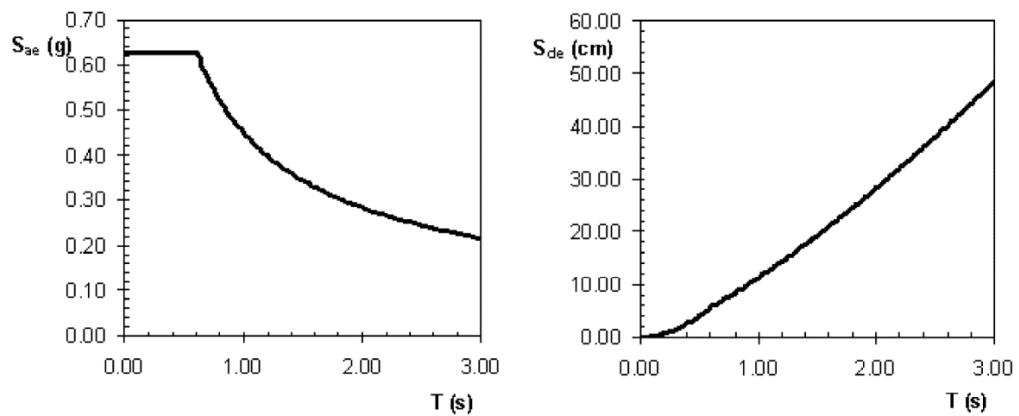


Figura 4. Espectros elásticos de aceleración y desplazamiento.

Fuente: (Bonett Diaz, 2003)

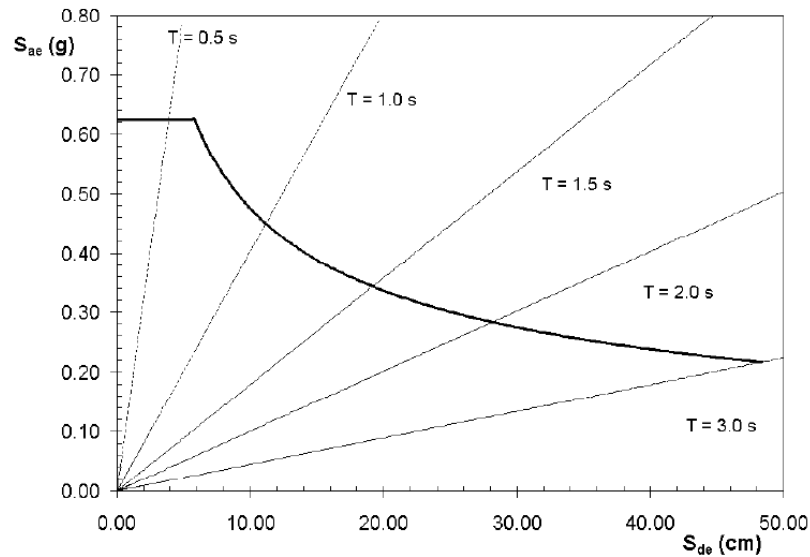


Figura 5. Espectro elástico de respuesta en Formato (Aceleración – Desplazamiento)

Fuente: (Bonett Diaz, 2003)

#### 2.1.4. Metodología para estimar el punto de desempeño

Esta metodología lo cual es punto de desempeño estructural es importante para diseñar las estructuras, analizar vulnerabilidades, daños sísmicos y reparar estructuras existentes. [...] determinar las falencias de la estructura nos puede a entender el comportamiento estructural en diferentes intensidades sísmicas y esto nos puede ayudar en gran manera a mejorar de que las edificaciones de uso esencial se han más seguras y así como también a un bajo costo. (Bonett Diaz, 2003)

Esta investigación describe un método de AEN simplificado, que utiliza para establecer el punto de desempeño de la estructura, siendo este el método espectro de capacidad (MEC),

#### 2.1.5. Niveles de desempeño

Los niveles de desempeño indican el estado límite de daño discreto. Representa restricciones o condiciones aceptables que se establecen sobre la base de tres aspectos básicos:

- La probabilidad de daños en los elementos estructurales y no estructurales.
- La vulnerabilidad respecto a la seguridad de los ocupantes de la estructura, provocado por los daños.
- La operatividad de la estructura posterior al sismo (SEAOC Vision 2000 y ATC, 1996).

A continuación, se presenta una explicación de los niveles establecidos por el ATC-40 y el comité VISION 2000. (Bonett Diaz, 2003)

#### **2.1.5.1. Propuesta del Comité VISION 2000**

El comité Visión 2000 identificó 4 categorías de desempeño:

- PD1: Totalmente operacional.
- PD2: Operacional.
- PD3: Seguridad de vida.
- PD4: Próximo al colapso.

#### **2.1.5.2. Propuesta del ATC-40**

“Las categorías que establece el ATC-40 para las edificaciones, se utilizan las combinaciones de los niveles que se han utilizado para cada elemento estructural y así como también a los elementos no estructurales de cada nivel”. (Bonett Diaz, 2003)

##### **Categorías para los elementos estructurales**

“Están definidos por 3 categorías:

- Ocupación inmediata
- Seguridad
- Estabilidad estructural.

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

Según (Hernandez, Roberto; Fernandez, Carlos, 2014), Es aplicada la investigación porque intentará responder la pregunta específica planteada en la encuesta examinando atributos, características y teorías con la objetividad de resolver la pregunta específica. El trabajo de estudio es del tipo cuantitativa porque se enfoca en el objeto de estudio. (pág. 148)

El trabajo de investigación es aplicado ya que este estudio busca la posibilidad de aplicar el método de AENL para establecer el desempeño sísmico de edificios, un conocimiento relativamente nuevo que está directamente relacionado con el comportamiento estructural de la edificación y no está disponible en la Norma E.030.

##### **3.1.2. Alcances de la investigación**

- Por su orientación: Aplicada
- Por su técnica de contrastación: Explicativa
- Por su tipo de recolección de datos: Prolectiva
- Por su evolución de fenómeno estudiado: transversal

##### **3.1.3. Diseño de la investigación**

Hernandez, Roberto (2014) indica que una investigación es no experimental cuando pretender analizar los objetivos causales de las variables independientes y tendrá un control sustancial sobre la información, obteniendo así algún procedimiento para evaluar el resultado. (pág. 127)

Un diseño de investigación ha sido no experimental porque no cambiará ni experimentará con variables, es decir, solo observará y analizará los resultados dados.

$$M_1 \rightarrow X_1 \rightarrow EE$$

Siendo:

$M_1$ : Muestra observable (Edificaciones en mampostería)

$X_1$ : Observación de la muestra (Desempeño)

$EE$ : Evaluación estructural (niveles de conducta estructural)

### 3.2. Variables y operacionalización

- **Variable (1):**

$$V1 = \text{Análisis Estático No Lineal}$$

**Definición conceptual:**

Aguiar Falconi (2015), describe que para ANE no lineal las fuerzas aplicadas horizontales en la edificación deben darse de modo gradual y creciente, ya que evaluará los desplazamientos y permitirá calcular la curva de capacidad de la edificación. (pág. 238)

**Definición Operacional**

La variable V1:el análisis estático no lineal Análisis estático no lineal manipulado por las dimensiones que representa tipos dimensión D1: Método del espectro de capacidad

- **Variable (2):**

(Hernández et al, p,131) muestra que una variable dependiente no se puede manipular, sino que mide el efecto de la variable independiente sobre ella

$$V2 = \text{Desempeño Sísmico}_2$$

**Definición Conceptual**

Según Ramírez (2014) Define que: “el análisis sísmico es importante para conocer la respuesta del edificio los desplazamientos máximos, a través del análisis estático y dinámico.” (p. 9).

**Definición operacional:**

Los niveles de desempeño han sido evaluados con base en la recomendación del comité Visión 2000, y el análisis podrá ser analizado tomando en cuenta variables operativas (dimensiones y métricas) y escalas de medición.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### 3.3.1. Población:

(Hernandez, Roberto; Fernandez, Carlos, 2014) indica que una población es un conjunto de componentes presentados en la encuesta, es decir, a la cantidad total de los elementos que comparten las mismas características, que serán analizados y se iniciará la investigación de datos. (pág. 165)

La población según este proyecto, lo constituye todos los pabellones de la I.E. N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, provincia de Arequipa.

#### 3.3.2. Muestra:

(Hernandez, Roberto; Fernandez, Carlos, 2014) afirma que una muestra también se denomina muestra dirigida, en la que los elementos no están necesariamente afectados por la probabilidad, sino que los resultados están relacionados con las características del investigador, por lo que el procedimiento seguido no es mecánico, Si bien existen muchas menos fórmulas probabilísticas, el procedimiento es producto de una investigación objetiva. (pág. 170)

En la investigación académica la muestra estará constituida por el Pabellón “bloque A”.

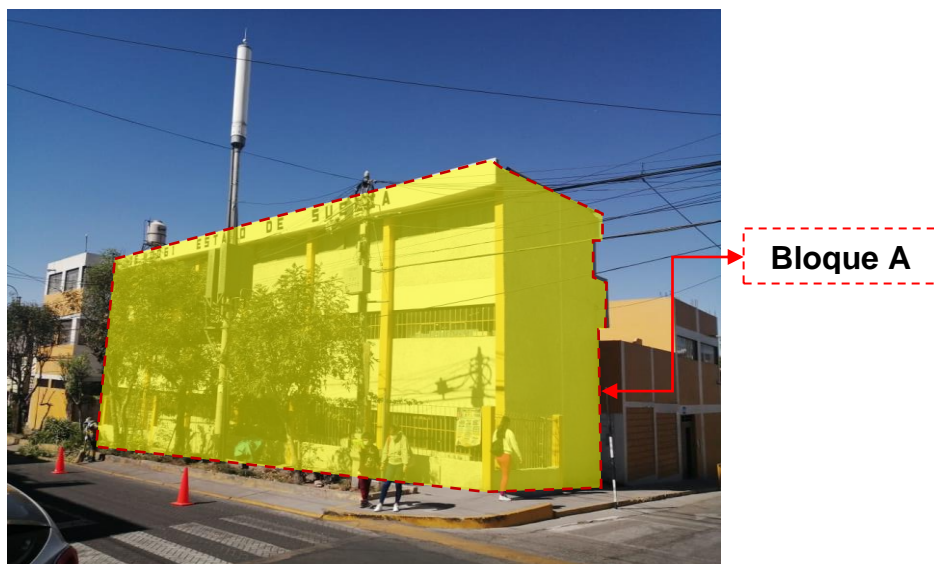


Figura 6. Pabellón “bloque A”, I.E. N°40061  
Fuente Propia



### **3.3.3. Muestreo**

Según (Valderroma Mendoza, 2015), Mencionar que el muestreo no probabilístico toma como singularidades subgrupos de la población, donde la selección de elementos requerirá las características del estudio. En esta investigación se utilizará un muestreo no probabilístico. (pág. 176)

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

### **3.4.1. Técnicas:**

**Observación:** Según Bernal, "La observación como técnica de investigación científica es un proceso riguroso, que permite comprender directamente el objeto de investigación, para luego describir y analizar la realidad de la investigación". En el trabajo de investigación se realizará la observación directa al momento de efectuar el modelo matemático del edificio de mampostería de tres pisos.

**Recolección de datos** – Para la recolección de datos e información se realizará in situ con carácter científico, relacionado con las variables de estudio, además de bibliografías.

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

Las herramientas o instrumentos para la recolección de datos son procesos diseñados para obtener información precisa y efectiva en toda investigación cuantitativa, esto es importante porque la validez de los resultados de la encuesta depende razonablemente de los instrumentos.

Según (Hurtado ,2015) Para la validación de un instrumento este debe tener la capacidad de cuantificar sustancialmente el rango de medición del instrumento para el que fue diseñado, La evaluación se desarrolla considerando los principios del investigador (pág. 4)

- Formato Ensayo no destructivo (esclerómetro).

### 3.4.2.1. Validez

Para (Hernandez Sampieri, y otros, 2014) La validez de un instrumento se define como la evaluación de la precisión de lo que la variable de quiere medir. En términos generales, la validez se refiere a la medida en que un instrumento mide lo que se supone que mide. (pág. 158)

Tabla 2 Rangos y Magnitud de Validez

Rangos	Magnitud
1.00	Validez perfecta
0.72 a 0.99	Alta
0.66 a 0.71	Moderada
0.60 a 0.65	Baja
0.54 a 0.59	Muy Baja
0.53 a menos	Validez nula

Fuente: Herrera 1998 citada por Oseda (2009).

Tabla 3 Juicio de expertos

N° EXPERTO	NOMBRE DE EXPERTOS	PERFIL PROFESIONAL	CARGO	CIP
1	Msc. Ing. Daniel M. Gonzales Arce	Ingeniero Civil	Gerente DGA SAC	N° CIP 256786
2	Ing. Luis Alberto Quispe Calloapaza	Ingeniero Civil	Consultor Volcan SAC	N° CIP 77301
3	Ing. Ronald L. Castillo Montenegro	Ingeniero Civil	Jefe de obras MDP	N° CIP 266189

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4 Resumen de validez de instrumento ficha de reporte (esclerómetro)

Ítem	EXPERTOS			SUMA DE ACUERDOS	Promedio	DESCRIPCIÓN
	1	2	3			
01	2	2	2	6	0.67	Moderada
02	2	2	2	6	0.67	Moderada
03	2	3	2	7	0.78	Alta
04	2	2	2	6	0.67	Moderada
05	2	2	2	6	0.67	Moderada
06	2	2	2	6	0.67	Moderada
07	2	2	2	6	0.67	Moderada
08	2	2	2	6	0.67	Moderada
09	3	3	2	8	0.89	Alta
10	2	2	2	6	0.67	Moderada
					<b>0.703</b>	<b>Alta</b>

Fuente: Elaboración Propia – Anexo (Validación de instrumentos)

Los instrumentos de investigación se validaron mediante el juicio de expertos según Tabla 3, dando un promedio de 0.703 según la Tabla 4, interpretándose de que la validez de fichas de instrumentos es moderada.

### 3.4.2.2. Confiabilidad

(Hernandez, Roberto; Fernandez, Carlos, 2014) afirma que la confianza de un instrumento como el grado en que su utilidad repetida para la misma muestra, condición o individuo producirá los mismos resultados. (pág. 25)

Tabla 5 Rango y Confiabilidad para el Instrumento

Rango	Confiabilidad (dimensión)
0.81 – 1.00	Muy alta
0.61 – 0.80	Alta
0.41 – 0.60	Moderada
0.21 – 0.40	Baja
0.01 – 0.20	Muy baja

Fuente: Valoración de la fiabilidad de ítems según el coeficiente alfa de Cronbach

Para determinar la confiabilidad del instrumento se utilizó una prueba que consta de 15 elementos estructurales, luego se organizó una base de datos en el programa IBM SPSS para calcular el Alfa de Cronbach para determinar si el instrumento era confiable o necesitaba reajuste. Este método se utiliza para las opciones de respuesta polinomial.

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left( 1 - \frac{\sum Si^2}{\sum St^2} \right) \quad (1.1)$$

Dónde:

$\alpha$  : Coeficiente alfa de

$K$  Cronbach : Número de ítems

$\sum Si^2$  : Sumatoria de las varianzas de los ítems

$\sum St^2$  : Varianza de la suma de ítems

Tabla 6. Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	15	100,0
	Excluido	0	0,0
	Total	15	100,0

Fuente: IMB SPSS

Tabla 7. Fiabilidad del instrumento

<b>Estadísticas de fiabilidad</b>	
Alfa de Cronbach	N de elementos
<b>,983</b>	<b>13</b>

Fuente: IBM SPSS

Tabla 8. Resultado de Alfa de Cronbach por variable

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
VAR00001	383,8667	701,838	,948	,980
VAR00002	384,2667	710,067	,929	,981
VAR00003	384,4667	716,410	,913	,981
VAR00004	384,6667	716,381	,885	,982
VAR00005	384,6667	748,952	,880	,982
VAR00006	384,5333	727,552	,874	,982
VAR00007	384,6000	719,400	,888	,982
VAR00008	384,3333	706,952	,924	,981
VAR00009	384,7333	720,638	,837	,983
VAR00010	384,2667	705,210	,914	,981
VAR00011	384,6000	700,971	,946	,980
VAR00012	384,7333	729,210	,857	,982
VAR00013	384,6667	728,381	,869	,982

Fuente: IBM SPSS

Con respecto al resultado se basó a la confiabilidad del instrumento denominado ficha de reporte de índice de rebote para ensayo de esclerometría, el cual se obtuvo un puntaje de 0.983

### 3.5. Procedimientos

El procedimiento se realizará de la siguiente manera:

El desempeño sísmico ha sido observado, analizado y evaluado utilizando AENL, denominado también Pushover, en un edificio de tres niveles, de acuerdo a la NTP E.030, E.070 y Visión 2000, de esta forma, el edificio estará sometido a cargas laterales, las cuales aumentarán monótonamente para cada posición considerada (X e Y), exponiendo el proceso de fisuración y deformación de los elementos estructurales con el programa. ETABS. Una vez modelada la edificación y obtenido los resultados, se procederá a procesar los valores en una hoja de cálculo (Excel), para poder analizar los

datos y así poder realizar la curva de capacidad y el desempeño sísmico, esta curva se convertirá en el espectro de demanda sísmica junto con el espectro de capacidad, se encontrará el punto de desempeño en la intersección de las mismas, cabe indicar que con ello podremos determinar el nivel de desempeño en función a los niveles de sismos planteados por el comité Vision 2000.

### **3.5.1. Descripción de la Zona de Estudio.**

#### **3.5.1.1. Ubicación**

El objeto de investigación está ubicado en la avenida Chachani Mz F Lote 13 del centro Poblado 12 de octubre, distrito de Cerro Colorado, provincia y departamento de Arequipa a una altitud de 2352 msnm y se encuentra entre las coordenadas siguientes: Latitud 16°23'21.95" Sur y Longitud 71°33'12.69" Oeste.

#### **3.5.1.2. Características de Zona de Estudio**

El área de estudio presenta un terreno plano con pendientes que van del 1% al 2%, la mayoría de suelos identificados son del tipo S2 (suelos intermedios), el edificio de estudio tiene un sistema estructural de porticos resistentes a momentos arriostrados a tabiquería con un área de edificación de 76.90 m<sup>2</sup>, en la actualidad está destinado al uso esencial de la institución educativa "Estado de Suecia", cuya antigüedad es de 31 años.

### **3.5.2. Estudios previos**

#### **3.5.2.1. Estudios de campo**

##### **Sobre los planos de la infraestructura educativa:**

Se han tomado mediciones en situ para la elaboración de los planos estructurales, planos de arquitectura y detalles, así mismo se debe detallar de que el levantamiento estructural fue compatibilizado con los planos en físico de la institución.

### **3.5.2.2. Estudios de laboratorio**

Método de prueba estándar para rebote número de hormigón endurecido (ASTM C 805)

### **3.6. Método de análisis de datos**

El análisis se realizó respetando el orden de los objetivos. Según (Rojas, 2013) se desarrollarán métodos de análisis de datos y se deberán especificar los elementos básicos (variables) para utilizar las herramientas proporcionadas en el método, utilizando diferentes sistemas. Para los análisis de datos se emplearán gráficos, tablas, estadísticas, fichas técnicas, especificaciones técnicas, etc. (pág. 333).

Para la presente investigación los datos han sido procesados en hojas de cálculo (Microsoft Excel 2016), y en SPSS para la fiabilidad de instrumentos, empleando la estadística descriptiva. Utilizando las medias, tablas de frecuencia, promedios, verificaciones, entre otros.

#### **3.6.1. Determinación de la fuerza cortante en la Base mediante el Análisis Estático no Lineal.**

##### **3.6.1.1. Identificación de actividades realizadas**

- Dibujo de planos
- Metrado de cargas.
- Cálculo de los parámetros sísmicos
- Modelado en Software de ingeniería.

##### **3.6.1.2. caracterización de materiales de la edificación**

A continuación, se detallan las cargas consideradas en el modelo estructural del pabellón de 3 niveles de la infraestructura educativa “Estado de Suecia”:

Tabla 9 Cargas Muertas según NTP E020

Descripción	Cargas	Unidad
Losa aligerada (20cm)	300	Kgf/m <sup>2</sup>
Tabiquería	1800	Kgf/m <sup>2</sup>
Peso volumétrico del Concreto	2400	Kgf/m <sup>2</sup>
Acabados	100	Kgf/m <sup>2</sup>
S/C Parapetos	24.85	Kgf/m

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10 Cargas vivas según NTP E020

Descripción	Cargas	Unidad
S/C Azotea	100	Kgf/m <sup>2</sup>
S/C Aulas	250	Kgf/m <sup>2</sup>
S/C Circulación	400	Kgf/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.1.3. Pesos para el análisis sísmico

Tabla 11 Cargas vivas consideradas según NTP E0.20

Nivel	Masa X (Ton-s <sup>2</sup> /m)	Masa Y (Ton-s <sup>2</sup> /m)	Peso (Ton)
Piso 03	14.429	14.429	141.544
Piso 02	22.952	22.952	225.161
Piso 01	22.700	22.700	222.687
	<b>60.081</b>	<b>60.081</b>	<b>589.391</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### a) Cálculo del periodo fundamental de vibración

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

Dónde:

- $h_n = 9.84m$
- $C_T = 60$
- $T = 0.164_{seg}$

#### b) Factor de Amplificación Sísmica

Para establecer el factor de amplificación sísmica se deberá obtener los periodos “T<sub>p</sub>” y “T<sub>L</sub>” según el perfil de suelo. T es el periodo de acuerdo al numeral 4.5.4, concordando con el numeral 4.6.1 de la norma E030. Así mismo este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración del suelo (ver tabla 13).

Tabla 12 Periodos  $T_p$  y  $T_L$ , según el perfil de suelo

	Perfil del Suelo			
	S0	S1	S2	S3
$T_p$ (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
$T_L$ (s)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: RNE, Norma E030

$$T < T_p \rightarrow C = 2.50$$

$$T_p < T < T_L \rightarrow C = 2.50 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \rightarrow C = 2.50 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)$$

Dónde:

- $T_p = 0.60$
- $T_L = 2.00$
- $T = 0.164_{seg}$

Según los datos anteriores le corresponde un factor de amplificación sísmica  $C = 2.50$

### c) Categoría de la edificación y factor de uso

Según se categoría “edificaciones esenciales A2”, le corresponde un factor de uso de 1.50.

Tabla 13 Factor de uso

Categoría		Descripción		Factor U
A	Edificaciones Esenciales	A1	Establecimientos del Sector Público de 2do y 3er Nivel	1.50
		A2	Puertos y Aeropuertos	
			Estaciones Ferroviarias	
			Sistemas Masivos de Transporte	
			Locales Municipales	
			Centrales de Comunicaciones	
			Estaciones de Bomberos	
			Instituciones educativas, institutos superiores	
			Universidades	

Fuente: RNE, Norma E030



#### d) Factor de suelo

El factor de suelo asignado al proyecto es de  $S = 1.15$ , según se detalla en la Tabla 14 Factor de suelo S:

Tabla 14 Factor de suelo S

Factores de Suelo "S"				
	S0	S1	S2	S3
4	0.80	1.00	1.05	1.10
3	0.80	1.00	1.15	1.20
2	0.80	1.00	1.20	1.40
1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: RNE, Norma E030

#### e) Determinación de coeficiente de reducción de la fuerza sísmica (R)

Para esta estructura se ha verificado en el sentido X y Y por lo cual se ha definido un sistema estructural más predominante que es el de albañilería confinada, cuyo coeficiente básico de reducción  $R_o$  es de 3 tal y como se detalla en la Tabla 15 Coeficiente básico de reducción  $R_o$ :

Tabla 15 Coeficiente básico de reducción  $R_o$

Sistemas Estructurales	
Sistema Estructural	$R_o$
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De Muros Estructurales	6
Muros de Ductilidad Limitada	4
Albañilería Confinada	3
<b>Madera</b>	7

Fuente: RNE, Norma E030

Así mismo se determinó el factor de reducción sísmica  $R_x: 3$ ,  $R_y: 3$ , entendiéndose de que la edificación no presenta irregularidades y que su configuración resistente a cargas laterales no presenta las irregularidades indicadas en las tablas 8 y 9 de la Norma Peruana E.030.

$$R = R_o * I_a * I_p$$

$$R = 3 * 1 * 1$$

**f) Peso de la edificación**

El peso sísmico total del edificio es de 589.39 tnf

**g) Factor de zona “Z”**

El factor de zona que se le ha asignado al proyecto es de 0.35, ya que el punto de ubicación se encuentra dentro de la provincia de Arequipa.

Tabla 16 Factor de zona Z

Zona	Factores de Zona "Z"	
	Zona	Z
4	4	0.45
3	3	0.35
2	2	0.25
1	1	0.10

Fuente: RNE, Norma E030

**h) Comprobación de C/R**

El valor obtenido de la relación entre C/R es mayor a 0.11

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

$$\frac{2.50}{3} \geq 0.11$$

$$0.833 \geq 0.11$$

**3.6.1.4. Sobre el análisis lineal**

Para realizar el análisis estático no lineal AENL se debe elaborar un modelo lineal elástico, Por tal motivo se determinaron por primera vez los valores de los parámetros sísmicos propuestos por la norma técnica peruana de diseño antisísmico E0.30, Según las características del sitio y del edificio, Según el mapa de zonificación sísmica, la institución educativa en estudio se encuentra en la zona 3, ya que se encuentra en departamento de Arequipa, provincia Arequipa y distrito de Cerro Colorado, por ende, el factor de zona es 0.35; factor de uso es 1.5 esto debido a que el colegio 40061 “Estado de Suecia” es una institución educativa y por ende pertenece

a la categoría “A2” (edificación de uso esencial) ante un evento sísmico pueda servir de refugio.

En cuanto al factor de amplificación del suelo bastara con tener el tipo de perfil de suelo donde está situado la edificación, según los parámetros de las condiciones de obtenidos en la hoja de resumen de las condiciones de cimentación se concluye que se trata de un suelo intermedio “S2” debido a que está compuesto por gravas mal graduadas con arenas y finos limosos no plásticos, y finalmente se obtiene un factor de ampliación del suelo de 1.15 y respecto a los periodos  $TP = 0.6$  y  $TL = 2.0$ ; en cuanto al factor de reducción, para la dirección de análisis “x” tenemos un valor de 3 por contar con un sistema de albañilería y en el caso del eje “y” de la misma manera por tener la composición de un sistema estructural en mampostería confinada también se le asigna un valor de  $R=3$ .

### 3.6.1.5. Modelo elástico y análisis de frecuencias.

Se ha utilizado el programa ETABS 19 para realizar el modelo elástico del bloque A, Determinando primero el tipo de material de los elementos estructurales mostrados en la Tabla 17, para columnas y vigas de concreto se ha definido una resistencia de compresión de  $f'c=212 \text{ kgf/cm}^2$  y  $209 \text{ Kgf/cm}^2$ , en cuanto a los muros de albañilería se ha trabajado de acuerdo a la E0.70, considerando una resistencia promedio de compresión ( $f'm$ ) de  $50 \text{ kg/cm}^2$ . Los dos materiales descritos fueron contemplados en cada elemento estructural.

Tabla 17 Característica de los Materiales

Material	Concreto 212 Kgf/cm <sup>2</sup>	Concreto 209 Kgf/cm <sup>2</sup>	Albañilería (Kgf/cm <sup>2</sup> )
E (Ton/m <sup>2</sup> )	$2.19 \times 10^5$	$2.18 \times 10^5$	$1.26 \times 10^5$
G (Ton/m <sup>2</sup> )	$9.16 \times 10^4$	$9.09 \times 10^4$	$5.27 \times 10^4$

Fuente: Elaboración Propia

Según la disposición estructurales del modelo tipo sistema INFES 780 PRE, el bloque en mención se encuentra definido como un sistema estructural en

mampostería que consiste en paredes (aberturas) de 15 cm en el eje X-X, y también está diseñado con un sistema de mampostería cerrada en el eje Y-Y. Para simular la longitud finita de los nudos, se colocan brazos rígidos en los extremos de las vigas. Para una losa liviana de 20 cm se considera un peso muerto de 300kgf/m<sup>2</sup> según NTP E0.20, cuando modelamos en programa ETABS v19 actúa como un diafragma rígido la losa esta embebida en los demás elementos estructurales como se muestra figura, para el modelamiento se asigna a los elementos estructurales las cargas mencionadas en las Tablas 10 y 11 de acuerdo a las especificaciones técnicas de la estructura y plano de edificación.

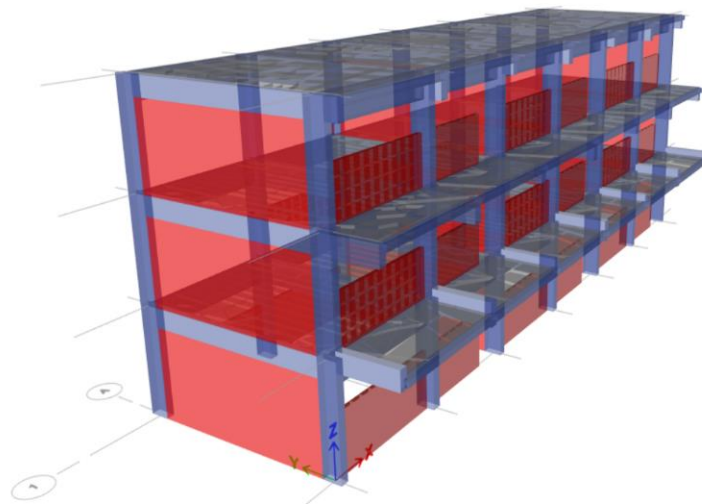


Figura 7 Modelo Estructural Bloque 1  
Fuente: Elaboración Propia

#### 3.6.1.6. Masas de la Estructura.

En la Tabla 18 podemos apreciar masa calculada por piso el cual se ha extraído del programa ETABS 19, haciendo la transformación en peso, obtenemos un peso sísmico total de 589.39 Tnf.

Tabla 18 Calculo de masas y Peso por Piso

Niveles	Mass X- tonf-s <sup>2</sup> /m	Mass Y- tonf-s <sup>2</sup> /m	Tonf
Piso 3	14.429	14.429	141.544
Piso 2	22.952	22.952	225.161
Piso 1	22.700	22.700	222.687
			589.392

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.1.7. Análisis de frecuencias.

De acuerdo al análisis dinámico lineal aplicado al bloque A se obtuvo una masa participante acumulada de 89.8% en la dirección de análisis "x", en el modo 1 con un periodo de 0.152 seg, y en el caso de la dirección "y" el porcentaje de masa participante fue de 76.1 % en modo 2.

Tabla 19 Periodos de vibración del Bloque A

Modo	Periodo	Frecuencia (Cyc/Seg)	Ux	Uy	Porcentaje de masa efectiva		Rz	Sum Rz
					Dirección X	Dirección Y		
1	0.159	6.28	0.898	0.001	89.80%	0.00%	0.001	0.001
2	0.091	11.04	0.001	0.761	0.00%	76.10%	0.001	0.002
3	0.078	12.82	0.001	0.001	0.00%	0.00%	0.761	0.762

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.1.8. Cálculo de la fuerza cortante

A continuación, se detalla la amplificación de desplazamiento asignado al modelo matemático y que según detalla la tabla 21, se empleó el criterio de ortogonalidad para cada dirección de análisis:

Tabla 20 Amplificación del Desplazamiento según Artículo 31 "x"

Dirección	Patrón de Carga	Porcentaje	Factor de Escala
Dirección X-X	Sismo Estático X-X	100%	2.25
Dirección Y-Y	Sismo Estático Y-Y	30%	0.68

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 22 detalla la distribución de fuerza cortante en la dirección de análisis "x" por piso, observándose además el cortante estático en la base de 296.54 tonf.

Tabla 21 Fuerza cortante, dirección de análisis "x"

Nivel	Peso Sísmico (Tonf)	Altura "h"		h <sup>k</sup>	P x h <sup>k</sup>	α <sub>x</sub>	F <sub>x</sub> (Tonf)	V <sub>x</sub> (Tonf)	M <sub>z</sub> (Tonf.m)
		h (m)	h <sub>acumulado</sub> (m)						
3	141.54	3.22	9.84	9.84	1392.8	0.38	113.45	113.45	136.96
2	225.16	3.22	6.62	6.62	1490.6	0.41	121.41	234.86	146.58
1	222.69	3.40	3.40	3.40	757.1	0.21	61.67	296.54	74.45
Total	589.39	9.84	-	-	3640.5	-	296.54	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente de la figura 5 y 6 se puede visualizar las cargas laterales por piso, así como sus respectivos cortantes por sismo estático en la dirección de análisis "x".

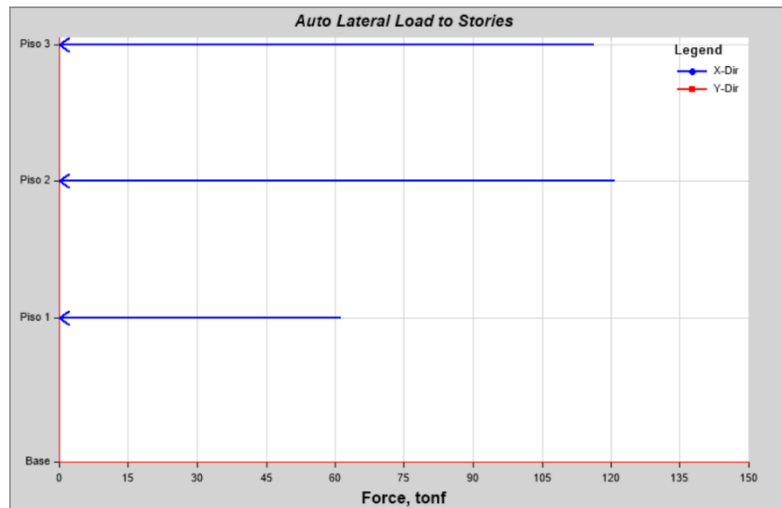


Figura 8 Carga lateral por piso "x"  
Fuente: Etabs V19.0

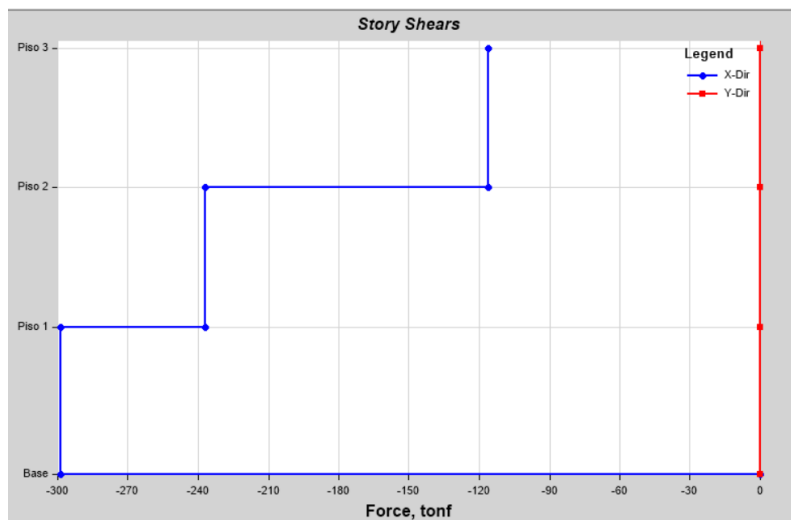


Figura 9 Esfuerzo cortante por piso, dirección "x"  
Fuente: Etabs V19.0

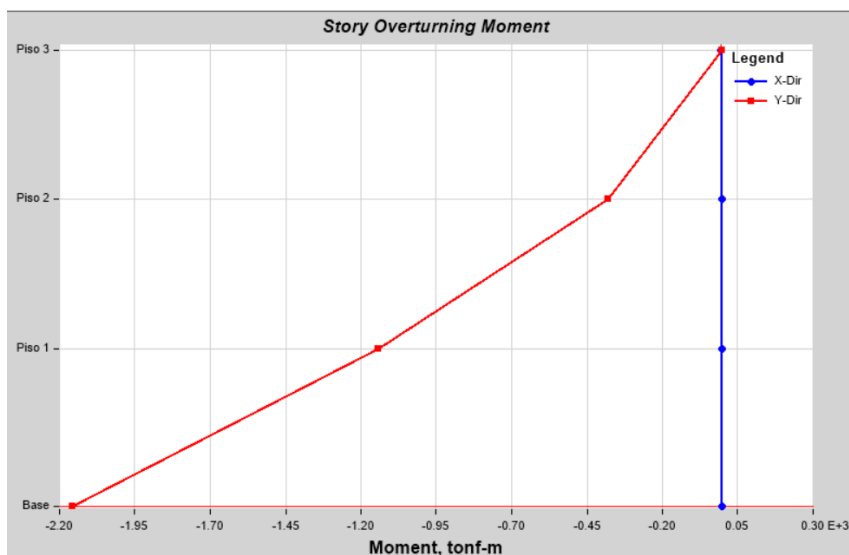


Figura 10 Momento flector, dirección "x"  
Fuente: Etabs V19.0

Seguidamente se detalla la amplificación de desplazamiento "y" asignado al modelo matemático y que según detalla la tabla 23, se empleó el criterio de ortogonalidad para cada dirección de análisis:

Tabla 22 Amplificación del Desplazamiento según Artículo 31 "y"

Dirección	Patrón de Carga	Porcentaje	Factor de Escala
Dirección Y-Y	Sismo Estático Y-Y	100%	2.25
Dirección X-X	Sismo Estático X-X	30%	0.68

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 24 detalla la distribución de fuerza cortante en la dirección de análisis "y" por piso, observándose además el cortante estático en la base de 296.54 tonf.

Tabla 23 Fuerza cortante, dirección de análisis "y"

Nivel de Piso	Peso Sísmico (Tonf)	Altura "h"		h <sup>k</sup>	P x h <sup>k</sup>	α <sub>y</sub>	F <sub>y</sub> (Tonf)	V <sub>y</sub> (Tonf)	M <sub>z</sub> (Tonf.m)
		h (m)	h <sub>acumulado</sub> (m)						
3	141.54	3.22	9.84	9.84	1392.8	0.38	113.45	113.45	35.85
2	225.16	3.22	6.62	6.62	1490.6	0.41	121.41	234.86	38.37
1	222.69	3.40	3.40	3.40	757.1	0.21	61.67	296.54	19.49
Total	589.39	9.84	-	-	3640.5	-	296.54	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente de la figura 8 y 9 se puede visualizar las cargas laterales por piso, así como sus respectivos cortantes por sismo estático en la dirección de análisis “y”.

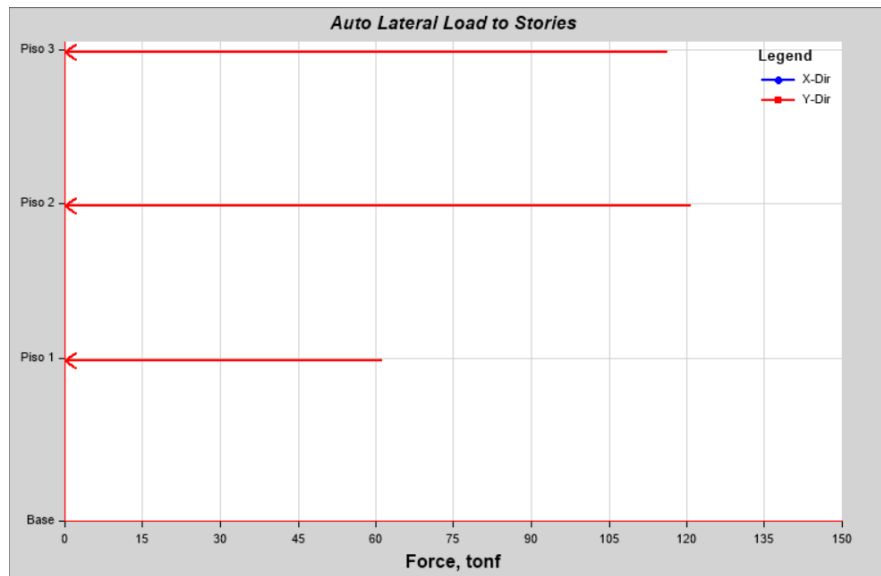


Figura 11 Carga lateral por piso “y”  
Fuente: Etabs V19.0

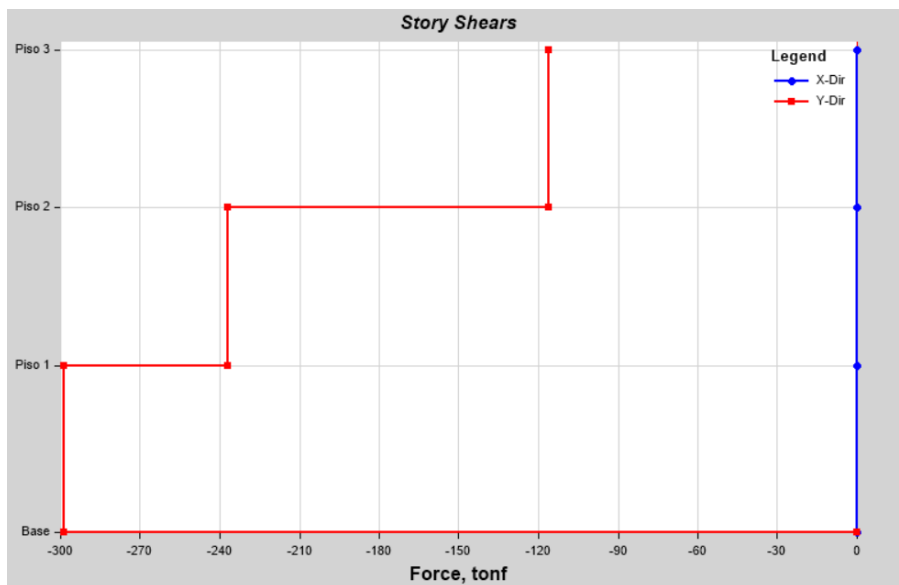


Figura 12 Esfuerzo cortante por piso, dirección “y”  
Fuente: Etabs V19.0



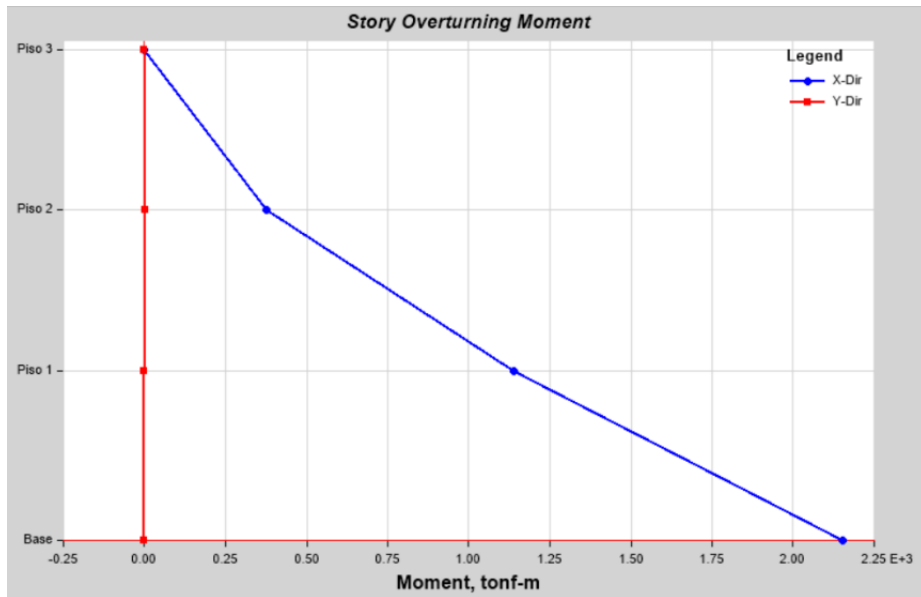


Figura 13 Momento flector, dirección "y"  
Fuente: Etabs V19.0

### 3.6.1.9. Cortante en la base.

De acuerdo con la NTP E030, el esfuerzo cortante dinámico en la base no debe ser inferior al 80% del valor del esfuerzo cortante estático en la base, en caso de estructura regular, razón por la cual el esfuerzo cortante dinámico se muestra en la Tabla 16. Del modelo analizado se cumplen los criterios de la normativa.

Tabla 24. Cortante estático versus dinámico, Bloque 1

Dirección de Análisis	V <sub>estático</sub> (Ton)	V <sub>dinámico</sub> (Ton)	Tipo de Estructura	Caso I	Verificación	Factor de Escala
Dirección X-X	296.54	269.23	Regular	0.908	Si Cumple	-
Dirección Y-Y	296.54	237.23	Regular	0.800	Si Cumple	-

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.2. Determinación del desplazamiento lateral del pabellón de 3 pisos.

#### a) Identificar actividades a ejecutar

- Elaboración de planos
- Metrado de cargas.
- Determinación de los parámetros sísmicos
- Estructuración y modelamiento en Software Etabs.

## b) Determinación de los parámetros sísmicos

Tabla 25 Parámetros Sísmicos - dirección "x"

<b>Zonificación</b>	Zona	<b>3</b>
	$Z$	<b>0.35</b>
<b>Parámetros de Sitio</b>	Suelo	<b>S2</b>
	$S$	<b>1.15</b>
	Periodo corto del suelo $T_p$ (seg)	<b>0.60</b>
	Periodo largo del suelo $T_L$ (seg)	<b>2.00</b>
<b>Factor de Amplificación Sísmica</b>	$T_x$ (seg)	<b>0.159</b>
	$C$	<b>2.5</b>
<b>Uso</b>	Categoría	<b>A</b>
	$U$	<b>1.5</b>
<b>Factor de Reducción Sísmica</b>	Pórticos	
	$R_o$	<b>3</b>
	$I_a$	<b>1.00</b>
	$I_p$	<b>1.00</b>
	$R$	<b>3.00</b>
$\frac{ZUCS}{R}$	<b>0.503125</b>	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26 Parámetros Sísmicos - dirección "y"

<b>Zonificación</b>	Zona	<b>3</b>
	$Z$	<b>0.35</b>
<b>Parámetros de Sitio</b>	Suelo	<b>S2</b>
	$S$	<b>1.15</b>
	Periodo corto del suelo $T_p$ (seg)	<b>0.60</b>
	Periodo largo del suelo $T_L$ (seg)	<b>2.00</b>
<b>Factor de Amplificación Sísmica</b>	$T_x$ (seg)	<b>0.091</b>
	$C$	<b>2.5</b>
<b>Uso</b>	Categoría	<b>A</b>
	$U$	<b>1.5</b>
<b>Factor de Reducción Sísmica</b>	Pórticos	
	$R_o$	<b>3</b>
	$I_a$	<b>1.00</b>
	$I_p$	<b>1.00</b>
	$R$	<b>3.00</b>
$\frac{ZUCS}{R}$	<b>0.503125</b>	

Fuente: Elaboración Propia

**c) Propiedades mecánicas de los materiales**

Se detallan en las tablas 10 y 11

**d) Determinación del desplazamiento lateral**

La figura 11 muestra el límite de deriva para otros sistemas estructurales, en el eje “x” las distorsiones del piso uno, dos y tres cumplen con el límite recomendado presentándose la mayor distorsión en el primer piso con un valor de 0.0013, valor por debajo al límite de distorsión permitida, sin embargo, se deberá evaluar su desempeño estructural basado en un análisis no lineal para el eje “x”, pues existe una posibilidad de falla y colapso debido a las columnas cortas y que deberá descartarse basado al método propuesto.

Material	$\Delta_i / h_{ei}$ (%)
Concreto Armado	7
Acero	10
Albañilería	5
Madera	10
Muros de ductilidad limitada	5

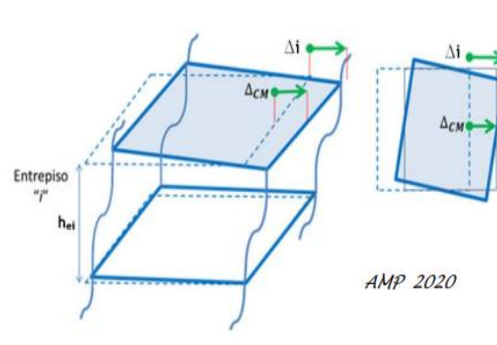


Figura 14 Límites para el desplazamiento de entrespiso.  
Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente

Tabla 27 Desplazamientos por niveles y en el centro de Masa (Sismo Estático “x”, “y”)

N° de Piso	Dirección X-X			Dirección Y-Y		
	$\Delta_{max}$ (m)	$\Delta_{prom}$ (m)	$\Delta_{CM}$ (m)	$\Delta_{max}$ (m)	$\Delta_{prom}$ (m)	$\Delta_{CM}$ (m)
3	0.011	0.0104	0.0105	0.0040	0.0035	0.0038
2	0.008	0.0082	0.0082	0.0027	0.0024	0.0024
1	0.004	0.0042	0.0042	0.0012	0.0011	0.0011

Fuente: Elaboración Propia

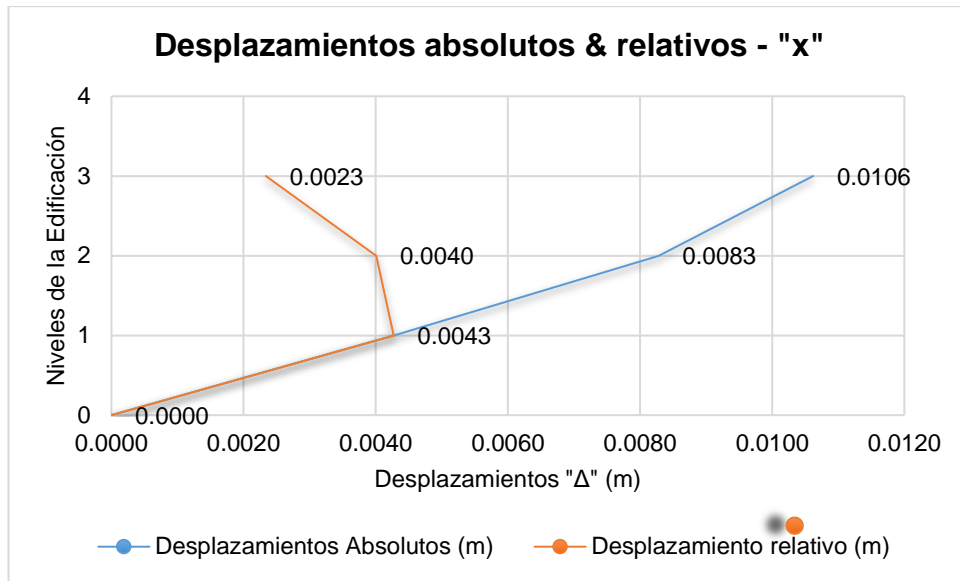


Figura 15 Desplazamientos absolutos y relativos, Sismo estático "X"  
Fuente: Elaboración Propia

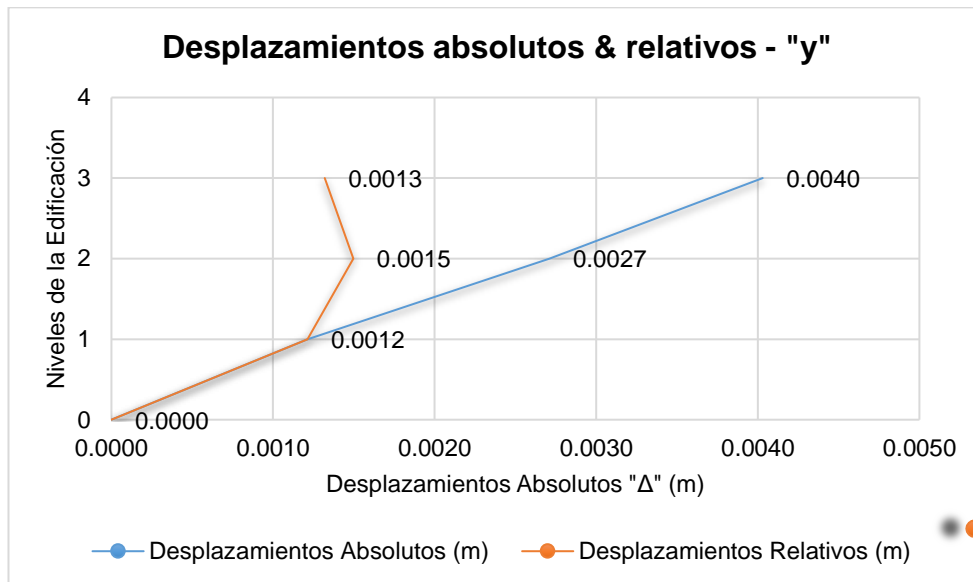


Figura 16 Desplazamientos absolutos y relativos, Sismo estático "Y"  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.3. Determinación de la deriva de entrepiso del pabellón de 3 pisos

#### a) Identificar actividades a ejecutar

- Elaboración de planos
- Metrado de cargas.
- Determinación de los parámetros sísmicos
- Estructuración y modelamiento en Software de ingeniería.

### b) Determinación de los parámetros sísmicos

Los parámetros sísmicos se encuentran detallados en las Tabla 25 y Tabla 26

### c) Propiedades mecánicas de los materiales

Las propiedades mecánicas de los materiales se detallan en las tablas 9 y 10

### d) Espectros inelásticos

De acuerdo a los parámetros sísmicos obtenidos en las tablas 29 y 30 se creó el espectro inelástico, el cual se ha empleado para ejecutar el modelo lineal del bloque 1. En la figura 14 se muestra que el espectro inelástico es el mismo para cada eje, debido a que en el eje "x" su composición estructural es albañilería, debido a que los muros son los que absorben la mayor cantidad de cortante y de la misma manera en el eje "y".

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

$$T < T_p \rightarrow C = 2.50$$

$$T_p < T < T_L \rightarrow C = 2.50 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \rightarrow C = 2.50 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)$$

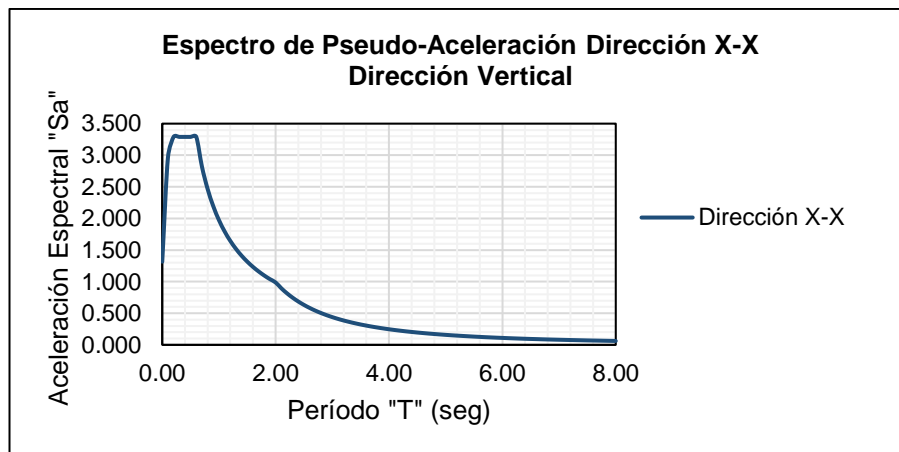


Figura 17 Espectros Inelásticos del Bloque 1 Dirección vertical X  
Fuente: Elaboración Propia

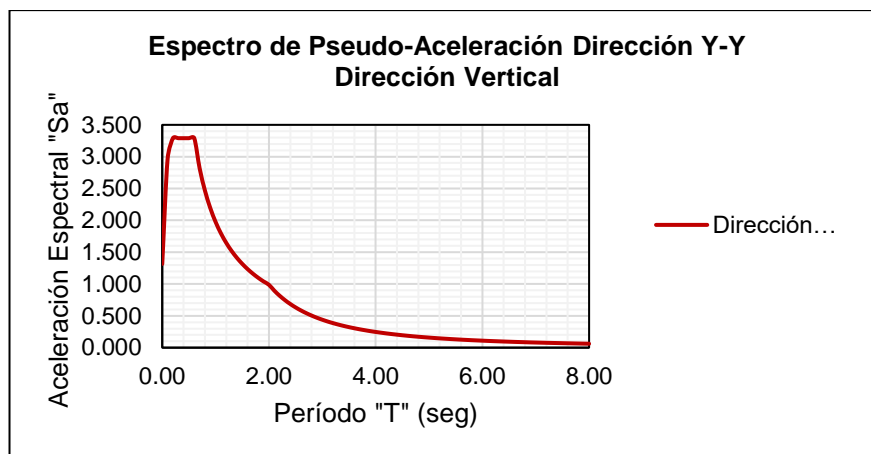


Figura 18 Espectros Inelásticos del Bloque 1 Dirección vertical Y  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28 Espectro de Pseudo - Aceleración Vertical X, Y

Período "T" (seg)	Dirección X-X		Dirección Y-Y	
	Factor "C"	Pseudo - Aceleración "Sa"	Factor "C"	Pseudo - Aceleración "Sa"
0.00	1.00	1.316	1.00	1.316
0.10	2.25	2.961	2.25	2.961
0.20	2.50	3.290	2.50	3.290
0.30	2.50	3.290	2.50	3.290
0.40	2.50	3.290	2.50	3.290
0.50	2.50	3.290	2.50	3.290
0.60	2.50	3.290	2.50	3.290
0.70	2.14	2.820	2.14	2.820
0.80	1.88	2.468	1.88	2.468
0.90	1.67	2.194	1.67	2.194
1.00	1.50	1.974	1.50	1.974
1.10	1.36	1.795	1.36	1.795
1.20	1.25	1.645	1.25	1.645
1.30	1.15	1.519	1.15	1.519
1.40	1.07	1.410	1.07	1.410
1.50	1.00	1.316	1.00	1.316
1.60	0.94	1.234	0.94	1.234
1.70	0.88	1.161	0.88	1.161
1.80	0.83	1.097	0.83	1.097
1.90	0.79	1.039	0.79	1.039
2.00	0.75	0.987	0.75	0.987
2.10	0.68	0.895	0.68	0.895
2.20	0.62	0.816	0.62	0.816
2.30	0.57	0.746	0.57	0.746
2.40	0.52	0.686	0.52	0.686
2.50	0.48	0.632	0.48	0.632
2.60	0.44	0.584	0.44	0.584
2.70	0.41	0.542	0.41	0.542

2.80	0.38	0.504	0.38	0.504
2.90	0.36	0.470	0.36	0.470
3.00	0.33	0.439	0.33	0.439
3.10	0.31	0.411	0.31	0.411
3.20	0.29	0.386	0.29	0.386
3.30	0.28	0.363	0.28	0.363
3.40	0.26	0.342	0.26	0.342
3.50	0.24	0.322	0.24	0.322
3.60	0.23	0.305	0.23	0.305
3.70	0.22	0.288	0.22	0.288
3.80	0.21	0.273	0.21	0.273
3.90	0.20	0.260	0.20	0.260
4.00	0.19	0.247	0.19	0.247
4.20	0.17	0.224	0.17	0.224
4.40	0.15	0.204	0.15	0.204
4.60	0.14	0.187	0.14	0.187
4.80	0.13	0.171	0.13	0.171
5.00	0.12	0.158	0.12	0.158
5.20	0.11	0.146	0.11	0.146
5.40	0.10	0.135	0.10	0.135
5.60	0.10	0.126	0.10	0.126
5.80	0.09	0.117	0.09	0.117
6.00	0.08	0.110	0.08	0.110
6.20	0.08	0.103	0.08	0.103
6.40	0.07	0.096	0.07	0.096
6.60	0.07	0.091	0.07	0.091
6.80	0.06	0.085	0.06	0.085
7.00	0.06	0.081	0.06	0.081
7.50	0.05	0.070	0.05	0.070
8.00	0.05	0.062	0.05	0.062

Fuente: Elaboración Propia

#### e) Cálculo de derivas de entrepiso

Para la evaluación de distorsiones o derivas en cada nivel se obtuvieron resultados de desplazamientos que fueron multiplicados por  $0.75R$  para estructuras regulares, para dicha evaluación se determinó de acuerdo a NTP E030. Los cuales los máximos desplazamientos relativo de entrepiso se allá según lo dispuesto en la norma técnica peruana los cuales no deben de exceder el máximo de lo considerado, considerando para albañilería un límite de distorsión del entrepiso de 0,005 para albañilería confinada y 0.007 para estructura de concreto armado. Mediante el software Etabs V19, se verificaron las distorsiones de entrepiso y los esfuerzos que actúan sobre la estructura, si este valor no cumple con el valor máximo de distorsión

conforme establece la norma E030, se deberá considerar el reforzamiento estructural correspondiente.

Tabla 29 Verificación de deriva – Análisis Estático X-X

N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	$\Delta$ absoluto (m)	$\Delta$ relativo (m)			
3	0.0106	0.0023	3.22	0.0007	Si Cumple
2	0.0083	0.0040	3.22	0.0012	Si Cumple
1	0.0043	0.0043	3.40	0.0013	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Elaboración Propia

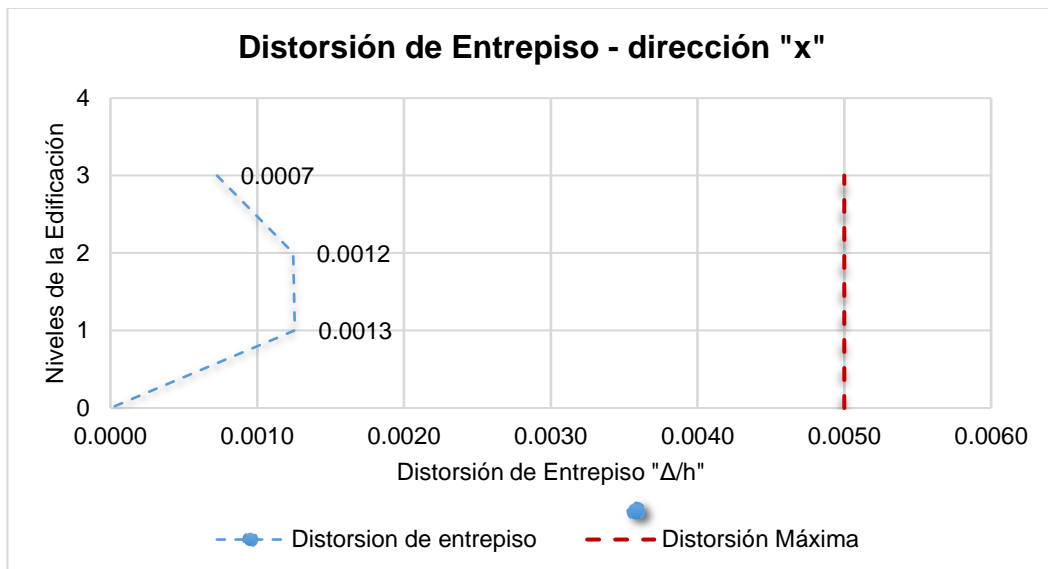


Figura 19. Distorsión de entrepiso, sismo estático "x"

Fuente: Elaboración Propia

De la misma manera se verifico para la dirección de análisis "Y", pudiéndose constatar el cumplimiento de distorsiones en los pisos 1, 2 y 3, encontrándose que la mayor distorsión se presenta en el segundo piso con un valor de 0.0005, valor por debajo al límite de distorsión permitida, sin embargo, así mismo se deberá evaluar su desempeño estructural basado en un análisis no lineal para el eje "U", pues existe una posibilidad de falla y colapso, que deberá descartarse basado en el método propuesto.



Tabla 30. Verificación de deriva – Análisis Estático Y-Y

N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	$\Delta$ absoluto (m)	$\Delta$ relativo (m)			
3	0.0040	0.0013	3.22	0.0004	Si Cumple
2	0.0027	0.0015	3.22	0.0005	Si Cumple
1	0.0012	0.0012	3.40	0.0004	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Elaboración Propia

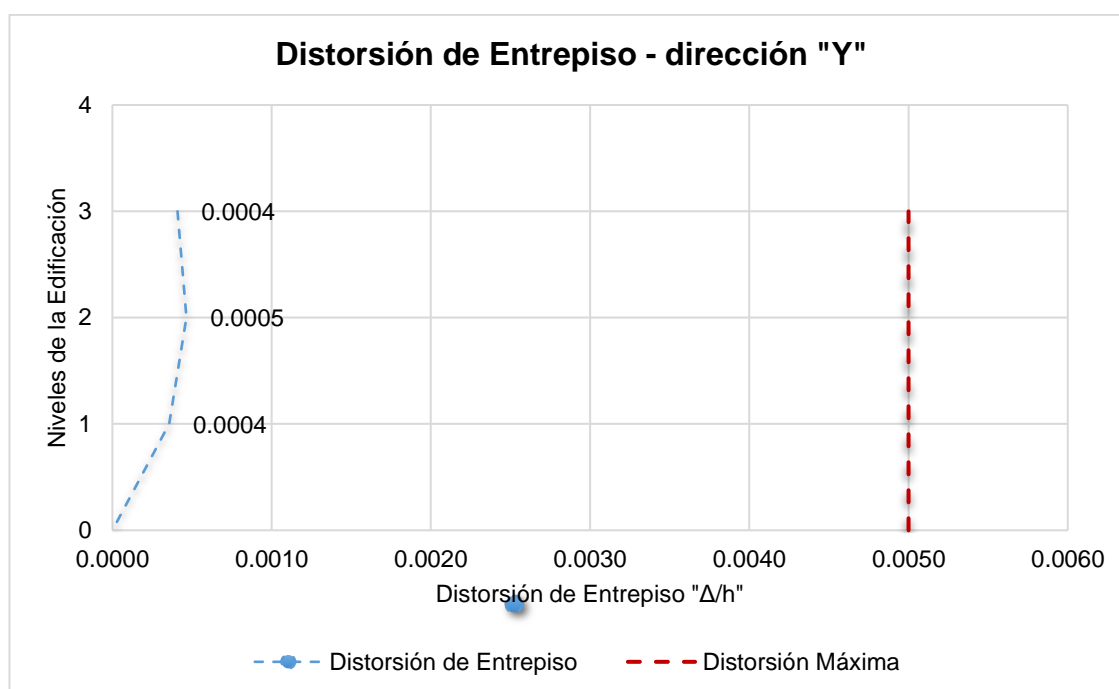


Figura 20. Distorsión de entrepiso, sismo estático "y"

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.4. Determinar la resistencia al corte de la albañilería del pabellón de 3 pisos

#### a) Corte en albañilería confinada

Según la NTP E.070, el cortante por sismo severo en la dirección de análisis, se interpreta como el cortante de demanda y el valor  $V_m$  se representa como la resistencia al corte por sismo moderado en la dirección de análisis.

De la tabla 69 se puede evidenciar algunas observaciones donde los muros del bloque 1 en la dirección "y" se encuentran sobrepasando el 15% de la capacidad a la compresión de la albañilería, es decir el esfuerzo axial

máximo es menor a la capacidad de muro, sin embargo, este último supera  $0.15f'm$  ( $5.25 \text{ Kg/cm}^2$ ), caso contrario sucede con los muros que se encuentran ubicados en la dirección "x", donde se encuentran cumpliendo con el requerimiento de la norma:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L * t} \leq 0.20f'_m \left[ 1 - \frac{h^2}{35t} \right] \leq 0.15 f'_m$$

Tabla 31. Capacidad de los Muros del Primer Nivel, Bloque 1

Muro	L (m)	t (m)	Pm (Kg)	$\sigma_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$0.20f'_m \left[ 1 - \frac{h^2}{35t} \right]$	$0.15f'_m$	Observación
M5 [Eje 1AB]	4.210	0.130	9202.700	1.681	4.416	7.50	Ok
M6 [Eje 1BC]	3.930	0.130	11672.300	2.285	4.416	7.50	Ok
M7 [Eje 1CD]	3.990	0.130	11600.500	2.236	4.416	7.50	Ok
M8 [Eje 1DE]	4.000	0.130	11656.600	2.242	4.416	7.50	Ok
M9 [Eje 1EF]	4.020	0.130	11630.000	2.225	4.416	7.50	Ok
M10 [Eje 1FG]	3.980	0.130	9250.500	1.788	4.416	7.50	Ok
M1 [Eje A]	6.320	0.230	63556.100	4.372	8.216	7.50	No cumple
M2 [Eje C]	6.320	0.230	93966.900	6.464	8.216	7.50	No cumple
M3 [Eje E]	6.320	0.230	94362.400	6.492	8.216	7.50	No cumple
M4 [Eje G]	6.320	0.230	62413.600	4.294	8.216	7.50	No cumple

Fuente: Elaboración Propia

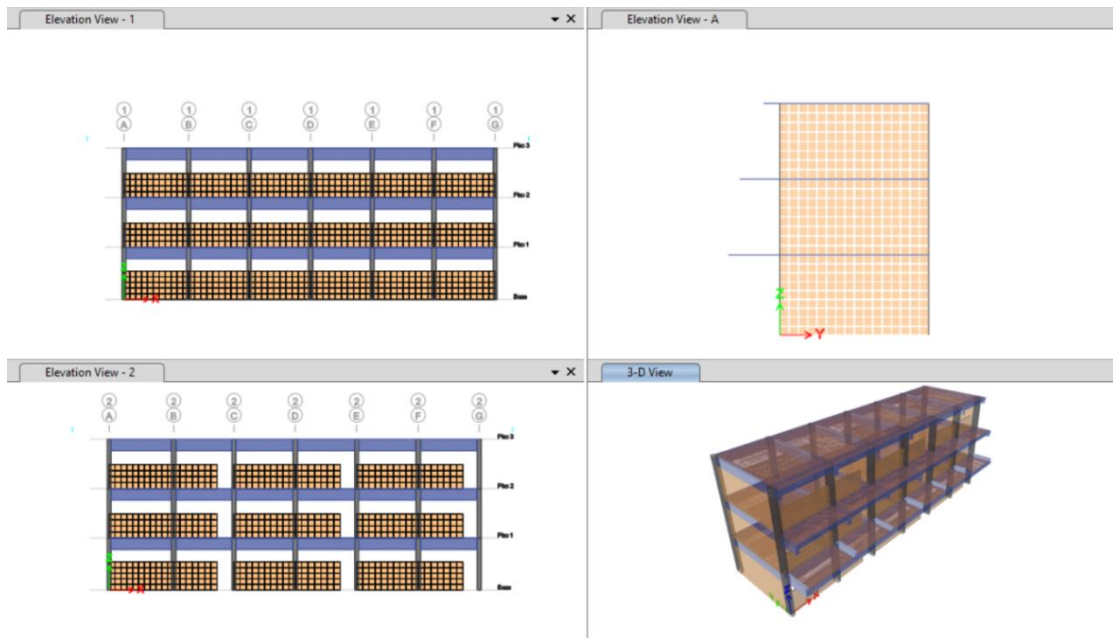


Figura 21. Modelado de muros en albañilería Bloque 1  
Fuente: Etabs V19.0

**b) Control de fisuración**

Posteriormente se realizó la verificación del control por fisuración, este control se realizó para evitar que los muros portantes de albañilería se agrieten ante un sismo moderado que estos fenómenos naturales suceden constantemente. Para este control de fisuración se consideran las fuerzas cortantes que son ocasionados por un sismo moderado. Para el presente trabajo se verificó que los muros portantes de albañilería del primer piso deban ser verificados mediante la expresión  $V_e \leq 0.55V_m$ , lo cual controla la ocurrencia de fisuras por corte.

Tabla 32. Control de fisuración de muros del Piso 1, Bloque 1

Muro	Pg	Ve-X	Me-X	Ve-Y	Me-Y	Ve	Me	$\frac{V_e \cdot L}{M_e}$	$\alpha$	Vm	$V_e \leq 0.55V_m$
	(kg)	(kg)	(kg-m)	(kg)	(kg-m)	(kg)	(kg-m)			(kg)	
M5 [Eje 1AB]	8718.80	12318.10	1909.50	7.60	5.10	12318.10	1909.50	27.16	1.00	15961.47	<b>Fisurado</b>
M6 [Eje 1BC]	10860.90	11046.80	3551.60	11.10	4.60	11046.80	3551.60	12.22	1.00	15525.96	<b>Fisurado</b>
M7 [Eje 1CD]	10799.00	11031.70	3848.80	9.50	4.50	11031.70	3848.80	11.44	1.00	15710.62	<b>Fisurado</b>
M8 [Eje 1DE]	10846.80	10933.00	3499.70	10.20	4.90	10933.00	3499.70	12.50	1.00	15754.76	<b>Fisurado</b>
M9 [Eje 1EF]	10825.90	11421.50	4512.10	10.70	5.20	11421.50	4512.10	10.18	1.00	15816.26	<b>Fisurado</b>
M10 [Eje 1FG]	8744.70	11938.40	2263.80	7.80	6.60	11938.40	2263.80	20.99	1.00	15204.98	<b>Fisurado</b>
M1 [Eje A]	58356.50	614.30	66.60	8862.30	25619.50	8862.30	25619.50	2.19	1.00	50488.80	<b>No Fisurado</b>
M2 [Eje C]	84097.30	506.20	78.40	7863.50	24074.90	7863.50	24074.90	2.06	1.00	56409.18	<b>No Fisurado</b>
M3 [Eje E]	84427.90	516.20	77.40	8196.70	29098.50	8196.70	29098.50	1.78	1.00	56485.22	<b>No Fisurado</b>
M4 [Eje G]	57385.70	780.60	218.00	9840.40	41031.30	9840.40	41031.30	1.52	1.00	50265.51	<b>No Fisurado</b>

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 36 existen muros que presentarían fisuras ante sismos moderados, estos son:

M5 [Eje 1AB]:

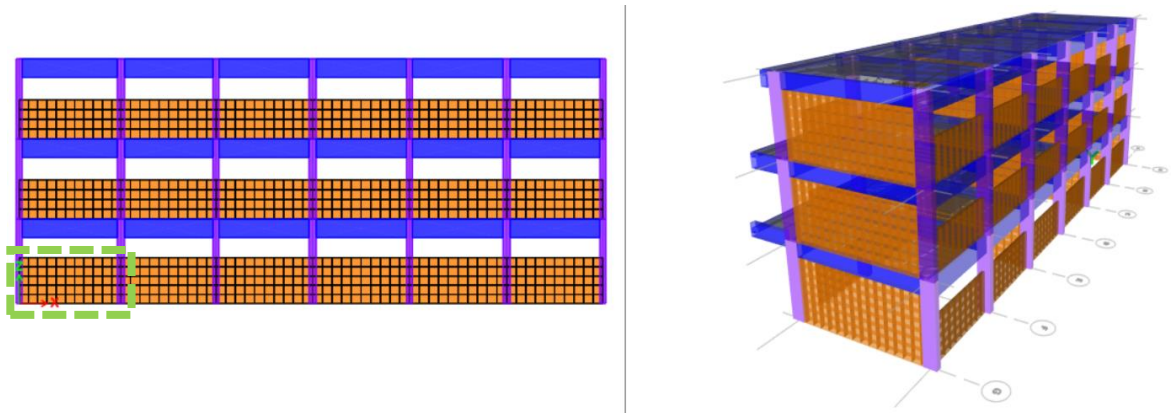


Figura 22. Muro fisurado AB del Piso 1, bloque 1  
Fuente: Etabs V19.0

M6 [Eje 1BC], M7 [Eje 1CD], M8 [Eje 1DE], M9 [Eje 1EF], M10 [Eje 1FG]

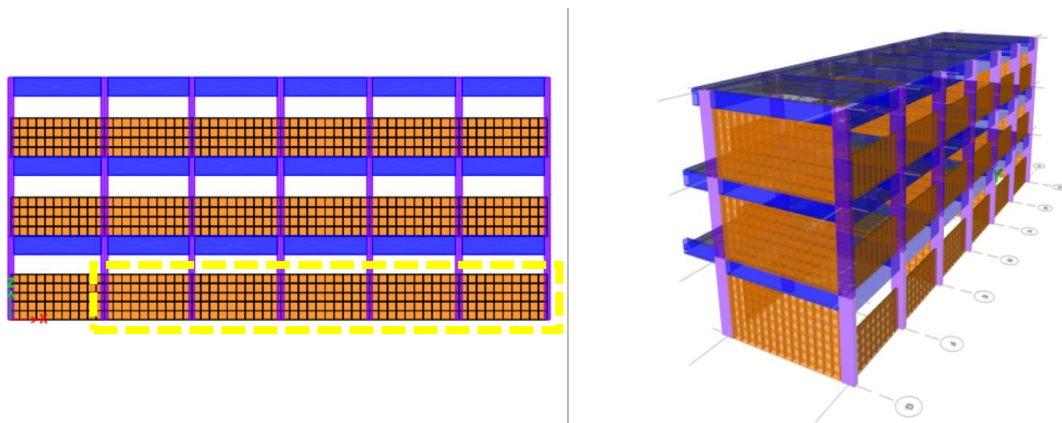


Figura 23. Muro fisurado AB del Piso 1, bloque 1  
Fuente: Etabs V19.0

Según lo expuesto los muros presentan una rigidez alta en la estructura analizada y tienden a experimentar deriva y bajo desplazamiento, esto ocasiona que los muros fallen por cortante frecuentemente, la Norma Técnica Peruana E070 recomienda el cortante para esto. Para verificar en la Tabla 36, los valores de esfuerzo cortante requeridos obtenidos del programa etabsV19 se pueden comparar con los valores de esfuerzo cortante del muro de mampostería calculados con la expresión (1.1) propuesta por la NTP E0.70. La conclusión final es que existe falla por

cortante porque el valor del cortante requerido es mayor que el obtenido por la norma.

$$V_m = 0.5V_m * \alpha * t * L + 0.23 * P_g \quad (1.1)$$

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei} \quad (1.2)$$

Tabla 33. Verificación por corte en muros, Bloque 1

Muro Albañilería	Cortante por sismo severo $V_{Ei}$ (tonf)	$V_m$ (tonf)	Condición
Muros "x"	269.23	93.97	No cumple
Muros "y"	237.23	213.65	No cumple

Fuente: Elaboración Propia

### 1.1.1 Determinar el nivel de desempeño sísmico de pabellón de 3 pisos

#### a) Espectro de demanda Propuesta por VISION 2000

Teniendo en cuenta que la aceleración espectral del sismo de diseño (E.030) es el equivalente al de un sismo raro según el SEAOC (1995), deberemos hallar el resto de aceleraciones para los niveles sísmicos (frecuente, ocasional, y muy raro).

Según la Tabla 34. Parámetros de los sismos de análisis según SEAOC (1995) se ha determinado la probabilidad de excedencia según la siguiente expresión matemática:

$$E = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_R(a)}\right)^{V_u}$$

Tabla 34. Parámetros de los sismos de análisis según SEAOC (1995)

SISMO	VIDA UTIL	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA	PERIODO DE RETORNO
Frecuente	30 años	50.63%	43 años
Ocasional	50 años	50.31%	72 años
Raro	50 años	10.00%	475 años
Muy Raro	100 años	9.80%	970 años

Fuente: Elaboración propia XLS

Tabla 35. Parámetros Sísmicos para espectros Elásticos

Parámetros Sísmicos	Espectro elástico Sismo Frecuente	Espectro Elástico Sismo Ocasional	Espectro Elástico Sismo Raro	Espectro Elástico Sismo Muy Raro
Factor de uso (U)	0.383	0.470	1.000	1.33
Factor de zona (Z4)	0.35	0.35	0.35	0.35
Perfil del Suelo	<b>S<sub>2</sub></b>			
Factor de suelo	1.15	1.15	1.15	1.15
Aceleración de la gravedad	9.81	9.81	9.81	
Periodos T <sub>p</sub>	0.6	0.6	0.6	
T <sub>I</sub>	2.0	2.0	2.0	
Factor X	1.511	1.856	3.949	5.254
Factor Y	1.511	1.856	3.949	5.254

Fuente: Elaboración Propia

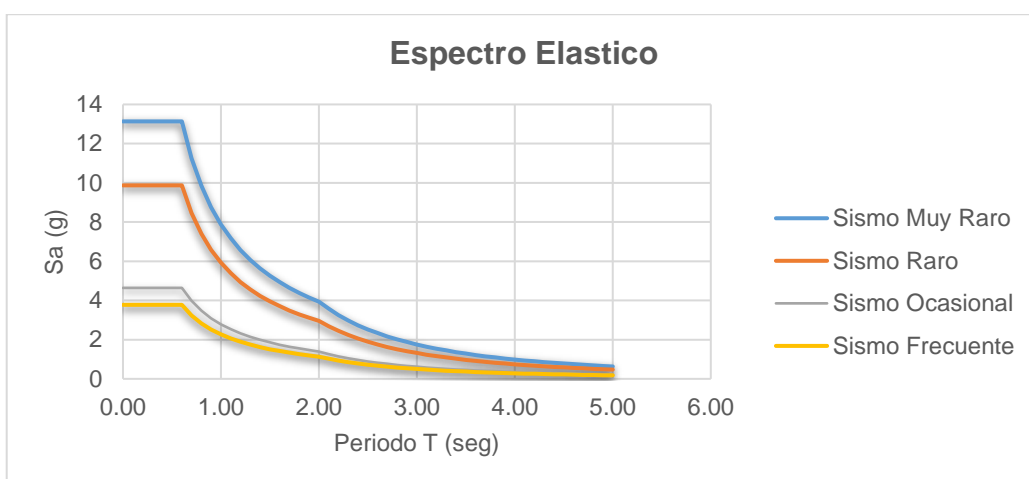


Figura 24. Espectro elástico propuesto por el ATC-40

Fuente: Elaboración Propia

Tomando en cuenta los criterios del Eurocódigo-8 se deberá calcular el periodo de retorno “T” y posteriormente la aceleración de suelo “a2” a partir de la aceleración de suelo del sismo de diseño  $a_1=0.35$  (9.81) m/s<sup>2</sup>.

Obteniendo dichos valores podremos obtener las siguientes relaciones entre aceleraciones espectrales.

Tabla 36. Parámetros para definir Niveles Sísmicos Vision 2000

Sismo	Nivel de demanda
Frecuente	$S_{a1} = 0.38 S_{ae}$
Ocasional	$S_{a2} = 0.47 S_{ae}$
Raro	$S_{a3} = S_{ae}$
Muy Raro	$S_{a4} = 1.33 S_{ae}$

Fuente: Elaboración propia.

La norma NTP. E.030 toma un factor de no punto cinco para edificaciones esenciales, “este factor no debería cambiar el perjudicar después de que ocurra un sismo severo ya que estos valores se calcularan con norma visión 2000”. Debido a eso, esta relación la tomaremos para Sismo Muy Raro.

### Probabilidad de ocurrencia VS Periodo de retorno

La ecuación que relaciona la probabilidad de ocurrencia “*p*” en un periodo determinado en años “*n*” con el periodo de retorno “*T*” es la siguiente:

$$T = \frac{1}{1 - (1 - p)^{\frac{1}{n}}}$$

#### – Para sismo frecuente:

Probabilidad de excedencia: 50.63%

$$P_{frecuente} = 0.51$$

Vida útil (años)

$$N_{frecuente} = 30 \text{ años}$$

Periodo de retorno:

$$T_{diseño} = \frac{1}{1 - (1 - P_{frecuente})^{\frac{1}{N_{frecuente}}}}$$

$$T_{frecuente} = \frac{1}{1 - (1 - 0.51)^{\frac{1}{30}}}$$

$$T_{frecuente} = 43 \text{ años}$$

Aceleración del sismo Frecuente:

$$a_{frecuente} = \left( \frac{T_{frecuente}}{T_{raro}} \right)^k * a_{raro}$$

$$a_{frecuente} = 1.31 \text{ m/seg}^2$$

Factor de importancia: F frecuente

$$F_{frecuente} = \frac{a_{frecuente}}{a_{raro}}$$

$$F_{frecuente} = 0.38$$



– **Para sismo ocasional:**

Probabilidad de excedencia: 50.31%

$$P_{ocasional} = 0.50$$

Vida útil (años)

$$N_{ocasional} = 50 \text{ años}$$

Periodo de retorno:

$$T_{ocasional} = \frac{1}{1 - (1 - P_{ocasional})^{\frac{1}{N_{ocasional}}}}$$

$$T_{ocasional} = \frac{1}{1 - (1 - 0.50)^{\frac{1}{50}}}$$

$$T_{ocasional} = 72 \text{ años}$$

Aceleración del sismo ocasional:

$$a_{ocasional} = \left( \frac{T_{ocasional}}{T_{raro}} \right)^k * a_{raro}$$

$$a_{ocasional} = 1.61 \text{ m/seg}^2$$

Factor de importancia: F ocasional

$$F_{ocasional} = \frac{a_{ocasional}}{a_{raro}}$$

$$F_{ocasional} = 0.47$$

– **Para sismo raro:**

Probabilidad de excedencia: 10%

$$P_{raro} = 0.10$$

Vida útil (años)

$$N_{raro} = 50 \text{ años}$$

Periodo de retorno:

$$T_{raro} = \frac{1}{1 - (1 - P_{raro})^{\frac{1}{N_{raro}}}}$$

$$T_{raro} = \frac{1}{1 - (1 - 0.10)^{\frac{1}{50}}}$$

$$T_{ocasional} = 475 \text{ años}$$

Aceleración del sismo muy raro

$$a_{raro} = 0.35g$$

$$a_{raro} = 0.35 * 9.81$$

$$a_{raro} = 3.43 \text{ m/seg}^2$$

– **Para sismo muy raro:**

Probabilidad de excedencia: 9.8%

$$P_{muy\ raro} = 0.10$$

Vida útil (años)

$$N_{muy\ raro} = 100 \text{ años}$$

Periodo de retorno:

$$T_{muy\ raro} = \frac{1}{1 - (1 - P_{muy\ raro})^{\frac{1}{N_{muy\ raro}}}}$$

$$T_{raro} = \frac{1}{1 - (1 - 0.10)^{\frac{1}{100}}}$$

$$T_{ocasional} = 970 \text{ años}$$

Aceleración del sismo muy raro

$$a_{muy\ raro} = \left( \frac{T_{muy\ raro}}{T_{raro}} \right)^k * a_{raro} \quad a_{muy\ raro} = 4.57 \text{ m/seg}^2$$

Factor de importancia: F muy raro

$$F_{muy\ raro} = \frac{a_{muy\ raro}}{a_{raro}} \quad F_{muy\ raro} = 1.33$$

Tabla 37. Aceleraciones Espectrales de Demanda para los Niveles Sísmicos (VISION 2000)

T	Sa	Espectro Sísmico de aceleraciones			
		Frecuente	Ocasional	Raro	Muy Raro
		Sa1	Sa2	Sa3	Sa4
0	9.8713	0.3850	0.4731	1.0063	1.3389
0.1	9.8713	0.3850	0.4731	1.0063	1.3389
0.2	9.8713	0.3850	0.4731	1.0063	1.3389
0.3	9.8713	0.3850	0.4731	1.0063	1.3389
0.4	9.8713	0.3850	0.4731	1.0063	1.3389
0.5	9.8713	0.3850	0.4731	1.0063	1.3389
0.6	9.8713	0.3850	0.4731	1.0063	1.3389
0.7	8.4611	0.3300	0.4055	0.8625	1.1476
0.8	7.4035	0.2887	0.3548	0.7547	1.0041
0.9	6.5809	0.2566	0.3154	0.6708	0.8926
1	5.9228	0.2310	0.2839	0.6038	0.8033
1.1	5.3844	0.2100	0.2581	0.5489	0.7303
1.2	4.9357	0.1925	0.2366	0.5031	0.6694
1.3	4.5560	0.1777	0.2184	0.4644	0.6179
1.4	4.2306	0.1650	0.2028	0.4313	0.5738
1.5	3.9485	0.1540	0.1892	0.4025	0.5355
1.6	3.7017	0.1444	0.1774	0.3773	0.5021
1.7	3.4840	0.1359	0.1670	0.3551	0.4725
1.8	3.2904	0.1283	0.1577	0.3354	0.4463
1.9	3.1173	0.1216	0.1494	0.3178	0.4228
2	2.9614	0.1155	0.1419	0.3019	0.4017
2.1	2.6861	0.1048	0.1287	0.2738	0.3643
2.2	2.4474	0.0954	0.1173	0.2495	0.3320
2.3	2.2392	0.0873	0.1073	0.2283	0.3037
2.4	2.0565	0.0802	0.0986	0.2096	0.2789
2.5	1.8953	0.0739	0.0908	0.1932	0.2571
2.6	1.7523	0.0683	0.0840	0.1786	0.2377
2.7	1.6249	0.0634	0.0779	0.1656	0.2204
2.8	1.5109	0.0589	0.0724	0.1540	0.2049
2.9	1.4085	0.0549	0.0675	0.1436	0.1910
3	1.3162	0.0513	0.0631	0.1342	0.1785
3.1	1.2326	0.0481	0.0591	0.1257	0.1672
3.2	1.1568	0.0451	0.0554	0.1179	0.1569
3.3	1.0877	0.0424	0.0521	0.1109	0.1475
3.4	1.0247	0.0400	0.0491	0.1045	0.1390
3.5	0.9670	0.0377	0.0463	0.0986	0.1312

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38. Desplazamiento Espectral de Demanda para cada nivel sísmico (VISION 2000)

<b>Frecuente</b>	<b>Ocasional</b>	<b>Raro</b>	<b>Muy Raro</b>
<b>Sd1</b>	<b>Sd2</b>	<b>Sd3</b>	<b>Sd4</b>
0.0000000	0.0000000	0.00000000	0.0000000
9.751E-05	0.0001198	0.00025489	0.0003391
0.00039	0.0004794	0.00101954	0.0013566
0.0008776	0.0010786	0.00229397	0.0030522
0.0015602	0.0019174	0.00407818	0.0054262
0.0024378	0.002996	0.00637215	0.0084785
0.0035104	0.0043142	0.0091759	0.012209
0.0040955	0.0050333	0.01070522	0.0142438
0.0046806	0.0057523	0.01223453	0.0162787
0.0052656	0.0064714	0.01376385	0.0183135
0.0058507	0.0071904	0.01529317	0.0203483
0.0064358	0.0079094	0.01682248	0.0223832
0.0070208	0.0086285	0.0183518	0.024418
0.0076059	0.0093475	0.01988112	0.0264528
0.008191	0.0100666	0.02141043	0.0284877
0.008776	0.0107856	0.02293975	0.0305225
0.0093611	0.0115046	0.02446907	0.0325573
0.0099462	0.0122237	0.02599838	0.0345922
0.0105312	0.0129427	0.0275277	0.036627
0.0111163	0.0136618	0.02905702	0.0386618
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966
0.0117014	0.0143808	0.03058633	0.0406966

Fuente: Elaboración propia.

Con la aceleración espectral podremos hallar el desplazamiento espectral, utilizando la fórmula de conversión del código FEMA.

$$S_{di} = \frac{T^2}{4\pi^2} * S_a * g \quad (1.5)$$

Para alcanzar el punto de desempeño de una estructura según el comité VISION 2000, el gráfico del espectro elástico debe convertirse al formato ADRS (Acceleration Displacement Response Spectra), para que de este modo se pueda intersectar con el espectro de capacidad de la estructura adquirida en el análisis estático no lineal Pushover.

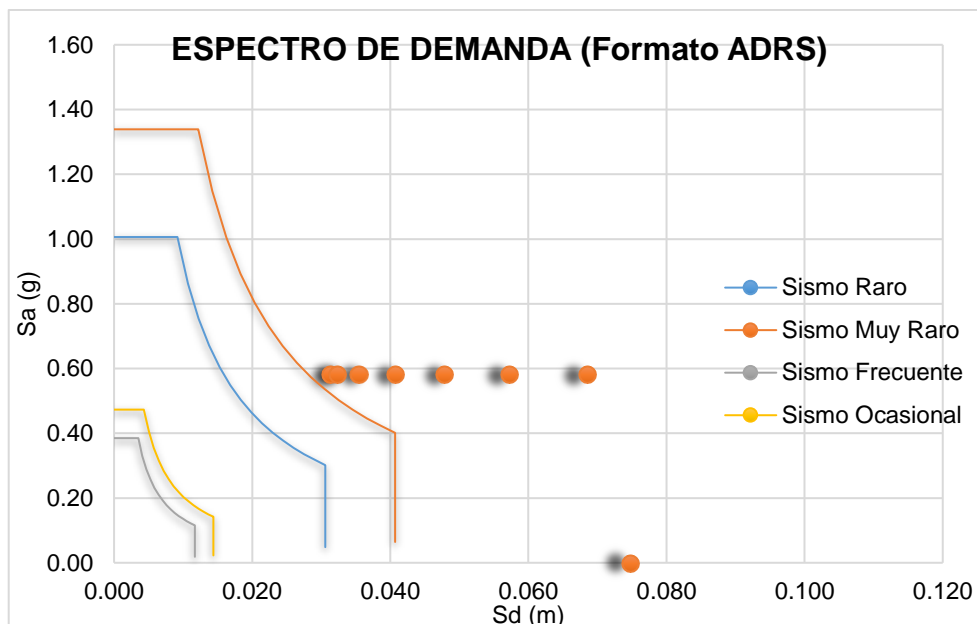


Figura 25. Espectro elástico según niveles de sismo (VISION 2000)  
Fuente: Elaboración Propia

### b) Modelo no lineal en pórticos.

Según la figura 25 se puede visualizar la definición de la no linealidad del material concreto para columnas y que según las opciones de definición de la curva de deformación se optó por el modelo de Mander.

**Nonlinear Material Data**

**Material Name and Type**  
 Material Name: f'c=212 kgf/cm2 (Columnas)  
 Material Type: Concrete, Isotropic

**Miscellaneous Parameters**  
 Hysteresis Type: Concrete  
 Modify/Show Hysteresis Parameters...  
 Drucker-Prager Parameters  
 Friction Angle: 0 deg  
 Dilatational Angle: 0 deg

**Acceptance Criteria Strains**

	Tension	Compression	
IO	0.01	-0.003	m/m
LS	0.02	-0.006	m/m
CP	0.05	-0.015	m/m

Ignore Tension Acceptance Criteria

**Stress Strain Curve Definition Options**  
 Parametric  
 User Defined  
 Convert to User Defined

**User Stress-Strain Curve Data**  
 Number of Points in Stress-Strain Curve: 14

Point Number	Strain	Stress (tonf/m2)	Point ID
1	-0.031419	-488.71	
2	-0.026182	-1639.98	-E
3	-0.02424	-1684.07	
4	-0.0202	-1796.01	
5	-0.01616	-1936.32	
6	-0.01212	-2117.11	
7	-0.00808	-2350.07	
8	-0.00404	-2552.47	-B
9	-0.002692	-2462.32	

OK Cancel

Figura 26. No linealidad del concreto estructural columna  
 Fuente: Etabs V19.0

**Nonlinear Material Data**

**Material Name and Type**  
 Material Name: f'c=209 kgf/cm2 (Vigas)  
 Material Type: Concrete, Isotropic

**Miscellaneous Parameters**  
 Hysteresis Type: Concrete  
 Modify/Show Hysteresis Parameters...  
 Drucker-Prager Parameters  
 Friction Angle: 0 deg  
 Dilatational Angle: 0 deg

**Acceptance Criteria Strains**

	Tension	Compression	
IO	0.01	-0.003	m/m
LS	0.02	-0.006	m/m
CP	0.05	-0.015	m/m

Ignore Tension Acceptance Criteria

**Stress Strain Curve Definition Options**  
 Parametric  
 User Defined  
 Convert to User Defined

**User Stress-Strain Curve Data**  
 Number of Points in Stress-Strain Curve: 10

Point Number	Strain	Stress (tonf/m2)	Point ID
1	-0.0048	-1532.13	
2	-0.004	-1706.77	-E
3	-0.003	-1943.1	
4	-0.002	-2090	-B
5	-0.001397	-1971.23	
6	-0.000794	-1462.99	
7	-0.000191	-418	
8	0	0	A
9	0.000132	287.5	

OK Cancel

Figura 27. No linealidad del concreto estructural viga  
 Fuente: Etabs V19.0

La figura 27 muestra un modelo sin confinar donde se aprecia la parte a compresión y la parte a tracción, esto de aquí es prácticamente un modelo de Mander sin confinar (unconfined axial).

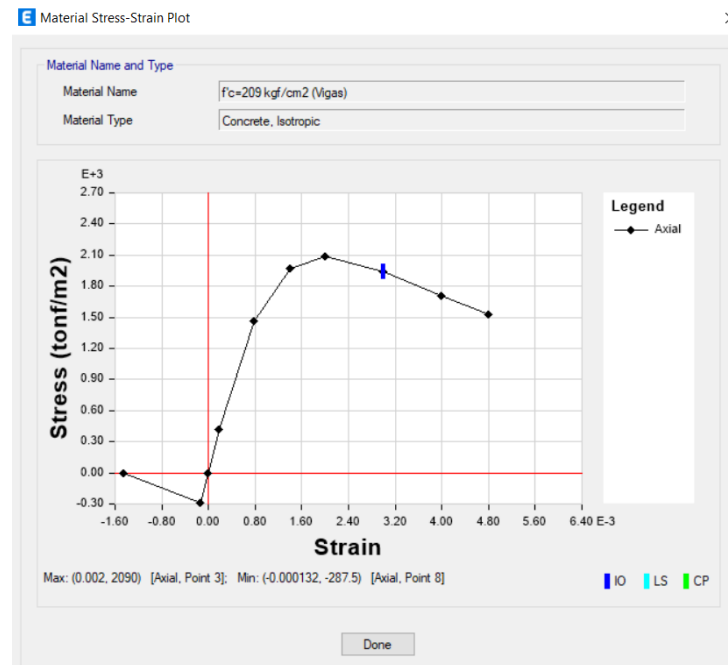


Figura 28. Modelo sin confinar del elemento columna.  
Fuente: Etabs V19.0

Mientras que un concreto confinado sería tal y como se detalla en la figura 82, y como se puede ver existe más resistencia y lo que más crece es la cantidad de deformación. Entiéndase de que un concreto es confinado cuando un elemento estructural está conformado por bastantes estribos dentro de su distribución.

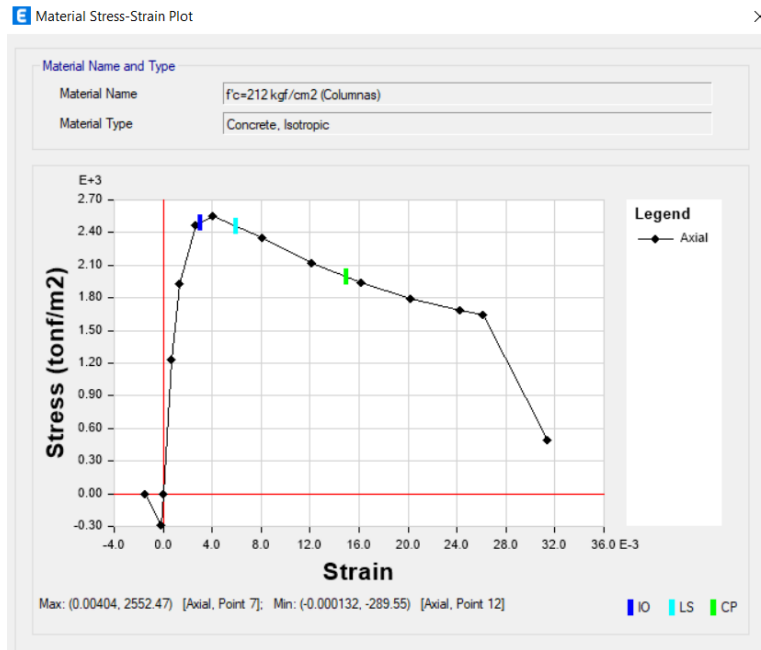


Figura 29. Modelo confinado del elemento columna  
 Fuente: Etabs V19.0

Seguidamente se visualiza de la figura 29 la no linealidad del acero según la definición realizada en el programa Etabs

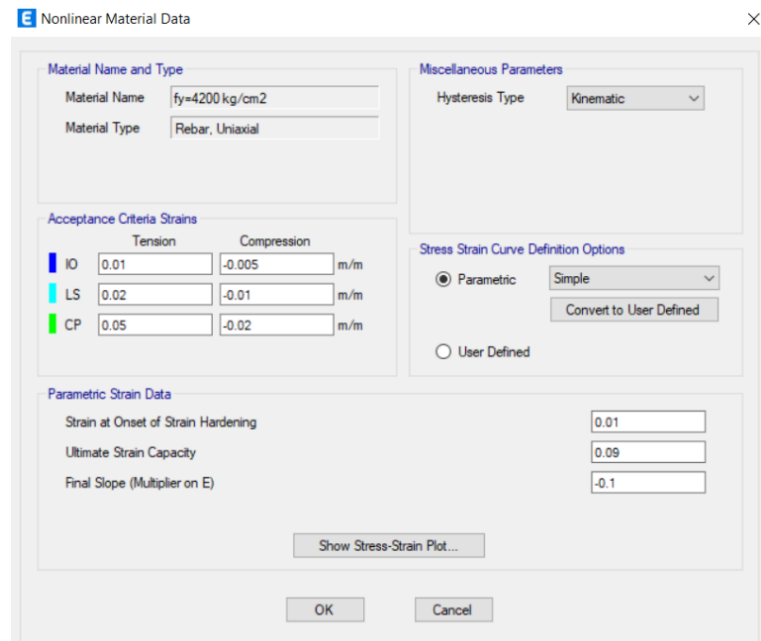


Figura 30. No linealidad del acero estructural  
 Fuente: Etabs V19.0

Posteriormente se propuso la no linealidad del material concreto para vigas, definiéndolo como un concreto no confinado



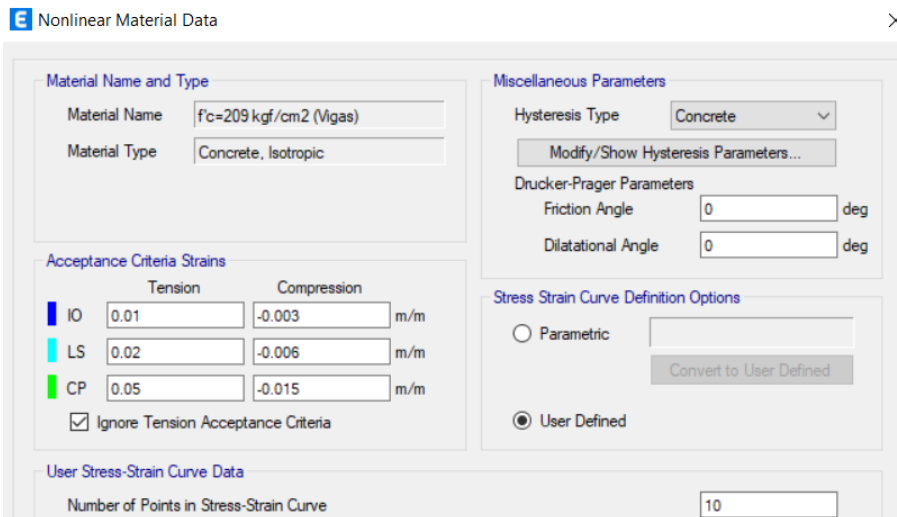


Figura 31. Modelo sin confinado del elemento viga  
Fuente: Etabs V19.0

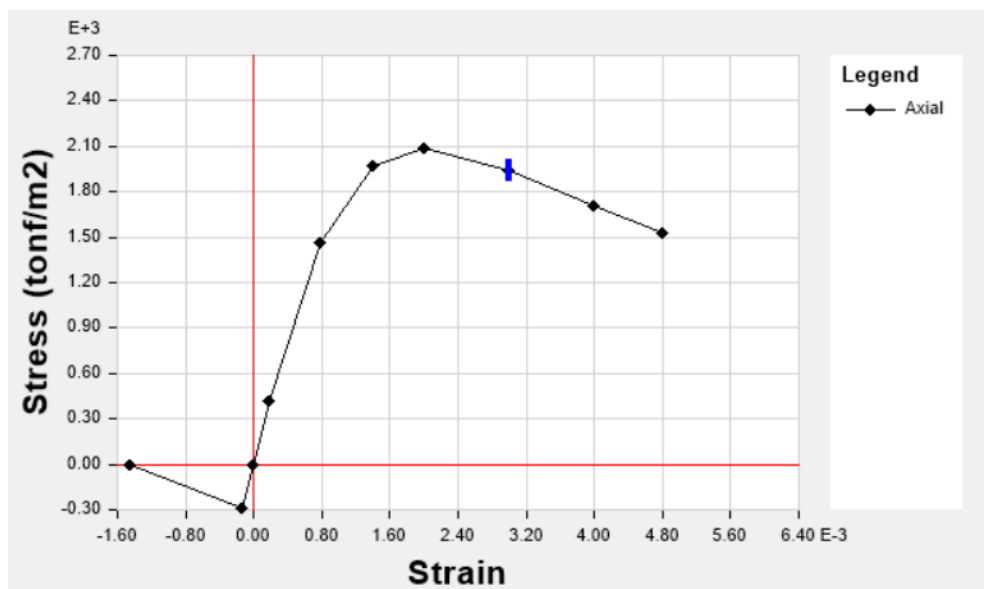


Figura 32. Modelo no confinado del elemento viga  
Fuente: Etabs V19.0

Aquí ya no se presenta ningún tipo de confinamiento, que es lo que correspondería a las vigas.

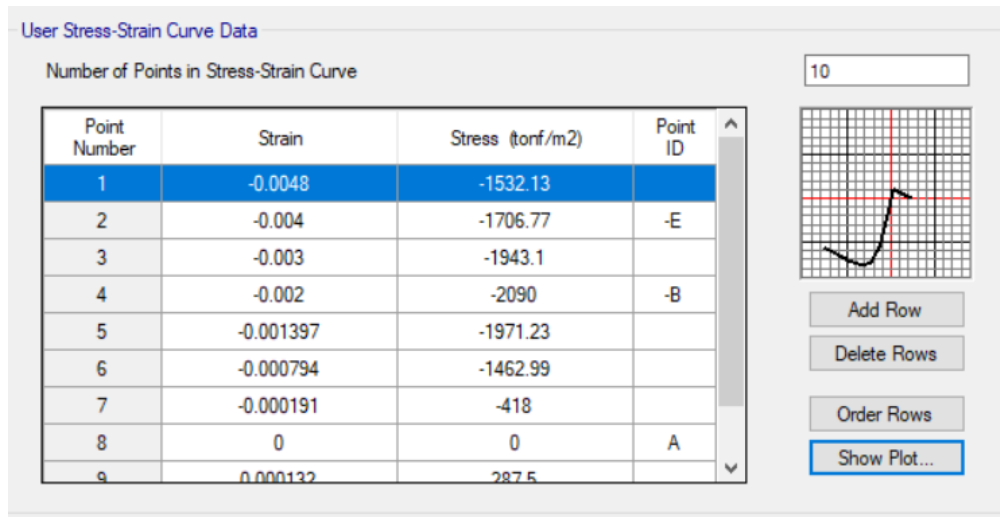


Figura 33. Curva de deformación en elemento no confinado - viga  
Fuente: Etabs V19.0

Seguidamente lo que se va a crear son los modelos de plasticidad para elementos estructurales (columnas y vigas)

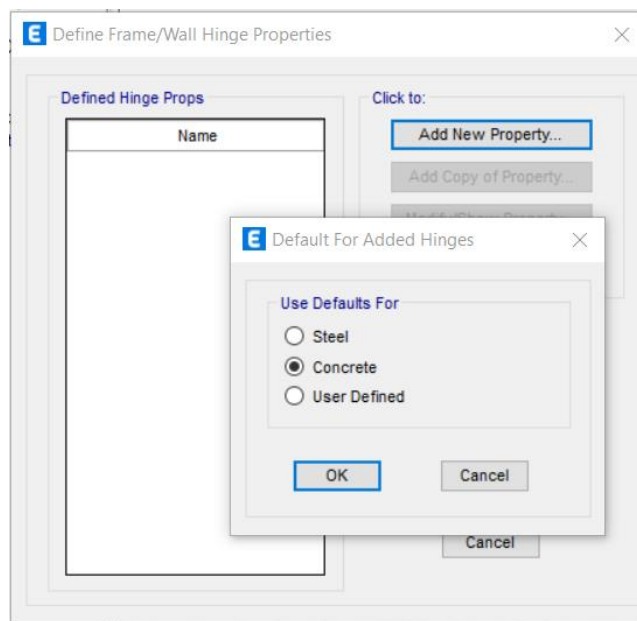


Figura 34. Definición de rotulas en concreto  
Fuente: Etabs V19.0

Donde se asignan “hinges” para las columnas, y que sean controladas por deformaciones, y sean fibras que trabajen tanto para carga axial, como a un momento flector en 2 y en 3, dado que mis columnas están trabajando en X e Y.

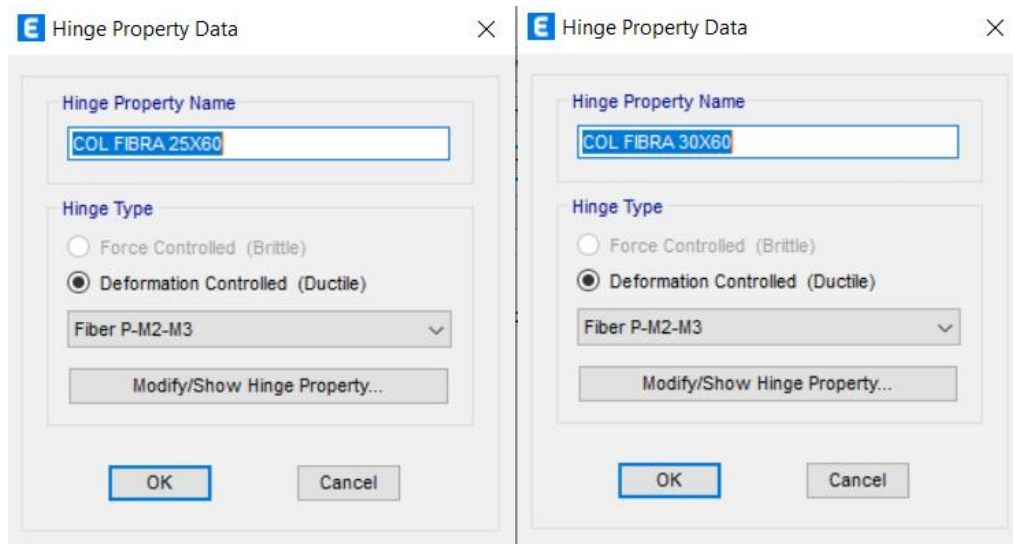


Figura 35. Definición de rotulas plásticas en columnas  
Fuente: Etabs V19.0

Luego en hinge length me habla de lo que es la longitud de rotula el cual se le asignara un valor de 0.10. El rango inelástico es el 10% de la columna o de la viga, siendo un porcentaje bastante efectivo

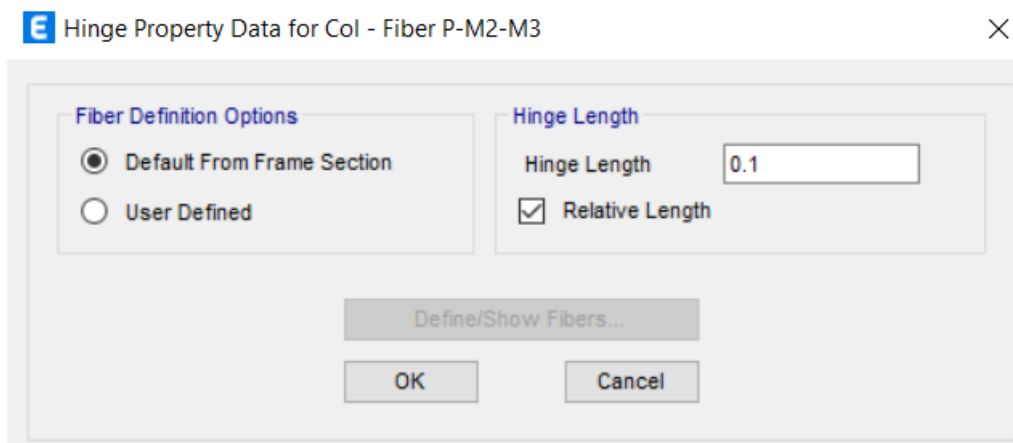


Figura 36. Definición de rango inelástico en columnas  
Fuente: Etabs V19.0

Seguidamente se seleccionan las columnas C1 y C2 para asignar las rotulas plásticas, tal y como se visualiza en la figura 36.

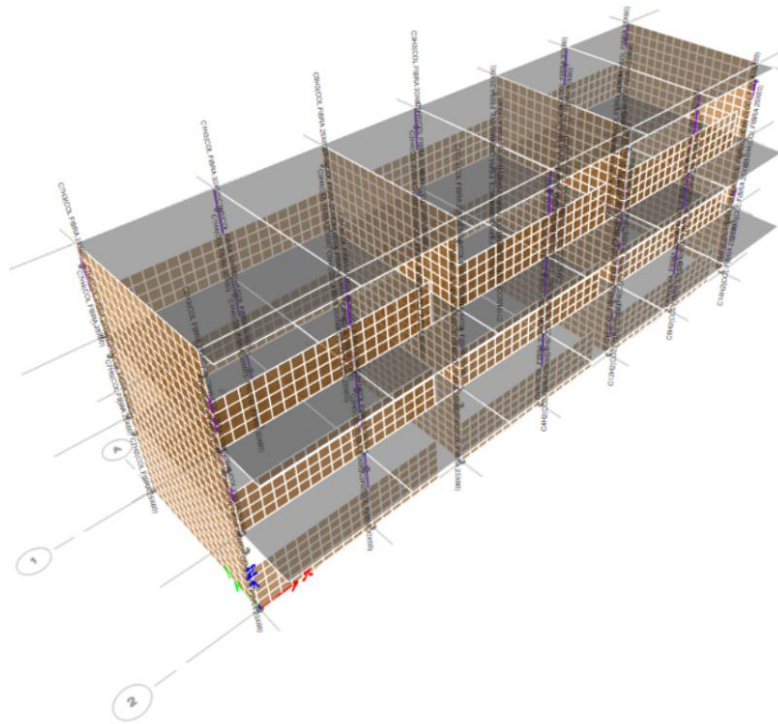


Figura 37. Selección de columnas C1 y C2  
Fuente: Etabs V19.0

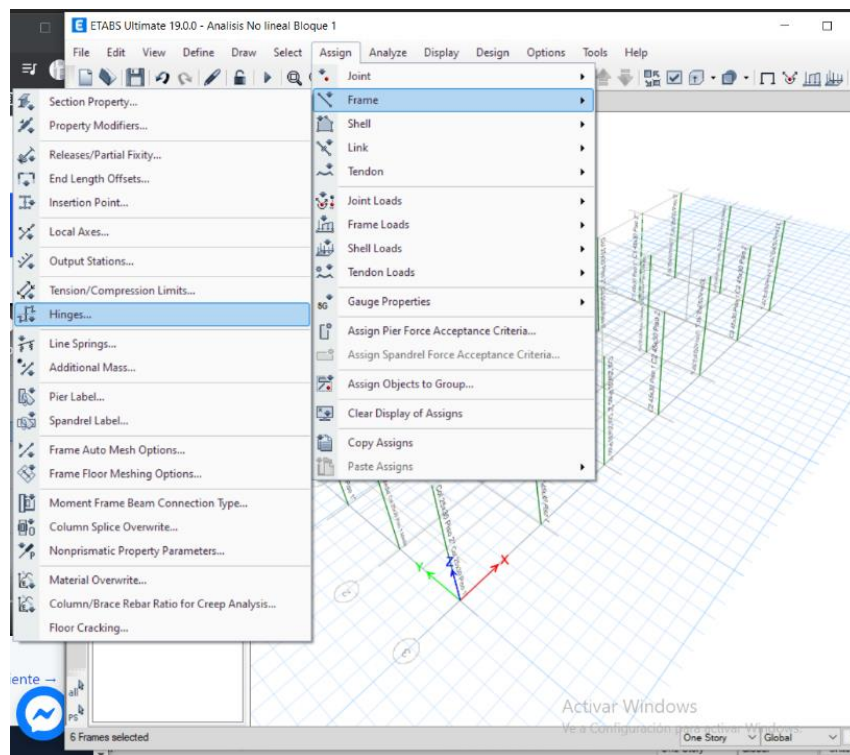


Figura 38. Asignación de Hinges para C1  
Fuente: Etabs V19.0

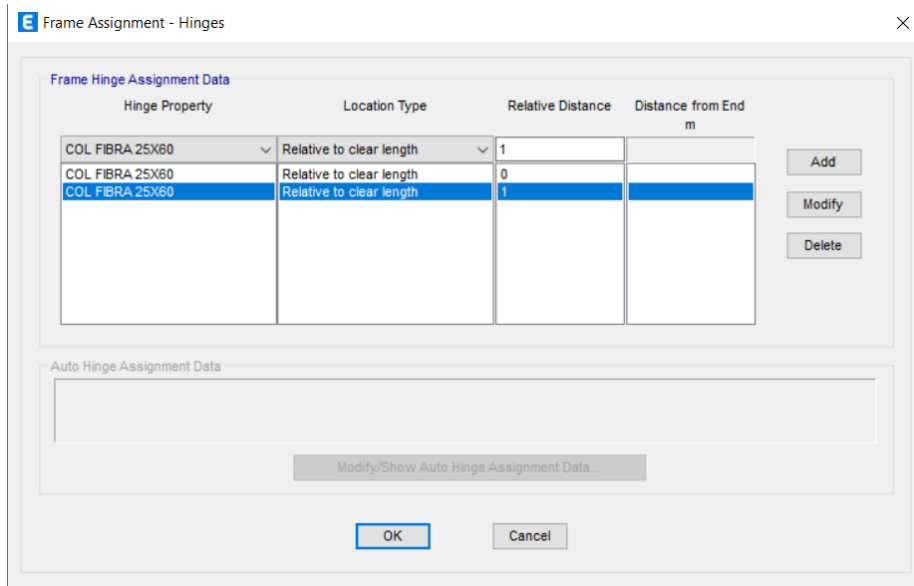


Figura 39. Asignación del rango inelástico para C1  
Fuente: Etabs V19.0



Figura 40. Rotulas plásticas asignadas a columnas C1 y C2  
Fuente: Etabs V19.0

De la figura 40 se puede visualizar que todas las columnas se encuentran asignadas con rotulas, siendo controladas por deformaciones, además de ser del tipo fibra que trabajan tanto para carga axial como a un momento flector en 2 y en 3.

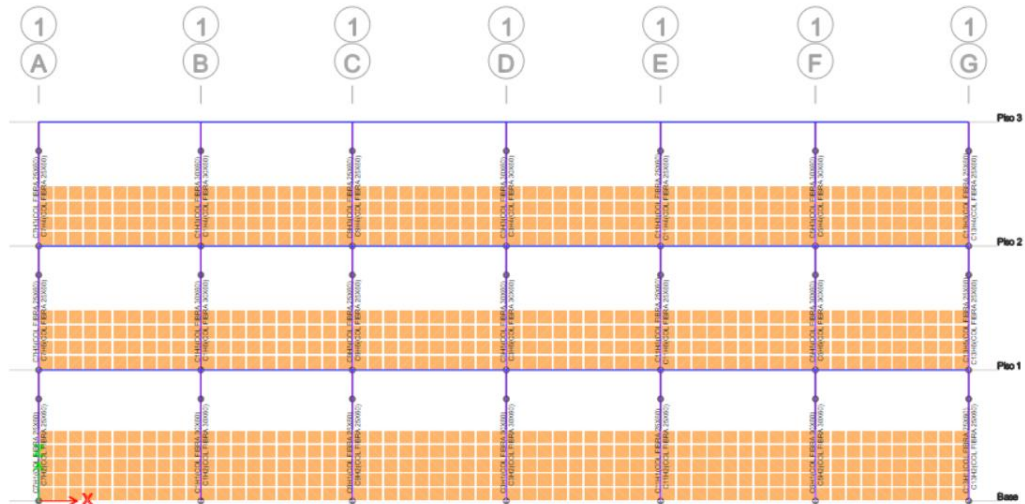


Figura 41. Rotulas plásticas asignadas a columnas  
Fuente: Etabs V19.0

Luego de creadas las rotulas plásticas en columnas, se procedió a seleccionar las vigas para crear sus rotulas, este procedimiento se realizó en el bloque 1 y 2 tal y como se detalla en la Figura 42.

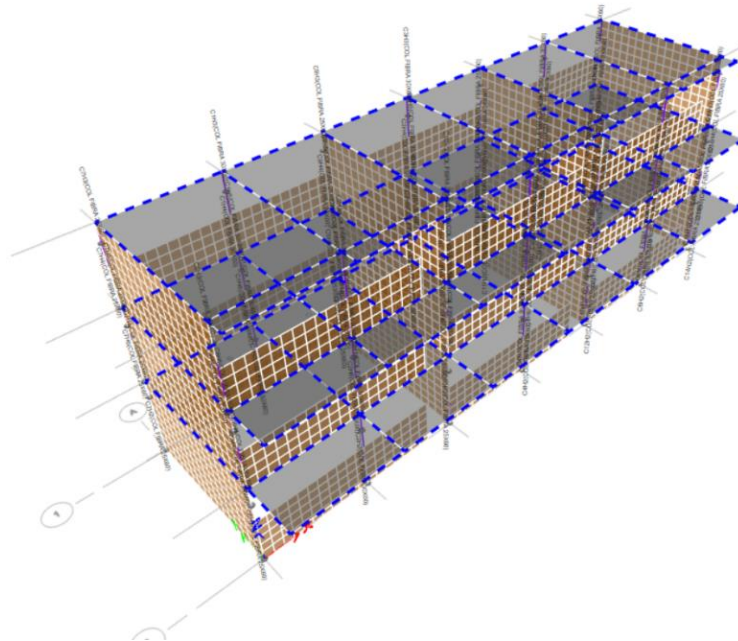


Figura 42 Selección de vigas, bloque 1  
Fuente: Etabs V19.0

Y vamos a crearlo acorde a las tablas del ASCE 41-17, Seleccionamos concrete beams-Flexure, que vendría a ser la tabla 10.7 y vamos a crearlo como un elemento que está trabajando en M3, teniendo en cuenta que es

una edificación que tiene una buena distribución de estribos (transverse reinforcing is conforming)

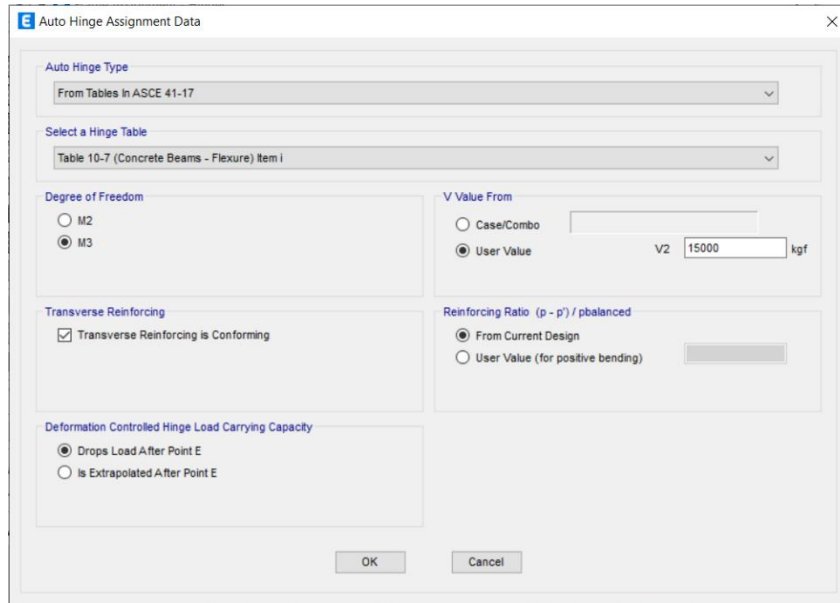


Figura 43. Selección del hinge para vigas  
Fuente: Etabs V19.0

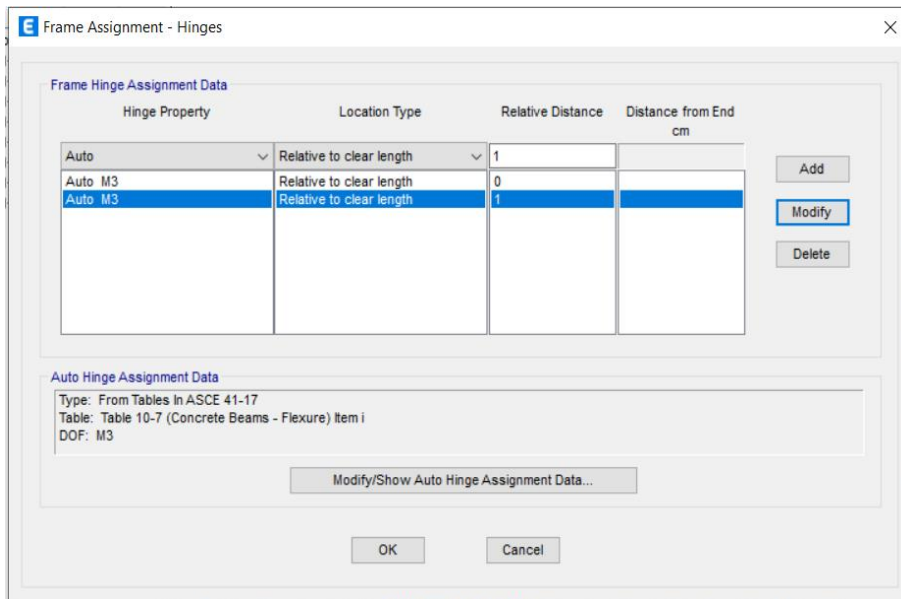


Figura 44. Asignación de la distancia relativa de rotula en vigas  
Fuente: Etabs V19.0

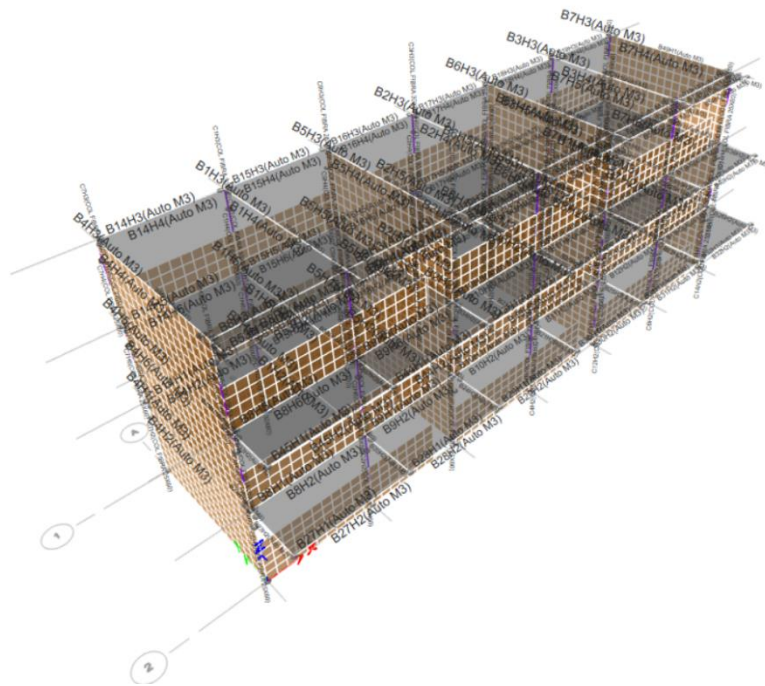


Figura 45. Rotulas plásticas asignadas a vigas, Bloque 1  
Fuente: Etabs V19.0

A continuación, se creó el caso de carga para el análisis estático no lineal AENL, es decir el caso de carga denominado Gravedad, el cual será del tipo no lineal (Nonlinear Static), el cual será creado desde una posición sin deformada.



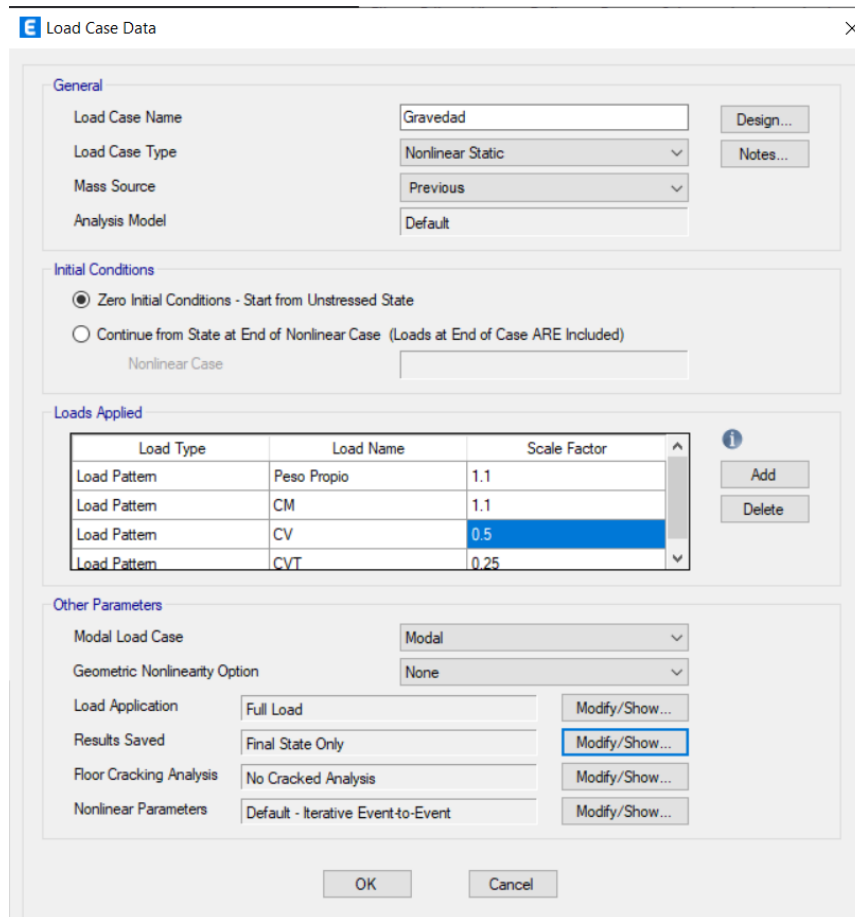


Figura 46. Caso de carga Gravitacional  
Fuente: Etabs V19.0

Posteriormente se ha creado el caso de carga monotónica denominada AENL XX, YY

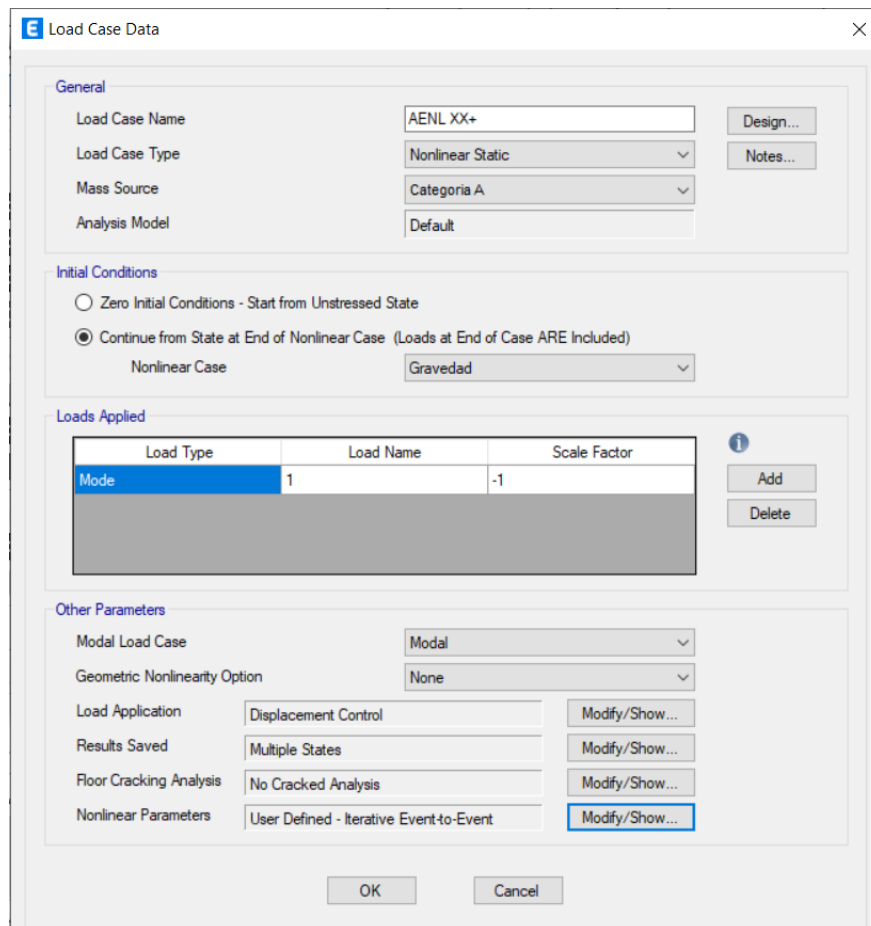


Figura 47. Caso de carga Monotónica AENL  
Fuente: Etabs V19.0

Se realizó el análisis no lineal estático en los dos ejes (X, Y), para el pabellón de 3 pisos según los criterios del método Pushover, se debe indicar que los modelos inelásticos son más sofisticados y brindan una gran información sobre cada fibra del elemento estructural, es por ello que en esta investigación se emplea este modelo inelástico el cual distribuye la plasticidad en todos los elementos estructurales analizados, para poder realizar este modelo no lineal se hace uso del etabsV19 definiendo para el eje X-X elementos tipo “frame” y tipo links, así mismo para los muros de albañilería confinada del eje Y-Y los elementos tipo “Links” como se ilustra en la en la figura 47.

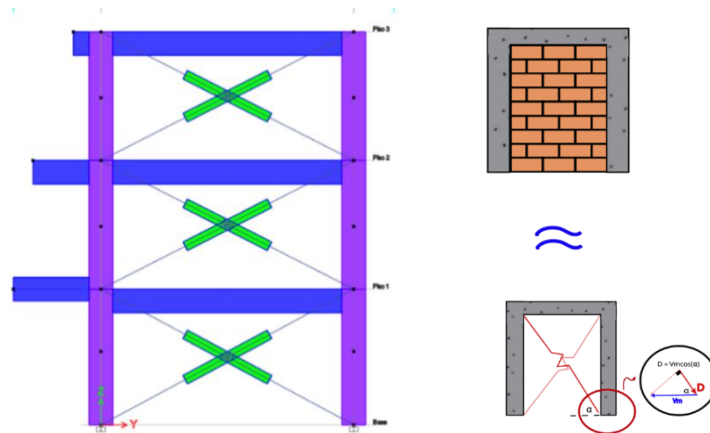


Figura 48. Muro idealizado como elementos tipo Link, bloque 1  
Fuente: Etabs V19.0

### c) Modelo no lineal en muros de mampostería

De acuerdo al sistema estructural del bloque de tres pisos, tanto en la dirección “x” como en “y” presentan muros de albañilería, teniendo estos casos, para realizar el modelo estático no lineal Pushover en el programa Etabs v19, se requiere de un artificio en el programa denominado elemento tipo “link”, entendiéndose de que estos trabajan a compresión, con el tipo link se puede modelar el comportamiento de muros portantes para los que son columnas y vigas se utilizaron los elementos frame de esta forma fue modelada la estructura. Según a la deriva y gráfico de fuerza mostrados en la Figura 49, para una representación adecuada del desempeño estructural de estos dos bloques mediante un análisis no lineal esta investigación se basa en la tesis de pregrado de (Coral Alva, 2017).

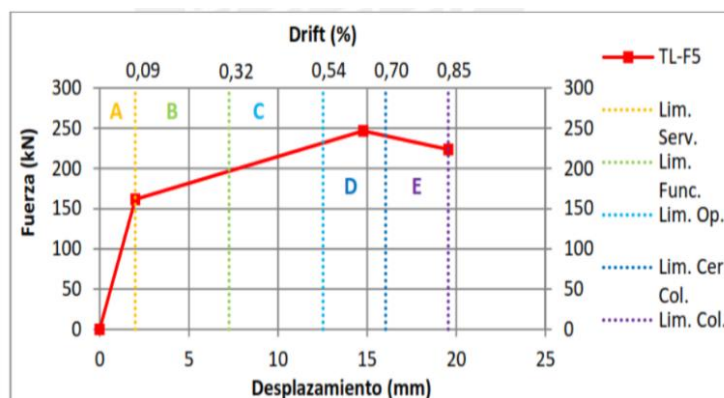


Figura 49. Curva trilineal dividida en los límites de niveles de daño en albañilería  
Fuente: (Angles Pari, 2008)

Para que tenga validez los resultados obtenidos con los elementos tipo “links” se compara con la tesis de (Bernardo Acuña, y otros, 2009) y (Angles Pari, 2008), 2008), en este documento los investigadores realizan ensayos de muros de albañilería confinada en un laboratorio.

### Calibración del muro de albañilería confinada del ensayo 1.

Teniendo en cuenta la tesis de grado de (Bernardo Acuña, et al., 2009), detalló que el primer modelo realizado con elementos tipo “link” se basó en un muro de mampostería confinada del Perú (PUCP), la envolvente y su curva de capacidad se determinaron mediante pruebas cíclicas del procesamiento posterior.

En la figura 49 se aprecia los detalles y tipo de acero del muro que fue ensayado para el modelo en EtabsV19, para este modelado se requiere de diferentes características de materiales los cuales detallan los valores en la tabla 43.

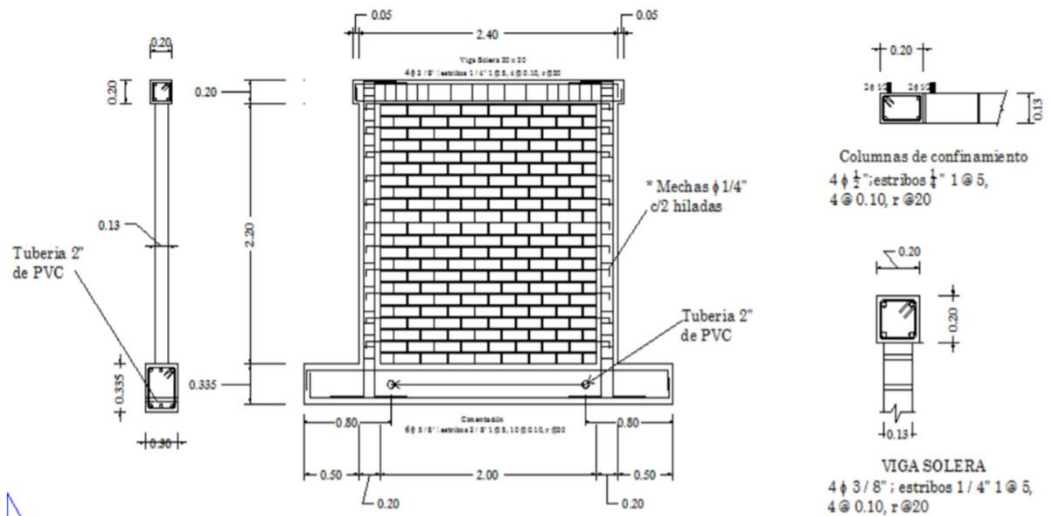


Figura 50. Detalle del Muro M1 de peralte de columnas de 20cm  
Fuente: (Bernardo Acuña, y otros, 2009)

Tabla 43. Propiedades geométricas y mecánicas de muro de albañilería para ensayo 1

Ensayo 1	$f'm$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$V'm$ (kg/cm <sup>2</sup> )	L (cm)	H (cm)	t (cm)
Albañilería	102	10.10	240	240	13
Columna	175	20	13	4φ1/2"	2.84
Viga	175	20	20	4φ3/8"	5.16

Fuente: (Bernardo Acuña, y otros, 2009)

Por último, se muestra la figura nº 50, obtenida tras aplicar el modelo en EtabsV19, en la que se pueden comparar dos curvas de capacidad, y se aprecia trilinealidad tanto a partir de ensayos de laboratorio como a partir de modelos numéricos, el comportamiento de estos últimos es muy similar al de la curva de capacidad portante del muro ensayado en la tesis de pregrado, ya que simula bien el desplazamiento y la fuerza máxima.

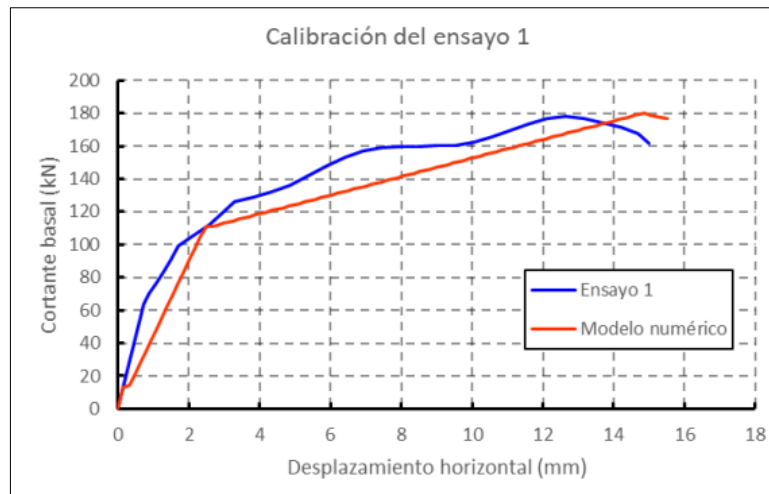


Figura 51. Gráfico comparativo entre ensayo 1 de laboratorio y modelo numérico  
Fuente: Elaboración Propia

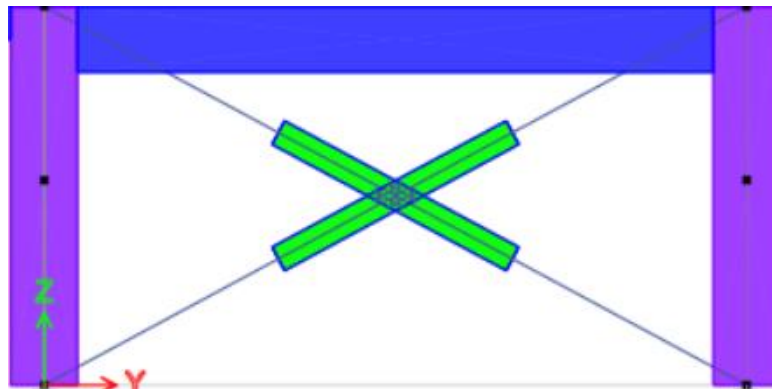


Figura 52. Modelo de Calibración en EtabsV19  
Fuente: Elaboración Propia

### Calibración del muro de albañilería confinada del ensayo 2.

Se realiza un segundo ensayo para dar validez al comportamiento de la curva de capacidad obtenida del modelo numérico del ensayo anterior. Para este segundo ensayo se emplea otro muro de albañilería confinada y se le realiza un análisis similar al anterior empleando los elementos tipo “links”, en

este caso se utilizó como referencia la tesis del pregrado (Angles Pari, 2008), En este trabajo, el investigador tiene como objetivo comparar las propiedades mecánicas y físicas de muros de mampostería limitada construidos con dos tipos diferentes de ladrillos, que han sido probados en el laboratorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú. (PUCP).

Para nuestra investigación sólo se tomaron en cuenta los resultados de las curvas de potencia del ensayo realizado para muros de mampostería confinada convencional, en la Fig. 52 se puede apreciar las medidas y el tipo de acero que se empleó, sus propiedades mecánicas y geométricas se puede observar más detallada en la tabla 44.

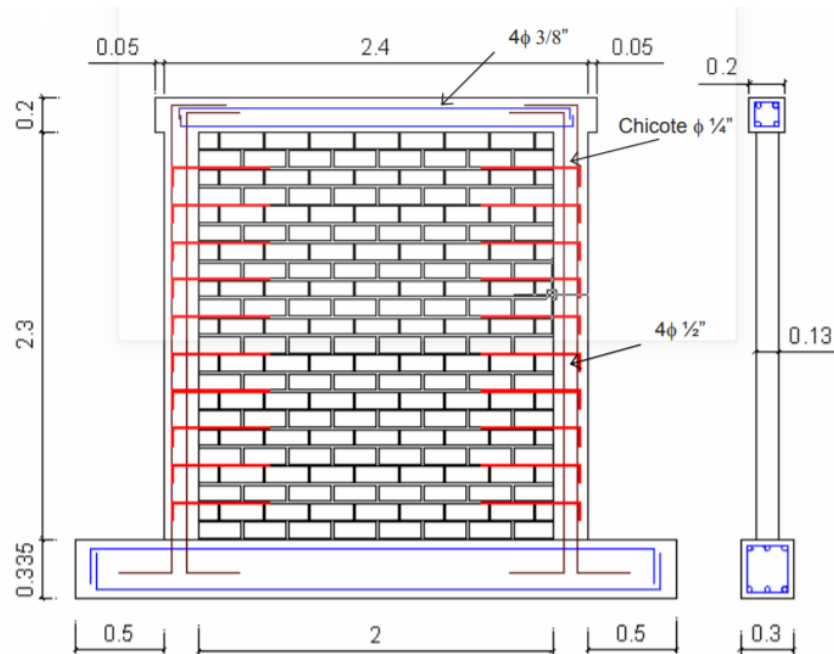


Figura 53. Dimensiones de muro de albañilería para ensayo 2  
Fuente: (Bernardo Acuña, y otros, 2009)

Tabla 44. Propiedades geométricas y mecánicas del muro en albañilería para ensayo 2

Ensayo 1	$f'm$ ( $kg/cm^2$ )	$V'm$ ( $kg/cm^2$ )	$L$ (cm)	$H$ (cm)	$t$ (cm)
Albañilería	141	11.8743421	240	250	13
Ensayo 1	$f'c$ ( $kg/cm^2$ )	$b$ (cm)	$h$ (cm)	Acero	$A_s$ ( $cm^2$ )
Columna	175	20	20	4φ3/8"	2.84
Viga	175	20	20	4φ1/2"	5.16

Fuente: (Bernardo Acuña, y otros, 2009)

Finalmente, como se puede observar en la Figura 53, la curva de capacidad trilineal obtenida por el modelo numérico en EtabsV19 está en buena concordancia con el muro de mampostería ensayado en la tesis de pregrado de (Angles Pari, 2008), a partir de esto, se puede concluir que el método de los “links”, utilizado en el modelo no lineal en EtabsV19 es la manera correcta de idealizar muros de albañilería confinada para poder obtener su curva de capacidad.

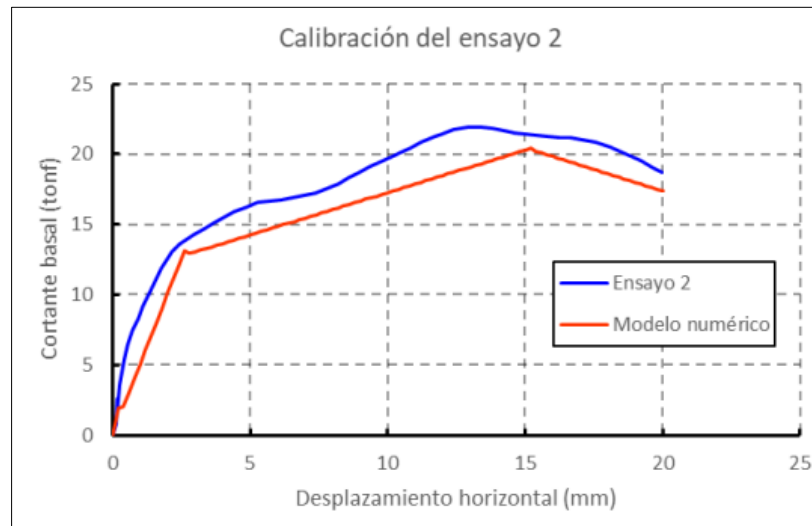


Figura 54. Comparativo entre ensayo 2 de laboratorio y modelo numérico en Etabs V19  
Fuente: Elaboración Propia

### **Modelo de muro de albañilería confinada aplicado a colegio 780 pre.**

Con base en la calibración del modelo numérico obtenido en la Prueba 1 y la Prueba 2, se aplica el mismo formato para el análisis no lineal en la dirección YY del 780 Pre, requiriendo sus propiedades geométricas y mecánicas, vea la Tabla 85 para más detalles, en este caso asumimos un  $f'm$  50 kg/cm<sup>2</sup> ya que no se realizaron ensayos sobre pilotes ni muretes, además de los valores de  $v'm$  son 6.6 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, según la Tabla 9 de la norma E0.70. En el caso de la cargas de servicio ( $P_g$ ) se realizó el análisis lineal donde se obtuvieron las cargas distribuidos a cada muro portante con promedio de 57.38 Tnf, por último, se realizó cálculos para obtener el valor de la resistencia a corte del muros portantes ( $V_m$ ), para realizar este procedimiento se utilizó la fórmula 4.8 propuesta en la norma E0.70, obteniendo un valor de 64.59 Tnf. Para idealizar el muro portante de

albañilería se usó elemento tipo “link” se consideraron las propiedades de fuerza y deformación, calculadas acorde la figura de fuerza y deriva mostrados en la Figura 55, teniendo como resultados finales los valores de la Tabla 42.

Tabla 39. Propiedades geométricas y mecánicas de muro Piso 1 eje “x”

<b>Muro de albañilería confinada- Colegio</b>			
L (cm)	632.00	H (cm)	340.00
D (cm)	717.65	$\alpha$ (°)	28.28
$f'm$	50	t (cm)	23
$\alpha$	1	$V_m$	7.07
$V_m$ (tonf)	64.59	$P_g$ (tonf)	57.38

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40. Propiedades Fuerza – Deformación para elemento tipo “Link” Piso 2

<b>Link</b>	<b>Zona elástica</b>	<b>Zona máxima</b>	<b>Zona residual</b>
Axial (tonf)	50.06	62.57	37.54
Deformación (cm)	0.269	1.797	2.545

Fuente: Elaboración Propia

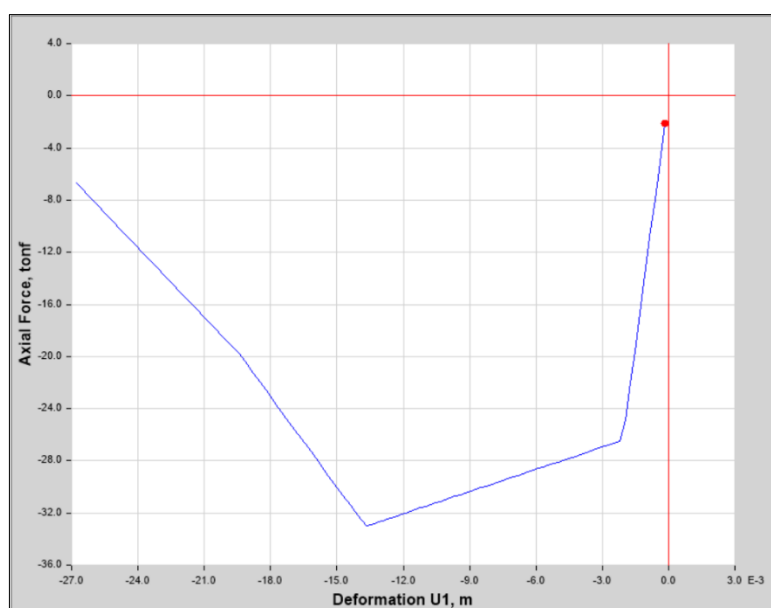


Figura 55. Fuerza - deformación del link que representa al muro de albañilería

Fuente: Etabs V19



Tabla 41. Propiedades geométricas y mecánicas de muro Piso 2 eje "x"

<b>Muro de albañilería confinada - Colegio</b>			
L (cm)	632.00	H (cm)	322.00
D (cm)	709.30	$\alpha$ (°)	27.00
$f'_m$	50	t (cm)	23
$\alpha$	1	$V_m$	7.07
$V_m$ (tonf)	64.59	$P_g$ (tonf)	57.38

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42. Propiedades Fuerza – Deformación para elemento tipo "Link" Piso 2

<b>Link</b>	<b>Zona elástica</b>	<b>Zona máxima</b>	<b>Zona residual</b>
Axial (tonf)	50.64	63.31	37.98
Deformación(cm)	0.258	1.721	2.439

Fuente: Elaboración Propia

### **Leyes constitutivas**

Las propiedades estructurales de la mampostería están directamente relacionadas a las propiedades mecánicas con los materiales que haya sido elaborados, una de su principales criterio que se comporta es a la resistencia a la compresión del elemento. Sin embargo, para el modelado numérico de la mampostería se utilizó un modelo lineal elástico simplificado recomendado por el código de diseño, el cual no determinaba adecuadamente el verdadero comportamiento de este material, resultando en un alto grado de incertidumbre en su desplazamiento. Los métodos de diseño modernos se basan en el control del desplazamiento, que es una de las principales variables que afectan su desempeño estructural. Para ello, es necesario comprender las leyes constitutivas de los principales elementos que componen la mampostería.

Las leyes constitutivas que se está mostrando corresponde a las curvas constitutivas del concreto y del acero.

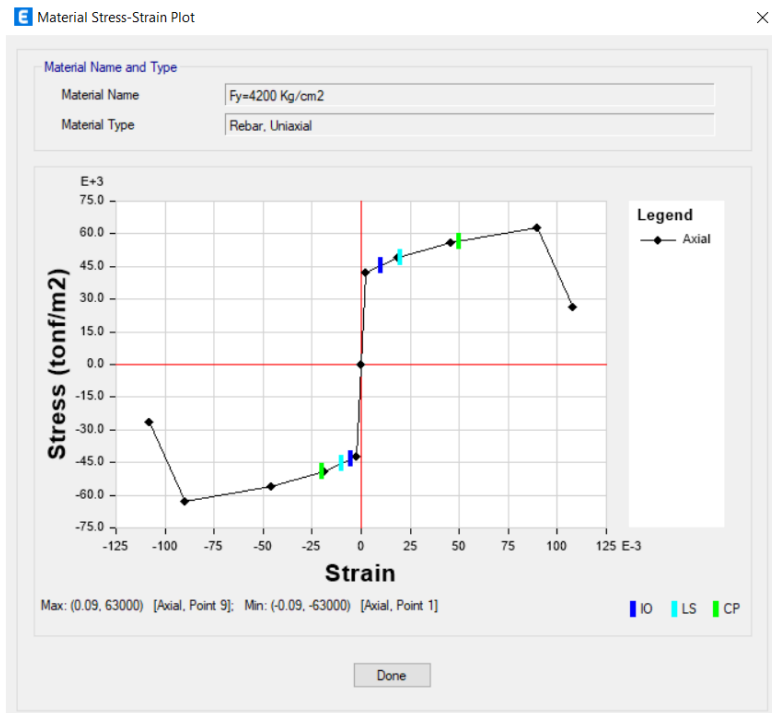


Figura 56. Curva constitutiva del acero de refuerzo  
Fuente: EtabsV19

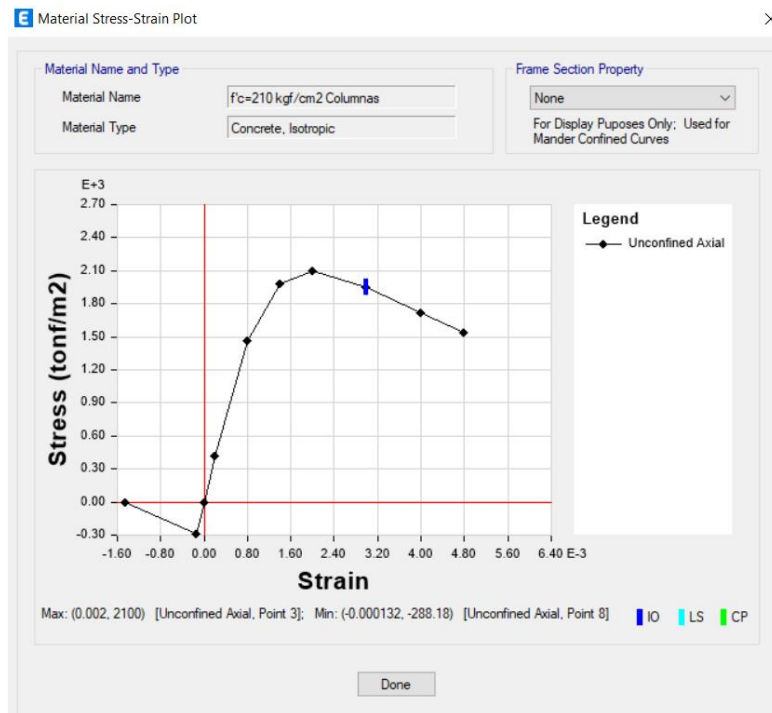


Figura 57. Curva constitutiva del concreto  
Fuente: EtabsV19

#### d) Curva de Capacidad dirección "X"

Para un análisis más simplificado, la estructura será considerada como una empotrada en la base, por lo tanto, la interacción suelo estructura será ignorada. Se debe tener en cuenta que la rigidez de los elementos modelados "frame" y "link" ariará una vez que estos ingresen en el estado plástico.

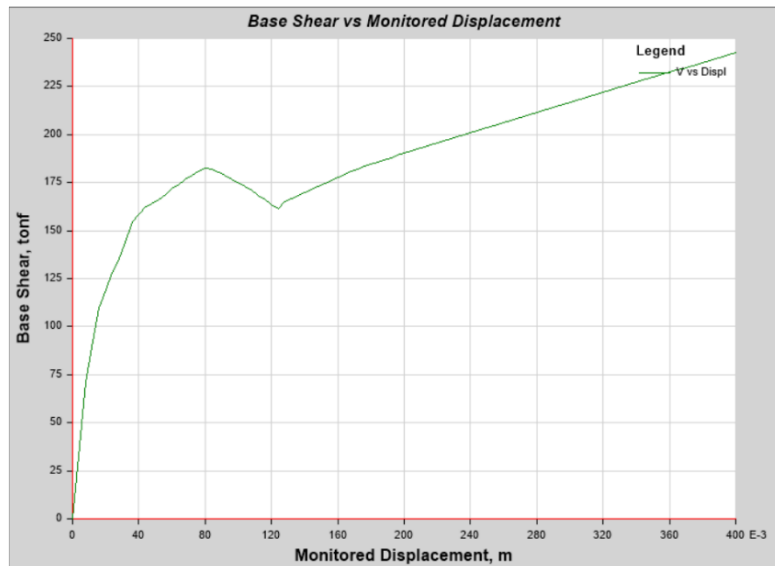


Figura 58. Curva de capacidad en dirección "x"  
Fuente: Software ETABS V19.

#### e) Curva de Capacidad dirección "y"

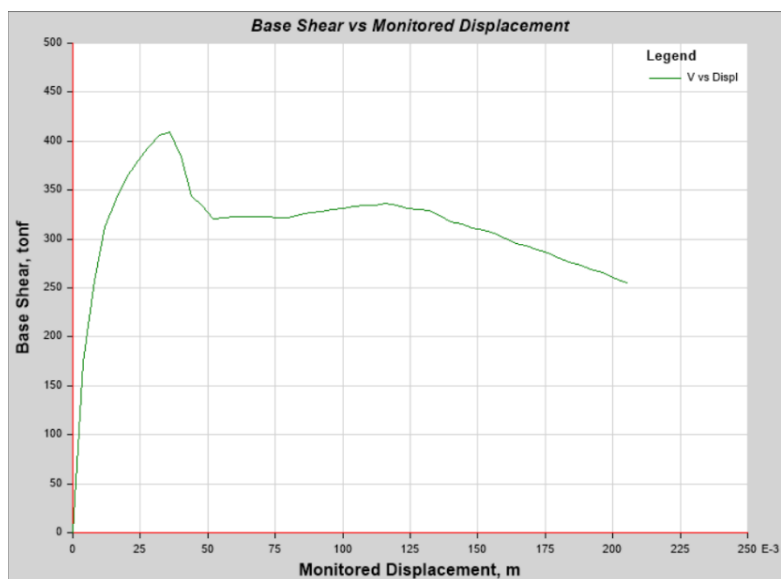


Figura 59. Curva de capacidad en dirección "Y"  
Fuente: Software Etabs V19.

**f) Curva de representación bilineal dirección “x”**

Seguidamente se realizó una representación bilineal de la curva de capacidad donde se obtiene el punto de fluencia con una cortante basal de  $V=148.02$  Tnf y un desplazamiento de  $0.0187$  m. en el último nivel. Este punto representa el ingreso a la zona plástica de la estructura. Esta estructura llegó a su máxima capacidad de su desplazamiento cuyo valor es de  $0.093$  m y una cortante basal máxima de  $178.26$  Tnf.

Con ambos desplazamientos se calcula la ductilidad de la estructura en la dirección X:

$$\mu = \frac{\Delta_{\max}}{\Delta_y}$$

$$\mu = 4.97$$

Además, se podrá calcular el valor de rigidez efectiva  $k_e$ , como la pendiente inicial de la curva en la dirección X:

$$K_e = \frac{148.02}{0.0187} = 7,915.51$$

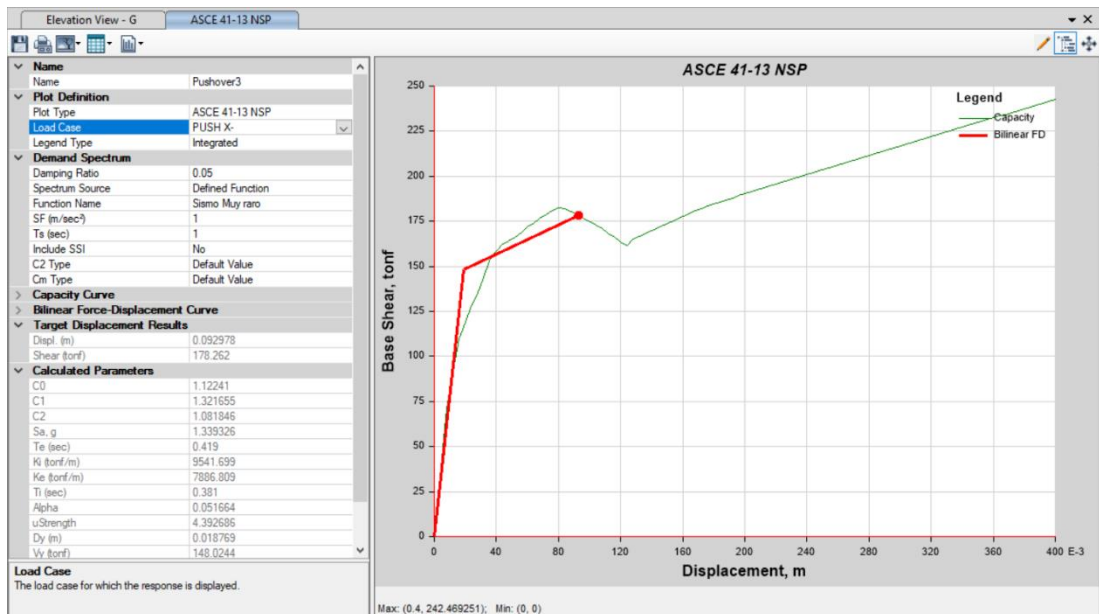


Figura 60. Representación bilineal de la curva capacidad en la dirección X  
Fuente: Software Etabs V19.

### g) Curva de representación bilineal dirección “y”

Se realizó también una representación bilineal de la curva de capacidad donde se obtiene el punto de fluencia con una cortante basal de  $V=252.372$  Tnf y un desplazamiento de  $0.0057$  m. en el último nivel. Este punto representa el ingreso a la zona plástica de la estructura. La estructura llega a su capacidad última cuando se ha alcanzado un desplazamiento máximo de  $0.0215$  m y una cortante basal máxima de  $369.018$  Tnf.

Con ambos desplazamientos se calcula la ductilidad de la estructura en la dirección “y”:

$$\mu = \frac{\Delta_{\max}}{\Delta_y} \quad \mu = 2.71$$

Además, se podrá calcular el valor de rigidez efectiva  $k_e$ , como la pendiente inicial de la curva en la dirección “y”:

$$K_e = \frac{260.311}{0.01223} = 21,284.63$$

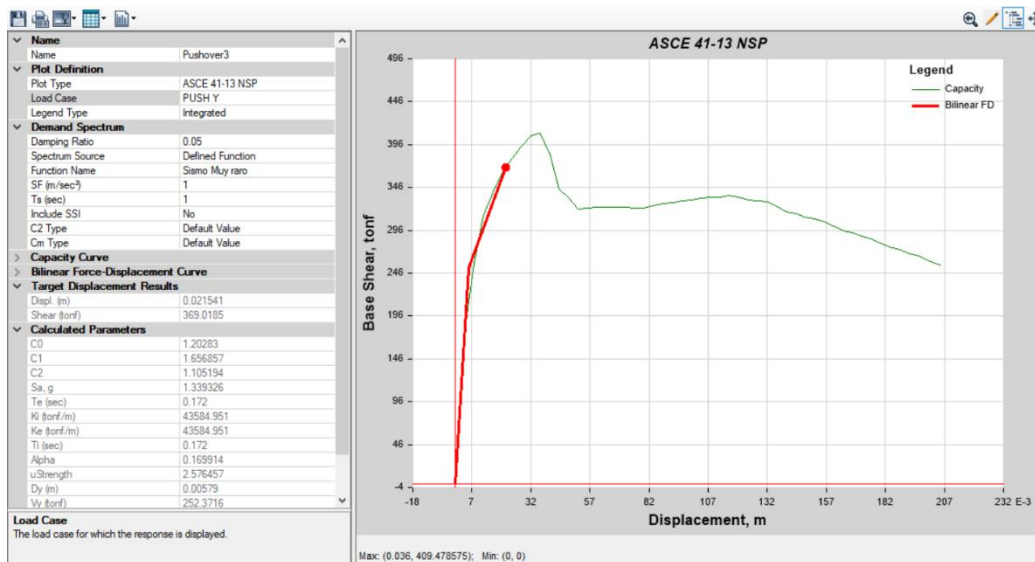


Figura 61. Representación bilineal de la curva capacidad en la dirección “Y”  
Fuente: Software Etabs V19.

## h) Punto de Desempeño en el Eje “X”

En análisis estático no lineal se obtuvo como resultado un punto de desempeño convirtiendo la curva de capacidad a un espectro de capacidad a fin de interceptarse en el formato ADRS (Acceleration Displacement Response Spectral) con el espectro de demanda conseguido anteriormente. Guiándonos del criterio del FEMA 440 se obtuvieron dos puntos de desempeño diferentes, puesto que se utilizó el espectro elástico raro y muy raro. La figura 61 indica el punto de desempeño para un sismo muy raro, consiguiendo como punto de intersección en el eje de las abscisas un pseudo desplazamiento de 0.08425 m y en el eje de las ordenadas una pseudo aceleración de 0.3926 g, en la figura 62 indica un punto de desempeño basado en un espectro de sismo raro, tomando los valores de 0.06643 m para el pseudo desplazamiento (Sd) y 0.4092 g para la pseudo aceleración (Sa).

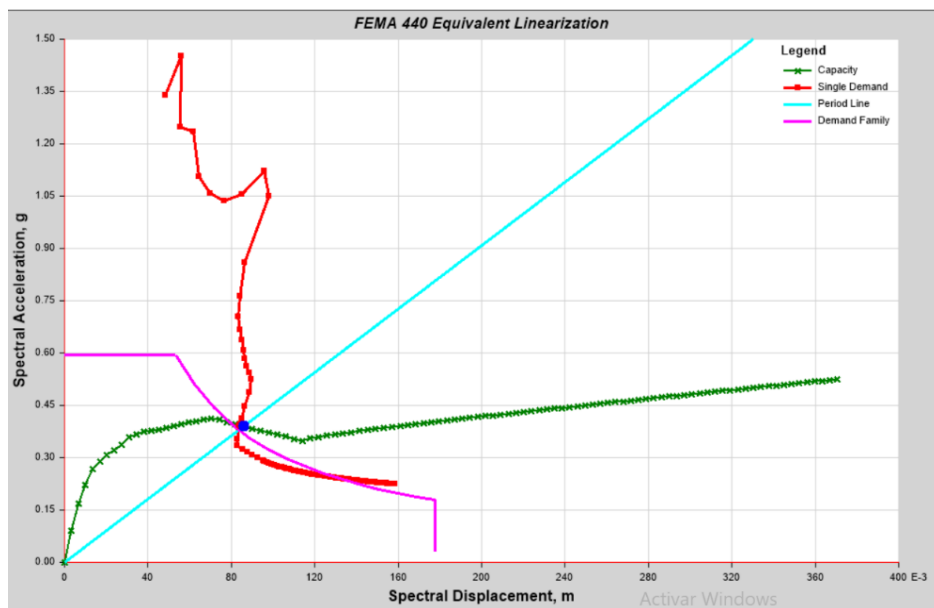


Figura 62. Punto de desempeño para sismo muy raro eje “X”  
Fuente: Software Etabs V19.

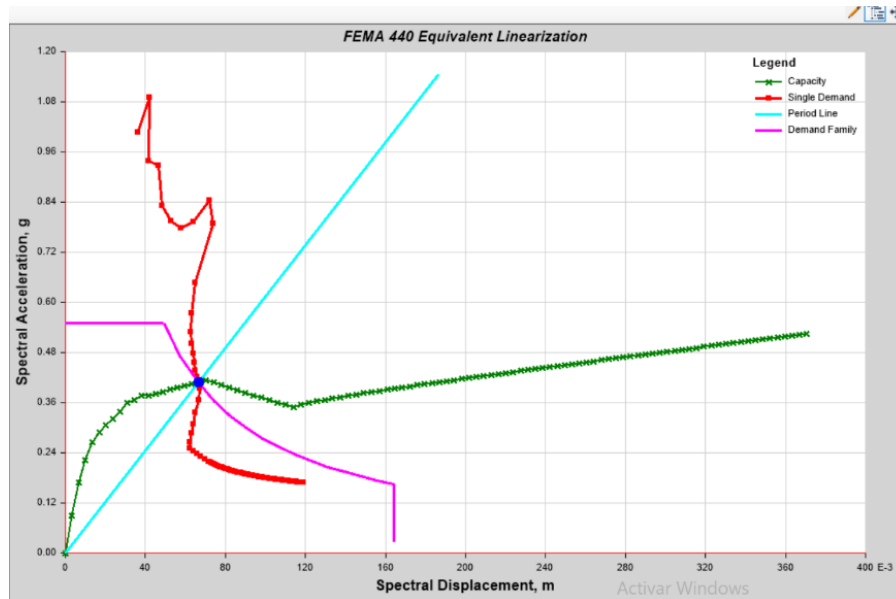


Figura 63. Punto de desempeño para sismo muy raro eje “x”  
Fuente: Software Etabs V19.

**i) Punto de Desempeño en el Eje “y”**

En la figura 62 indica el punto de desempeño para un espectro de sismo raro, consiguiendo los valores de 0.01356 m para el pseudo desplazamiento y 0.8037 g para la pseudo aceleración.

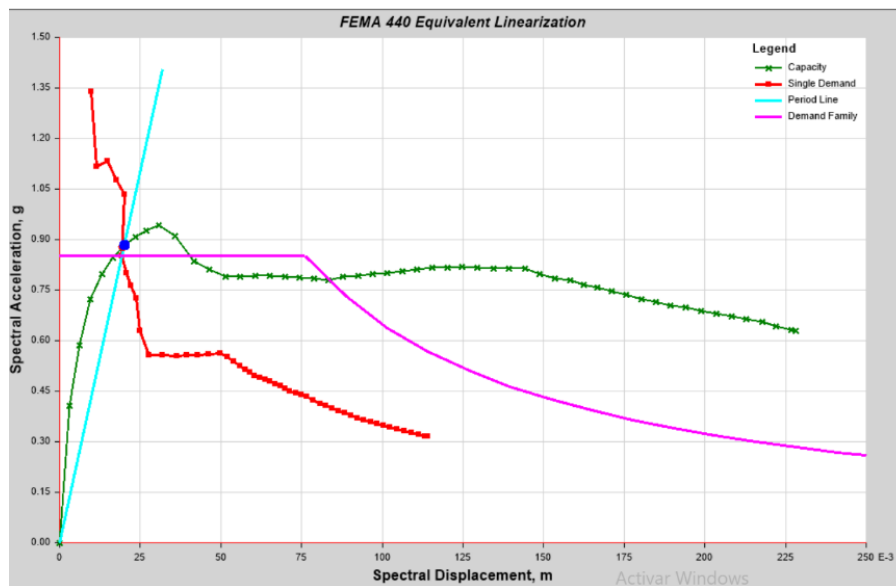


Figura 64. Punto de desempeño para sismo muy raro en eje “y”  
Fuente: Software Etabs V19.

En la figura 64 indica el punto de desempeño para un espectro de sismo muy raro, consiguiendo los valores de 0.01946 m para el pseudo desplazamiento y 0.8778 g para la pseudo aceleración.

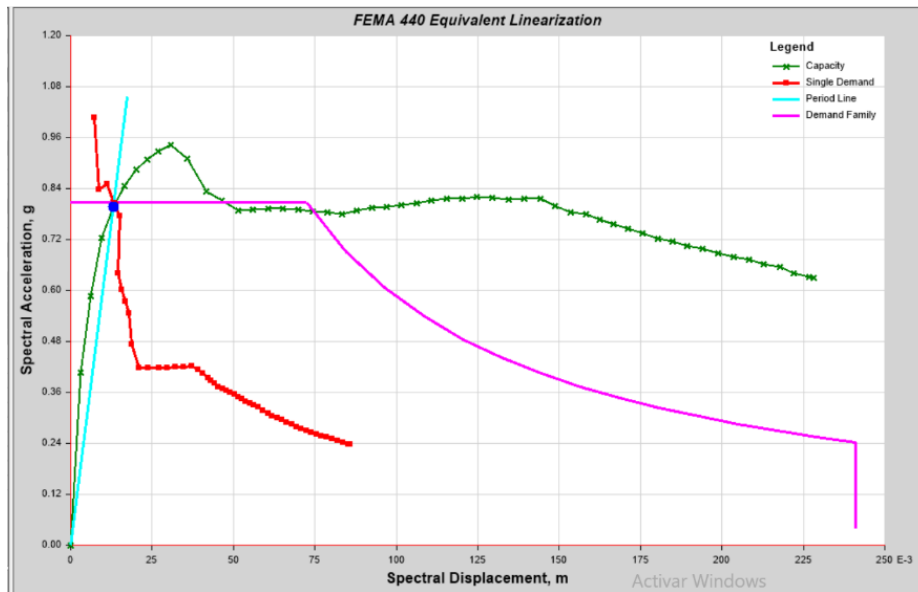


Figura 65. Punto de desempeño para sismo raro en eje "y"  
Fuente: Software Etabs V19.

## j) Verificación del desempeño estructural

### Sectorización de la curva de capacidad

El seccionamiento de la curva Espectro de Capacidad según el SEAOC se realiza según el siguiente cuadro:

Tabla 43. Parámetros utilizados para el seccionamiento del Espectro de Capacidad.

Niveles de Desempeño Estructural	Descripción	Límites de Desplazamiento
SP 1	Operacional	$\Delta y$
SP 2	Ocupación Inmediata	$\Delta y + 0.3\Delta p$
SP 3	Protección de vida	$\Delta y + 0.6\Delta p$
SP 4	Cerca al Colapso	$\Delta y + 0.8\Delta p$
SP 5	Colapso	$\Delta y + 1.0\Delta p$

Fuente: SEAOC (1995).

De la tabla número 49 se tiene que  $\Delta y$  desplazamiento de fluencia, y  $\Delta p$  desplazamiento inelástico, ambos puntos hallados en la curva bilineal de la curva de capacidad obtenemos los siguientes resultados:



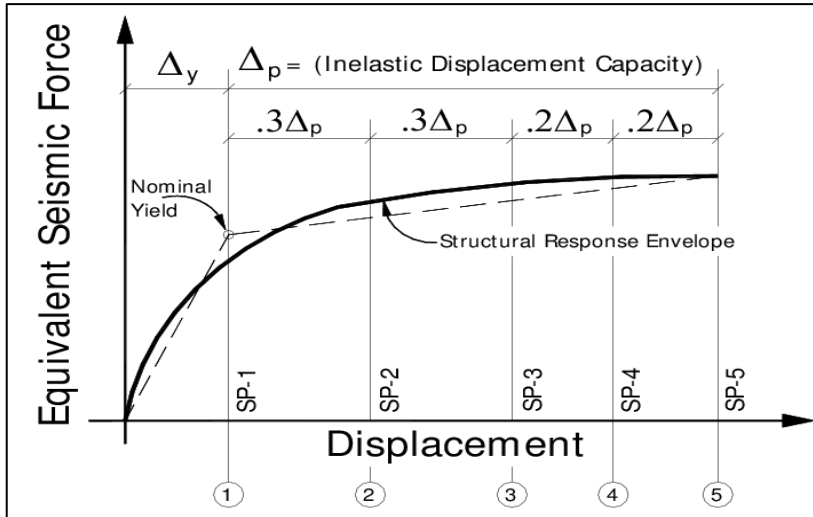


Figura 66. Sectorización de la Curva de Capacidad.  
Fuente: SEAOC (1995).

Las distancias halladas se refieren a los límites según cada nivel de desempeño alcanzado.

Tabla 44. Desplazamientos Límites de Desempeño en la dirección "x"

Nivel de Desempeño	Desplazamientos Límites
	Dir. XX
Operacional (SP 1)	2.04 cm.
Ocupación Inmediata (SP 2)	4.32 cm.
Protección de Vida (SP 3)	6.61 cm.
Cerca al Colapso (SP 4)	8.13 cm.
Colapso (SP 5)	9.65 cm.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45. Desplazamientos Límites de Desempeño en la dirección "y"

Nivel de Desempeño	Desplazamientos Límites
	Dir. YY
Operacional (SP 1)	0.92 cm.
Ocupación Inmediata (SP 2)	1.38 cm.
Protección de Vida (SP 3)	1.84 cm.
Cerca al Colapso (SP 4)	2.15 cm.
Colapso (SP 5)	2.46 cm.

Fuente: Elaboración propia.

### k) Objetivos de Desempeño para la Estructura X-X

#### Verificación del desempeño en una curva sectorizada.

Con las coordenadas físicas se ubicarán los puntos de desempeño en la curva de capacidad seccionada. En ambas direcciones tendremos los siguientes resultados:

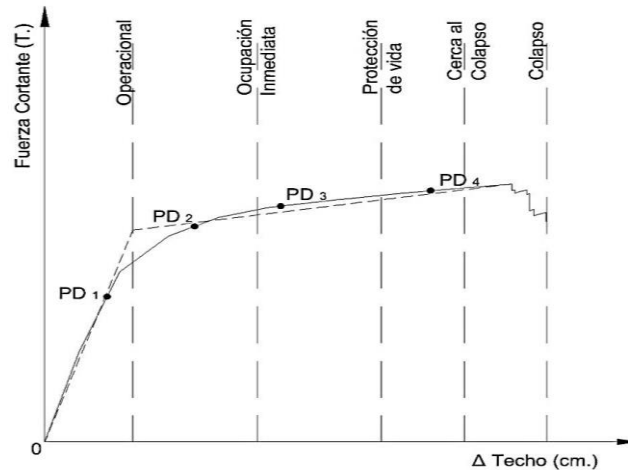


Figura 67. Puntos y niveles de desempeño  
Fuente: SEAOC (1995).

En la dirección “X”, el sismo “ocasional” nos da un punto de desempeño dentro del límite “Operación inmediata”. Para el sismo “raro” nos presenta un punto de desempeño que se encuentra dentro del límite de “Protección de vida”, así mismo tendríamos de que la estructura colapsaría ante la presencia de un sismo muy raro.

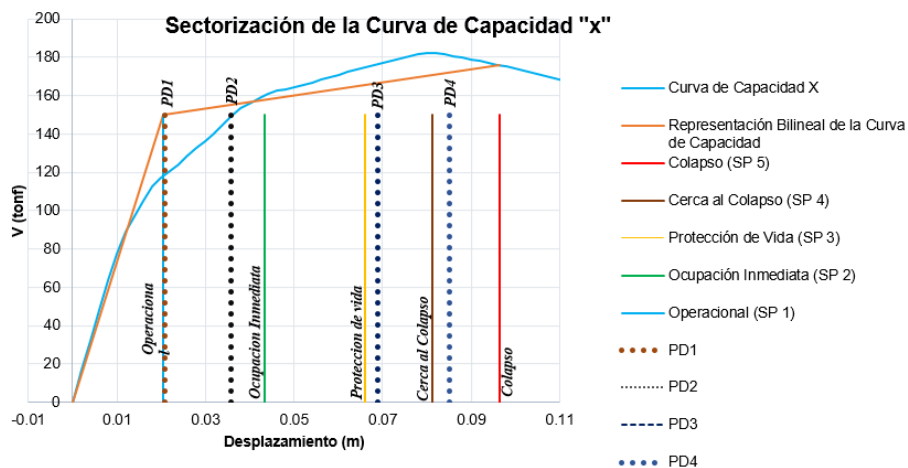


Figura 68. Sectorización, Puntos y Niveles de desempeño “x”  
Fuente: Elaboración Propia

En la dirección “y”, para un nivel de sismo “ocasional” el punto de desempeño se encontraría dentro del límite “operacional”. Para un sismo raro dentro del límite de protección de vida y para un sismo muy raro la estructura se encontraría cercano al colapso.

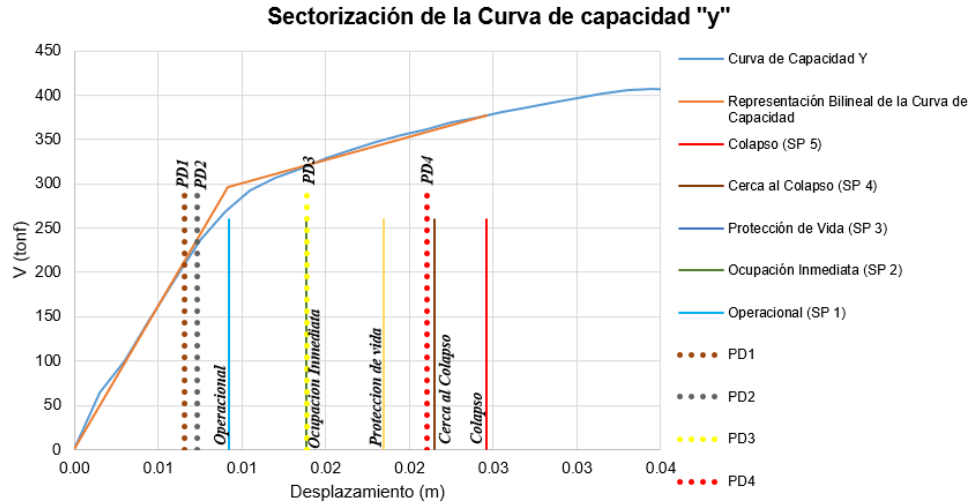


Figura 69. Sectorización, Puntos y Niveles de desempeño “x”  
Fuente: Elaboración Propia

### I) Verificación del desempeño por derivas.

Se muestra las tablas permisibles para derivas de entre piso para cada uno de los niveles según SEAOC visión 2000.

Tabla 46 Valores límites para derivas del tope correspondientes al nivel de desempeño.

Nivel de Desempeño	Deriva del tope
Totalmente operacional	< 0.2 %
Operacional	< 0.5 %
Protección de vida	< 1.50 %
Cercano al Colapso	< 2.50 %
Colapso	> 2.50 %

Fuente: SEAOC Vision 2000.

Se define como la deriva del tope como el valor de desplazamiento correspondiente al punto de desempeño entre la altura total del edificio.

Tabla 47: Derivas del tope correspondientes a los puntos de desempeño Dirección X.

Desplazamiento ( $\Delta$ techo)	Deriva del tope	Nivel de Desempeño
2.091 cm.	0.212 %	Operacional
3.577 cm.	0.363 %	Operacional
6.895 cm.	0.701 %	Protección de vida
8.499 cm.	0.864 %	Protección de vida

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48: Derivas del tope correspondientes a los puntos de desempeño Dirección Y.

Desplazamiento ( $\Delta$ techo)	Deriva del tope	Nivel de Desempeño
0.657 cm.	0.067%	Totalmente operacional
0.731 cm.	0.074%	Totalmente operacional
1.385 cm.	0.141%	Totalmente operacional
2.106 cm.	0.214%	Operacional

Fuente: Elaboración propia.

### m) Modelo no lineal en la dirección “x”

Para el pabellón de tres pisos al modelar su dirección “x”, Se determino aun tipo de reforzamiento que fue utilizada para poder modelar cada elemento estructural del colegio, así mismo tomando en cuenta las dimensiones de los planos columnas y vigas mostrados en los anexos, en esta dirección el sistema estructural está constituido por pórticos, así como también por muros portantes se modelaron con idealización links. Tenemos que en las Figura 70 y Figura 71 se puede apreciar el modelo en EtabsV19 en el eje “x”.

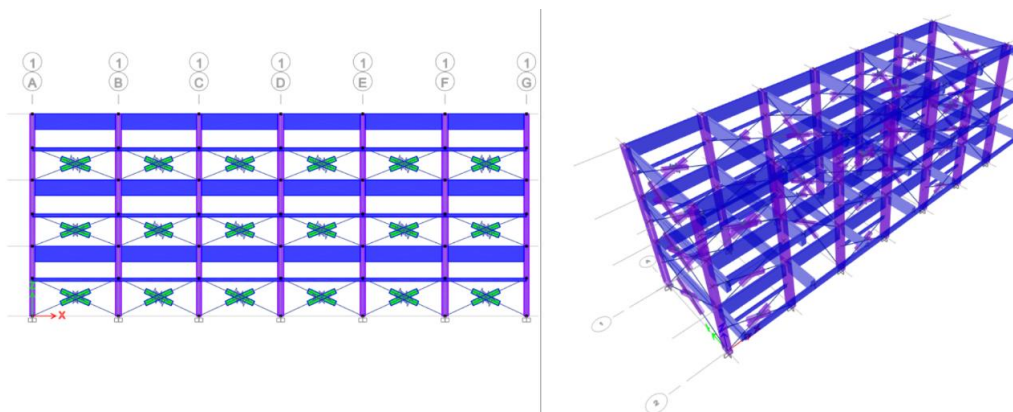


Figura 70. Modelo No lineal, eje 1, dirección “x”  
Fuente: Etabs V19.0

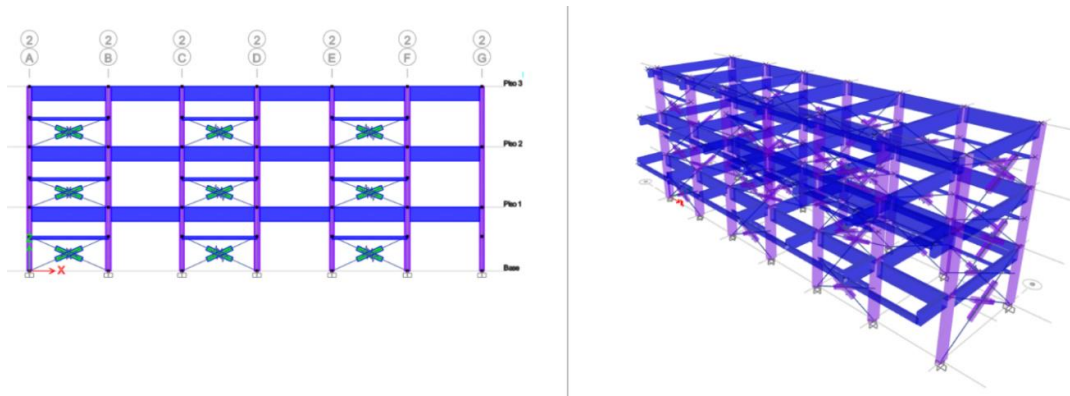


Figura 71. Modelo No lineal, eje 2, dirección "x"  
Fuente: Etabs V19.0

Realizando el análisis "Pushover", aplicado en el eje de análisis "x", los primeros elementos estructurales que fallan frente a cargas incrementales son las columnas de pórticos apreciar en las Figura 72 y Figura 73.

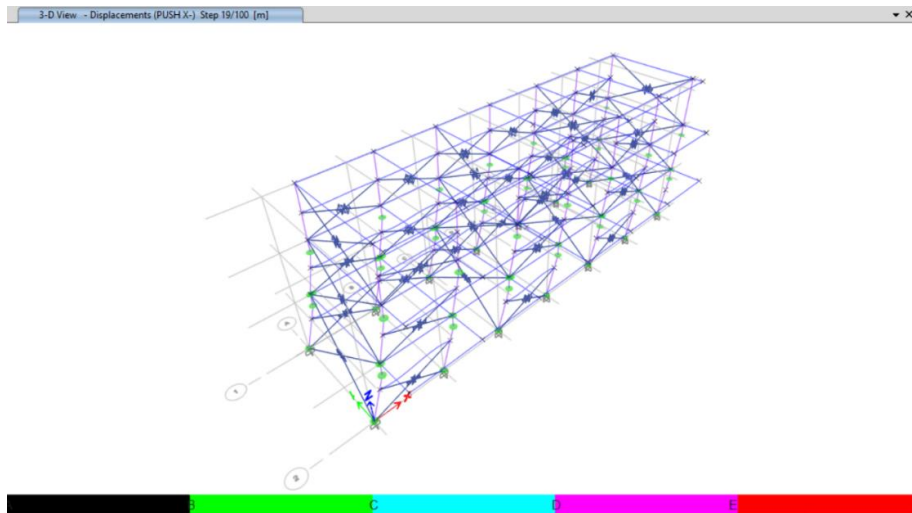


Figura 72. Análisis pushover, eje "x" Step 19  
Fuente: Elaboración propia.

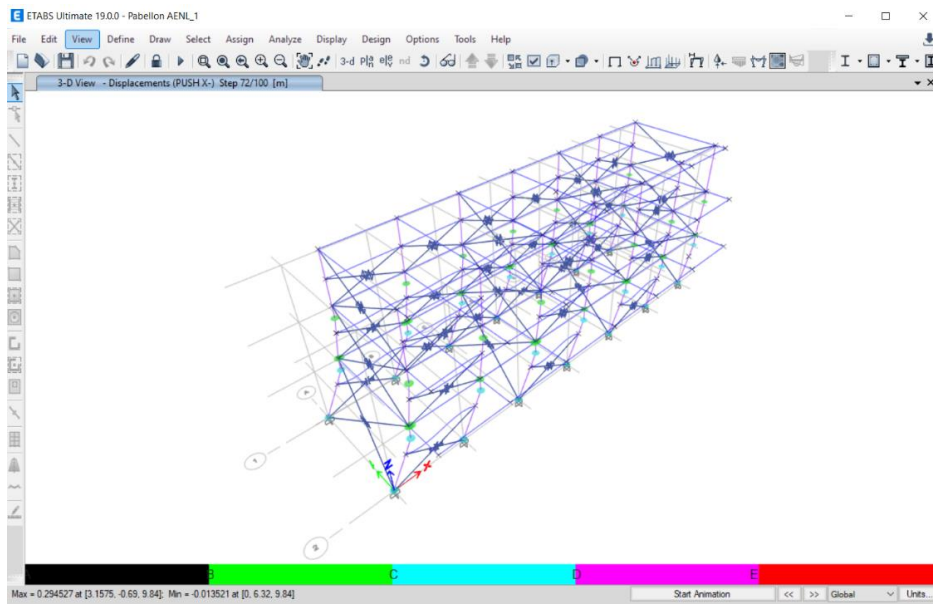


Figura 73. Análisis pushover, eje "x", Step 72  
Fuente: Elaboración propia.

Con los datos obtenidos, mediante el análisis estático no lineal "Pushx" se observa que la estructura tiene un comportamiento en el step 38 del pushover que en este paso se presenta 1 rotula plásticas que alcanzan la deformación de cedencia, pero se mantienen en el rango de seguridad de vida y ninguna rotula plástica se encuentra próximo al colapso. En el step 63 del pushover presenta 27 rotulas plásticas que alcanzan la deformación de cedencia, pero se mantienen en el rango de seguridad de vida, además 1 rotula que se encuentra próximo al colapso.

Step	Monitored Displ. m	Base Force tonf	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-I/O	I/O-LS	LS-CP	>CP	Total
91	0.182	184.5354	206	42	28	0	0	248	0	28	0	276
92	0.184	185.113	206	42	28	0	0	248	0	28	0	276
93	0.186	185.6902	206	42	28	0	0	248	0	28	0	276
94	0.188	186.2605	206	42	28	0	0	248	0	28	0	276
95	0.19	186.8255	206	42	28	0	0	248	0	28	0	276
96	0.192	187.3883	206	42	28	0	0	248	0	28	0	276
97	0.194	187.9491	206	42	28	0	0	248	0	28	0	276
98	0.196	188.51	206	42	28	0	0	248	0	28	0	276
99	0.198	189.0693	206	42	28	0	0	248	0	28	0	276
100	0.2	189.6264	206	42	28	0	0	248	0	28	0	276
38	0.076	100.4546	206	68	0	0	0	275	1	0	0	276
39	0.078	181.5337	207	69	0	0	0	275	1	0	0	276
40	0.08	182.2374	207	69	0	0	0	275	1	0	0	276
88	0.176	182.7971	206	42	28	0	0	248	1	27	0	276
89	0.178	183.3769	206	42	28	0	0	248	1	27	0	276
41	0.082	182.1668	207	69	0	0	0	274	2	0	0	276
86	0.172	181.5719	207	41	28	0	0	248	2	26	0	276
87	0.174	182.2052	206	42	28	0	0	248	2	26	0	276
42	0.084	181.5116	207	69	0	0	0	273	3	0	0	276
43	0.086	180.7251	207	69	0	0	0	273	3	0	0	276
84	0.168	180.2095	207	43	26	0	0	248	3	25	0	276
85	0.17	180.9092	207	41	28	0	0	248	3	25	0	276

Figura 74. Reporte pushover, eje "x", Step 38  
Fuente: Elaboración propia.

Step	Monitored Displ m	Base Force tonf	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A+O	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
54	0.10800...	169.721...	207	69	0	0	0	248	28	0	0	276
55	0.11000...	168.572...	207	69	0	0	0	248	28	0	0	276
56	0.11200...	167.420...	207	69	0	0	0	248	28	0	0	276
57	0.11400...	166.225...	207	69	0	0	0	248	28	0	0	276
58	0.11600...	165.005...	207	69	0	0	0	248	28	0	0	276
59	0.11800...	163.774...	207	69	0	0	0	248	28	0	0	276
60	0.12000...	162.535...	207	69	0	0	0	248	28	0	0	276
61	0.12200...	162.226...	207	69	0	0	0	248	28	0	0	276
62	0.12400...	162.995...	207	69	0	0	0	248	28	0	0	276
63	0.12600...	163.495...	207	69	0	0	0	248	27	1	0	276
64	0.12800...	164.367...	207	69	0	0	0	248	27	1	0	276
65	0.13000...	165.330...	207	69	0	0	0	248	26	2	0	276
66	0.13200...	166.191...	207	67	2	0	0	248	26	2	0	276

Figura 75. Reporte pushover, eje "x", Step 63  
Fuente: Elaboración propia.

### n) Modelo no lineal en la dirección "y"

Para el pabellón de tres pisos al modelar su dirección "y", Se determino aun tipo de reforzamiento que fue utilizada para poder modelar cada elemento estructural del colegio, así mismo tomando en cuenta las dimensiones de los planos columnas y vigas mostrados en los anexos, en esta dirección el sistema estructural está constituido por pórticos, así como también por albañilería, por lo que al modelar la no linealidad tipo fibra solo fueron considerados las vigas y columnas. En las figuras 75 y 76 se puede apreciar el modelo en EtabsV19 en el eje "y".

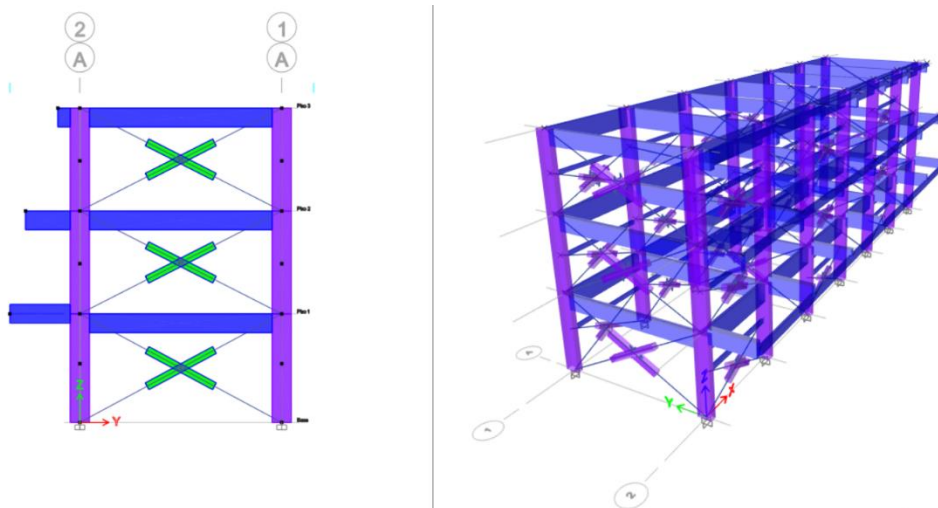


Figura 76. Modelo No lineal, eje A, dirección "y"  
Fuente: Etabs V19.0

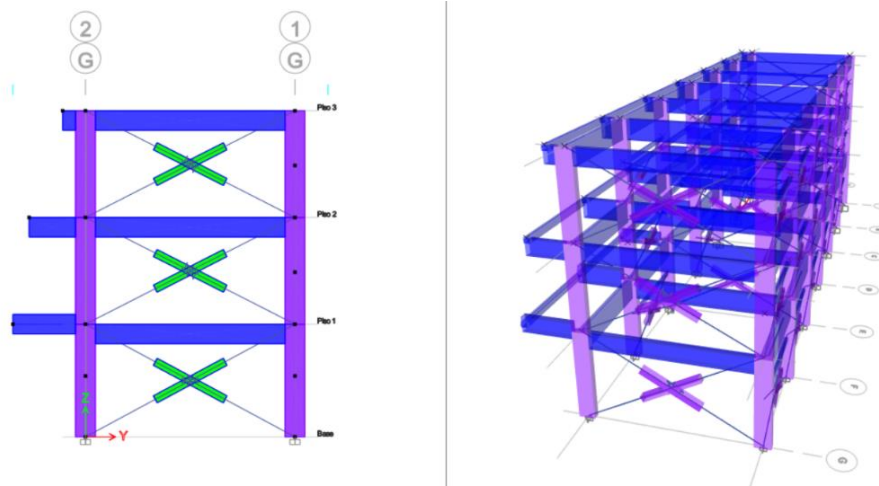


Figura 77. Modelo No lineal, ejeG2, dirección "y"  
Fuente: Etabs V19.0

Se realizó el modelamiento para obtener los siguientes datos mediante el AENL se puede ver que la estructura tiene un comportamiento en el modo 22 de pushover que se presenta la primera rotula plástica que alcanzan la deformación para un rango de seguridad de vida c ninguna rotula plástica se encuentra próximo al colapso. en modo 29 de pushover se presenta 7 rotulas plásticas que alcanza la deformación de cedencia, pero se mantiene en el rango de seguridad de vida.

Base Shear vs Monitored Displacement

Step	Monitored Displ m	Base Force tonf	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
18	0.027	386.736...	250	26	0	0	0	276	0	0	0	276
19	0.02850...	392.184...	245	31	0	0	0	276	0	0	0	276
20	0.03000...	397.205...	242	34	0	0	0	276	0	0	0	276
21	0.03150...	401.828...	241	35	0	0	0	276	0	0	0	276
22	0.033	406.492...	238	38	0	0	0	275	1	0	0	276
23	0.0345	407.955...	233	43	0	0	0	275	1	0	0	276
24	0.03600...	405.405...	233	43	0	0	0	275	1	0	0	276
25	0.0375	394.678...	233	43	0	0	0	274	2	0	0	276
26	0.03900...	383.221...	233	43	0	0	0	270	6	0	0	276
27	0.04050...	371.367...	232	44	0	0	0	269	7	0	0	276
28	0.04200...	357.437...	230	45	1	0	0	268	8	0	0	276
29	0.04350...	338.678...	228	47	1	0	0	268	7	1	0	276
30	0.04500...	335.049...	228	47	1	0	0	266	9	1	0	276

Figura 78. Reporte pushover, eje "y", Step 22  
Fuente: Elaboración propia.



Base Shear vs Monitored Displacement

Step	Monitored Displ m	Base Force tonf	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
21	0.03150...	401.828...	241	35	0	0	0	276	0	0	0	276
22	0.033	406.492...	238	38	0	0	0	275	1	0	0	276
23	0.0345	407.955...	233	43	0	0	0	275	1	0	0	276
24	0.03600...	405.405...	233	43	0	0	0	275	1	0	0	276
25	0.0375	394.678...	233	43	0	0	0	274	2	0	0	276
26	0.03900...	383.221...	233	43	0	0	0	270	6	0	0	276
27	0.04050...	371.367...	232	44	0	0	0	269	7	0	0	276
28	0.04200...	357.437...	230	45	1	0	0	268	8	0	0	276
29	0.04350...	338.678...	228	47	1	0	0	268	7	1	0	276
30	0.04500...	335.049...	228	47	1	0	0	266	9	1	0	276
31	0.04650...	331.813...	228	47	1	0	0	266	9	1	0	276
32	0.04800...	328.514...	228	45	3	0	0	264	11	1	0	276
33	0.04950...	324.827...	228	44	4	0	0	261	12	3	0	276

Figura 79. Reporte pushover, eje “y”, Step 29  
Fuente: Elaboración propia.

Con los datos obtenidos, mediante el análisis estático no lineal “Pushy” se observa que la estructura tiene un comportamiento en el step 49 del pushover presenta 9 rotulas plásticas que alcanzan la deformación de cedencia, pero se mantienen en el rango de seguridad de vida, además 13 rotula que se encuentra próximo al colapso y 1 rotula dentro de colapso.

Base Shear vs Monitored Displacement

Step	Monitored Displ m	Base Force tonf	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
45	0.06750...	320.446...	224	39	13	0	0	254	10	12	0	276
46	0.06900...	320.334...	223	40	12	1	0	254	9	13	0	276
47	0.07050...	320.211...	223	40	12	1	0	254	9	13	0	276
48	0.07200...	320.020...	223	40	12	1	0	254	9	13	0	276
49	0.07350...	319.838...	223	40	12	1	0	253	9	13	1	276
50	0.07500...	319.644...	223	38	14	1	0	253	9	13	1	276
51	0.07650...	319.370...	223	38	14	1	0	253	8	14	1	276
52	0.07800...	319.068...	223	37	15	1	0	253	7	15	1	276
53	0.07950...	318.716...	223	37	13	3	0	253	7	15	1	276
54	0.08100...	320.824...	223	37	12	4	0	253	7	15	1	276
55	0.08250...	321.683...	222	38	12	4	0	252	7	16	1	276
56	0.08400...	322.550...	222	38	12	4	0	252	7	15	2	276
57	0.08550...	323.324...	222	38	12	4	0	251	7	15	3	276

Figura 80. Reporte pushover, eje “y”, Step 18  
Fuente: Elaboración propia.

### **3.7. Aspectos éticos**

Este trabajo de investigación fue elaborado de acuerdo con los lineamientos éticos y legales establecidos por la UCV. Los investigadores aceptan y acuerdan proteger los derechos de propiedad intelectual mediante las citas correspondientes. Además, los investigadores se comprometen a realizar investigaciones reales para garantizar resultados reales.

La ética de una persona afectará su vida profesional, porque el comportamiento de cada persona es diferente, lo que afectará a su entorno, en el que nos desarrollamos para poder tomar las decisiones correctas.

Por lo tanto, este trabajo se realiza sobre la base de respetar la autenticidad de los resultados, dando las mismas consideraciones de confiabilidad:

#### IV. RESULTADOS

Para el desarrollo de los resultados se tuvo en consideración el orden planteado por los objetivos (específicos y general).

**OE1: Estimar la fuerza cortante en la base de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, Provincia de Arequipa, mediante el análisis estático no lineal**

**Interpretación:** Según la Tabla 49 se puede apreciar la fuerza cortante en la base de la edificación de uso esencial donde se evidencia un cortante dinámico igual al 90.8% del cortante estático en la base para la dirección de análisis “x”, de la misma manera para la dirección de análisis “y” se evidencia un cortante dinámico igual al 80% del cortante estático en la base.

Tabla 49 Fuerza cortante por nivel

N° de Piso	Dirección X-X			Dirección Y-Y		
	Vx (Ton)	Fx (Ton)	T (Ton.m)	Vy (Ton)	Fy (Ton)	T (Ton.m)
3	96.57	96.57	376.13	98.39	98.39	885.64
2	208.70	112.13	751.95	195.47	97.07	2154.17
1	269.23	60.53	917.10	237.23	41.76	2707.57

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50 Fuerza cortante en la base

Dirección de Análisis	Vestático (Ton)	Vdinámico (Ton)	Tipo de Estructura	Caso I	Verificación
Dirección X-X	296.54	269.23	Regular	0.908	Si Cumple
Dirección Y-Y	296.54	237.23	Regular	0.800	Si Cumple

Fuente: Elaboración propia

**OE2: Determinar el desplazamiento lateral de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, Provincia de Arequipa, mediante el análisis estático no lineal**

**Interpretación:** Según la Tabla 51 se puede observar que el máximo desplazamiento se desarrolla en el tercer nivel con 1.05cm en la dirección de análisis “x”, de la misma manera sucede en la dirección de análisis “y” cuyo desplazamiento máximo alcanza los 0.35cm, estos valores son considerados cortos debido a que para cada dirección de análisis se encuentran los muros de albañilería absorbiendo la mayor cantidad de cortante.

Tabla 51 Desplazamiento por Niveles y en el Centro de Masa Sismo Estático

N° de Piso	Dirección X-X			Dirección Y-Y		
	$\Delta_{max}$ (m)	$\Delta_{prom}$ (m)	$\Delta_{CM}$ (m)	$\Delta_{max}$ (m)	$\Delta_{prom}$ (m)	$\Delta_{CM}$ (m)
3	0.011	0.0104	0.0105	0.0040	0.0035	0.0038
2	0.008	0.0082	0.0082	0.0027	0.0024	0.0024
1	0.004	0.0042	0.0042	0.0012	0.0011	0.0011

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52 Desplazamiento por Niveles y en el Centro de Masa Sismo Dinámico

N° de Piso	Dirección X-X			Dirección Y-Y		
	$\Delta_{max}$ (m)	$\Delta_{prom}$ (m)	$\Delta_{CM}$ (m)	$\Delta_{max}$ (m)	$\Delta_{prom}$ (m)	$\Delta_{CM}$ (m)
3	0.0093	0.0091	0.0091	0.0033	0.0031	0.0031
2	0.0074	0.0073	0.0073	0.0022	0.0020	0.0019
1	0.0039	0.0038	0.0038	0.0009	0.0009	0.0008

Fuente: Elaboración propia

**OE3: Calcular la deriva de entrepiso de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, Provincia de Arequipa, mediante el análisis estático no lineal**

### Sismo Estático

La Tabla 53 Deriva por Niveles sismo estático X muestra las derivas por piso, encontrándose con el cumplimiento establecido por la NTP E030 para deriva límite de 0.005

Tabla 53 Deriva por Niveles sismo estático X

N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	$\Delta_{absoluto}$ (m)	$\Delta_{relativo}$ (m)			
3	0.0106	0.0023	3.22	0.0007	Si Cumple
2	0.0083	0.0040	3.22	0.0012	Si Cumple
1	0.0043	0.0043	3.40	0.0013	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 54 Deriva por Niveles sismo estático muestra las derivas por piso, encontrándose con el cumplimiento establecido por la NTP E030 para deriva límite de 0.005.

Tabla 54 Deriva por Niveles sismo estático "Y"

N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	$\Delta_{\text{absoluto}}$ (m)	$\Delta_{\text{relativo}}$ (m)			
3	0.0040	0.0013	3.22	0.0004	Si Cumple
2	0.0027	0.0015	3.22	0.0005	Si Cumple
1	0.0012	0.0012	3.40	0.0004	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Elaboración propia

**OE4: Determinar el desempeño sísmico del Pabellón Educativo de la IE N°40061 "Estado de Suecia" ante un sismo raro según el Comité VISION 2000 (SEAOC, 1995)**

En la dirección "X", para el sismo "raro" nos presenta un punto de desempeño dentro del límite de "Protección de vida", sin embargo, para un sismo muy raro la estructura se encontraría colapsando.

En la dirección "y", para un nivel de sismo raro el pabellón se encuentra dentro del límite de protección de vida, sin embargo, para un sismo muy raro la estructura se encontraría colapsando.

**GENERAL: Determinar el desempeño sísmico aplicando un análisis estático no lineal (Pushover) en la I.E. N° 40061 "Estado de Suecia" del distrito de Cerro Colorado, Arequipa**

Tabla 55 Desempeño sísmico Dirección "X"

NIVEL DE SISMO	NIVEL DE DESEMPEÑO
PD1	Ocupación inmediata
PD2	Ocupación inmediata
PD3	Cercano al colapso
PD4	Colapso

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56 Desempeño sísmico Dirección "Y"

NIVEL DE SISMO	NIVEL DE DESEMPEÑO
PD1	Operacional
PD2	Operacional
PD3	Protección de vida
PD4	Cercano al colapso

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

Según los reportes de las tablas 58 y 59, definen los cuatro puntos de desempeño para cada dirección de análisis, siendo la dirección “x” la más crítica, para un sismo raro o PD3 el edificio presente un nivel de desempeño cercano al colapso, mientras que para un sismo muy raro el edificio se encuentra dentro de un nivel de colapso inminente, mientras que para la dirección de análisis “y”, evaluado durante un sismo raro, el edificio presentaría un nivel de desempeño dentro del límite de protección de vida.

## **V. DISCUSIÓN**

Las discusiones se desarrollaron según a los objetivos (específicos y general)

### **Discusión 1:**

La fuerza cortante dinámica en la base del pabellón de uso esencial presenta un 91% respecto al cortante estático en la dirección de análisis "x", mientras que para la dirección de análisis en "y" el cortante dinámico respecto al estático es del 80%.

Al respecto Raul Panca (2021). Citado como antecedente nacional, obtuvo los siguientes resultados, respecto al cortante estático en la base para la dirección de análisis "x" el edificio reporte un valor de 35.89 tonf, mientras que para la dirección de análisis en "y" el edificio reporte un cortante estático de 95.69%, respecto a los cortantes dinámicos, el edificio reporto 12.67 tonf y 41.55 tonf respectivamente, entendiéndose que el cortante dinámico representa un 35.3% del cortante estático en la dirección de análisis "x", mientras que en la dirección de análisis "y" el cortante dinámico representa un 43.43%, dándose a entrever de que no se estaría cumpliendo con lo solicitado por la norma E030 respecto a la fuerza cortante mínima para edificaciones regulares, con respecto a la tesis planteada se ha realizado el escalamiento respectivo para la interpretación de resultados.

### **Discusión**

Con respecto a los desplazamientos, la dirección de análisis en "x" presenta las mayores deformaciones, mientras que en la dirección de análisis "y" se concentra una mayor rigidez por parte del edificio.

Al respecto Raul Panca (2021). Citado como antecedente nacional, obtuvo los siguientes resultados, respecto al desplazamiento en la dirección de análisis "x", el edificio obtuvo 5.4mm, mientras que en la dirección de análisis "y" se obtuvo 8.41mm, asumiendo que la dirección "x" es la que presenta una mayor rigidez por obtener los desplazamientos más pequeños, dado que su sistema estructural es aporticado, sin embargo, el sistema estructural de pórticos de concreto armado no es aceptado por la NTE. E.030, pero por otro lado el documento "Criterios

normativos para el diseño de locales de educación básica regular niveles de inicial, primaria, secundaria y básica especial” del OINFE – MINEDU permite el uso de pórticos siempre y cuando su configuración estructural establezca columnas de peraltes importantes, teniendo en cuenta esta condición el pabellón no cumpliría con este criterio, ya que su modelo es tipo INFES 780 PRE.

### **Discusión 3**

Para cada dirección de análisis se estaría cumpliendo con la deriva de entrepiso dispuesto por la norma peruana E030, es decir la deriva de 5/1000, cuyos resultados son de 0.0007 en “x” y 0.0004 en “y”, este cumplimiento se estaría debiendo a la restricción que genera la tabiquería al interactuar con los pórticos, restringiendo y limitando los desplazamientos.

Al respecto Raúl Panca (2021). Citado como antecedente nacional, obtuvo lo siguiente, deriva de 0.0047 para la dirección de análisis “x” y 0.00068 para la dirección de análisis en “y”, nótese que la deriva obtenida por el investigador se mucho mayor que el reporte obtenido por la presente tesis, esto debido a que los pórticos no sufren ninguna restricción y tampoco patologías por columna corta que pueda limitar los desplazamientos.

### **Discusión 4**

Según el análisis realizado en la dirección “X”, para un sismo “raro” nos presenta un punto de desempeño dentro del límite de “Protección de vida”, mientras que para la dirección de análisis en “y”, para un nivel de sismo raro el pabellón también se encontraría dentro del límite de protección de vida.

Al respecto Raúl Panca (2021). Citado como antecedente nacional, obtuvo lo siguiente, de que para un sismo raro y analizado en la dirección de análisis “X” y “Y” la estructura se encontraría dentro del límite de resguardo de vida, Sin embargo, ambas investigaciones reportarían un daño a nivel de colapso, cuando los edificios sean sometidos ante un sismo muy raro.



## **VI. CONCLUSIONES**

### **Conclusión 1:**

El cortante dinámico calculado para la dirección de análisis “x” se encuentra en un 90.8% sobre el análisis del cortante estático, así mismo el cortante dinámico para la dirección de análisis “y” se encuentra sobre el 80% del análisis estático, encontrándose una estructura que cumple con los requerimientos de la norma E030.

### **Conclusión 2:**

Con respecto a los desplazamientos por piso se han encontrado valores pequeños, ello debido a la rigidez que presenta la estructura para cada dirección de análisis, entendiéndose de que la mayor rigidez de la estructura se encuentra en la dirección “y”.

### **Conclusión 3:**

Las derivas de piso se encontrarían cumplimiento con lo establecido por la NTP E030 para deriva límite de 0.005

### **Conclusión 4:**

En la dirección “X”, el sismo “ocasional” nos da un punto de desempeño dentro del límite “Operación inmediata”. Para el sismo “raro” nos presenta un punto de desempeño dentro del límite de “Protección de vida”, así mismo tendríamos de que la estructura colapsaría ante la presencia de un sismo muy raro.

En la dirección “y”, para un nivel de sismo “ocasional” el punto de desempeño se encontraría dentro del límite “operacional”. Para un sismo raro dentro del límite de protección de vida y para un sismo muy raro la estructura presentaría un colapso inminente.

### **Conclusión General**

Según los reportes del análisis estático no lineal “Pushover”, el edificio presentaría un nivel de desempeño crítico para la dirección de análisis “x” encontrándose

próximo al colapso durante un sismo raro, mientras que para un sismo muy raro el edificio se encontraría dentro del colapso inminente de la estructural.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se deberá considerar el efecto cortante y las posibles rotulas que se puedan generar en los diferentes elementos estructurales.
2. Se recomienda que en próximas investigaciones se considere incluir la interacción suelo estructura, ya que facilitara el poder aproximarnos a un mejor comportamiento real de la edificación ante eventos sísmicos, es decir, que las condiciones de suelo puede marcar la diferencia en una suposición de base rígida y generar mayores deformaciones a la edificación
3. Para obtener el primer punto de desempeño, se deberá considerar en el análisis que los elementos estructurales no habrán alcanzado la fluencia. Por lo que en el software no se colocaran factores de agrietamiento en vigas, columnas y muros estructurales
4. Se recomienda comparar los resultados obtenidos bajo el análisis estático no lineal con el análisis de la historia del tiempo no lineal, que es un método que requiere más consideración de los parámetros no lineales y un método que requiere más cómputo. Proporciona resultados más fiables para predecir el comportamiento estructural de los edificios.

## REFERENCIAS

*A Review on Pushover Analysis for Irregular Structures.* **Mahesh, Ulasala y Pandit, Poornachandra y Scholar, P G. 2020.** Manipal : Manipal Academy of Higher Education, 2020.

**Aguiar , Roberto, Mora, David y Tipanluisa, Evelyn. 2016.** El metodo del espectro de capacidad en estructuras con aisladores FPT con CEINCI-LAB. Ecuador : Revista Ciencia, 2016. Vol. 18, 21-45.

**Aguiar Falconi, Roberto. 2015.** Análisis Sísmico por Desempeño. Ecuador : CEINSI ESPE, 2015.

**Angles Pari, Paola Diana. 2008.** Comparacion del comportamiento a carga lateral ciclica de un muro confinado con ladrillos de concreto y otro con ladrillos de arcilla. Lima, Lima , Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2008.

**Ariza Gomez, Ricardo , Mora Ordoñez, Claudia y Rebata Hilario, Mauricio . 2020.** Analisis y comparacion de tecnicas de reforzamiento estructural en centro educativos 780 pre. Lima : Pontificia Universidad Catolica del Peru , 2020.

**Bernardo Acuña, Jorge Daniel y Peña de la Cuba, Mario Fernando. 2009.** Efectos del peralte de las columnas en el comportamiento sismico de los muros de albañileria . *Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil.* Lima, Lima, Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009.

**Blas Francia , Juan Marcelo y Sosa Altamiza , Erick Paul. 2019.** Evaluacion del desempeño sismico bajo el metodo de analisis estatico no lineal pushover, caso Puente Riecito ubicado en el Distrito de Bellavista. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2019.

**Bondarenko Hernandez, Slawko Basil. 2019.** Analisis estatico no lineal y desempeño estructural . *Seminario* . Lima : CCIP Peru , 2019. Vol. 20.

**Bonett Diaz, Ricardo Leon. 2003.** Tesis Doctoral . *Vulnerabilidad y riesgo sismico de edificios, aplicacion a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada.* Barcelona, Barcelona, España : Universidad Politecnica de Cataluña,

Departamento de Ingeniería del Terreno, cartografía y geodesia , 17 de Octubre de 2003.

**Calcina , Peña Ramón Manuel. 2017.** Evaluación del Desempeño Sísmico de un Edificio de Once Pisos Utilizando Análisis Estático y Dinámico No-Lineal. Tacna : Universidad Privada de Tacna, 2017.

**Carrillo , Julian. 2017.** Modelacion inelastica de porticos de concreto armado con mamposteria no reforzada. Medellin : Scielo, 2017. Vol. 74, 152.

**Carrillo, Julian. 2007.** Evaluacion de la vulnerabilidad sismica de estructuras utilizando un diseño por desempeño. Medellin : Dyna, 2007. 155.

*Comparison of seismic performances of reinforced concrete frames strengthened by different techniques.* **Baran, Mehmet. 2021.** Ankara : Latin American Journal of Solids and Structures, 2021, Vol. 18.

*Concrete structures with pushover analysis.* **Pierre, Andrew John y Hidayat, Irpan. 2020.** s.l. : IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020, Vol. 426.

**Coral Alva, Melissa Ornella. 2020.** Ensayos Ciclicos en muros de albañileria confinada construidos con ladrillos KINK KONG . *Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil*, . Lima : Pontificia Universidad Catolica del Peru , 2020.

*Desempeño Sísmico y Cantidades de Obra de Edificaciones Aporticadas de Concreto Reforzado Diseñadas para Diferentes Capacidades de Disipación de Energía.* **Benjumea, José, Chaparro, Andrea C. y Suarez, Alejandro y Villalba-Morales, Jesús D. 2021.** Campinas : Revista EIA, 2021, Vol. 18.

**Escarrachi Cruzado, Luis Enrique y Flores Gonzales, Leonardo. 2011.** Diseño sísmico basado en desempeño para una edificación de uso multifamiliar . Lima : Colegio de Ingenieros del Perú, 2011.

*Evaluación de los métodos de análisis estático no lineal para determinar la demanda sísmica en estructuras aporticadas de concreto armado.* **López, Oscar A. y Del Re Ruíz, Gianina. 2008.** s.l. : Boletin Tecnico/Technical Bulletin, 2008, Vol. 46.

**Flores Vega, Edwin Michael. 2021.** Evaluación del desempeño sismorresistente de una edificación mediante Análisis Estático. La Paz : Journal Boliviano de ciencias , 2021. Vol. 17, 50.

**Hernandez Sampieri, Roberto y Fernandez Collado, Carlos. 2014.** Metodología de la Investigación. D.F. Mexico : McGRAW-HILL, 2014.

**Hernandez, Roberto; Fernandez, Carlos. 2014.** Metodología de la investigación. Mexico : McGraw Hill, 2014. 6.

**Loa Canales, Gustavo. 2017.** Evaluación del desempeño sísmico de tres opciones de reforzamiento incremental en edificaciones educativas típicas construidas antes de 1997. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017.

**Muñoz, Alejandro y Jurado, Cesar. 2016.** Técnicas de reforzamiento de bajo costo para edificios escolares peruanos. *XVI Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*. Ixtapa : Sociedad Mexicana de Ingeniería sísmica , 2016.

**Orellana, G y Parra, J. 2017.** Evaluación de desempeño sísmico de un edificio esencial aporricado de hormigón armado según la norma ecuatoriana de construcción. Cuenca, Ecuador : Universidad de Cuenca, 2017.

**Paredes Azañ, Miguel Angel . 2016.** Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima . Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas , 2016.

**Pujades, L., Diaz, S. y Pízon , L. 2018.** Un enfoque alternativo para tomar en cuenta el efecto de la direccionalidad sísmica . Ciudad Juárez : Revista ingeniería de construcción , 2018.

*Pushover Analysis of Building Using Soft Story At Different Levels.* **Prathamesh Sonawane, Mr y Wagh, M P. 2021.** Ahmednaga : International journal of advance scientific research & engineering trends, 2021, Vol. Volume 5.

**Salcedo Barco, Yuler Harry. 2017.** Desempeño sísmico por el método PUSHOVER de un edificio construido en la ciudad de Barranquilla bajo la norma NSR-10. Barranquilla : Universidad de la Costa, 2017.

**Segura Hernandez, Oscar Ivan. 2021.** Comparacion del desempeño sismico mediante analisis estatico no lineal (PUSHOVER) de dos edificaciones en concreto reforzado situados en zona de amenaza sismica alta con grado de disipacion de energia . *Tesis para optar el grado de magister en ingenieria civil* . Bogotá : Universidad Militar Nueva Granada, 2021.

*Seismic performance of school buildings in 2017 ezgeleh earthquake, Iran.* **Kahrizi, Mehdi y TahamouliRoudsari, Mehrzad. 2020.** Iran : Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering, 2020.

*Seismic reliability assessment of a non-seismic reinforced concrete framed structure designed according to ABNT NBR 6118:2014.* **Pereira, Eduardo Marques Vieira, y otros. 2022.** Campinas : Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, 2022, Vol. 15.

*Seismic vulnerability assessment of reinforced concrete buildings using pushover analysis.* **Ali, Shamshad. 2021.** Nagpur : G. H. Rasoni College of Engineering Nagpur, 2021.

*Structural performance and finite element modeling of roller compacted concrete dams: A review.* **Habib, Ahed, y otros. 2021.** North Cyprus : Latin American Journal of Solids and Structures, 2021, Vol. 18.

**Teran Gilmore, Amador y Sanchez Badillo, Alberto. 2016.** Diseño por desempeño de estructuras dúctiles de concreto reforzado. D.F. Mexico : Revista de Ingenieria Sismica, 2016.

**Torre Gomez, Jhonny. 2019.** Analisis no lineal estatico de una edificacion de albañileria confinada en la ciudad de Huancavelica. *Tesis para optar el titulo de ingeniero civil* . Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica , 2019.

**Tunque Arias, Joao y Colos Ccallme , Edwin . 2020.** Evaluacion del desempeño sismico del Pabelon de geologia - UNSA. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero civil* . Arequipa : s.n., 2020.

**Urcia Osorio, Marco y Moncayo Belevan , Vanessa. 2021.** Evaluacion del desempeño sismico y propuesta de reforzamiento del colegio 780-pre I.E. N°1172 Ciro Alegria, mediante el analisis estatico no lineal. *Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero civil* . Lima : Universidad San Ignacio de Loyola, 2021.

**Valderroma Mendoza, Santiago Rufo. 2015.** Guia para elaborar la tesis universitaria escuela de posgrado. Lima : San Marcos E.I.R.L, 2015. ISBN: 978-612-302-878-7.

**Villareal Castro , Genner. 2017.** *No Linealidad fisica en edificaciones de concreto armado*. Trujillo : Editora & Imprenta Gráfica Norte S.R.L., 2017. pág. 56. Vol. 1.

**Yugcha, Quilumba Bolívar Iván y Villalba , Nieto Paola Ximena. 2018.** evaluación estructural usando el método de Pushover en una edificación construida de manera informal y determina el punto de desempeño sísmico para un evento máximo del sismo, sector La Forestal, Cantón Quito, Provincia de Pichincha. Canton, Quito, Ecuador : Universidad Central del Ecuador, 2018.



## **ANEXOS**

## DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE LA I.E. N° 40061 “ESTADO DE SUECIA”, CERRO COLORADO – AREQUIPA - 2022

Tabla 57 Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cuál es el desempeño sísmico aplicando un análisis estático no lineal (Pushover) en la I.E. N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, Arequipa?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es la fuerza cortante en la base de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, provincia de Arequipa, mediante el análisis estático no lineal?</li> <li>• ¿Cuál será el desplazamiento lateral de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, provincia de Arequipa, mediante el análisis estático no lineal?</li> <li>• ¿Cuál es la deriva de entrepiso de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, provincia de Arequipa, mediante el análisis estático no lineal?</li> <li>• ¿Cuál es el desempeño sísmico del Pabellón Educativo de la IE N°40061 “Estado de Suecia” ante un sismo raro según el Comité VISION 2000 (SEAOC, 1995)?</li> </ul>	<p><b>OBJETIVOS GENERAL</b> Determinar el desempeño sísmico de un Pabellón educativo en la IE N° 40061 Estado de Suecia, aplicando un análisis estático no lineal (Pushover).</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimar la fuerza cortante en la base de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, Provincia de Arequipa, mediante el análisis estático no lineal</li> <li>• Determinar el desplazamiento lateral de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, Provincia de Arequipa, mediante el análisis estático no lineal</li> <li>• Calcular la deriva de entrepiso de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” del distrito de Cerro Colorado, Provincia de Arequipa, mediante el análisis estático no lineal</li> <li>• Determinar el desempeño sísmico del Pabellón Educativo de la IE N°40061 “Estado de Suecia” ante un sismo raro según el Comité VISION 2000 (SEAOC, 1995)</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b> La estructura de la IE N° 40061 “Estado de Suecia”, presenta un menor desempeño sísmico en la dirección de análisis “x”, debido a tipología de columnas cortas.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La fuerza cortante en la base del Pabellón Educativo de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” mediante el análisis estático no lineal es mayor en la dirección de análisis “x”</li> <li>• El desplazamiento lateral del Pabellón Educativo de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” mediante el análisis estático no lineal es mayor en la dirección de análisis “x”</li> <li>• La deriva de entrepiso del Pabellón Educativo de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” mediante el análisis estático no lineal es menor al límite</li> <li>• El análisis estático no lineal permitirá determinar el desempeño sísmico del Pabellón, el cual se espera que la respuesta ante un sismo máximo se encuentra en el nivel de seguridad de vida</li> </ul>	<p><b>Variable 1:</b></p> <p>Análisis Estático No lineal - Pushover</p> <p><b>Variable 2:</b></p> <p>Desempeño sísmico</p>	<p>Método del espectro capacidad-demanda</p> <p><b>D1:</b> Fuerza cortante en la base</p> <p><b>D2:</b> Desplazamiento lateral</p> <p><b>D3:</b> Deriva de entrepiso</p> <p><b>D4:</b> Nivel de desempeño (Visión 2000 SEAOC)</p>	<p><b>I1:</b> Sismo frecuente <b>I2:</b> Sismo ocasional <b>I3:</b> Sismo raro <b>I4:</b> Sismo muy raro</p> <p><b>I1:</b> Peso sísmico <b>I2:</b> Cortante Vx <b>I3:</b> Cortante Vy</p> <p><b>I1:</b> Desplazamiento en X <b>I2:</b> Desplazamiento en Y</p> <p><b>I1:</b> Máxima <b>I2:</b> Mínima <b>I3:</b> Altura de entrepiso</p> <p><b>I1:</b> Totalmente operacional <b>I2:</b> Operacional <b>I3:</b> Seguridad de vida <b>I4:</b> Próximo al colapso <b>I5:</b> Colapso</p>	<p><b>Tipo:</b> Aplicada <b>Nivel:</b> Explicativa <b>Diseño:</b> No experimental <b>Tiempo:</b> Transversal</p> <p><b>Población:</b> Todos los Pabellones de concreto armado y albañilería estructural de la I.E. N°40061 “Estado de Suecia”.</p> <p><b>Muestra:</b> Dirigida o Intencional Pabellón: Bloque A Número de Pisos: 3</p> <p><b>Muestreo:</b> No probabilístico</p>

Fuente: Elaboración Propia

## OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 58 Operacionalización de variables.

Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Instrumentos
<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Análisis Estático No lineal (Pushover)</p>	<p>Este es un método que combina directamente las propiedades no lineales de los materiales y cuando se emplea junto con el método del nivel de desempeño, ayudará a comprender el comportamiento no lineal de los edificios bajo terremotos de diferente intensidad.</p>	<p>Método Análisis Estático no lineal (Pushover)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Punto de colapso de la estructura</li> <li>- Desplazamiento máximo</li> <li>- Derivas</li> </ul>	<p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Intervalo</p>	<p>Etabs, Excel y AutoCAD</p>
<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Nivel de desempeño sísmico</p>	<p>Se refiere a la evaluación de la demanda vs capacidad estructural en términos de niveles de desempeños establecidos con Abreviaciones SP (Structural Performance)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espectro de demanda sísmica</li> <li>- Nivel de desempeño</li> <li>- Daño en columnas</li> <li>- Ductilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aceleración espectral y desplazamientos</li> <li>- Punto de desempeño</li> <li>- Grado</li> <li>- Desplazamiento último y cedente</li> </ul>	<p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Intervalo</p> <p>Razón</p>	<p>Etabs, Excel y AutoCAD</p> <p>Norma ATC 40 Vision 2000</p>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59 Hipótesis y resultados.

Hipótesis	Resultados
<p><b>Hipótesis específicas 1:</b> La fuerza cortante en la base del Pabellón Educativo de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” mediante el análisis estático no lineal es mayor en la dirección de análisis “x</p>	<p><b>Resultado 1:</b> Según los resultados obtenidos, el cortante en “x” arroja un valor de 269.23 tonf, siendo mayor que los 237.23 tonf de cortante obtenido para la dirección de análisis en “y”, existiendo concordancia con la hipótesis planteada.</p>
<p><b>Hipótesis específicas 2:</b> El desplazamiento lateral del Pabellón Educativo de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” mediante el análisis estático no lineal es mayor en la dirección de análisis “x”,</p>	<p><b>Resultado 2:</b> El máximo desplazamiento de techo se presenta en la dirección de análisis “x” siendo este de 0.011m sobre los 0.004m reportado como desplazamiento en la dirección de análisis “y”, existiendo concordancia con la hipótesis planteada.</p>
<p><b>Hipótesis específicas 3:</b> La deriva de entrepiso del Pabellón Educativo de la IE N° 40061 “Estado de Suecia” mediante el análisis estático no lineal es menor al límite.</p>	<p><b>Resultado 3:</b> Las derivas de piso para cada dirección de análisis reportan un 0.0012 en “x” y 0.005 en “y”, valores que se encuentran por debajo de la deriva limita dispuesta por la norma E.030, existiendo concordancia con la hipótesis planteada.</p>
<p><b>Hipótesis específicas 4:</b> El análisis estático no lineal permitirá determinar el desempeño sísmico del Pabellón, el cual se espera que la respuesta ante un sismo máximo se encuentra en el nivel de seguridad de vida.</p>	<p><b>Resultado 4:</b> El reporte obtenido del abalizas estático no lineal indica que la estructura se encontraría superando el límite de colapso, por lo que no existiría concordancia con la hipótesis planteada, ya que esta menciona un nivel de seguridad de vida.</p>
<p><b>Hipótesis General:</b> La estructura de la IE N° 40061 “Estado de Suecia”, presenta un menor desempeño sísmico en la dirección de análisis “x”, debido a tipología de columnas cortas</p>	<p><b>Resultado General:</b> La estructura muestra un menor desempeño en la dirección de análisis “x”, debido a que para un sismo raro la estructura se encontraría cercana al colapso, mientras que para la dirección de análisis “y” la estructura se encontraría dentro del límite de protección de vida, existiendo concordancia con la hipótesis planteada.</p>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60 Formato resistencia del hormigón.

<b>RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU (ASTM C805)</b>																														
<b>ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH)</b>																														
<b>PROYECTO:</b>																														
Ubicación:																														
Operador:																														
Fecha de Ensayo:																														
<b>DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL</b>																														
<b>INFRAESTRUCTURA</b>		<b>P. SECUNDARIA</b>		<b>UBICACIÓN :</b>																										
Descripción Estructural:		Nº Punto:																												
<b>MIEMBRO ESTRUCTURAL:</b>																														
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	EQUEMA DE TOMA DE DATOS																											
1			<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">1</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;">2</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;">3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4</td> <td></td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td>7</td> <td></td> <td>8</td> </tr> <tr> <td></td> <td>9</td> <td></td> <td>10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td>13</td> </tr> </table>			1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13
1		2					3																							
	4					5																								
6		7					8																							
	9					10																								
11		12					13																							
2																														
3																														
4																														
5																														
6																														
7																														
8																														
9																														
10																														
11																														
12																														
13																														
		<b>Resistencia Estimada (Mpa)</b>																												
<b>Promedio</b>																														
<b>FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2</b>																														
<b>RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO</b>																														
<b>f<sub>c</sub>=</b>		<b>kg/cm2</b>																												

Fuente: ASTM C805



### Formato de Validación de Criterios de Expertos

**I. Datos Generales**

Fecha	29/01/2022
Validador	Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce
Cargo e institución donde labora	Gerente General DGA Laboratorio de investigación EIRL
Instrumento a validar	Indice de Rebote p/esclerómetro
Objetivo del instrumento	Validación
Autor(es) del instrumento	Huarca Quillile, Williams Richard / Vasquez Orcon

**II. Criterios de validación del instrumento**

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
<b>TOTAL</b>			<b>18</b>	<b>3</b>	

**III. Coeficiente de Validez**

$$\frac{0 + 18 + 3}{30} = 0.70$$

  
 DGA Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 ESP. EN INGENIERIA SISMORRESISTENTE  
 Y SANITARIA

**Formato de Validación de Criterios de Expertos****I. Datos Generales**

Fecha	29/01/2022
Validador	Ing. Luis Alberto Quispe Calloapaza
Cargo e institución donde labora	Gerente de Proyectos Volcán SAC
Instrumento a validar	Índice de Rebote p/esclerómetro
Objetivo del instrumento	Validación
Autor(es) del instrumento	Huarca Quillille, Williams Richard / Vasquez Orcon

**II. Criterios de validación del instrumento**

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
<b>TOTAL</b>			<b>16</b>	<b>6</b>	

**III. Coeficiente de Validez**

$$\frac{0 + 16 + 6}{30} = 0.73$$



Luis A. Quispe Calloapaza  
INGENIERO CIVIL  
C.I.T. 7301

**Formato de Validación de Criterios de Expertos****I. Datos Generales**

Fecha	30/01/2022
Validador	Ing. Ronald Luigi Vidal Castillo Montenegro
Cargo e institución donde labora	Supervisor de Proyectos MCVS-MTC
Instrumento a validar	Índice de Rebote p/esclerómetro
Objetivo del instrumento	Validación
Autor(es) del instrumento	Huarca Quillile, Williams Richard / Vasquez <u>Orcon</u>

**II. Criterios de validación del instrumento**

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
<b>TOTAL</b>			<b>20</b>		

**III. Coeficiente de Validez**

$$\frac{0 + 20 + 0}{30} = 0.67$$

  
 RONALD LUIGI VIDAL CASTILLO MONTENEGRO  
 INGENIERO CIVIL  
 REG CIP 266189



**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



<b>RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU</b>
<b>ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)</b>
<b>DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE PABELLÓN EDUCATIVO EN LA I.E. N° 40061 "ESTADO DE SUECIA", DISTRITO DE CERRO COLORADO - AREQUIPA - 2021</b>
Ubicación: Cerro Colorado - Arequipa
Cliente: Huarca Quillile, Williams Richard - Vasquez Orcon, Guido
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce
Fecha de Ensayo: 20/12/2021

Punto	Ubicación	Elemento	f <sub>c</sub> Kgf/cm <sup>2</sup>
1	Piso 1	COLUMNA 30x60	209.00
2	Piso 1	COLUMNA 30x60	196.00
3	Piso 1	COLUMNA 30x60	223.00
4	Piso 1	VIGA (30X75)	203.00
5	Piso 1	VIGA (30X75)	212.00
6	Piso 2	COLUMNA 30x60	225.00
7	Piso 2	COLUMNA 30x60	211.00
8	Piso 2	COLUMNA 30x60	215.00
9	Piso 2	VIGA (30X75)	203.00
10	Piso 2	VIGA (30X75)	208.00
11	Piso 3	COLUMNA 30x60	209.00
12	Piso 3	COLUMNA 30x60	211.00
13	Piso 3	COLUMNA 30x60	205.00
14	Piso 3	VIGA (30X75)	214.00
15	Piso 3	VIGA (30X75)	212.00

PROMEDIO COLUMNAS: **212.00**  
PROMEDIO VIGAS: **209.00**

LABORATORIO DGA E.I.R.L.  
  
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 256786

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado  
Arequipa - Arequipa

**DGA LABORATORIO DE  
INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



<b>RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU</b>
<b>ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)</b>
<b>DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE PABELLÓN EDUCATIVO EN LA I.E. N° 40061 "ESTADO DE SUECIA", DISTRITO DE CERRO COLORADO - AREQUIPA - 2021</b>
<b>Ubicación: Cerro Colorado - Arequipa</b>
<b>Cliente: Huarca Quillille, Williams Richard - Vasquez Orccon, Guido</b>
<b>V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce</b>
<b>Fecha de Ensayo: 20/12/2021</b>

Punto	Ubicación	Elemento	f <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
1	Piso 1	COLUMNA 30x60	209.00
2	Piso 1	COLUMNA 30x60	196.00
3	Piso 1	COLUMNA 30x60	223.00
4	Piso 1	VIGA (30X75)	203.00
5	Piso 1	VIGA (30X75)	212.00
6	Piso 2	COLUMNA30x60	225.00
7	Piso 2	COLUMNA 30x60	211.00
8	Piso 2	COLUMNA 30x60	215.00
9	Piso 2	VIGA (30X75)	203.00
10	Piso 2	VIGA (30X75)	208.00
11	Piso 3	COLUMNA 30x60	209.00
12	Piso 3	COLUMNA 30x60	211.00
13	Piso 3	COLUMNA 30x60	205.00
14	Piso 3	VIGA (30X75)	214.00
15	Piso 3	VIGA (30X75)	212.00

PROMEDIO COLUMNAS: 212.00  
PROMEDIO VIGAS: 209.00

LABORATORIO DGA EIRL  
  
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 256786

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
Arequipa - Arequipa

**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



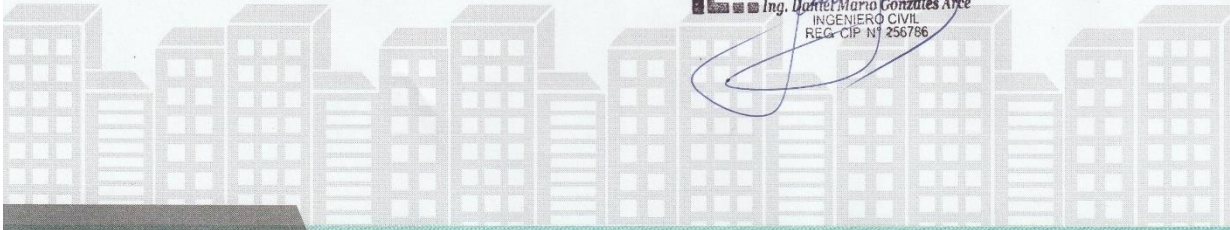
<b>RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU</b>
<b>ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)</b>
<b>DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE PABELLÓN EDUCATIVO EN LA I.E. N° 40061 "ESTADO DE SUECIA", DISTRITO DE CERRO COLORADO – AREQUIPA - 2021</b>
<b>Ubicación:</b> Cerro Colorado - Arequipa
<b>Cliente:</b> Huarca Quillille, Williams Richard - Vasquez Orcon, Guido
<b>V°B° Ingeniero:</b> Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce
<b>Fecha de Ensayo:</b> 20/12/2021

<b>DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL</b>			
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	PABELLON EDUCATIVO	<b>UBICACIÓN :</b>	Piso 1
<b>Descripción Estructural:</b>	COLUMNA 30x60	<b>N° Punto:</b>	1
<b>MIEMBRO ESTRUCTURAL:</b> LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			

N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS			
1	32.00	23.00	1	2	3	
2	30.00	20.00		4	5	
3	30.00	20.00				
4	31.00	22.00				
5	30.00	20.00				
6	29.00	19.00				
7	31.00	22.00	6	7	8	
8	30.00	20.00				
9	29.00	19.00				
10	31.00	22.00				
11	29.00	19.00				
12	30.00	20.00	11	12	10	13
13	30.00	20.00				
			<b>Resistencia Estimada (Mpa)</b>			
<b>Promedio</b>	<b>20.46</b>		<b>20.46</b>			
			<b>FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2</b>			

<b>RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO</b>		
<b>f'c=</b>	<b>209.00</b>	<b>kg/cm2</b>

LABORATORIO DGA EIRL  
  
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
INGENIERO CIVIL  
REG-CIP N° 256786



**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
<b>DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE PABELLÓN EDUCATIVO EN LA I.E. N° 40061 "ESTADO DE SUECIA", DISTRITO DE CERRO COLORADO - AREQUIPA - 2021</b>			
Ubicación: Cerro Colorado - Arequipa			
Cliente: Huarca Quillile, Williams Richard - Vasquez Orcon, Guido			
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 20/12/2021			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 1
Descripción Estructural:	COLUMNA 30x60	Nº Punto:	2
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	28.00	18.00	
2	28.00	18.00	
3	27.00	16.80	
4	29.00	19.00	
5	30.00	20.00	
6	30.00	20.00	
7	29.00	19.00	
8	29.00	19.00	
9	30.00	20.00	
10	29.00	19.00	
11	29.00	19.00	
12	31.00	22.00	
13	30.00	20.00	
<b>Promedio</b>		<b>19.22</b>	<b>Resistencia Estimada (Mpa)</b>
			<b>19.22</b>
<b>FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2</b>			
<b>RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO</b>			
<b>f<sub>c</sub>= 196.00 kg/cm2</b>			

LABORATORIO DGA EIRL  
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 256786

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
Arequipa - Arequipa

**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU																		
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)																		
DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE PABELLÓN EDUCATIVO EN LA I.E. N° 40061 "ESTADO DE SUECIA", DISTRITO DE CERRO COLORADO – AREQUIPA - 2021																		
Ubicación: Cerro Colorado - Arequipa																		
Cliente: Huarca Quillile, Williams Richard - Vasquez Orcon, Guido																		
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce																		
Fecha de Ensayo: 20/12/2021																		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL																		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 1															
Descripción Estructural:	COLUMNA 30x60	N° Punto:	3															
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA																		
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS															
1	32.00	23.00	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>4</td><td>5</td><td></td></tr><tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr><tr><td>9</td><td>10</td><td></td></tr><tr><td>11</td><td>12</td><td>13</td></tr></table>	1	2	3	4	5		6	7	8	9	10		11	12	13
1	2	3																
4	5																	
6	7	8																
9	10																	
11	12	13																
2	32.00	23.00																
3	31.00	22.00																
4	33.00	24.20																
5	30.00	20.00																
6	32.00	23.00																
7	32.00	23.00																
8	31.00	22.00																
9	29.00	19.00																
10	33.00	24.20																
11	30.00	20.00																
12	29.00	19.00																
13	31.00	22.00																
Promedio		21.88	Resistencia Estimada (Mpa) 21.88															
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2																		
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO																		
f'c=		223.00	kg/cm2															

LABORATORIO DGA EIRL  
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 256796

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
Arequipa - Arequipa

**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



**RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU  
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)  
DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE PABELLÓN EDUCATIVO EN LA I.E. N° 40061 "ESTADO DE SUECIA", DISTRITO DE CERRO COLORADO - AREQUIPA - 2021**

Ubicación: Cerro Colorado - Arequipa  
 Cliente: Huarca Quillille, Williams Richard - Vasquez Orcon, Guido  
 V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce  
 Fecha de Ensayo: 20/12/2021

**DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL**

<b>INFRAESTRUCTURA</b>	PABELLON EDUCATIVO	<b>UBICACIÓN :</b>	Piso 1
<b>Descripción Estructural:</b>	VIGA (30X75)	<b>N° Punto:</b>	4
<b>MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS</b>			

N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS			
1	34.00	19.80	1	2	3	
2	33.00	18.00		4	5	
3	34.00	19.80			6	8
4	33.00	18.00			7	
5	33.00	18.00			9	10
6	35.00	21.00				
7	36.00	22.30				
8	35.00	21.00				
9	34.00	19.80				
10	35.00	21.00				
11	34.00	19.80	11		12	13
12	35.00	21.00				
13	34.00	19.80				

		<b>Resistencia Estimada (Mpa)</b>	
<b>Promedio</b>	<b>19.95</b>	<b>19.95</b>	

<b>RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO</b>	
<b>f'c=</b>	<b>203.00 kg/cm2</b>

LABORATORIO DGA-EIRL  
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 256786



**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU																		
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)																		
DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE PABELLÓN EDUCATIVO EN LA I.E. N° 40061 "ESTADO DE SUECIA", DISTRITO DE CERRO COLORADO – AREQUIPA - 2021																		
Ubicación: Cerro Colorado - Arequipa																		
Cliente: Huarca Quillile, Williams Richard - Vasquez Orccon, Guido																		
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce																		
Fecha de Ensayo: 20/12/2021																		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL																		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 1															
Descripción Estructural:	VIGA (30X75)	N° Punto:	5															
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS																		
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS															
1	36.00	22.30	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td>9</td><td>10</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>12</td><td>13</td></tr> </table>	1	2	3	4	5		6	7	8	9	10		11	12	13
1	2	3																
4	5																	
6	7	8																
9	10																	
11	12	13																
2	35.00	21.00																
3	35.00	21.00																
4	34.00	19.80																
5	34.00	19.80																
6	35.00	21.00																
7	34.00	19.80																
8	37.00	24.00																
9	37.00	24.00																
10	35.00	21.00																
11	35.00	21.00																
12	33.00	18.00																
13	33.00	18.00																
<b>Promedio</b>		<b>20.82</b>	<b>Resistencia Estimada (Mpa)</b> <b>20.82</b>															
<b>FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2</b>																		
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO																		
<b>f<sub>c</sub>= 212.00 kg/cm2</b>																		

LABORATORIO DGA/EIRL  
  
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 256786

☎ 947715581-982133108

✉ dmgonzalesarce@gmail.com  
dmgonzales@dga-ing.com

📍 Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
Arequipa - Arequipa

**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU																		
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)																		
DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE PABELLÓN EDUCATIVO EN LA I.E. N° 40061 "ESTADO DE SUECIA", DISTRITO DE CERRO COLORADO – AREQUIPA - 2021																		
Ubicación: Cerro Colorado - Arequipa																		
Cliente: Huarca Quillile, Williams Richard - Vasquez Orcon, Guido																		
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce																		
Fecha de Ensayo: 20/12/2021																		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL																		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 2															
Descripción Estructural:	COLUMNA30x60	N° Punto:	6															
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA																		
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS															
1	32.00	23.00	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5		6	7	8	9	10		11	12	13
1	2	3																
4	5																	
6	7	8																
9	10																	
11	12	13																
2	33.00	24.20																
3	33.00	24.20																
4	32.00	23.00																
5	30.00	20.00																
6	31.00	22.00																
7	30.00	20.00																
8	32.00	23.00																
9	30.00	20.00																
10	32.00	23.00																
11	32.00	23.00																
12	31.00	22.00																
13	30.00	20.00																
<b>Promedio</b>		<b>22.11</b>	<b>Resistencia Estimada (Mpa)</b> <b>22.11</b>															
<b>FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2</b>																		
<b>RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO</b>																		
<b>f<sub>c</sub>= 225.00 kg/cm2</b>																		

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. OIP N° 256786

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado  
Arequipa - Arequipa



**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



<b>RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU</b>	
<b>ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)</b>	
DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE PABELLÓN EDUCATIVO EN LA I.E. N° 40061 "ESTADO DE SUECIA", DISTRITO DE CERRO COLORADO - AREQUIPA - 2021	
Ubicación: Cerro Colorado - Arequipa	
Cliente: Huarca Quillille, Williams Richard - Vasquez Orcon, Guido	
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce	
Fecha de Ensayo: 20/12/2021	

<b>DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL</b>		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 2
Descripción Estructural:	COLUMNA 30x60	Nº Punto: 7
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA		

Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS			
1	30.00	20.00	1	2	3	
2	30.00	20.00		4	5	
3	31.00	22.00				
4	29.00	19.00				
5	31.00	22.00				
6	30.00	20.00	6	7	8	
7	30.00	20.00				
8	29.00	19.00				
9	31.00	22.00		9	10	
10	30.00	20.00				
11	32.00	23.00	11			13
12	31.00	22.00				
13	30.00	20.00				

		Resistencia Estimada (Mpa)	
Promedio	20.69	20.69	
		FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2	

<b>RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO</b>	
<b>f<sub>c</sub>=</b>	<b>211.00 kg/cm2</b>

LABORATORIO DGA EIRL  
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 236786



**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU																		
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)																		
DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE PABELLÓN EDUCATIVO EN LA I.E. N° 40061 "ESTADO DE SUECIA", DISTRITO DE CERRO COLORADO – AREQUIPA - 2021																		
Ubicación: Cerro Colorado - Arequipa																		
Cliente: Huarca Quillile, Williams Richard - Vasquez Orcon, Guido																		
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce																		
Fecha de Ensayo: 20/12/2021																		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL																		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 2															
Descripción Estructural:	COLUMNA 30x60	N° Punto:	8															
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA																		
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS															
1	31.00	22.00	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5		6	7	8	9	10		11	12	13
1	2	3																
4	5																	
6	7	8																
9	10																	
11	12	13																
2	32.00	23.00																
3	31.00	22.00																
4	29.00	19.00																
5	32.00	23.00																
6	32.00	23.00																
7	30.00	20.00																
8	31.00	22.00																
9	29.00	19.00																
10	32.00	23.00																
11	30.00	20.00																
12	29.00	19.00																
13	29.00	19.00																
		<b>Resistencia Estimada (Mpa)</b>																
<b>Promedio</b>		<b>21.08</b>																
<b>FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2</b>																		
<b>RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO</b>																		
<b>f'c= 215.00 kg/cm2</b>																		

LABORATORIO DGA EIRL  
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 256786

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
Arequipa - Arequipa

**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU																		
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)																		
DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE PABELLÓN EDUCATIVO EN LA I.E. N° 40061 "ESTADO DE SUECIA", DISTRITO DE CERRO COLORADO – AREQUIPA - 2021																		
Ubicación: Cerro Colorado - Arequipa																		
Cliente: Huarca Quillile, Williams Richard - Vasquez Orcon, Guido																		
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce																		
Fecha de Ensayo: 20/12/2021																		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL																		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 2															
Descripción Estructural:	VIGA (30X75)	N° Punto:	9															
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS																		
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS															
1	36.00	22.30	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>4</td><td>5</td><td></td></tr><tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr><tr><td>9</td><td>10</td><td></td></tr><tr><td>11</td><td>12</td><td>13</td></tr></table>	1	2	3	4	5		6	7	8	9	10		11	12	13
1	2	3																
4	5																	
6	7	8																
9	10																	
11	12	13																
2	35.00	21.00																
3	34.00	19.80																
4	33.00	18.00																
5	33.00	18.00																
6	34.00	19.80																
7	32.00	17.00																
8	35.00	21.00																
9	35.00	21.00																
10	34.00	19.80																
11	34.00	19.80																
12	35.00	21.00																
13	34.00	19.80																
Promedio		19.87	Resistencia Estimada (Mpa) 19.87															
			FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2															
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO																		
f'c=		203.00	kg/cm2															

LABORATORIO DGA EIRL  
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
INGENIERO CIVIL  
RES. CIP N° 256786

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
Arequipa - Arequipa

**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU																		
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)																		
DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE PABELLÓN EDUCATIVO EN LA I.E. N° 40061 "ESTADO DE SUECIA", DISTRITO DE CERRO COLORADO - AREQUIPA - 2021																		
Ubicación: Cerro Colorado - Arequipa																		
Cliente: Huarca Quillille, Williams Richard - Vasquez Orcon, Guido																		
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce																		
Fecha de Ensayo: 20/12/2021																		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL																		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 3															
Descripción Estructural:	COLUMNA 30x60	Nº Punto:	11															
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA																		
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS															
1	31.00	22.00	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5		6	7	8	9	10		11	12	13
1	2	3																
4	5																	
6	7	8																
9	10																	
11	12	13																
2	30.00	20.00																
3	30.00	20.00																
4	31.00	22.00																
5	30.00	20.00																
6	30.00	20.00																
7	30.00	20.00																
8	29.00	19.00																
9	31.00	22.00																
10	29.00	19.00																
11	30.00	20.00																
12	30.00	20.00																
13	31.00	22.00																
<b>Promedio</b>		<b>20.46</b>	Resistencia Estimada (Mpa) <b>20.46</b>															
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2																		
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO																		
<b>f'c=</b>		<b>209.00</b>	<b>kg/cm2</b>															

LABORATORIO DGA EIRL  
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 256736

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
Arequipa - Arequipa

**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU																		
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)																		
DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE PABELLÓN EDUCATIVO EN LA I.E. N° 40061 "ESTADO DE SUECIA", DISTRITO DE CERRO COLORADO – AREQUIPA - 2021																		
Ubicación: Cerro Colorado - Arequipa																		
Cliente: Huarca Quillile, Williams Richard - Vasquez Orcon, Guido																		
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce																		
Fecha de Ensayo: 20/12/2021																		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL																		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 2															
Descripción Estructural:	VIGA (30X75)	Nº Punto:	10															
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS																		
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS															
1	36.00	22.30	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5		6	7	8	9	10		11	12	13
1	2	3																
4	5																	
6	7	8																
9	10																	
11	12	13																
2	36.00	22.30																
3	34.00	19.80																
4	35.00	21.00																
5	35.00	21.00																
6	33.00	18.00																
7	36.00	22.30																
8	34.00	19.80																
9	33.00	18.00																
10	36.00	22.30																
11	35.00	21.00																
12	33.00	18.00																
13	34.00	19.80																
<b>Promedio</b>		<b>20.43</b>	<b>Resistencia Estimada (Mpa)</b> <b>20.43</b>															
<b>FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2</b>																		
<b>RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO</b>																		
<b>f<sub>c</sub>= 208.00 kg/cm2</b>																		

LABORATORIO DGA EIRL  
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 256786

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
Arequipa - Arequipa

**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



**RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU**

**ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)**

DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE PABELLÓN EDUCATIVO EN LA I.E. N° 40061 "ESTADO DE SUECIA", DISTRITO DE CERRO COLORADO – AREQUIPA - 2021

Ubicación: Cerro Colorado - Arequipa

Cliente: Huarca Quillile, Williams Richard - Vasquez Orcon, Guido

V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce

Fecha de Ensayo: 20/12/2021

**DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL**

INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN :	Piso 3
Descripción Estructural:	COLUMNA 30x60	N° Punto:	12
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			

N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS			
1	31.00	22.00	1	2	3	
2	30.00	20.00		4	5	
3	30.00	20.00	6	7	8	
4	29.00	19.00		9	10	
5	32.00	23.00	11	12	13	
6	32.00	23.00				
7	30.00	20.00				
8	31.00	22.00				
9	31.00	22.00				
10	29.00	19.00				
11	29.00	19.00				
12	30.00	20.00				
13	30.00	20.00				
Promedio		20.69	Resistencia Estimada (Mpa) 20.69			
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2						

**RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO**

**f<sub>c</sub> = 211.00 kg/cm2**

LABORATORIO DGA E.I.R.L.  
  
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 256786

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
Arequipa - Arequipa

**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



**RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU**

**ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)**

**DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE PABELLÓN EDUCATIVO EN LA I.E. N° 40061 "ESTADO DE SUECIA", DISTRITO DE CERRO COLORADO - AREQUIPA - 2021**

Ubicación: Cerro Colorado - Arequipa

Cliente: Huarca Quillile, Williams Richard - Vasquez Orcon, Guido

V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce

Fecha de Ensayo: 20/12/2021

**DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL**

INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN :	Piso 3
Descripción Estructural:	COLUMNA 30x60	N° Punto:	12
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			

N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS			
1	31.00	22.00	1	2	3	
2	30.00	20.00		4	5	
3	30.00	20.00	6	7	8	
4	29.00	19.00		9	10	
5	32.00	23.00	11		12	13
6	32.00	23.00				
7	30.00	20.00				
8	31.00	22.00				
9	31.00	22.00				
10	29.00	19.00				
11	29.00	19.00				
12	30.00	20.00				
13	30.00	20.00				
Promedio		20.69	Resistencia Estimada (Mpa) 20.69			
			FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			

**RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO**

**f<sub>c</sub> = 211.00 kg/cm2**

LABORATORIO DGA E.I.R.L.  
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 256786

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
Arequipa - Arequipa

**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



<b>RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU</b>	
<b>ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)</b>	
DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE PABELLÓN EDUCATIVO EN LA I.E. N° 40061 "ESTADO DE SUECIA", DISTRITO DE CERRO COLORADO – AREQUIPA - 2021	
Ubicación: Cerro Colorado - Arequipa	
Cliente: Huarca Quillille, Williams Richard - Vasquez Orcon, Guido	
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce	
Fecha de Ensayo: 20/12/2021	

<b>DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL</b>			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN :	Piso 3
Descripción Estructural:	VIGA (30X75)	Nº Punto:	14
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS			

Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS			
			1	2	3	4
1	36.00	22.30				
2	35.00	21.00				
3	36.00	22.30				
4	36.00	22.30				
5	34.00	19.80				
6	34.00	19.80				
7	34.00	19.80				
8	35.00	21.00				
9	35.00	21.00				
10	34.00	19.80				
11	36.00	22.30				
12	35.00	21.00				
13	34.00	19.80				
<b>Promedio</b>		<b>20.94</b>	<b>Resistencia Estimada (Mpa)</b>			
			<b>20.94</b>			
<b>FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2</b>						

<b>RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO</b>	
<b>f'c=</b>	<b>214.00 kg/cm2</b>

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 256786





**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



<b>RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU</b>
<b>ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)</b>
<b>DESEMPEÑO SÍSMICO APLICANDO UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE PABELLÓN EDUCATIVO EN LA I.E. N° 40061 "ESTADO DE SUECIA", DISTRITO DE CERRO COLORADO – AREQUIPA - 2021</b>
<b>Ubicación:</b> Cerro Colorado - Arequipa
<b>Cliente:</b> Huarca Quillille, Williams Richard - Vasquez Orcon, Guido
<b>V°B° Ingeniero:</b> Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce
<b>Fecha de Ensayo:</b> 20/12/2021

<b>DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL</b>			
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	PABELLON EDUCATIVO	<b>UBICACIÓN :</b>	Piso 3
<b>Descripción Estructural:</b>	VIGA (30X75)	<b>N° Punto:</b>	15
<b>MIEMBRO ESTRUCTURAL:</b> LECTURA VERTICAL EN VIGAS			

N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS			
1	35.00	21.00	1	2	3	
2	35.00	21.00		4	5	
3	34.00	19.80				
4	35.00	21.00				
5	34.00	19.80				
6	35.00	21.00	6	7	8	
7	35.00	21.00				
8	34.00	19.80				
9	33.00	18.00		9	10	
10	36.00	22.30				
11	35.00	21.00	11		12	13
12	35.00	21.00				
13	37.00	24.00				
		<b>Resistencia Estimada (Mpa)</b>				
<b>Promedio</b>		<b>20.82</b>		<b>20.82</b>		
<b>FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2</b>						

<b>RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO</b>		
<b>f'c=</b>	<b>212.00</b>	<b>kg/cm2</b>

  
 LABORATORIO DGA/EIRL  
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 256786