

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil**



**TESIS**

**NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL BLOQUE “B1” DE LA  
I. E. FE Y ALEGRÍA N°22 SAN LUIS GONZAGA DE LA CIUDAD DE  
JAÉN, 2022.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍO CIVIL**

**AUTOR:**

**BACH. WIELDER JULCA TARRILLO**

**ASESOR:**

**Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO**

**\*\*\***

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2023**

## **Agradecimientos.**

A Dios, por guiarme y brindarme la sabiduría que necesito para alcanzar con éxito mis objetivos.

A mis progenitores que me apoyaron sin condición alguna, por el cual me ha ayudado a lograr todos mis objetivos.

A mis hermanos por su comprensión y amor.

A la ilustre Universidad Nacional de Cajamarca por haberme formado como un profesional de bien, ayudar a mi formación en valores y haber vivido una bonita experiencia universitaria en mi etapa de estudiante.

A mi asesor, el Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno, por ser un gran mentor siempre que lo necesité durante la redacción de mi tesis.

## **Dedicatoria**

A Dios Todopoderoso por darme fuerzas para lograr mis metas personales.

A mis padres por los buenos consejos y el incondicional apoyo, de los cuales ayudaron a alcanzar mi meta.

A todos los docentes universitarios que me inculcaron conocimientos necesarios para ser un profesional de bien y útil para la sociedad.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	ii
INDICE DE CONTENIDO.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	vii
INDICE DE TABLAS.....	x
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT.....	xiv

	pág
1.1. INTRODUCCIÓN. ....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....	2
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.4. HIPÓTESIS. ....	3
1.5. JUSTIFICACIÓN. ....	3
1.6. ALCANCES O DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.7. LIMITACIONES.....	4
1.8. OBJETIVOS.....	4
1.8.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.9. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO. ....	5
2.1. ANTECEDENTES.....	6
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	6
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	6
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	7
2.2. BASES TEÓRICAS.....	8
2.2.1. DESEMPEÑO SISMICO.....	8
2.2.1. OBJETIVOS DE DESEMPEÑO.....	8

2.2.1.1. OBJETIVO DE DESEMPEÑO BÁSICO PARA EDIFICIOS EXISTENTES. ....	8
2.2.1.4. OBJETIVO DE DESEMPEÑO EQUIVALENTE A LOS ESTÁNDARES DE CONSTRUCCIÓN NUEVA. ....	8
2.2.2. NIVELES DE DESEMPEÑO OBJETIVO DEL EDIFICIO.....	9
2.2.2.5. RANGOS Y NIVELES DE DESEMPEÑOS ESTRUCTURALES. ....	9
2.2.3. PELIGRO SÍSMICO.....	12
2.2.3.1. NIVELES DE SISMO. ....	13
2.2.4. COMPORTAMIENTO NO LINEAL DE LOS MATERIALES. ....	16
2.2.4.1. CONCRETO. ....	16
2.2.4.2. ACERO DE REFUERZO. ....	19
2.2.4.3. LA ALBAÑILERÍA CONFINADA. ....	20
2.2.5. MODELOS NO LINEALES EN ELEMETOS ESTRUCTURALES. ....	24
2.2.5.1. RÓTULAS PLASTICAS. ....	24
2.2.5.2. MODELO DE FIBRAS. ....	25
2.2.6. ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL. ....	25
2.2.5.1. BASES DEL PROCEDIMIENTO.....	26
2.2.5.2. CONSIDERACIONES DE ANÁLISIS Y MODELADO.....	26
2.2.5.3. DETERMINACIÓN DE FUERZAS, DESPLAZAMIENTOS Y DEFORMACIONES. ....	28
2.2.5.4. PAUTAS PARA DETERMINAR LA APLICABILIDAD DEL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL. ....	32
2.2.5.5. SECTORIZACIÓN DE LA CURVA CAPACIDAD. ....	33
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	33
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	35
3.2. ÉPOCA DE LA INVESTIGACIÓN. ....	37
3.3. PROCEDIMIENTO. ....	37
3.3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO. ....	37

3.3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN. ....	37
3.3.3.	TIPO DE ANÁLISIS. ....	38
3.4.	RECOLECCIÓN DE DATOS. ....	38
3.4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS. ....	38
3.4.2.	ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS. ....	38
3.4.3.	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA. ....	39
3.5.	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES. ....	39
3.5.1.	PROPIEDADES MECANICAS. ....	39
3.6.	METRADO DE CARGAS. ....	40
3.6.1.	CARGA MUERTA. ....	40
3.6.2.	CARGA VIVA. ....	41
3.7.	MODELO MATEMÁTICO ESTRUCTURAL. ....	41
3.8.	MATERIALES. ....	41
3.8.1.	SECCIONES Y ELEMENTOS. ....	42
3.8.1.1.	MUROS ESTRUCTURALES. ....	42
3.8.1.2.	COLUMNAS. ....	45
3.8.1.3.	MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA. ....	46
3.8.1.4.	VIGAS. ....	50
3.8.1.5.	SISTEMA DE ENTREPISO. ....	52
3.9.	ELABORACION DE LA CURVA DE CAPACIDAD DE LA EDIFICACIÓN. ....	52
3.10.	DEMANDA SÍSMICA. ....	57
3.11.	SECTORIZACIÓN DE LA CURVA DE CAPACIDAD. ....	62
3.12.	OBTENCIÓN DEL PUNTO DE DESEMPEÑO DE LA ESTRUCTURA. ....	64
3.13.	RESUMEN DE RESULTADOS. ....	66
4.1.	NIVELES DE COMPORTAMIENTO SÍSMICO LOGRADO POR LA EDIFICACIÓN. ....	69
4.1.1.	DIRECCIÓN "X". ....	69

4.2.1. DIRECCIÓN "Y".....	70
5.1. CONCLUSIONES.....	72
5.2. RECOMENDACIONES.....	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
ANEXOS.....	75

## INDICE DE FIGURAS

	pág
FIGURA N° 1: Niveles de desempeño estructural.....	11
FIGURA N° 2: Objetivos de desempeño básico para estructuras existentes. ....	14
FIGURA N° 3: Factor de zona "Z" en el territorio nacional. ....	14
FIGURA N° 4: Valores del factor de suelo según la zona sísmica y el tipo de suelo. .....	15
FIGURA N° 5: Valores de los periodos "Tp" y "Tl" para los cuatro tipos de suelo... 15	15
FIGURA N° 6: Comparación de los modelos tensión - deformación para un concreto simple y uno confinado.....	17
FIGURA N° 7: Núcleo efectivo de concreto con confinamiento para una sección de geometría rectangular. ....	18
FIGURA N° 8: Factor de confinamiento para elementos cuadrados y rectangulares. .....	19
FIGURA N° 9: Curva completa del modelo tensión - deformación del acero sometido a tracción. ....	20
FIGURA N° 10: Estados límites y niveles de degradación de la rigidez de la albañilería confinada. ....	22
FIGURA N° 11: Modelos no lineales en elementos estructurales. ....	24
FIGURA N° 12: Diagrama carga vs deformación para rotulas plásticas. ....	25
FIGURA N° 13: Curva idealizada fuerza - desplazamiento.....	27
FIGURA N° 14: Ubicación Geográfica del colegio San Luis Gonzaga. ....	35
FIGURA N° 15: Modelo de Mander para concreto confinado.....	41
FIGURA N° 16: Modelo de Parker para el acero de refuerzo.....	42
FIGURA N° 17: Muro estructural en forma de L.....	42
FIGURA N° 18: Discretización por medio de fibras para el muro estructural (ML 85X70X25). ....	43
FIGURA N° 19: Diagrama de momento curvatura para el muro estructural (ML 85X70X25). ....	43
FIGURA N° 20: Muro estructural en forma de T.....	44
FIGURA N° 21: Discretización por medio de fibras para el muro estructural (ML 120X70X25X25). ....	44
FIGURA N° 22: Diagrama de momento curvatura para el muro estructural (ML 120X70X25X25). ....	45

FIGURA N° 23: Definición de la sección COL 25X50. ....	46
FIGURA N° 24: Diagrama esfuerzo - distorsión para el muro del primer nivel. ....	48
FIGURA N° 25: Diagrama fuerza - desplazamiento para muro de primer nivel. ....	49
FIGURA N° 26: Asignación de las propiedades no lineales del elemento link del primer nivel. ....	50
FIGURA N° 27: Secciones de la VP 101. ....	50
FIGURA N° 28: Secciones de la viga VP 102. ....	51
FIGURA N° 29: Secciones de la VP 103. ....	51
FIGURA N° 30: Detalle de aligerado de 20cm de espesor. ....	52
FIGURA N° 31: Estructura deformada para el último paso de aplicación de la carga lateral "push x". ....	53
FIGURA N° 32: Curva de capacidad de la edificación en el eje "x". ....	54
FIGURA N° 33: Estructura deformada para el último paso de aplicación de la carga lateral "push y". ....	55
FIGURA N° 34: Curva de capacidad de la edificación en el eje "y". ....	56
FIGURA N° 35: Ubicación de la I.E San Luis Gonzaga Fe y Alegría N°22. ....	57
FIGURA N° 36: Gráfico de los espectros de peligros uniformes para la zona en estudio. ....	59
FIGURA N° 37: Espectros según la norma E.030 para los tres periodos de retorno seleccionados. ....	62
FIGURA N° 38: Sectorización de la curva de capacidad para el eje "x". ....	63
FIGURA N° 39: Sectorización de la curva de capacidad para el eje "y". ....	64
FIGURA N° 40: Puntos de desempeños estructurales en el eje "x" para los niveles de sismo indicados. ....	65
FIGURA N° 41: Puntos de desempeños estructurales en la dirección "y" para los niveles de sismo indicados. ....	66

## INDICE DE TABLAS

	<b>pág</b>
TABLA N° 1: Niveles de sismo.....	13
TABLA N° 6: Coeficientes propuestos para la albañilería confinada.....	23
TABLA N° 7: Deformaciones representativas ( $\times 10^{-3}$ ). ....	23
TABLA N° 8: Rangos de estados límites inelásticos para muros de albañilería en Perú expresadas en porcentaje. ....	23
TABLA N° 9: Valores para el factor de modificación $C_0$ .....	30
TABLA N° 10: Valores para el factor de masa efectiva $C_m$ . ....	32
TABLA N° 11: Niveles de desempeño y rangos de desplazamiento para la sectorización de la curva de capacidad.....	33
TABLA N° 12: Resumen de la resistencia a compresión de los elementos estructurales.....	40
TABLA N° 13: Deformaciones representativas para muros portantes. ....	47
TABLA N° 14: Solicitaciones de fuerzas y desplazamientos para muro portante del primer nivel, calculado usando la Ecuación 28 del capítulo 2. ....	47
TABLA N° 15: Rigideces para la elaboración del modelo multilineal en muro del primer nivel.....	48
TABLA N° 16: Estados límites para el muro de albañilería del primer nivel. ....	48
TABLA N° 17: Cortante basal vs desplazamientos para el eje "x". ....	53
TABLA N° 18: Cortante basal vs desplazamientos en la dirección "y". ....	55
TABLA N° 19: Espectros de peligros uniformes para periodos de retorno de 225, 475, 975 y 2475 años.....	58
TABLA N° 20: Valores de periodo y pseudoaceleración para los espectros propuestos por la NTP E.030 para los 3 usos.....	60
TABLA N° 21: Rangos de desplazamiento y niveles de desempeño para la sectorización de la curva de capacidad en dirección "x". ....	62
TABLA N° 22: Rangos de desplazamiento y niveles de desempeño para la sectorización de la curva de capacidad en dirección "y". ....	63
TABLA N° 23: Valores de cortante, seudo-aceleración, periodo efectivo y desplazamientos en la dirección "x" para diferentes niveles de sismo.....	64
TABLA N° 24: Valores de cortante, seudo-aceleración, periodo efectivo y desplazamientos en el eje "y" para diferentes niveles de peligrosidad sísmica. ....	65

TABLA N° 25: Calificación del comportamiento sísmico de la edificación en el eje "x" para cada demanda sísmica según el ASCE 41-17.....	67
TABLA N° 26: Calificación del comportamiento sísmico de la edificación en el eje "y" para cada demanda sísmica según el ASCE 41-17.....	67

## Resumen.

La institución educativa San Luis Gonzaga Fe y Alegría N°22 está ubicada en la provincia de Jaén, zona de mediana peligrosidad sísmica (ZONA 2 según la norma E. 030 – 2018). La ocurrencia de un eventual terremoto podría causar pérdidas de vidas humanas y pérdidas materiales de grandes proporciones. En consecuencia, esta tesis determina el nivel de desempeño sísmico del Bloque “B1” De la I. E. Fe Y Alegría N°22 San Luis Gonzaga De La Ciudad De Jaén, 2022 obtenido con la técnica de los coeficientes propuesto y avalado por el ASCE 41 – 17. Los datos se obtuvieron de los planos del expediente (características geométricas y armaduras) y de los informes de rotura de probetas (resistencia del concreto). El modelo matemático se realizó en el software computacional SAP 2000v 23.0 donde se observó que la estructura ingresa en la región inelástica. Finalmente se concluyó que el nivel de desempeño sísmico obtenido por el edificio para un **sismo raro** es de **control de daños**.

**Palabras Clave:** Nivel de desempeño sísmico, curva de capacidad, sismorresistente, niveles de peligrosidad sísmica.

## **Abstract.**

The educational institution San Luis Gonzaga Fe y Alegría N°22 is located in the province of Jaén, an area of medium seismic danger (ZONE 2 according to standard E. 030 - 2018). The occurrence of an eventual earthquake could cause loss of human lives and material losses of great proportions. Consequently, this thesis determines the level of seismic performance of the Block "B1" Of the I.E. Fe Y Alegría N°22 San Luis Gonzaga Of The City Of Jaén, 2022 obtained with the technique of the coefficients proposed and endorsed by ASCE 41 - 17. The data was obtained from the plans in the file (geometric characteristics and reinforcement) and from the reports of test tube breakage (concrete resistance). The mathematical model was carried out in the SAP 2000v 23.0 computer software where it was observed that the structure enters the inelastic region. Finally, it was concluded that the level of seismic performance obtained by the building for a **rare earthquake** is **damage control**.

**Keywords:** seismic performance level, capacity curve, seismic resistance, seismic hazard levels.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. INTRODUCCIÓN.

La mayoría de los macrosismos que se generan en la costa occidental de América son ocasionados a causa del choque de las dos placas tectónicas: la primera se ubica en el Perú y se le conoce como la placa Sudamericana que colisiona y se eleva encima de la placa de Nazca. Ocasionalmente, también se producen otros sismos regionales y locales dentro del territorio. Estas tienen su origen en la presencia de fallas tectónicas regionales, por medio de las cuales se pueden nombrar los siguientes: Huayta allana (Junín), Pilpinto y Tampumachay (Cusco), Chuschi (Ayacucho), Angaiza, Pucatambo (San Martín), Carabelí (Arequipa) y Pucatambo (San Martín), Por ejemplo. También ha ocurrido la producción de sismos volcánicos, pero su importancia no ha sido tan grande como la de los sismos anteriores (INDECI, 2010).

Evidentemente, “La probabilidad de una catástrofe aumenta con el tamaño del terremoto, su proximidad a una metrópoli y el nivel de conciencia sísmica que haya en sus habitantes” (Bertero, 1992). Por otra parte, Esto se debe a un diseño estructural defectuoso, ya sea debido a un déficit de estándares en el momento de los cálculos, por un criterio erróneo del ingeniero a cargo o, en el caso más extremo, sería la ausencia de personal técnico o profesional para llevar a cabo el proyecto.

La estructura de la I.E. “Fe y Alegría N°22 San Luis Gonzaga” ha sido construida en 2015 debido a lo cual su diseño sísmico está basado en la normativa sismorresistente del año 2006, parámetros tales como el coeficiente de zona “z” han sido modificados en la norma E.030 del 2018.

Según el estudio de demanda estudiantil esta institución acoge a una población de 1168 educandos al año 2016 dejándose notar la importancia de esta edificación clasificada según la norma E.030 – 2018 como categoría A asignándole un factor de uso  $U=1.5$  por lo que se hace necesario conocer su comportamiento cuando incurriera en el rango inelástico debido a las sollicitaciones sísmicas.

En el sismo acaecido en Lagunas en mayo del 2019 esta estructura presentó algunas fisuras en los elementos no estructurales (parapetos), dicho evento sísmico registró en la estación acelerométrica de la ciudad de Jaén PGA's por debajo del 5% de la aceleración de la gravedad (valores de aceleraciones del suelo consideradas en un nivel de sismo frecuente) Esto plantea la pregunta de qué nivel de desempeño sísmico sería capaz de alcanzar la estructura ante la ocurrencia de un evento de sismo con aceleraciones en torno al 25 % de la aceleración de gravedad ( correspondiente a un nivel de sismo raro).

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

En el año 2019 sucedió un sismo de intensidad considerable en la selva peruana, el cual causó perjuicios estructurales en las instituciones educativas del nor - oriente peruano.

En el distrito de Pimpingos, provincia de Cutervo la infraestructura de la I.E. Manuel Gonzales Prada presentó pequeñas fisuras en los elementos de confinamiento de los muros de albañilería notando que habrían sufrido un sobre esfuerzo por corte durante el evento sísmico.

En la ciudad de Chachapoyas en la UNTRM los bloques de servicios higiénicos de la facultad de ingeniería sufrieron grandes deformaciones, presentando pequeñas grietas en las columnas y en los nodos viga – columna una vez ocurrida el sismo.

En la ciudad de Jaén las instituciones educativas también sufrieron pequeñas fisuras debido al evento sísmico de Lagunas de mayo del 2019 a pesar de haber una distancia considerable al foco del sismo y de haberse registrado en la estación acelerométrica de la Universidad Nacional de Jaén aceleraciones pico menores al 5 % de la aceleración de la gravedad considerados muy bajos. Tal es el caso de la I.E. San Luis Gonzaga Fe y Alegría N° 22 la cual presentó fisuras en las juntas sísmicas entre elementos estructurales y elementos no estructurales.

Los casos antes expuestos son de estructuras relativamente nuevas no mayores a 8 años de construidas sin embargo están presentando problemas de comportamiento frente a eventos sísmicos.

**De acuerdo con el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018)**, la institución educativa se ubica en la zona sísmica Z2 representando que para una probabilidad del 10% de ser rebasado en 50 años o un periodo de retorno de 475 años el suelo en estrato rocoso alcanzaría una aceleración de 0.25g conocido como sismo raro.

**De acuerdo con el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018)**, las instituciones educativas se consideran como edificaciones esenciales y según la filosofía de diseño sismorresistente esta clase de edificaciones deben mantenerse operativas ante un evento sísmico catastrófico, por lo que fue necesario conocer su comportamiento sísmico estructural de esta edificación para poder tomar las medidas según sea el resultado obtenido.

Presentado el problema se tiene la necesidad de conocer el comportamiento sísmico bloque “B1” de la institución educativa Fe y Alegría N°22 ya que es una edificación calificada como muy importante.

### **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es el nivel de desempeño sísmico del bloque “B1” de la I. E. Fe y Alegría N°22 San Luis Gonzaga de la ciudad de Jaén, 2022?

### **1.4. HIPÓTESIS.**

El nivel de desempeño sísmico del bloque “B1” de la I. E. Fe y Alegría N°22 San Luis Gonzaga de la ciudad de Jaén para la demanda sísmica propuesta por la norma E. 030 – 2018 y los espectros de peligro uniforme es de ocupación inmediata.

### **1.5. JUSTIFICACIÓN.**

La realización de esta tesis se justifica en la necesidad de conocer el comportamiento sísmico del bloque “B1” de la institución educativa Fe y Alegría N°22 debido a la gran importancia que tiene de albergar una cantidad considerable de alumnado, profesorado y personal administrativo, además de personas foráneas que hacen uso de los ambientes de manera estacional no continua.

Los hallazgos se utilizarán para proponer recomendaciones y posibles soluciones, y proporcionarán una base para futuras investigaciones.

## **1.6. ALCANCES O DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.**

El estudio se llevó a cabo en el bloque “B1” de la I.E. “Fe y Alegría N°22 San Luis Gonzaga” que se ubica en la ciudad de Jaén, departamento de Cajamarca. De acuerdo con la zonificación de la norma técnica del Perú E.030 – 2018 “Diseño Sismo-resistente” el distrito de Jaén se encuentra localizado en la zona Z2.

El tiempo de estudio se desarrolló en los meses de marzo a octubre del 2022, llevando a cabo un estudio determinístico que ayudó a obtener el nivel de desempeño sísmico estructural empleando el método avalado por el ASCE 41-17 y con la demanda de sismo dada por la norma técnica del Perú E.030 – 2018 y los espectros de peligros uniformes (EPU) adquiridos de la página web del SENCICO para el punto de estudio.

## **1.7. LIMITACIONES.**

No se cuenta con información del cuaderno de obra utilizado en la construcción del bloque “B1” de la I.E. “Fe y Alegría N°22 San Luis Gonzaga”, pero si se cuenta con los informes de rotura de probetas realizados en dicha construcción y obtenidos de la liquidación de obra, estos datos serán usados para determinar la calidad de los materiales (resistencia a la presión del concreto). Para obtener los datos geométricos y la información de acero de refuerzo usado en la obra se tomó como fuente el expediente técnico.

No se llevará a cabo el análisis de la interacción del suelo con la estructura.

## **1.8. OBJETIVOS.**

### **1.8.1. OBJETIVO GENERAL.**

Determinar el nivel de desempeño sísmico del bloque “B1” de la I.E. Fe y Alegría N°22 San Luis Gonzaga, de la ciudad de Jaén.

### **1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Obtener el nivel de desempeño sísmico de la estructura para el nivel de **sismo moderado.**

- Obtener el nivel de desempeño sísmico de la estructura para el nivel de sismo raro.
- Obtener el nivel de desempeño sísmico de la estructura para el nivel de **sismo muy raro**.
- Obtener el nivel de desempeño sísmico de la estructura para el nivel de **sismo máximo considerado**.

## **1.9. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.**

- **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.** Analiza las circunstancias y la problemática (pregunta principal e hipótesis), la justificación, los alcances del estudio y sus objetivos.
  
- **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.** abarca antecedentes teóricos del estudio, bases teóricas y definición de terminología básica.
  
- **CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.** Abarca la descripción del proceso, y el procesamiento de los datos.
  
- **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.** Se describe, explica y se discute los resultados del estudio.
  
- **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
  
- **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**
  
- **ANEXOS**

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES.**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.**

Pujades (2018), su investigación consiste en comportamiento sísmico de un bloque de edificios representativo de la construcción típica del Eixample de Barcelona (España), donde concluye que Por el tipo de suelo donde se encuentran la mayor parte de las edificaciones, y en la dirección Ux, las cuatro edificaciones muestran un comportamiento similar. El grado de daño medio es 2.3 para el escenario determinista y 2.7 para el probabilístico. Esto significa que se esperan daños de moderados a graves en ambos casos; además, en el caso del escenario determinista más del 10% de los edificios sufrirían daños extensos al colapso y cerca del 20% para el escenario probabilístico, lo que confirma la alta vulnerabilidad de dichos edificios. Las diferencias en los daños esperados se deben a las diferencias de mucha importancia en las características de los espectros de respuesta de los escenarios de sismo en el rango de los períodos fundamentales de los edificios.

Salcedo (2017), En su estudio de rendimiento sísmico utilizando la metodología push-over, llegó a la conclusión de que una edificación construida en la ciudad de Barranquilla de acuerdo con NSR - 10 resistiría un sismo de magnitud 7.0 con daños menores en sus componentes estructurales y estaría listo para la ocupación inmediata de nuevo. Después de un terremoto, es probable que algunos de sus sistemas deban limpiarse y repararse.

##### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.**

Santana (2018), De acuerdo con los resultados de su estudio sobre el rendimiento frente a sismos de edificios de albañilería confinada, el modelo propuesto solo cumple parcialmente con los propósitos de desempeño establecidos al inicio. Específicamente, el modelo es adecuado para análisis estático de no linealidad (Pushover), en cambio para el análisis dinámico no lineal (IDA) no es adecuado. Por último, Se ha determinado que se debe emplear un modelo de estructura con desplazamientos laterales (deriva) en el diseño lineal elástico muy cercano al máximo

establecido por la norma E.030, lo que garantiza que plantaremos una densidad de muro óptimo en cada una de las orientaciones del plano y garantizar un adecuado período de vibración y capacidad de deformación para cumplir con las sollicitaciones sísmicas.

Tunque y Colos (2020), El autor concluye que el Pabellón de Geociencias de la UNSA tuvo un desempeño inferior en una evaluación sísmica en su tesis. Una vez que se sometió el edificio a la técnica Pushover y se entendió su orden de rotación al ubicarse en la región no lineal, quedó claro que los muros colapsaron primero y desarrollaron una fluencia por flexión, lo cual era consistente con la tipología estructural del edificio a base de muros de concreto armado, generándose deformaciones severas hasta que alcanza el punto de agotamiento.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.**

Paredes (2018), De acuerdo al estudio de probabilidad de daño por sismo de la IE 82088 La Huaylla en el pueblo de San Maros - Cajamarca, 2018 el comportamiento sísmico que alcanza para sismos raros (norma E.030, 2018) se encuentra en los rangos Funcional y Cercano al Colapso en las direcciones X e Y, de manera respectiva, ocasionando derivas de 1.09% y 2.11% de manera respectiva, los cuales exceden los límites de derivas especificados en el estándar E.030; en consecuencia, no concuerdan con las disposiciones de la SEAOC 1995-COMISION 2000 para el desempeño sísmico de las estructuras esenciales de edificación.

Calderón (2017), Los resultados obtenidos del análisis espectral demuestran que el edificio alcanza distancias de 0.206 metros y 0.042 metros en la dirección de X y 0.047 metros y 0.010 metros, respectivamente, en la dirección de Y. Esto es de acuerdo con la evaluación del autor de tesis de desempeño sismo-resistente de una residencia multifamiliar de cinco niveles en la zona de Nuevo Horizonte - Jaén de Cajamarca. Los valores calculados para las derivas en cada una de las direcciones superan el límite de deriva de 0,007 dispuesto en norma E.030.

## **2.2. BASES TEÓRICAS.**

### **2.2.1. DESEMPEÑO SISMICO.**

Es la medición real de la respuesta que poseerá una estructura ante un evento sísmico de cualquier nivel de peligrosidad sísmica, entiéndase por respuesta estructural a desplazamientos, derivas, fuerza cortante basal, entre otras magnitudes (ASCE 41 – 17). Se desarrolla con la finalidad de evaluar si las hipótesis dadas durante el diseño son conformes.

El diseño por comportamiento sísmico apareció para dar mayor confiabilidad en el diseño estructural pues la mayoría de normativas no contemplan la claridad necesaria para conocer la incursión en el rango no lineal de la estructura.

Esta metodología proporciona la manera de predecir los daños en las estructuras de manera confiable permitiendo tanto al diseñador como al cliente optimizar los costos según el nivel de desempeño que vean conveniente.

### **2.2.1. OBJETIVOS DE DESEMPEÑO.**

Uno o más objetivos de desempeño son pares de grado de peligrosidad sísmico seleccionado y un grado de objetivo de desempeño estructural (ASCE 41 – 17).

#### **2.2.1.1. OBJETIVO DE DESEMPEÑO BÁSICO PARA EDIFICIOS EXISTENTES.**

La Tabla 2.1 debe utilizarse como guía al elegir un propósito de desempeño básico para edificaciones que existan (OBDE), que es un propósito de desempeño definido que cambia de acuerdo la cantidad de peligro. Los procesos de Nivel 1, 2 y 3 se pueden emplear para la demostración del cumplimiento del OBDE de acuerdo con los requisitos y restricciones que se explican a continuación (ASCE 41 – 17).

#### **2.2.1.4. OBJETIVO DE DESEMPEÑO EQUIVALENTE A LOS ESTÁNDARES DE CONSTRUCCIÓN NUEVA.**

Cuando se selecciona, el propósito básico de desempeño igual a los nuevos patrones de construcción, que es un propósito de comportamiento característico para usarse solo con la evaluación metódica de nivel 3 o la modernización que cambia de acuerdo con la categoría de peligro (ASCE 41 – 17).

## **2.2.2. NIVELES DE DESEMPEÑO OBJETIVO DEL EDIFICIO.**

Un nivel de comportamiento objetivo se basará en una agrupación de un grado de desempeño estructural y no estructural previsto (ASCE 41 – 17).

### **2.2.2.5. RANGOS Y NIVELES DE DESEMPEÑOS ESTRUCTURALES.**

El grado de comportamiento estructural de una edificación se va a seleccionar entre 6 niveles de desempeño estructural discretos y dos intervalos de desempeño estructural intermedios que se definen en la siguiente sección.

Los grados discretos de comportamiento son los siguiente.

- ✓ Ocupación Inmediata (S-1).
- ✓ Control de Daños (S-2).
- ✓ Seguridad de Vida (S-3).
- ✓ Seguridad Limitada (S-4).
- ✓ Prevención del Colapso (S-5).
- ✓ No considerado (S-6).

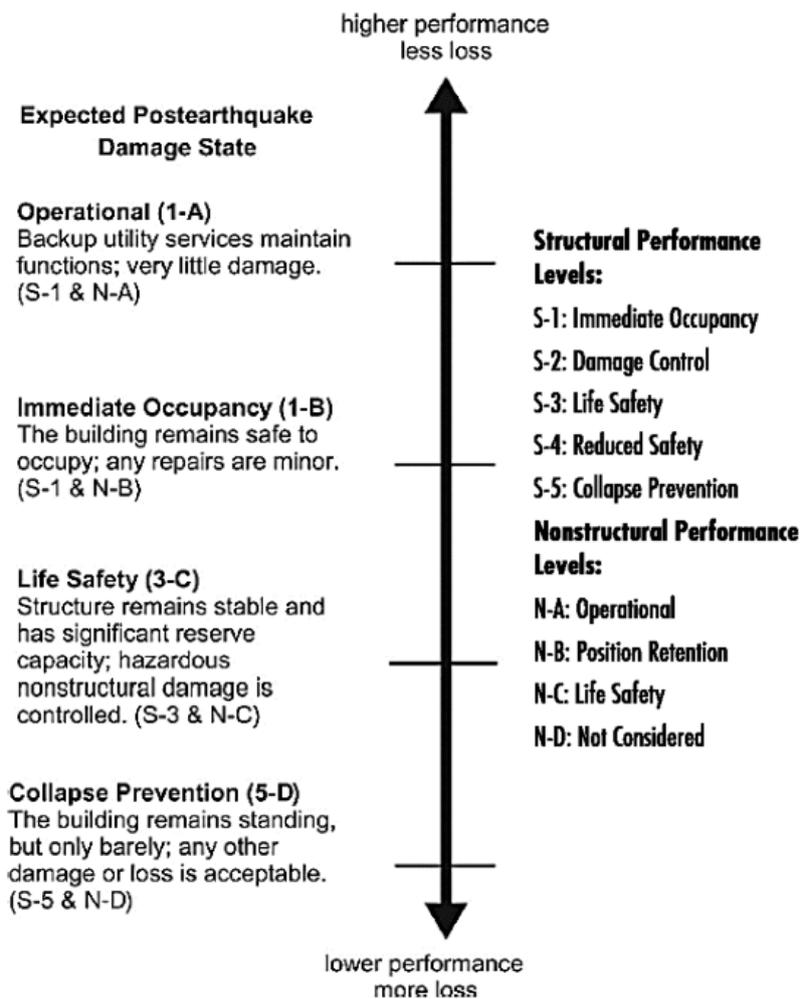
El rango de seguridad optimizado, así como el rango de seguridad disminuido son los rangos intermedios de desempeño estructural. Los juicios de aceptación para el desempeño dentro del intervalo de desempeño mejorado de la seguridad estructural se van a determinar por interpolación entre los juicios de aprobación especificados para los niveles de seguridad estructural de ocupación inmediata y la seguridad de vida. Interpolando entre los juicios de aprobación conocidos para los niveles de desempeño estructural para prevención de colapso y seguridad de vida, será posible obtener los juicios de aprobación para desempeño dentro del intervalo de desempeño de seguridad estructural (ASCE 41 – 17).

➤ **Nivel de desempeños estructurales de ocupación inmediata (S-1).** Es definido como el daño ulterior a un terremoto mediante el cual una estructura puede conservar su rigidez y resistencia esenciales ante un caso de evento de sismo mientras permanece segura para ocupar.

➤ **Rango de desempeños estructurales de seguridad mejorada.** Se define como el intervalo continuo de perjuicio entre el grado de desempeño estructural de Seguridad de Vida (S-3) y el nivel de desempeño estructural ocupación inmediata (S-1).

- **Nivel de desempeños estructurales de control de daños (S-2).** Se define como el daño después de la ocurrencia un terremoto entre el grado de desempeño estructural de seguridad de vida (S-3) y el nivel de desempeño estructural de ocupación inmediata (S-1).
- **Nivel de desempeños estructurales de seguridad de vida (S-3).** Es definido como el daño después de la ocurrencia de un terremoto, mediante el cual una estructura tiene elementos deteriorados, aunque mantiene un margen de seguridad ante el comienzo de una caída parcial o total. Para que este grado de desempeño estructural pueda alcanzar este estado se logra esperar que una estructura pueda cumplir los parámetros de aceptación establecidos
- **Rango de desempeños estructurales de seguridad reducida.** Es definido como el intervalo continuo de deterioro posterior al terremoto entre el grado de desempeño estructural de seguridad de vida (S-3) y el grado de desempeño estructural de prevención del colapso (S-5).
- **Nivel de desempeños estructurales de seguridad limitada (S-4).** Se define como el deterioro posterior al movimiento sísmico entre el grado de desempeño estructural de seguridad de vida (S-3) y el grado de desempeño estructural de prevención del colapso (S-5).
- **Nivel de desempeños estructurales de prevención del colapso (S-5).** Se define como el deterioro posterior al sismo mediante el cual una estructura tiene elementos deteriorados y sigue resistiendo carga de gravedad, aunque no retiene margen contra el desplome de la estructura.
- **Desempeños estructurales no considerado (S-6).** Cuando se lleva a cabo un análisis o nidificación no se ocupe de la estructura, el nivel de desempeño estructural se le designara como no considerado (S-6).

FIGURA N° 1: Niveles de desempeño estructural.



*Fuente:* (American Society of Civil Engineers, 2017).

**2.2.2.7. Designación de los Niveles de desempeño Objetivo del Edificio.** Un nivel de desempeño objetivo de un edificio se designa alfanuméricamente mediante un número es cual establece el grado de desempeño estructural y por medio de un carácter que establece el grado de comportamiento no estructural (ASCE 41 – 17).

➤ **Nivel de desempeño operacional del edificio (1-A).**

Para que se pueda conseguir este grado de comportamiento se tiene que cumplir que el grado de comportamiento sea de ocupación inmediata (S-1) y el grado de comportamiento no estructural sea operacional (NA).

➤ **Nivel de desempeño del edificio de ocupación inmediata (1-B).** Los elementos estructurales deben satisfacer con el grado de comportamiento

de ocupación inmediata (S-1) y los no estructurales con el grado de retención de posición (NB).

- **Nivel de desempeño del edificio de seguridad de vida (3-C).** Los elementos estructurales del edificio deben satisfacer con el grado de seguridad de vida (S-3) y los elementos no estructurales deben cumplir con el grado de desempeño no estructural de seguridad de vida (NC).
- **Nivel de desempeño del edificio de prevención del colapso (5-D).** Los elementos estructurales del edificio deben satisfacer con el grado de comportamiento de prevención del colapso (S-5) y los no estructurales con el grado de comportamiento de riesgo reducido (ND).

### 2.2.3. PELIGRO SÍSMICO.

Se representa como una medida de probabilidad que el movimiento sísmico más severo pueda surgir en un área determinada, en una determinada cantidad de años, supere (o no supere) un específico grado de magnitud de sismo (aceleración o velocidad). (SENCICO – 2013).

De una manera más global, la ley de Poisson se denota mediante la siguiente fórmula.

$$P_n(t) = \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^n}{n!} \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

$P_n(t)$ : probabilidad de que haya eventos en un periodo t.

$n$  : número de eventos.

$\lambda$  : es la razón de ocurrencia por unidad de tiempo.

La ubicación en relación con las fallas, los rasgos geológicos y geotécnicos regionales y características del lugar, y los grados de peligro sísmico establecidos determinarán la cantidad de amenaza que representa el movimiento del suelo para un edificio. La evaluación de los peligros de falla del sitio causados por condiciones geológicas y geotécnicas (ASCE 41 – 17).

El riesgo de sismo que es causado por los movimientos en el suelo se va a definir en términos de espectros de respuesta de aceleración o historial de aceleración

de los movimientos en el suelo, que se determinará basados en las probabilidades (ASCE 41 – 17).

### 2.2.3.1. NIVELES DE SISMO.

Según el ASCE 41 – 17, los niveles de sismicidad son definidos por medio de la Tabla N° 1.

TABLA N° 1: Niveles de sismo.

Nivel de Sismicidad	S <sub>DS</sub>	S <sub>D1</sub>
<b>Muy bajo</b>	< 0.167 g	< 0.67 g
	≥ 0.167 g	≥ 0.67 g
<b>Bajo</b>	< 0.33 g	< 0.133 g
	≥ 0.33 g	≥ 0.133 g
<b>Moderado</b>	< 0.50 g	< 0.20 g
	≥ 0.50 g	≥ 0.20 g

*Fuente:* (American Society of Civil Engineers, 2017).

- **(SEGURIDAD BÁSICA ANTE SISMOS – 1E).** Nivel de seguridad básica que puede ser usado con el propósito de comportamiento sísmico para las edificaciones construidas con anterioridad, se reconocen como un peligro de sismo con 20 % de probabilidad de ser sobrepasada en 50 años, aunque no más grande que el nivel de sismo BSE – 1N de una zona específica.
- **(SEGURIDAD BÁSICA ANTE SISMOS – 2E).** Nivel de seguridad básica que puede ser usado con el propósito de desempeño para edificaciones que ya existen, se reconocen como un peligro de sismo con 5% de probabilidad de ser sobrepasada en 50 años.

FIGURA N° 2: Objetivos de desempeño básico para estructuras existentes.

		NIVELES DE DESEMPEÑO SISMICO				
		Ocupación Inmediata (S-1)	Control de daños (S-2)	Seguridad de Vida (S-3)	Seguridad limitada (S-4)	Prevención Al colapso (S-5)
NIVEL DE PELIGRO SISMICO	<b>BSE-1E</b> (20%/50años) Moderado T=225 años	●	●	●	○	○
	<b>BSE-1N</b> (10%/50años) Raro T=475 años	○	●	●	●	○
	<b>BSE-2E</b> (5%/50años) Muy raro T=975 años	○	○	●	●	●
	<b>BSE-2N</b> (2%/50años) Máximo sismo considerado T=2475 años	○	○	○	○	○

CATEGORIA IV    
 CATEGORIA III    
 CATEGORIA I y II

Fuente: (American Society of Civil Engineers, 2017)

Según la norma E.030 – 2018 la aceleración horizontal máxima sobre suelo rígido cuenta con un 10% de posibilidad de ser sobrepasada en 50 años, arrojando un período de retorno de 475 años, es la métrica con la que se expresa el riesgo sísmico en territorio nacional, según norma E.030 - 2018. Este factor se expresa en función de la aceleración de la gravedad.

FIGURA N° 3: Factor de zona “Z” en el territorio nacional.

ZONA	Z
1	0.10
2	0.25
3	0.35
4	0.75

Fuente: ( norma E.030, 2018).

Este factor es obtenido para el estrato rocoso por lo que se le afecta por el factor de suelo S para obtener la aceleración en la parte inferior de la estructura. Los tipos de suelo según la norma E.030. se definen como.

FIGURA N° 4: Valores del factor de suelo según la zona sísmica y el tipo de suelo.

ZONA	SUELO			
	S0	S1	S2S	S3
Z <sub>1</sub>	0.80	1.00	1.60	2.00
Z <sub>2</sub>	0.80	1.00	1.20	1.40
Z <sub>3</sub>	0.80	1.00	1.15	1.20
Z <sub>4</sub>	0.80	1.00	1.05	1.10

Fuente: ( norma E.030, 2018).

FIGURA N° 5: Valores de los periodos "Tp" y "Tl" para los cuatro tipos de suelo.

	PERFILES DE SUELO			
	S3	S2	S1	S0
T <sub>P</sub> (S)	1.00	0.60	0.40	0.30
T <sub>L</sub> (S)	1.60	2.00	2.50	2.00

Fuente: ( norma E.030, 2018)

Para llevar a cabo la elaboración del espectro de respuesta, la norma E.030 - 2018 nos proporciona el multiplicador de ampliación sísmica "C" definido en tres tramos.

$$Si T < T_p, entonces C = 2.5 \dots\dots\dots(2)$$

$$Si T_p < T < T_l, entonces C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right) \dots\dots\dots(3)$$

$$Si T > T_l, entonces C = 2.5 \left( \frac{T_p * T_l}{T^2} \right) \dots\dots\dots(4)$$

Para hallar el valor de la pseudoaceleración espectral "Sa" la norma brinda la siguiente fórmula.

$$S_a = Z * U * S * C * g \dots\dots\dots(5)$$

Donde:

Sa: Aceleración espectral

Z: Factor de zona.

U: Factor de uso.

C: Coeficiente de ampliación sísmica.

g: Aceleración de la gravedad.

## **2.2.4. COMPORTAMIENTO NO LINEAL DE LOS MATERIALES.**

### **2.2.4.1. CONCRETO.**

➤ **Concreto no Confinado.** El concreto no confinado se comporta bien a compresión, pero es débil bajo tensión, por lo cual puede limitar su uso como material de construcción estructural. El refuerzo de acero es usado para soportar la tracción y generalmente se instala en forma de barras en áreas donde se espera que se acumule tensión debido a las acciones del servicio. La escasa resistencia a la tracción del concreto provoca grietas, que luego son restringidas por el acero. (Paz, 1992).

➤ **Concreto Confinado.** En áreas de alta compresión, el refuerzo se utiliza para elevar la resistencia del componente reforzado, disminuir la cantidad de deformación causada por cargas a largo plazo y proveer confinamiento lateral al concreto, a lo cual a su vez eleva la resistencia del material a la compresión. El concreto armado se fabrica mezclando concreto normal con refuerzo de acero.

A causa del comportamiento complejo del concreto armado, que se ha estudiado principalmente a través de la experimentación en laboratorio, las propiedades mecánicas de sus partes constituyentes se estudian de forma independiente.

Estudios llevados a cabo por Chan Kent y Park (1971) y Mander et al. (1988), muestran que un adecuado confinamiento aumenta el desempeño de los elementos y aumenta las deformaciones. transformando el concreto en un material más dúctil.

El acero transversal determina el grado de confinamiento porque aumenta en su mayor parte el esfuerzo de aplastamiento y la flexibilidad de deformación del concreto.

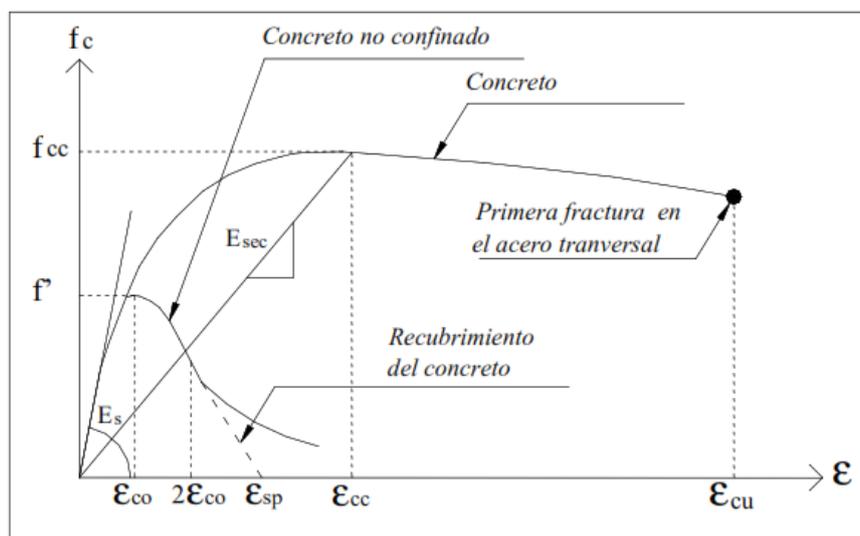
Los factores que contribuyen a un sistema de confinamiento efectivo se discuten brevemente en las siguientes secciones.

Existen varios modelos que representan el comportamiento a compresión del concreto confinado, entre lo que destacan el siguiente.

**Modelo de Mander.** Fue propuesto por Mander et al. (1988), se define mediante una curva progresiva y además se asume que el impacto del confinamiento no solamente incrementa el potencial de deformación del concreto de igual forma su esfuerzo a la compresión máxima. Es aplicado a secciones de forma circular, rectangular y/o cuadrada, Popovics (1973).

Una vez que el refuerzo de acero transversal se agrieta y no se logre contener el núcleo de concreto, las deformaciones transversales resultantes del núcleo pueden llegar a ser extremadamente grandes, como lo predice la deformación unitaria última o de falla  $\epsilon_{cu}$  del concreto de este modelo.

FIGURA N° 6: Comparación de los modelos tensión - deformación para un concreto simple y uno confinado.



Fuente: Mander et al., 1988.

La gráfica es definida según las subsiguientes ecuaciones.

$$f_c = \frac{xr f_{cc}}{r-1+x^r} \dots\dots\dots(6)$$

$$\chi = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{cc}} \dots\dots\dots(7)$$

$$r = \frac{E_c}{E_c - E_{sec}} \dots\dots\dots(8)$$

$$\varepsilon_{cc} = \varepsilon_{co} \left[ 1 + 5 \left( \frac{f_{cc}}{f'_c} - 1 \right) \right] \dots\dots(9)$$

Donde:

$f_{cc}$ : máxima resistencia del concreto con confinamiento.

$f'_c$ : máxima resistencia del concreto no confinado.

$\varepsilon_c$ : Deformación unitaria del concreto.

$\varepsilon_{cu}$ : Deformación última unitaria del concreto.

$\varepsilon_{co}$ : Deformación para la resistencia máxima del concreto

$\varepsilon_{sp}$ : Deformación última unitaria asociada al recubrimiento del concreto .

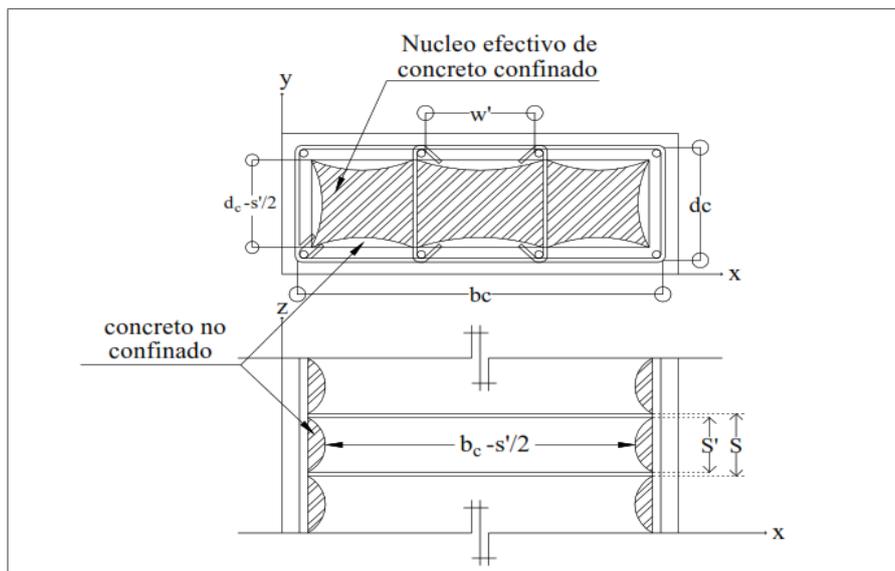
$\varepsilon_{cc}$ : Deformación unitaria del concreto simple, asociada al esfuerzo máximo confinante.

$E_c$ : Módulo de elasticidad del concreto sin confinar.

$E_{sec}$ : Módulo secante del concreto sin confinar asociado al máximo esfuerzo confinante.

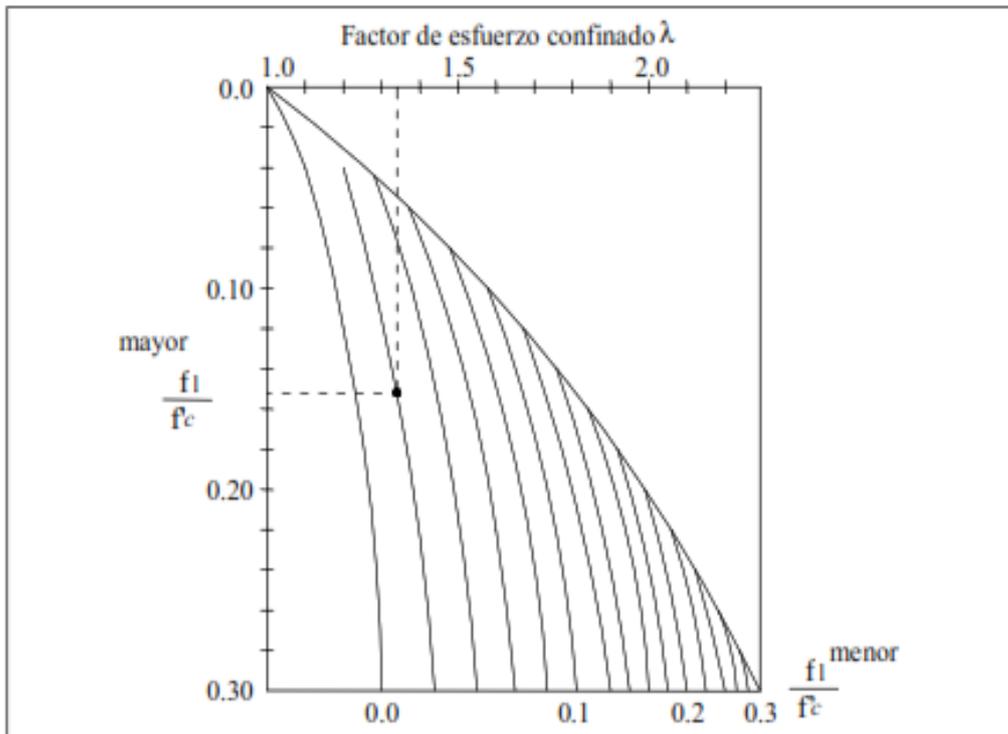
La máxima resistencia a la compresión  $f_{cc}$  depende de la fuerza de confinamiento lateral efectiva ( $f_{le}$ ), y de la clase de estribo utilizada para confinar el elemento.

FIGURA N° 7: Núcleo efectivo de concreto con confinamiento para una sección de geometría rectangular.



Fuente: Mander et al., 1988.

FIGURA N° 8: Factor de confinamiento para elementos cuadrados y rectangulares.



Fuente: Mander et al., 1988.

#### 2.2.4.2. ACERO DE REFUERZO.

A causa de su alta resistencia a la tensión, este material se emplea principalmente para resistir las fuerzas de tensión inducidas en el refuerzo del concreto durante el proceso de diseño. Además, el refuerzo de compresión longitudinal generalmente se usa para que el concreto pueda resistir altas fuerzas de compresión, aunque el acero debe soportar en gran medida el pandeo para este propósito.

- **Modelo de Park y Paulay.** Fue planteado por Park y Paulay (1975) Donde  $\epsilon_{sh}$  se representa como la deformación unitaria inicial mediante el cual comienza el endurecimiento del material y  $\epsilon_{su}$  se representa como la deformación unitaria final en la que cesa el endurecimiento, este intervalo  $\epsilon_{sh} \leq \epsilon_s \leq \epsilon_{su}$ , define la zona de transición deformación-endurecimiento.

La siguiente ecuación se puede emplear para el cálculo del valor de los esfuerzos ( $f_s$ ) realizados en el área de endurecimiento debido a la deformación.

$$f_s = \left[ \frac{mu+2}{60u+2} + \frac{(60-m)u}{2(30r+1)^2} \right] f_y \dots\dots\dots(11)$$

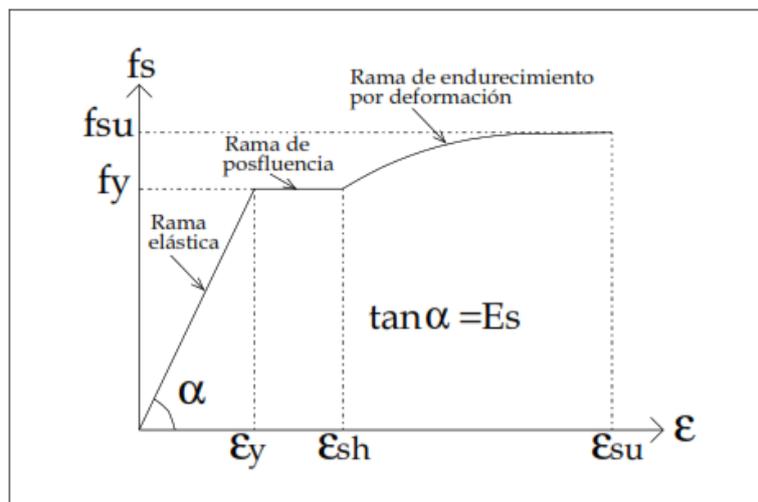
Las siguientes ecuaciones se pueden emplear para el cálculo de los parámetros m, r y u directamente a partir de pruebas experimentales.

$$m = \frac{\frac{f_{su}}{f_y}(30r+1)^2 - 60r - 1}{15r^2} \dots\dots\dots(12)$$

$$r = \epsilon_{su} - \epsilon_{sh} \dots\dots\dots(13)$$

$$u = \epsilon_s - \epsilon_{sh} \dots\dots\dots(14)$$

FIGURA N° 9: Curva completa del modelo tensión - deformación del acero sometido a tracción.



Fuente: Park et al., 1988.

Las características mecánicas de interés se pueden determinar midiendo su curva de tensión-deformación, debido a lo cual en la siguiente sección se explican los modelos analíticos más populares del momento.

### 2.2.4.3. LA ALBAÑILERÍA CONFINADA.

Es un material de uso muy extendido en todo el Perú, a pesar de eso no se contaba con modelos no lineales de la albañilería peruana.

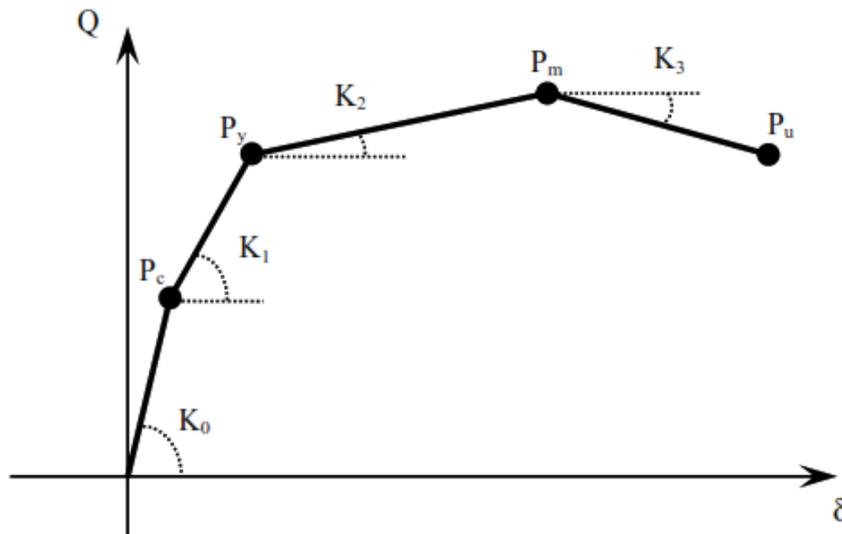
Gracias a investigadores del CISMID, hoy se cuenta con un modelo tetralineal de comportamiento de la albañilería, el cual se describe a continuación.

### **Estados límite de la albañilería confinada.**

De acuerdo con (Cardenas et al., 2014) El daño es definido conforme a los cuatro estados límites que se presenta a continuación.

- **Estado elástico.** Éste acontece una vez que el muro presenta un desempeño elástico y una rigidez inicial ( $K_0$ ) hasta la aparición de la primera fisura, este punto es denominado de agrietamiento ( $P_c$ ). Donde los pequeños desplazamientos y esfuerzos están dados por la carga cíclica, aparecen las primeras grietas horizontales en las columnas.
- **Estado post – elástico.** Después de las primeras fisuras hay incremento de agrietamiento hasta la aparición de fisuras diagonales. Este punto es llamado de fluencia ( $P_y$ ). El muro de albañilería muestra una rigidez post – elástica ( $K_1$ ) el cual es menos que la rigidez inicial.
- **Estado de fluencia.** Este estado es caracterizado por un largo nivel de deformación con un ligero incremento del esfuerzo exhibiendo una gran pérdida de rigidez ( $K_2$ ) hasta llegar el punto de máxima resistencia ( $P_m$ ), conforme la rigidez y la resistencia van decreciendo las grietas diagonales van en incremento.
- **Estado último.** La rigidez decrece con pendiente negativa ( $K_3$ ) y hay una drástica reducción de la resistencia hasta que el muro falla alcanzando el último punto ( $P_u$ ) este se considera cuando se tiene una reducción del 20 por ciento de fuerza. En algunos muros no se alcanza una reducción del 20% de fuerza en estos casos se considera la última deriva alcanzada.

FIGURA N° 10: Estados Límites y niveles de degradación de la rigidez de la albañilería confinada.



Fuente: Cárdenas et al., 2014.

➤ **Formulación para encontrar el esfuerzo a corte promedio.**

Según (Díaz et al., 2019) el esfuerzo a corte promedio en muros de albañilería confinada se puede calcular usando la siguiente fórmula.

$$\frac{\tau}{F_m} = \beta_0 + \beta_1 \left( \frac{P_t \cdot \sigma_y}{F_m} \right)^{0.7} + \beta_2 \frac{P_{we} \cdot \sigma_{wy}}{F_m} + \beta_3 \frac{\sigma_0}{F_m} \dots\dots\dots(15)$$

Donde:

h: altura del muro de albañilería confinada.

L: longitud del muro de albañilería confinada.

l: longitud efectiva del muro.

Pt : cuantía de esfuerzo longitudinal.

$\alpha_t$ : área de la sección transversal de la columna de confinamiento.

$\alpha_w$ : área de la sección lateral de la columna de confinamiento.

$\sigma_y$ : esfuerzo de fluencia del refuerzo longitudinal de la columna de confinamiento.

$\sigma_{wy}$ : esfuerzo de fluencia del refuerzo transversal de la columna de confinamiento.

$\sigma_0$ : carga axial.

$F_m$ : esfuerzo axial de las pilas de albañilería.

La regresión multilineal obtenida a partir de la ecuación anterior conduce a la obtención de los valores de  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  y  $\beta_3$ .

TABLA N° 2: Coeficientes propuestos para la albañilería confinada.

Coeficiente	Agrietamiento	Fluencia	Máximo	Último
$\beta_0$	0	0	0	0
$\beta_1$	0	0	0.054	0.221
$\beta_2$	0.249	0.426	0.432	0.077
$\beta_3$	0.221	0.175	0.29	0.503

Fuente: (Diaz et al., 2019).

También se tiene las deformaciones representativas de la albañilería.

TABLA N° 3: Deformaciones representativas ( $\times 10^{-3}$ ).

Tipo de Unidad	Agrietado	Fluencia	Máximo	Último
<b>Industrial</b>	0.6	1.9	7.6	11.7
<b>Sólido</b>	0.4	1.3	3.5	8.0
<b>Artesanal</b>				
<b>Unidad tubular</b>	0.4	0.6	1.9	3.7

Fuente: (Diaz et al., 2019).

➤ **Estados límites para muros de albañilería confinada.**

Según (Zavala et al., 2019) para los tres tipos de unidades de albañilería se ha identificado 5 estados límites los cuales son: ocupación inmediata (IO), seguridad de vida (LS), operacional (O), prevención del colapso (CP) y colapso (C) los puntos extremos de estos indican los valores límites del mismo.

TABLA N° 4: Rangos de estados límites inelásticos para muros de albañilería en Perú expresadas en porcentaje.

Estado	Industrial	Artesanal	Tubular
<b>C</b>	64.0%	59.7%	60.6%
<b>CP</b>	3.0%	7.5%	7.1%

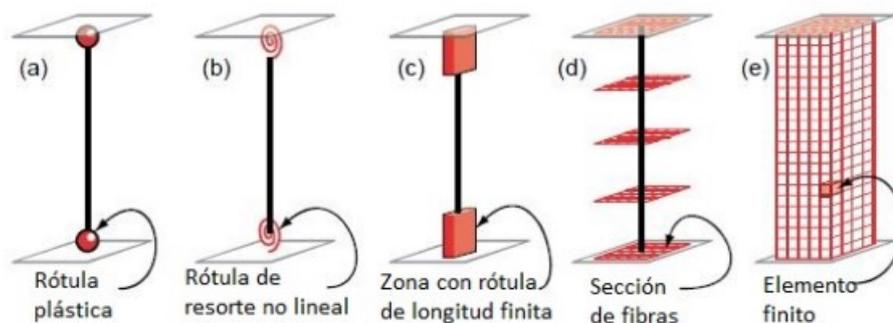
<b>LS</b>	7.0%	9.0%	19.4%
<b>IO</b>	26.0%	23.9%	12.9%
<b>O</b>	0.0%	0.0%	0.0%

Fuente: (Zavala et al., 2019)

### 2.2.5. MODELOS NO LINEALES EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

EL desempeño no lineal de los elementos se modela con algo muy sencillo como una rótula plástica de un solo grado de libertad, hasta lo más avanzado y complejo como es el modelo tridimensional de elementos finitos mostrado en la figura siguiente.

FIGURA N° 11: Modelos no lineales en elementos estructurales.



Fuente: (American Society of Civil Engineers, 2017)

#### 2.2.5.1. RÓTULAS PLÁSTICAS.

Conocidas también como puntos de plasticidad concentrada, son mecanismos que se ubican en puntos específicos de las unidades estructurales que debido a que en zona específica los materiales incursionan en el rango inelástico son capaces de disipar energía logrando así la redistribución de acciones en la estructura global (American Society of Civil Engineers, 2017).

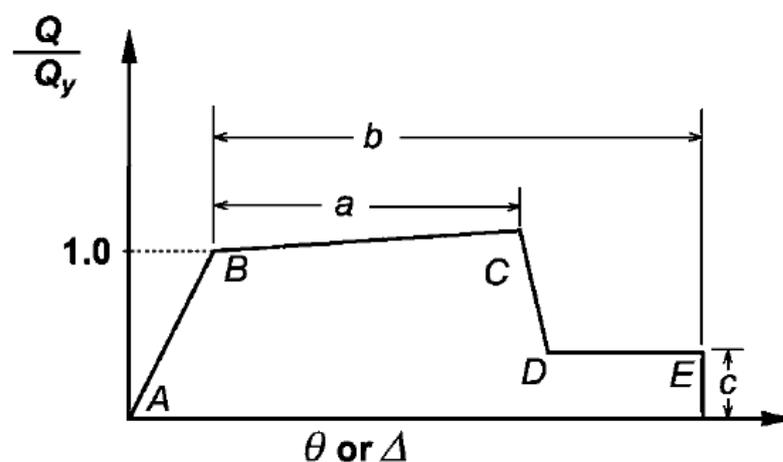
A la distancia entre el extremo de un elemento y el lugar donde se presenta la rótula plástica se le conoce como longitud plástica siendo esta aproximadamente dos veces la el peralte del elemento estructural.

Para el análisis estático no lineal es menester precisar la forma y el comportamiento de los puntos de plasticidad concentrada, debido a que en relación a estas se va disminuyendo progresivamente la rigidez de las secciones y en general

de la estructura permitiendo de esta manera conocer la curva de capacidad de la estructura.

Para la definición de estas rótulas plásticas el ASCE 41-17 establece las curvas de fuerza vs deformación o momento rotación que establece puntos de control necesarios para su construcción tal como se indica en la figura siguiente, proporcionando los valores para tales puntos (A, B, C, D, E) y de los valores de a, b y c en las tablas 10.7, 10.8 y 10.9.

FIGURA N° 12: Diagrama carga vs deformación para rotulas plásticas.



Fuente: (American Society of Civil Engineers, 2017)

### 2.2.5.2. MODELO DE FIBRAS.

Conocidas también como modelo de plasticidad distribuida. Es un modelo que puede utilizar algoritmos basados en fuerzas y/o deformaciones discretizando las secciones transversales, este logra capturar la conducta inelástica a lo largo de la longitud del elemento incluso si emplea una sección de fibra por miembro, siendo recomendable el uso de 4 hasta 7 secciones repartidas en la longitud del elemento (American Society of Civil Engineers, 2017).

### 2.2.6. ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL.

El objetivo del análisis estático de no linealidad es igual al del análisis estático lineal; la diferencia es que tiene en cuenta la no linealidad de los materiales físicos y de la geometría de la estructura para proporcionar una representación más precisa de la situación.

En vista de que el análisis estático de no linealidad es un problema más difícil que el análisis lineal, requiere un enfoque múltiple si se quiere encontrar una solución satisfactoria.

La resistencia de una estructura está determinada por los esfuerzos máximos de corte y flexión que puede soportar en sus diversos puntos de construcción. Más allá del límite elástico, sus capacidades solo pueden determinarse mediante la aplicación de alguna forma de análisis no lineal, como el análisis estático no lineal.

Esta técnica utiliza una sucesión de análisis de series elásticas que se superponen para producir una representación gráfica de la curva de capacidad. Dicho de otra manera, esta curva relaciona los desplazamientos en los niveles de la parte superior de la estructura ( $\delta$ ) con las fuerzas en los pisos de la parte inferior del edificio ( $V$ ).

#### **2.2.5.1. BASES DEL PROCEDIMIENTO.**

Si se elige un enfoque estático no lineal para llevar a cabo el análisis sísmico de una edificación, será necesario crear un modelo matemático que pueda incorporar de forma directa las características no lineales de la carga: la deformación de los elementos individuales de la edificación cuando se someten a fuerzas laterales crecientes, que implica a las cargas de inercia durante un movimiento telúrico, más allá de un umbral predeterminado. Los procesos de análisis y modelado matemática deben satisfacer con los estándares establecidos más adelante (American Society of Civil Engineers, 2017)

#### **2.2.5.2. CONSIDERACIONES DE ANÁLISIS Y MODELADO.**

Según (American Society of Civil Engineers, 2017) las consideraciones de análisis y modelado son las siguientes.

##### **Requerimientos generales.**

Selección del nodo de control, selección de los patrones de carga sísmica, cálculo del periodo efectivo.

La razón entre la fuerza de corte en la base con traslación lateral del punto de control debe oscilar dentro del intervalo de 0% a 150% del desplazamiento previsto,  $\delta_t$ .

En el modelo matemático para combinaciones con cargas sísmicas, también se deben tener en cuenta las componentes de gravedad. En cada dirección de análisis, las fuerzas sísmicas deben aplicarse tanto positiva como negativamente, y el análisis debe utilizar el máximo efecto sísmica.

Para tener en cuenta la fuerza de deformación en toda la longitud, el modelo de análisis debe discretizarse.

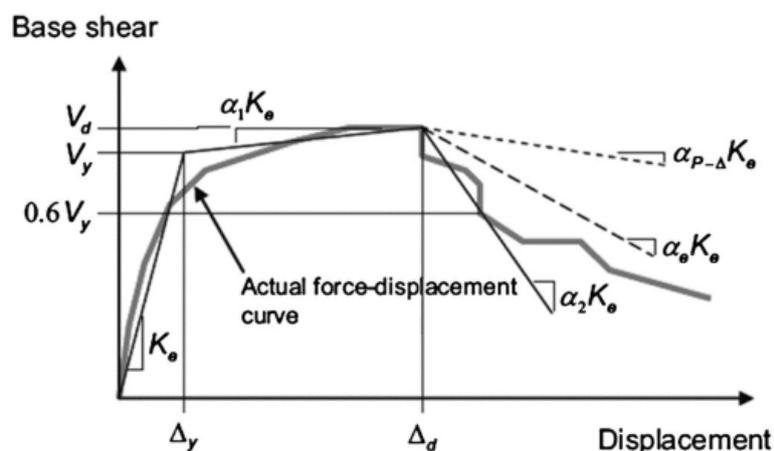
En el modelo serán incluidos los componentes primarios y secundarios.

**Desplazamiento del nodo de control.** El punto de control se debe colocar en el punto medio de la masa del entrepiso. Si el modelo matemático debe tener en cuenta fuerzas sísmicas específicas, se debe determinar la traslación del nodo de control.

**Distribución de carga lateral.** Las cargas que se aplicaran lateralmente deben tenerse en cuenta en el modelo matemático para que el diafragma de cada piso tenga una carga proporcional a su masa. Para asegurar una estructura equilibrada, estas cargas deben distribuirse verticalmente de manera equivalente al primer modo fundamental de vibración en cada una de las orientaciones de análisis.

**Idealización de la curva fuerza – desplazamiento.** Se puede observar en la FIGURA 2.15, que se puede calcular una relación ideal utilizando la rigidez lateral efectiva del edificio,  $K_e$ , y el esfuerzo de fluencia lateral efectivo,  $V_y$ , para reemplazar la relación fuerza -desplazamiento no lineal entre la fuerza de corte en la base y la traslación del nodo de control.

FIGURA N° 13: Curva idealizada fuerza - desplazamiento.



Fuente: (American Society of Civil Engineers, 2017)

La primera sección recta de la gráfica trilineal empieza en el punto de origen y cuenta con una pendiente equivalente a la rigidez lateral efectiva,  $K_e$ . Esta se puede utilizar como la rigidez secante obtenida para una fuerza de corte en la base equivalente al 60% de la fluencia efectiva de la estructura  $V_y$ , pero esta fuerza debe ser menor que la cortante máxima basal.

La pendiente post - fluencia positiva ( $\alpha_1 K_e$ ), está representada por el segundo segmento de la línea, que se encuentra ubicando en la coordenada  $(V_d, \Delta_d)$  y el punto en el cruce con el primer tramo de la línea de modo que las zonas por arriba y por la parte inferior de la curva son iguales de forma aproximada.

El último tramo de la línea representa la pendiente negativa detrás del límite elástico ( $\alpha_2 K_e$ ), que se establece por el último punto de la pendiente positiva detrás del límite elástico  $(V_d, \Delta_d)$  y la coordenada en el cual la fuerza de corte en la base se degrada al 60% de su valor efectivo.

- **Determinación del periodo.** Usando la gráfica de fuerza-desplazamiento idealizada previamente definida, podemos determinar el período fundamental efectivo a lo largo de la dirección en consideración usando la ecuación correspondiente.

$$T_e = T_i \sqrt{\frac{K_i}{K_e}} \dots\dots\dots(16)$$

Donde:

$T_i$  : Período elástico fundamental (en segundos) en la orientación de análisis considerado obtenido por el análisis dinámico lineal.

$K_i$ : Rigidez elástica lateral del edificio en la orientación de análisis elegida.

$K_e$ : Rigidez efectiva lateral del edificio en la orientación de análisis elegida.

### 2.2.5.3. DETERMINACIÓN DE FUERZAS, DESPLAZAMIENTOS Y DEFORMACIONES.

**Requerimientos generales.**

Se puede utilizar ECUACION 17 o un proceso avalado que tome en consideración la respuesta no lineal del edificio para determinar el desplazamiento deseado  $\delta_t$ , para edificios con diafragma rígido en cada piso.

La estructura flexible debe tenerse en cuenta implícitamente en el diseño de las construcciones con diafragmas no rígidos. La traslación lateral se fijará de la misma forma que para los diafragmas rígidos, con el añadido de que se ampliará por la razón entre la mayor traslación lateral en cualquier punto del entrepiso y la mayor traslación lateral en el centro de masa del entrepiso  $\left(\frac{\delta_{max}}{\delta_{cm}}\right)$ ,  $\delta_{max}$  y  $\delta_{cm}$ . El análisis se va a basar en el espectro de respuesta de un modelo de construcción en tres dimensiones. Sin embargo, el desplazamiento resultante no será menos que la prevista por la ECUACION 17. Las líneas verticales de la estructura sísmica no se evaluarán para desplazamientos menores que el desplazamiento previsto.

En cambio, para las edificaciones con diafragma flexible, se debe determinar un propósito de desplazamiento para cada línea vertical de la estructura sísmica del edificio, y las masas del edificio se deben distribuir a lo largo de estas líneas de acuerdo con su parte proporcional del área total del edificio.

### Desplazamiento del nodo de control.

El desplazamiento previsto  $\delta_t$ , en cada nivel se debe calcular por medio de la siguiente ecuación.

$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g \dots\dots\dots(17)$$

Donde:

$S_a$ : Aceleración del espectro de respuesta para el periodo fundamental efectivo y relación de amortiguamiento de la edificación en cada una de las direcciones de análisis.

$g$ : Aceleración de la gravedad.

$C_0$ : Un factor de alteración calculado utilizando uno de los siguientes métodos que correlaciona la traslación lateral espectral de un solo grado de libertad (SDOF) con el desplazamiento del entrepiso de la edificación en el caso de un sistema de múltiples grados de libertad (MDOF).

El multiplicador de masa participativa del primer modo que se multiplica por la coordenada del primer modo en el punto de control.

Los valores apropiados según la Tabla 10; o el multiplicador de aportación de masa obtenido usando un vector de forma respectivo a la deformación de la construcción para el desplazamiento previsto que se multiplica por la ordenada del vector de forma de nodo de control.

TABLA N° 5: Valores para el factor de modificación  $C_0$ .

Número de Pisos	Patrón de carga triangular	Patrón de carga uniforme	Cualquier otro patrón
1.00	1.00	1.00	1.00
2.00	1.20	1.15	1.20
3.00	1.20	1.20	1.30
5.00	1.30	1.20	1.40
10+	1.30	1.20	1.50

Fuente: (American Society of Civil Engineers, 2017).

$C_1$ : Factor de cambio relacionado al máximo desplazamiento inelástico previsto y obtenido para la respuesta elástica lineal obtenido por medio de la ECUACIÓN 18, Para periodos inferiores a 0.2 s,  $C_1$  no necesita ser considerado mayor que el valor en  $T=0.2s$ .

Para periodos superiores a 1.0s,  $C_1=1$ .

$$C_1 = 1 + \frac{\mu_{strength}}{aT_e^2} \dots\dots\dots(18)$$

Donde:

$a$ : Coeficiente de lugar.

$a = 130$  para clase A y B.

$a = 90$  para clase C.

$a = 60$  para clase D, E o F.

$T_e$ : Periodo fundamental efectivo de la estructura en la orientación de análisis.

$\mu_{strength}$ : Razón entre el esfuerzo elástico y el esfuerzo de fluencia. Este coeficiente se calcula según LA ECUACION 20.

$C_2$ : Factor de cambio que muestra el efecto de pinchado de la forma histerética, de la degradación de la rigidez cíclica y debilitamiento de la resistencia en el desplazamiento máximo obtenido a través de la ECUACIÓN 19. Para periodos mayores a 0.7 s,  $C_2=1.0$ .

$$C_2 = 1 + \frac{1}{800} \left( \frac{\mu_{strength} - 1}{T_e} \right)^2 \dots\dots\dots(19).$$

La razón de resistencia  $\mu_{strength}$  se debe calcular usando la Ecuación 20.

$$\mu_{strength} = \frac{S_a}{V_y/W} * C_m \dots\dots\dots(20)$$

Donde:

$S_a$ : Se define líneas arriba.

$V_y$ : Esfuerzo de fluencia de la edificación calculada en la orientación del análisis utilizando resultados de curvas de fuerza vs desplazamiento no lineales idealizados.

$W$ : Peso sísmico efectivo.

$C_m$ : Coeficiente de masa efectiva. Alternativamente  $C_m$  es posible considerarlo como la relación de contribución de masa modal efectiva para modo fundamental calculada usando eigenvalores.  $C_m$  asume el valor de 1 si el periodo fundamental es superior a 1.0 s.

Para edificaciones con rigidez posterior a la fluencia con pendiente negativa,  $\mu_{max}$  puede ser calculado con la Ecuación 21.

$$\mu_{max} = \frac{\Delta_d}{\Delta_y} + \frac{|\alpha_e|^{-h}}{4} \dots\dots\dots(21)$$

Donde:

$\Delta_d$ : El mínimo desplazamiento previsto,  $\delta_t$ , o el desplazamiento respectivo a la cortante basal máxima que se define por medio de la FIGURA N° 9.

$\Delta_y$ : Desplazamiento en el esfuerzo de fluencia efectivo que se define por medio de la FIGURA N° 9.

$h$ :  $1 + 0.15 \ln(T_e)$ ; y

$\alpha_e$ : gradiente post – fluencia negativa y puede ser obtenida con la Ecuación 22.

$$\alpha_e = \alpha_{P-\Delta} + \lambda(\alpha_2 - \alpha_{P-\Delta}) \dots\dots\dots(22)$$

Donde:

$\alpha_2$ : Pendiente post – fluencia negativa que se define por medio de la FIGURA N° 9. Esta razón incorpora los efectos  $P - \Delta$  por cada ciclo.

$\alpha_{P-\Delta}$ : Pendiente negativa causada por los efectos  $P - \Delta$ .

$\lambda$ : Factor de efecto de campo cercano.

= 0.8 si  $S_{x1} \geq 0.6$  para BSE – 2N.

= 0.2 si  $S_{x1} \leq 0.6$  para BSE – 2N.

TABLA N° 6: Valores para el factor de masa efectiva  $C_m$ .

N° de pisos	Pórticos de concreto	Muros de corte	Pórticos de acero	Pórticos concéntricos de acero	Pórticos excéntricos de acero	Otros
1-2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3 o mas	0.90	0.80	0.90	0.90	0.90	1.00

*Nota:  $C_m$  puede tomarse como 1.0 si el periodo fundamental en la dirección de análisis es mayor que 1.0 s*

Fuente: (American Society of Civil Engineers, 2017)

#### 2.2.5.4. PAUTAS PARA DETERMINAR LA APLICABILIDAD DEL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL.

Según (American Society of Civil Engineers, 2017) existen dos características, el cual deben cumplir las estructuras para que les sea aplicable el proceso del análisis estático no lineal.

1. Si el ratio  $\mu_{strength}$  obtenido según la Ecuación 20 es menor al ratio  $\mu_{max}$  calculado según la Ecuación 21, caso contrario se aplica el método dinámico no lineal.

2. Si el efecto de los modos superiores no son significantes esto se determina de la siguiente manera: Se realiza un análisis modal de respuesta espectral considerando los modos suficientes para excitar más del 90 por ciento de la masa participativa, después se lleva a cabo otro análisis modal utilizando solo el primer modo de vibración, luego se tiene que si la cortante resultante en cualquier piso calculada para los modos que excitan más del 90 % es mayor en 130% a la cortante calculada usando solo el primer modo de vibración entonces se considera insignificantes a los modos superiores y procede el análisis estático no lineal.

#### 2.2.5.5. SECTORIZACIÓN DE LA CURVA CAPACIDAD.

Según (Structural Engineers Association of California, 1995) Si se conoce la traslación lateral que pertenece al punto de la fluencia en la edificación , se puede dividir la curva de capacidad en sectores que definen los niveles de comportamiento de la estructura .

TABLA N° 7: Niveles de desempeño y rangos de desplazamiento para la sectorización de la curva de capacidad.

NIVEL DE DESEMPEÑO	RANGO DE DESPLAZAMIENTO
ocupación inmediata (s-1)	0 a $\Delta FE$
control de daños (s-2)	$\Delta FE$ a $(\Delta FE + 0.30\Delta P)$
seguridad de vida (s-3)	$(\Delta FE + 0.30\Delta P) - (\Delta FE + 0.60\Delta P)$
seguridad reducida (s-4)	$(\Delta FE + 0.60\Delta P) - (\Delta FE + 0.80\Delta P)$
prevención del colapso (s-5)	$(\Delta FE + 0.80\Delta P) - \Delta P$

$\Delta FE$ : Desplazamiento del punto de fluencia efectiva.  
 $\Delta P$ : Rango plástico.

Fuente:(Structural Engineers Association of California, 1995).

### 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

**Capacidad.** Representa la capacidad del edificio para soportar cargas sísmicas. La resistencia a la deformación y la capacidad de absorber cargas de cada componente determina la capacidad estructural general (American Society of Civil Engineers, 2017).

**Demanda.** Representa el movimiento sísmico. Un movimiento sísmico produce patrones de traslaciones laterales complejas en la estructura que pueden variar con el tiempo, por ello, la utilización de traslaciones horizontales como condición de diseño es más claro y fácil de usar. Suponiendo una edificación dada y un nivel de actividad sísmica, el desplazamiento de la demanda puede ser considerado como una apreciación de la máxima respuesta que se espera de la edificación (American Society of Civil Engineers, 2017).

**Desempeño.** Es la cuantificación real de la respuesta que poseerá una estructura ante un evento sísmico de cualquier nivel de peligrosidad sísmica, entiéndase por respuesta estructural a desplazamientos, derivas, fuerza cortante basal, entre otras magnitudes (American Society of Civil Engineers, 2017).

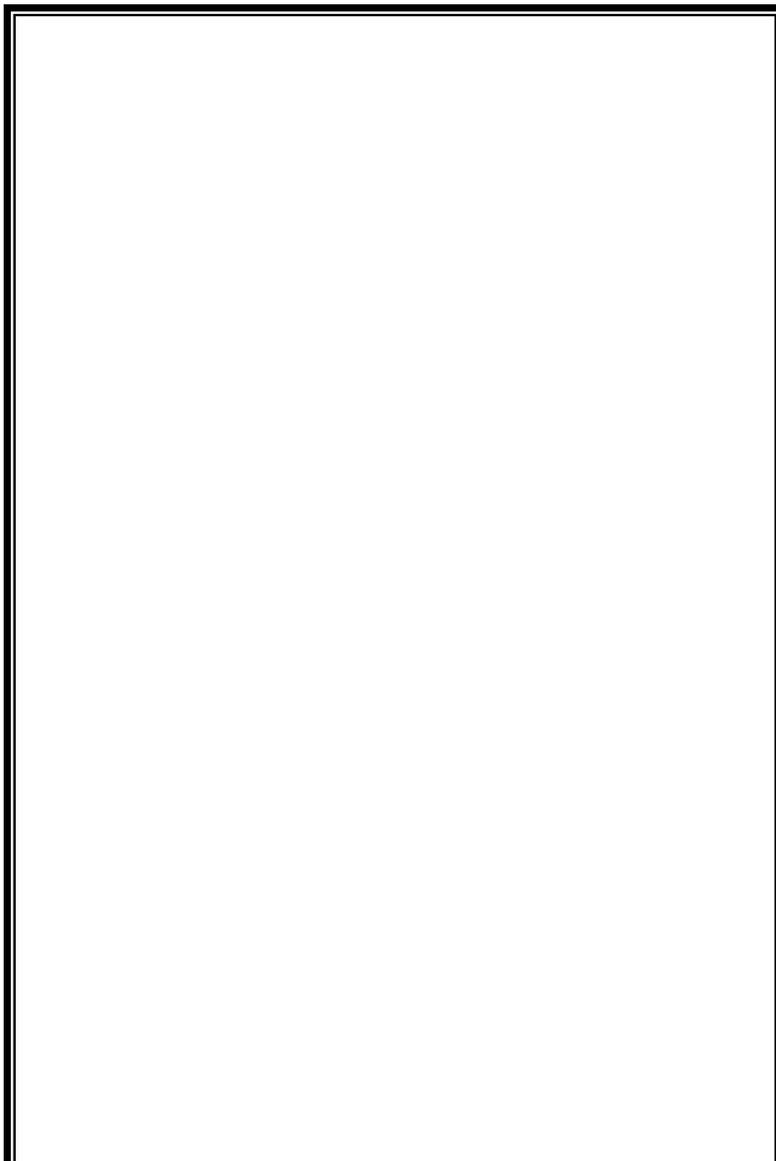
## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.**

Como resultado de esta investigación, se pudo calcular el nivel de desempeño sísmico. del bloque “B1” de la I.E. Fe y Alegría N°22 San Luis Gonzaga, Jaén, ubicado entre las calles: San Luis Gonzaga, Francisco Orellana, Alfredo Bastos y Junín.

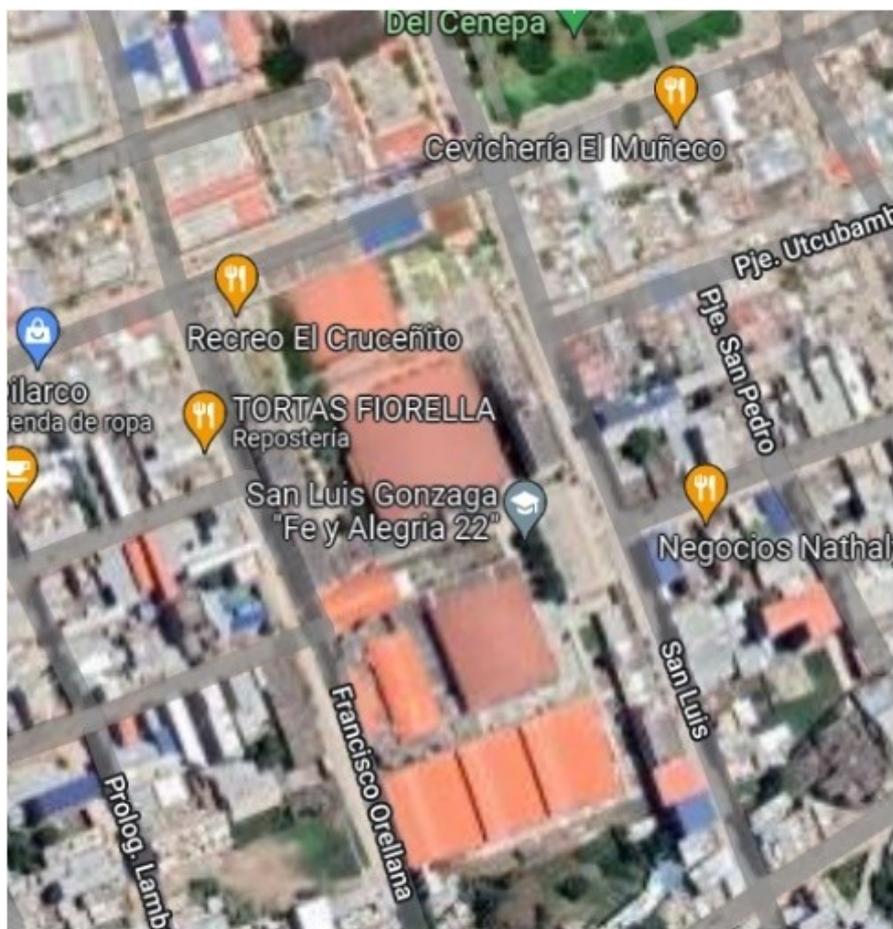
FIGURA N° 14:Ubicación Geográfica del colegio San Luis Gonzaga.





Districtos de la provincia de Jaén





La institución educativa San Luis Gonzaga Fe y Alegría N° 22 se ubica entre la calle San Luis y Junín de la ciudad de Jaén a un costado del parque Héroes del Cenepa.

### **3.2. ÉPOCA DE LA INVESTIGACIÓN.**

En el año 2022, se realizó este estudio. adoptando métodos novedosos para el diseño estructural y análisis de desempeño que permitan comprender el comportamiento de la estructura al momento que ingresa a rangos no lineales.

### **3.3. PROCEDIMIENTO.**

#### **3.3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO.**

La población está conformada por todas las edificaciones (bloques) de la I.E. Fe y Alegría N°22 San Luis Gonzaga, Jaén, la muestra es el bloque "B1" de la misma. El modelo de muestreo es no probabilístico por conveniencia o intencional.

#### **3.3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

Investigación aplicada, descriptiva, no experimental y cuantitativa.

### **3.3.3. TIPO DE ANÁLISIS.**

**Análisis cuantitativo probabilístico.** Recopilamos y resumimos cuidadosamente los datos que forman la base de la hipótesis. Después de eso, examinamos cuidadosamente los resultados para dar una respuesta a la hipótesis propuesta.

### **3.4. RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Los diversos documentos de edificación existentes se utilizaron como fuentes de datos e información para el desarrollo de esta investigación; como las liquidaciones de obra y el Expediente Técnico, de tal forma que fueron adquiridos por La Municipalidad Provincial de Jaén; Para este proyecto de investigación contamos con varios documentos que son pertinentes: estudio de mecánica de suelos, planos de construcción (planos de replanteo: Arquitectura, Estructuras, Detalles de refuerzo, Cimentaciones, etc.), especificaciones técnicas (Especificaciones técnicas de materiales), informe de rotura de probetas obtenida de las valorizaciones respectivas los cuales proporcionaron la obtención de las propiedades estructurales de la edificación tales como: las medidas de los componentes estructurales, el área del acero y entre otros, cabe resaltar que se cuenta con informes de rotura de probetas obtenidas del laboratorio que realizó dichos ensayos.

#### **3.4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.**

El análisis de la data se completó utilizando métodos computarizados, principalmente utilizando el programa SAP y otros softwares tales como Microsoft Word y Excel, MathCad, AutoCAD, etc.

#### **3.4.2. ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.**

Utilizando el software SAP v23., se realizó el modelado computacional y análisis de la estructura. La recolección y procesamiento de datos se realizó con Microsoft Excel y Word, MathCad y AutoCAD. Los resultados se presentan mediante tablas y gráficos.

### 3.4.3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.

La edificación cuenta con tres niveles, en el primer nivel tiene ambientes de servicios higiénicos para mujeres, depósito y sala de usos múltiples, en el segundo nivel tiene ambientes de servicios higiénicos y laboratorios y el tercer nivel posee ambientes de servicios higiénicos y sala de reuniones de la Asociación de Padres y Madres de Familia. Tiene un largo total de 20.80 m y 7.40m de ancho. Los elementos estructurales que presenta son los siguientes: Cimentación armada corrida rigidizada tipo "T" con peralte de cimentación de 50 cm y vigas de cimentación que alcanzan la altura de 1.20 m, muros estructurales tipo "L" en las esquinas y tipo "T" en los ejes intermedios, las vigas principales están orientadas en el eje "y" y tienen un peralte de 55 cm y de ancho entre 25 y 30 cm, las vigas secundarias están orientadas en el eje "x" con dimensiones de 25x45 cm, muros de albañilería confinada compuesta de ladrillos asentados de cabeza con un espesor de 24 cm.

En el eje "x", el sistema estructural consiste en muros estructurales de concreto armado, mientras que en el eje "y" los muros son de albañilería confinada.

### 3.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

Según la memoria de cálculo del expediente técnico se describen las propiedades de los materiales y recubrimientos usados en cada uno de las unidades estructurales que compone el edificio de acuerdo al tipo de exposición que estarán durante su vida útil.

#### 3.5.1. PROPIEDADES MECANICAS.

➤ **Acero de refuerzo.**

$$\text{Esfuerzo de fluencia. } f_y = 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Carga última. } f_u = 6300 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Módulo de elasticidad. } E = 2000000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Coeficiente de Poisson } \mu = 0.30.$$

➤ **Concreto.**

Esfuerzo de compresión máximo. Según Tabla N°12.

$$\text{Coeficiente de Poisson } \mu = 0.15$$

➤ **Albañilería.**

Resistencia a compresión.  $f'm = 65 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Módulo de elasticidad.  $E = 32500.00 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Resistencia al corte  $v'm = 8.1 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

TABLA N° 8: Resumen de la resistencia a compresión de los elementos estructurales.

<b>ELEMENTO</b>	<b>F'c (<math>\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}</math>)</b>
Cimentación	219
Columnas y muros estructurales del primer nivel	229
Vigas del primer nivel	219
Aligerado del primer nivel	223
Columnas y muros estructurales del segundo nivel	220
Vigas del segundo nivel	216
Aligerado del segundo nivel	249
columnas y muros estructurales del tercer nivel	209
vigas del tercer nivel	223
aligerado del tercer nivel	223

Fuente: Obtenido del informe de rotura de probetas..

Para el modelamiento estructural necesitamos las características físico – mecánicas de los materiales, para el caso del concreto he obtenido la resistencia a compresión del informe de rotura de probetas de ejecución de obra, el Anexo 02 muestra de manera detallada el informe de rotura de probetas.

### **3.6. METRADO DE CARGAS.**

#### **3.6.1. CARGA MUERTA.**

La carga permanente está de acuerdo al peso volumétrico de cada material en concordancia al estándar E-020 del RNE y sus respectivas dimensiones de cada elemento, el peso propio de cada elemento lo cuantifica de forma automatizada el programa de análisis, por lo tanto, solo se va a metrar la carga que el programa no cuantifica por sí solo, como es el caso de los acabados de pisos, cielos rasos,

revestimientos y muros de tabiquería u cualquier otro elemento que se requiera cuantificar de manera más aproximada, se muestra en el Anexo 01.

### **3.6.2. CARGA VIVA.**

La carga viva es de acuerdo al tipo de uso de cada ambiente en concordancia con la norma E-020 del RNE, tal como se muestra en el Anexo 01

### **3.7. MODELO MATEMÁTICO ESTRUCTURAL.**

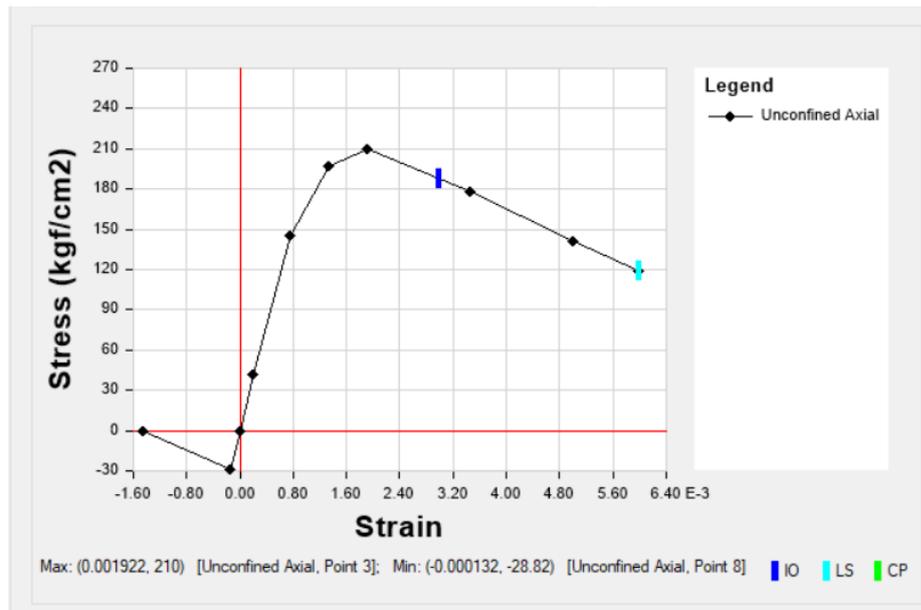
Con la información recopilada del bloque I, conociendo propiedades de materiales, las medidas de las cargas y lo indicado en la ASCE 41 – 17 y en la NTE. E 060 se realizó el modelo matemático estructural en el software SAP 2023.

### **3.8. MATERIALES.**

Para los elementos estructurales tipo muro de concreto estructural que son de sección “t” se usó las rótulas plásticas a partir de fibras la cual requiere que se defina la curva de esfuerzo deformación no lineal de los materiales que conforman el elemento, ya que cuando se defina la sección esta se discretizará en fibras con las propiedades de cada material según el lugar geométrico que le corresponda en la sección.

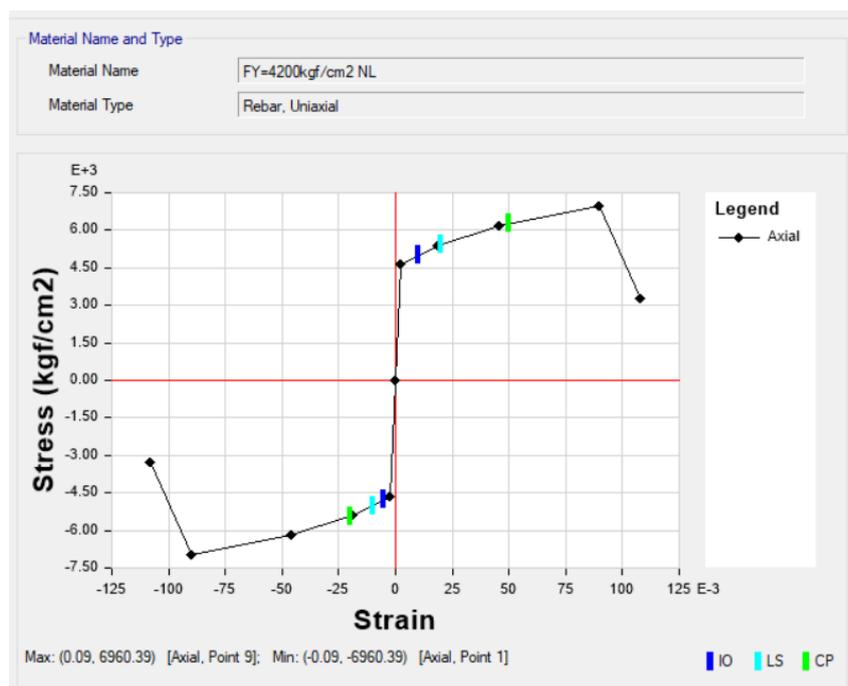
- **Concreto confinado.** Se utilizó el modelo de Mander.

FIGURA N° 15: Modelo de Mander para concreto confinado.



- **Acero de Refuerzo.** Se utilizó el modelo de Parker.

FIGURA N° 16: Modelo de Parker para el acero de refuerzo.

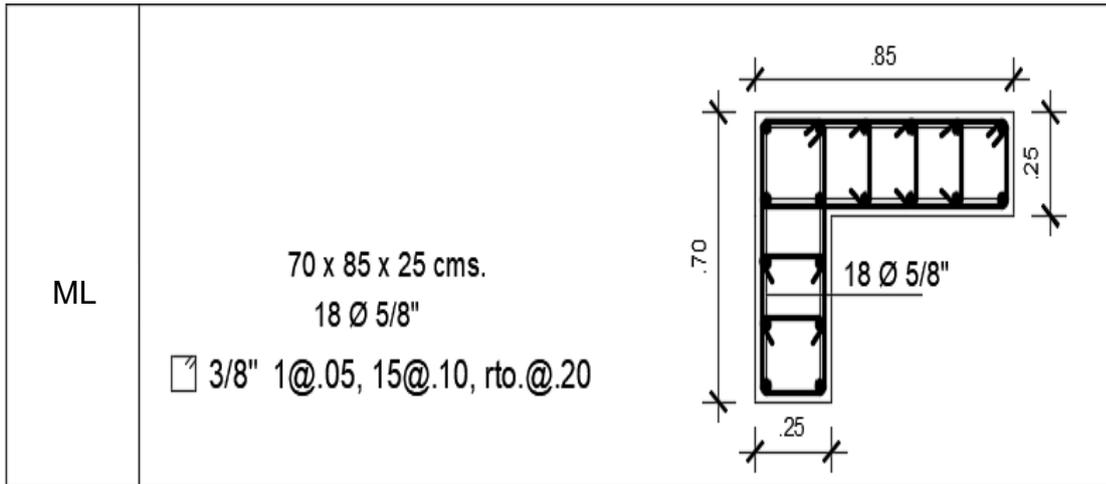


### 3.8.1. SECCIONES Y ELEMENTOS.

#### 3.8.1.1. MUROS ESTRUCTURALES.

✓ Muro estructural (ML 85X70X25).

FIGURA N° 17: Muro estructural en forma de L.



Fuente: Obtenido del expediente técnico.

FIGURA N° 18: Discretización por medio de fibras para el muro estructural (ML 85X70X25).

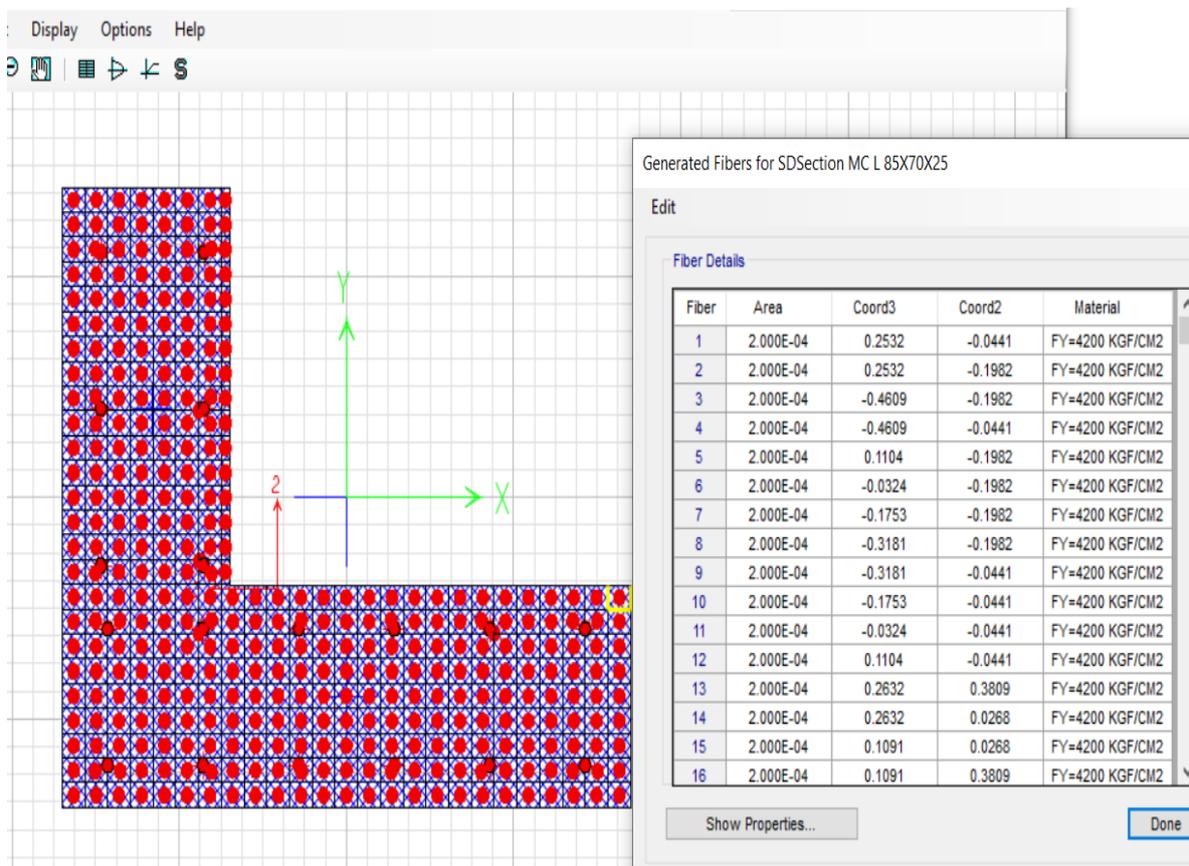


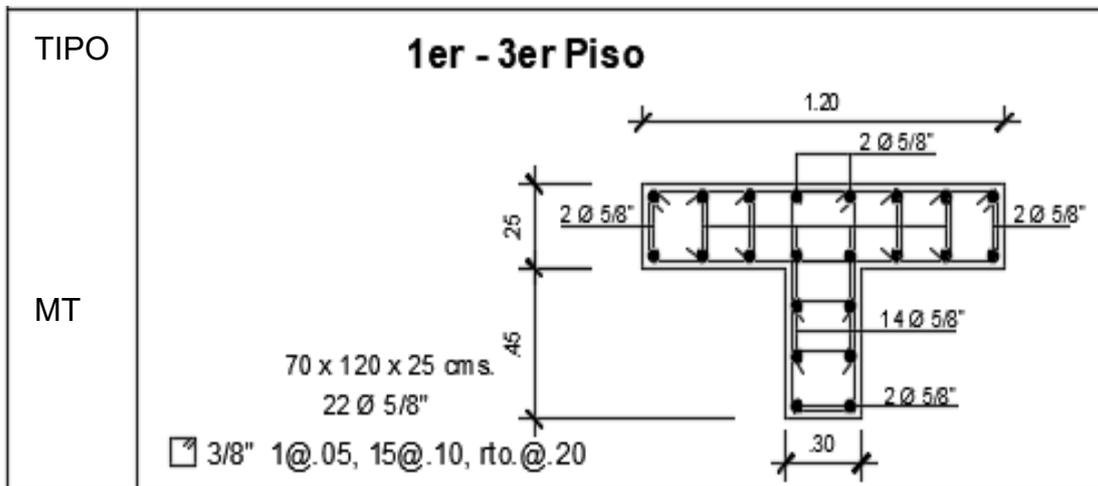
FIGURA N° 19: Diagrama de momento curvatura para el muro estructural (ML 85X70X25).

Moment Curvature Curve (Limits: P(comp.) = -728.078, P(ten.) = 151.863)



✓ **Muro estructural (MT 120X70X25).**

FIGURA N° 20: Muro estructural en forma de T.



Fuente: Obtenido del expediente técnico.

FIGURA N° 21: Discretización por medio de fibras para el muro estructural (ML 120X70X25X25).

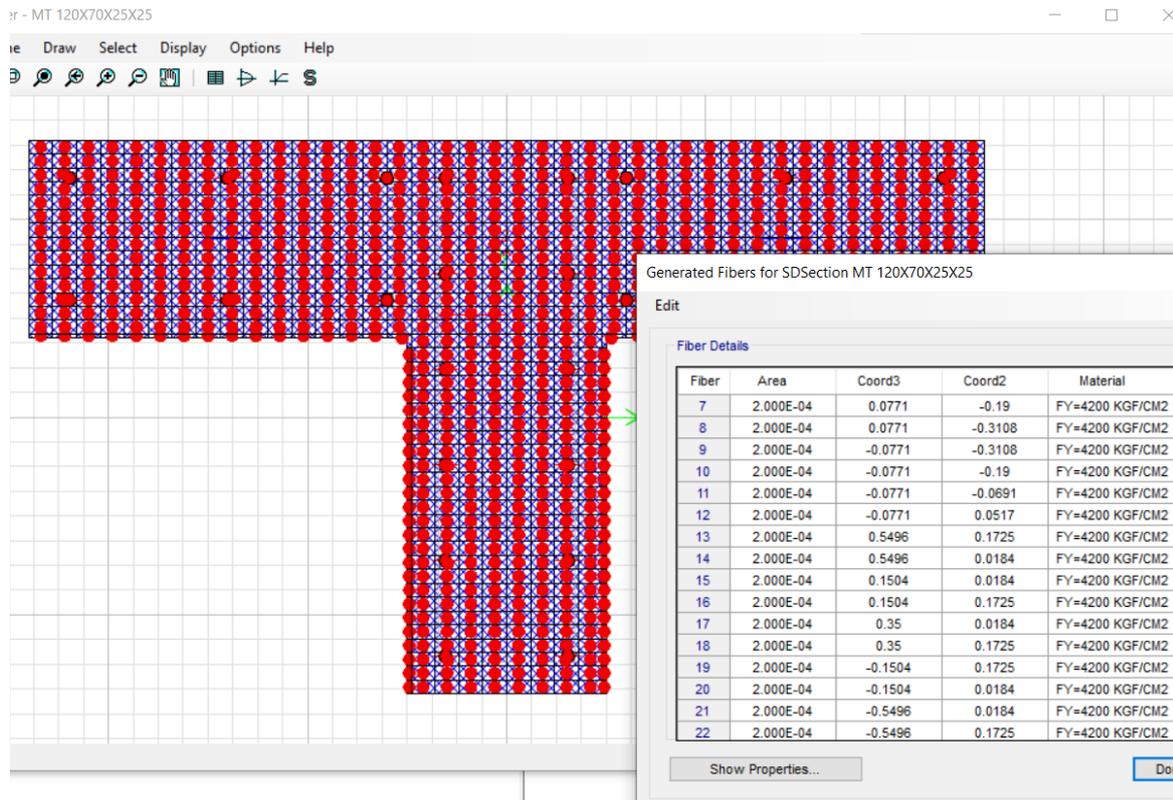
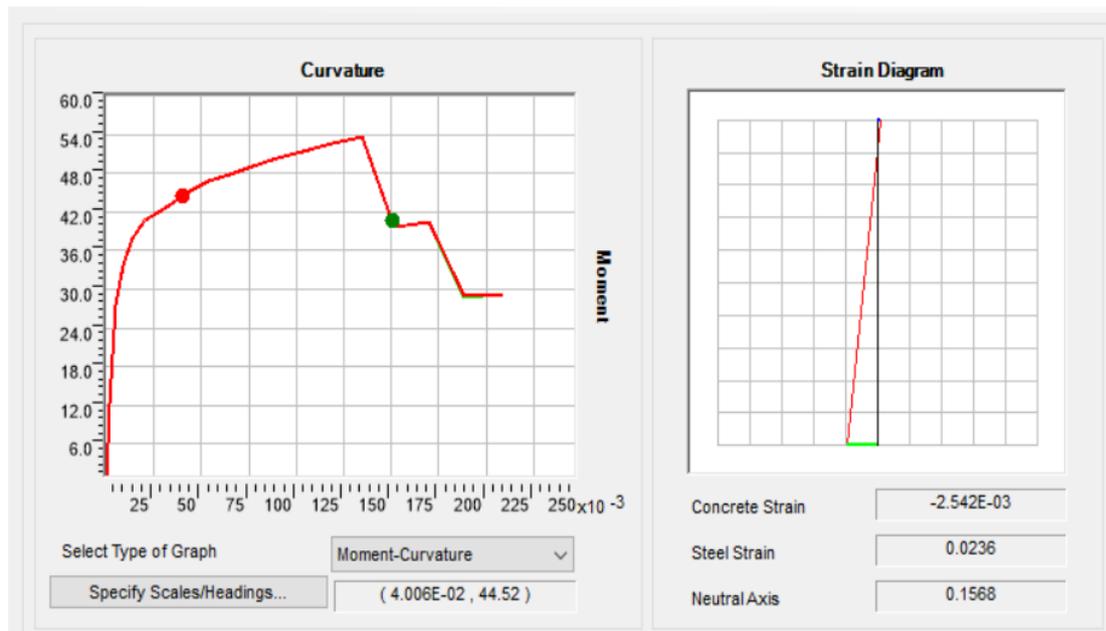


FIGURA N° 22: Diagrama de momento curvatura para el muro estructural (ML 120X70X25X25).

Moment Curvature Curve (Limits: P(comp.) = -933.419, P(ten.) = 202.484)

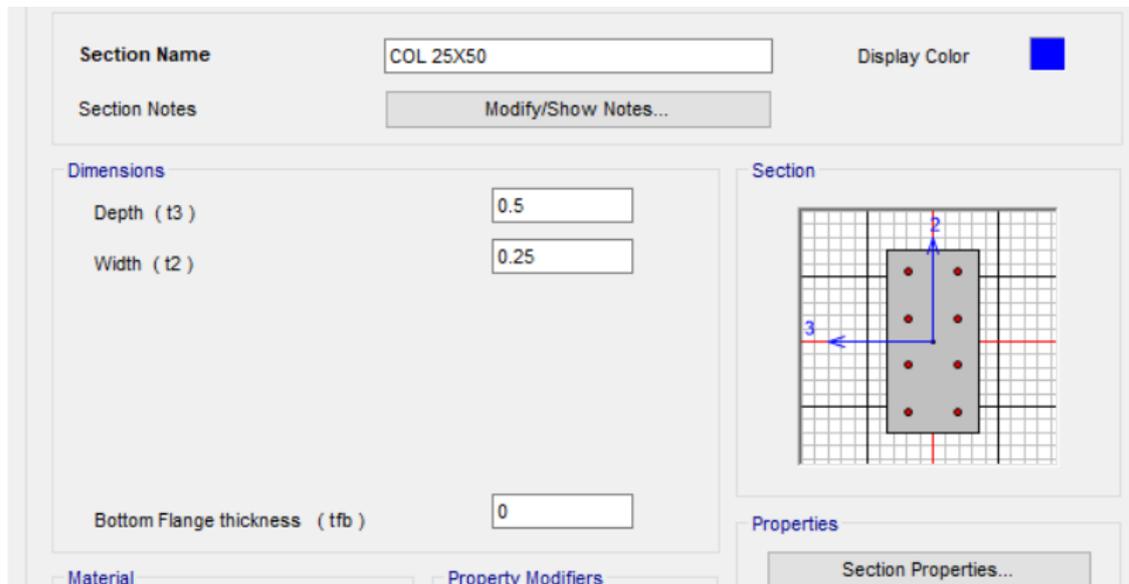


### 3.8.1.2. COLUMNS.

✓ Columna (C2 25X50).

Para el caso de las columnas por ser elementos rectangulares se puede usar el modelo de plasticidad concentrada por lo tanto para asignar las rótulas plásticas se ha tomado las indicaciones de las tablas 10.8 y 10.9 del ASCE 41 -17.

FIGURA N° 23: Definición de la sección COL 25X50.



### 3.8.1.3. MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA.

Los muros de albañilería confinada serán idealizados como un elemento link vertical cuyas propiedades se calcularán de acuerdo al ítem 2.2.4.3. En el anexo 03 planos, lámina E-01 se muestra la elevación del muro de albañilería confinada en el eje "1".

#### ✓ Muros del primer nivel.

Tipo de Ladrillo	Industrial		
$f'_m$	65	kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo máximo de compresión del muro
$\rho_t$	0.00232		Cuantía longitudinal del muro
$f_y$	4200	kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de fluencia del acero longitudinal.
$\rho_{we}$	0.0026		Cuantía transversal del muro
$f_{wy}$	4200	kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de fluencia del acero transversal.
$\sigma_0$	2.813	kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo axial actuante

Número de Pisos	3	
Peso x m <sup>2</sup>	1000	kgf/m <sup>2</sup>

Ancho Tributario	2.25	m
Espesor del muro	24	cm
Altura del muro	2.95	m
Longitud Libre del muro 1	2.75	m
Longitud Libre del muro 2		m
Longitud Libre del muro 3		m
Longitud Libre del muro 4		m
Peralte Columna	50	cm
Espesor de Columna	25	cm
Longitud Total del Muro	300	cm
Longitud efectiva del Muro	275	cm
Área de acero longitudinal	15.92	cm <sup>2</sup>
Cuantía longitudinal de muro por columna a tracción	0.00232	
Área de acero transversal	0.32	cm <sup>2</sup>
Ramas	2	
Espaciamiento de Estribos	10	cm
Cuantía transversal de una columna	0.00256	

TABLA N° 9: Deformaciones representativas para muros portantes.

Tipo de ladrillo	Agrietado	Fluencia	Máximo	Ultimo
<b>Industrial</b>	0.0006	0.0019	0.0076	0.0117
<b>Solido Artesanal</b>	0.0004	0.0013	0.0035	0.008
<b>Tubular</b>	0.0004	0.0006	0.0019	0.0037

*Fuente:* (Diaz et al., 2019).

TABLA N° 10: Solicitaciones de fuerzas y desplazamientos para muro portante del primer nivel, calculado usando la Ecuación 28 del capítulo 2.

<b>Estado Límite</b>	<b><math>\tau</math> (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Deriva</b>	<b>V<sub>m</sub> (kgf)</b>	<b>V<sub>m</sub> (kN)</b>	<b>Desplazamiento</b>	
<b>Origen</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	cm
<b>Agrietado</b>	3.299	0.0006	23751.44	237.51	0.294	cm
<b>Fluencia</b>	5.073	0.0019	36522.28	365.22	0.931	cm
<b>Máximo</b>	6.389	0.0076	46001.18	460.01	3.724	cm
<b>Ultimo</b>	6.043	0.0117	43508.32	435.08	5.733	cm

La ductilidad obtenida es de 4 con una deriva inelástica de 0.0098 para el desplazamiento en la dirección “y”.

TABLA N° 11: Rigideces para la elaboración del modelo multilineal en muro del primer nivel.

<b>K<sub>0</sub></b>	80787.20	kgf/cm	80.79	kN/mm	k <sub>1</sub> /k <sub>0</sub>	0.710
<b>K<sub>1</sub></b>	57334.83	kgf/cm	57.33	kN/mm	k <sub>2</sub> /k <sub>0</sub>	0.204
<b>K<sub>2</sub></b>	16470.17	kgf/cm	16.47	kN/mm	k <sub>3</sub> /k <sub>0</sub>	-0.268
<b>K<sub>3</sub></b>	-21656.71	kgf/cm	-21.66	kN/mm		

TABLA N° 12: Estados límites para el muro de albañilería del primer nivel.

<b>Estado Limite</b>	<b>Industrial</b>		<b>Deriva Límite</b>	<b><math>\tau</math> (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Despl. Limite</b>	<b>Fuerza Limite</b>
<b>Colapso (C)</b>			0.0117	0	5.733	0.00
	0.64	0.006272	0.0117	6.389	5.733	46001.18
<b>Prevención</b>			0.0054	0	2.660	0.00
<b>Colapso (CP)</b>	0.03	0.000294	0.0054	6.389	2.660	46001.18
<b>Seguridad de vida (LS)</b>			0.0051	0	2.516	0.00
	0.07	0.000686	0.0051	6.389	2.516	46001.18
<b>Ocupación inmediata (IO)</b>			0.0044	0	2.180	0.00
	0.26	0.002548	0.0044	6.389	2.180	46001.18
<b>Operacional (O)</b>			0.0019	0	0.931	0.00
	0	0	0.0019	6.389	0.931	46001.18

FIGURA N° 24: Diagrama esfuerzo - distorsión para el muro del primer nivel.

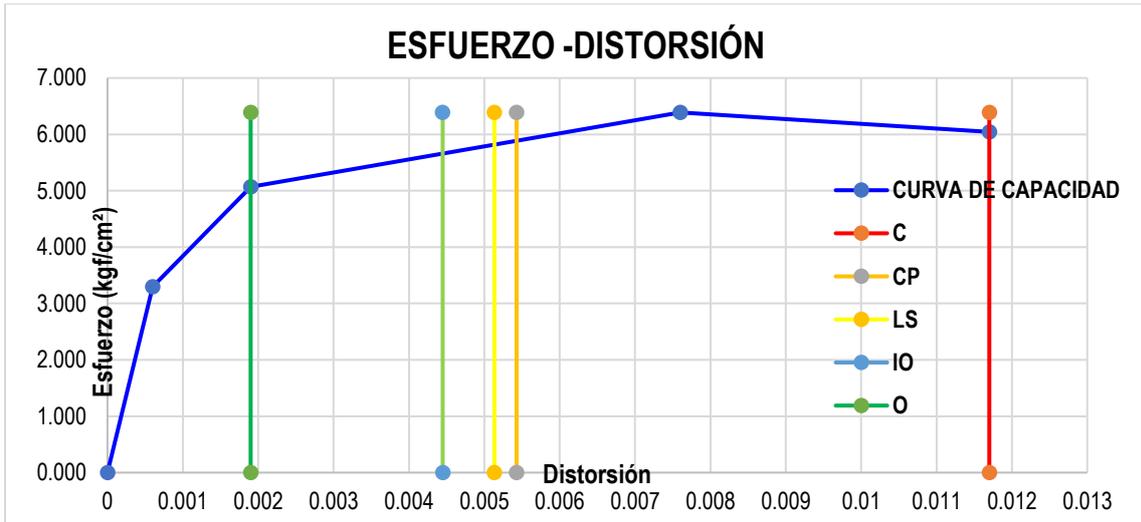
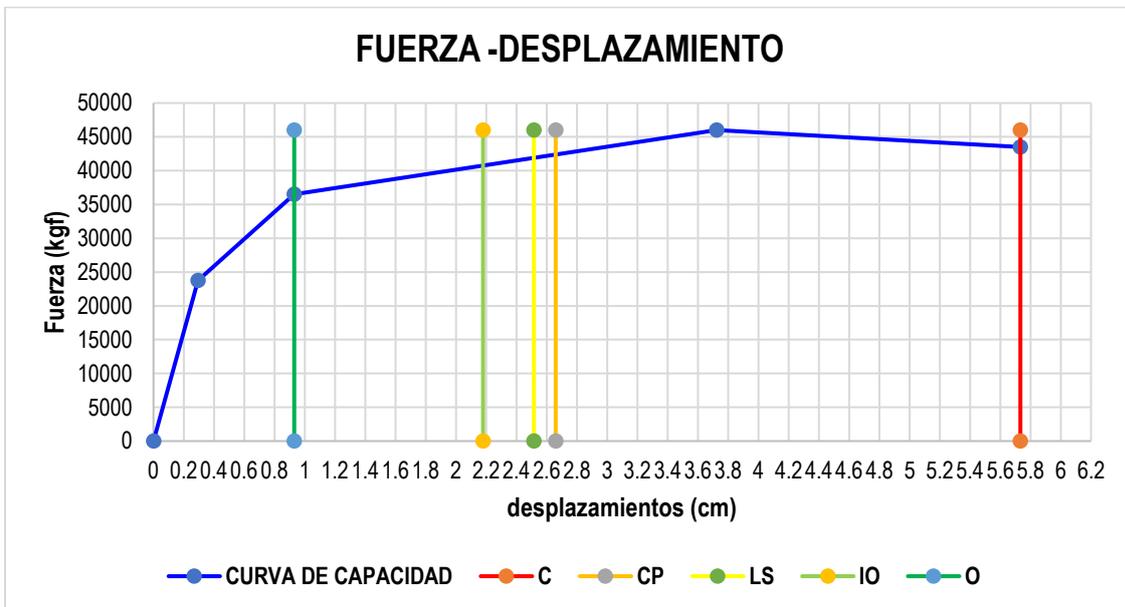
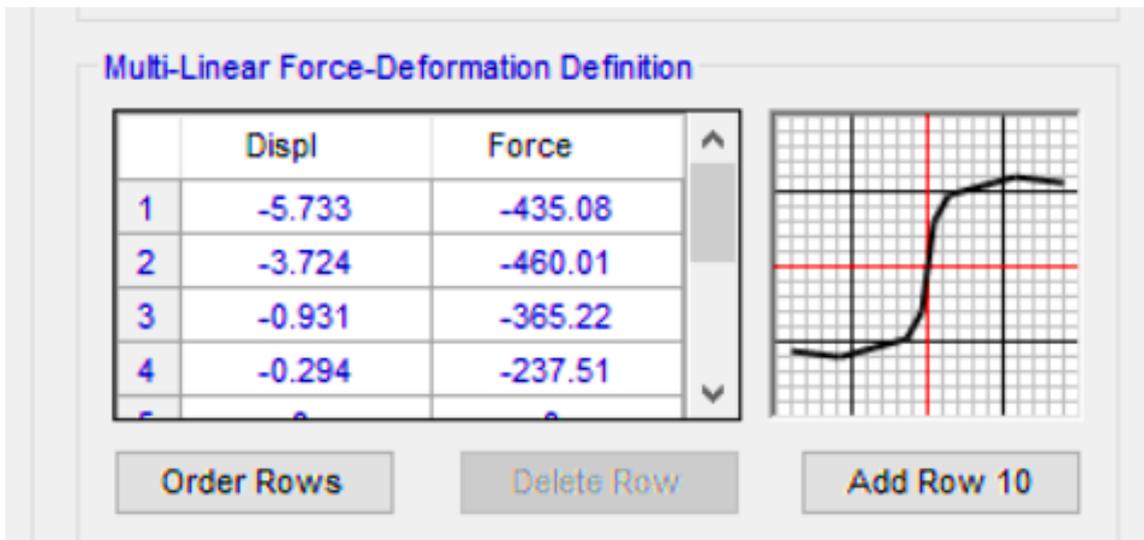


FIGURA N° 25: Diagrama fuerza - desplazamiento para muro de primer nivel.



Los resultados para el modelo del elemento no lineal link se muestran en la siguiente sección, que representará el muro de albañilería del primer nivel en el software SAP 2000.

FIGURA N° 26: Asignación de las propiedades no lineales del elemento link del primer nivel.



Se procedió de manera similar para la albañilería confinada del segundo y tercer nivel.

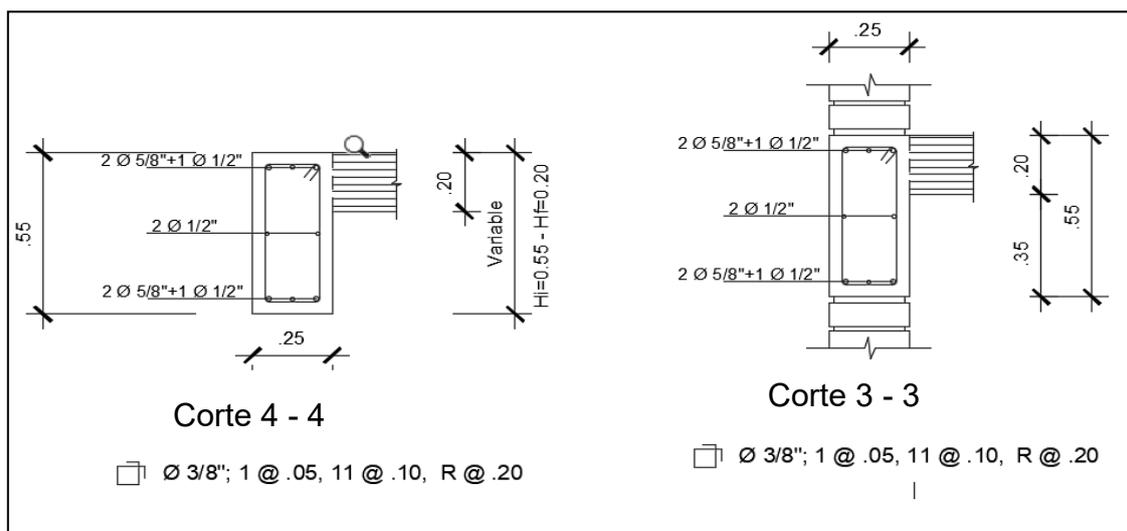
### 3.8.1.4. VIGAS.

Las vigas serán consideradas como elementos frame y se les designara rótulas plásticas según los criterios de ASCE 41 – 17.

Tenemos los siguientes tipos de vigas

#### ✓ VP 101 (25X55 CM).

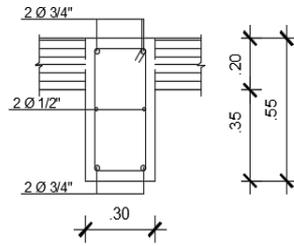
FIGURA N° 27: Secciones de la VP 101.



Fuente: Expediente Técnico.

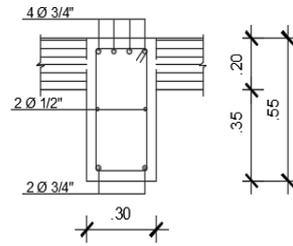
✓ **VP 102 (30X55 CM).**

FIGURA N° 28: Secciones de la viga VP 102.



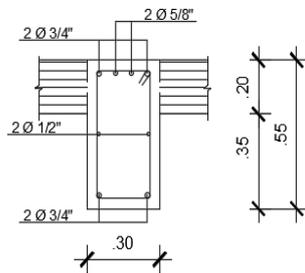
Corte 5 - 5

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20



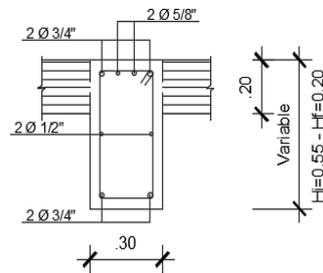
Corte 6 - 6

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20



Corte 7 - 7

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20



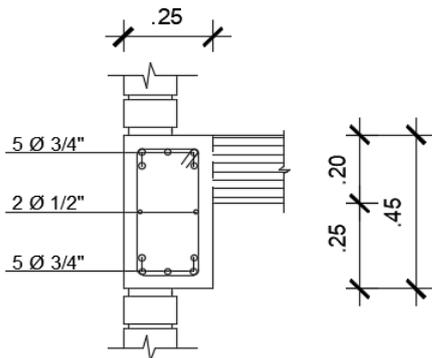
Corte 8 - 8

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20

Fuente: Expediente Técnico.

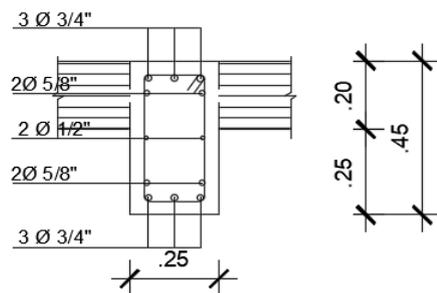
✓ **VP 103 (25X45 CM).**

FIGURA N° 29: Secciones de la VP 103.



Corte 1 - 1

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 9 @ .10, R @ .20



Corte 2 - 2

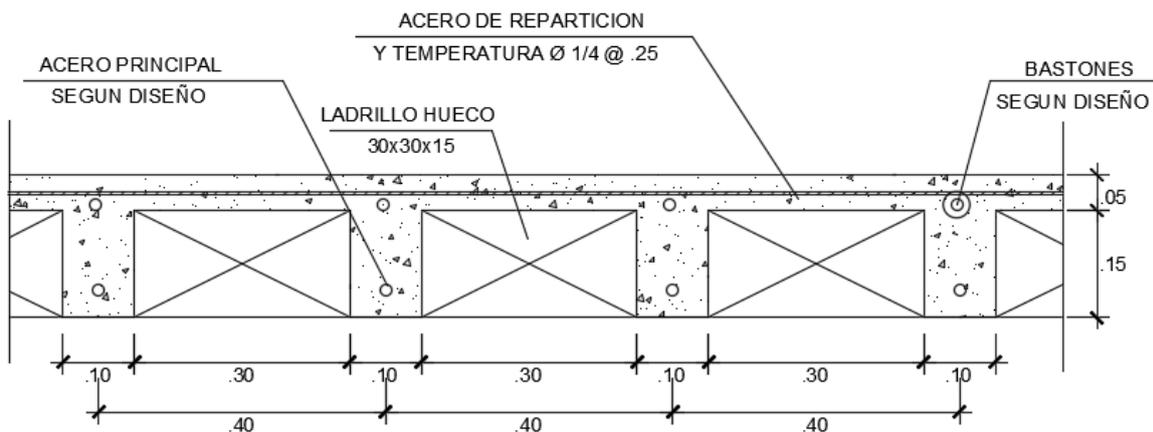
□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 9 @ .10, R @ .20

Fuente: Expediente Técnico.

### 3.8.1.5. SISTEMA DE ENTREPISO.

Se ha usado losa aligerada de 20 cm de espesor fue modelado como elemento Shell de 10 cm de espesor para la asignación del peso propio se calculó el peso para tal espesor y luego se le añadió la diferencia como una carga distribuida, este elemento tiene las características y rigidez suficiente para ser considerado un diafragma rígido.

FIGURA N° 30: Detalle de aligerado de 20cm de espesor.



Detalle de aligerado típico

ESC: 1 / 10

Fuente: Expediente Técnico.

### 3.9. ELABORACION DE LA CURVA DE CAPACIDAD DE LA EDIFICACIÓN.

Se ha obtenido La curva de capacidad de la estructura en las dos direcciones mediante la técnica “push over” haciendo uso de la herramienta computacional SAP 2000 v23.

FIGURA N° 31: Estructura deformada para el último paso de aplicación de la carga lateral "push x".

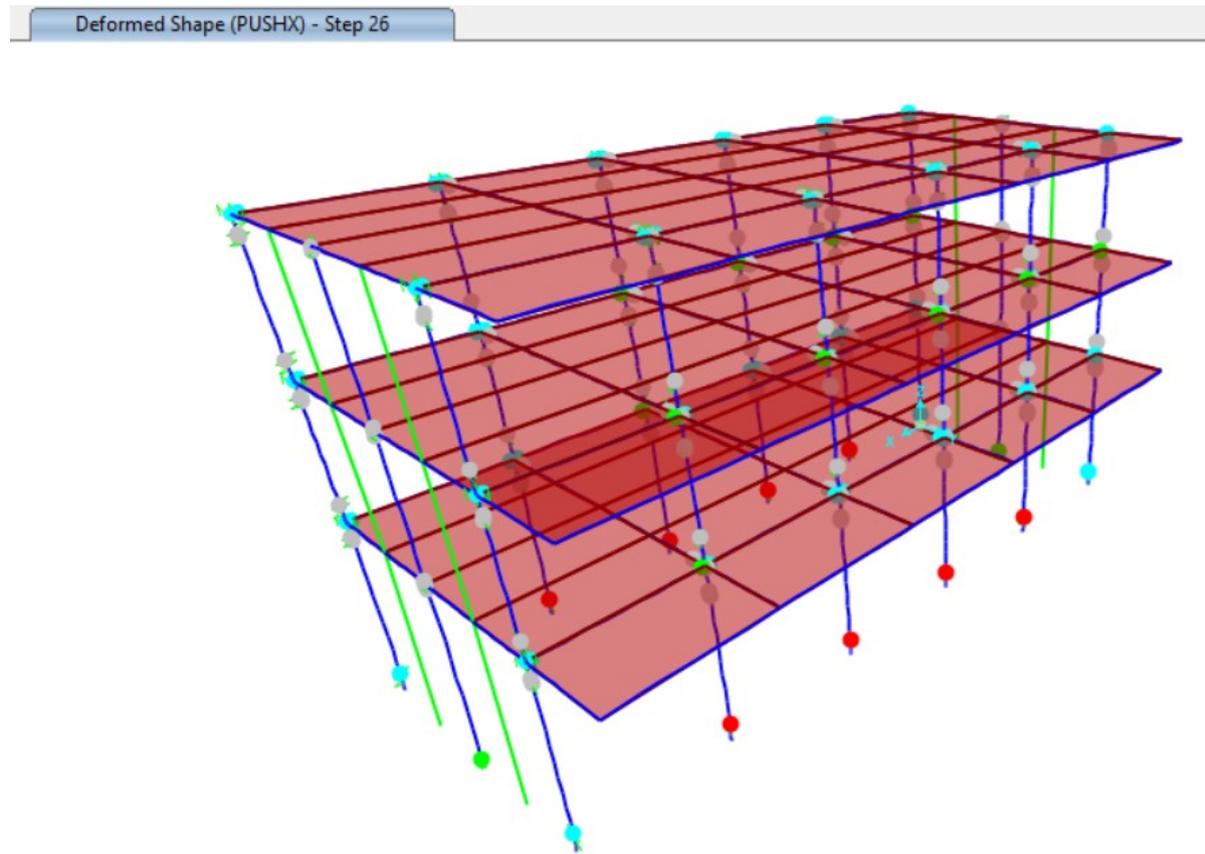


TABLA N° 13: Cortante basal vs desplazamientos para el eje "x".

<b>CURVA DE CAPACIDAD</b>		
<b>PASO</b>	<b>DESPLAZAMIENTOS (mm)</b>	<b>CORTANTE BASAL (tonf)</b>
1	0.000	0.000
2	16.668	94.473
3	20.521	114.566
4	26.841	144.761
5	38.108	171.205
6	55.533	188.862
7	72.200	201.725
8	88.867	209.927
9	109.759	216.271
10	130.498	220.504
11	149.619	223.217

<b>12</b>	168.213	225.093
<b>13</b>	186.164	226.343
<b>14</b>	204.729	227.256
<b>15</b>	223.357	228.099
<b>16</b>	232.343	228.217
<b>17</b>	241.060	227.980
<b>18</b>	245.538	227.724
<b>19</b>	251.601	227.144
<b>20</b>	268.578	224.198
<b>21</b>	293.365	218.789
<b>22</b>	301.435	217.342
<b>23</b>	301.440	194.805
<b>24</b>	301.445	192.112
<b>25</b>	303.058	195.869
<b>26</b>	311.512	151.454
<b>27</b>	311.664	151.681

FIGURA N° 32: Curva de capacidad de la edificación en el eje "x".

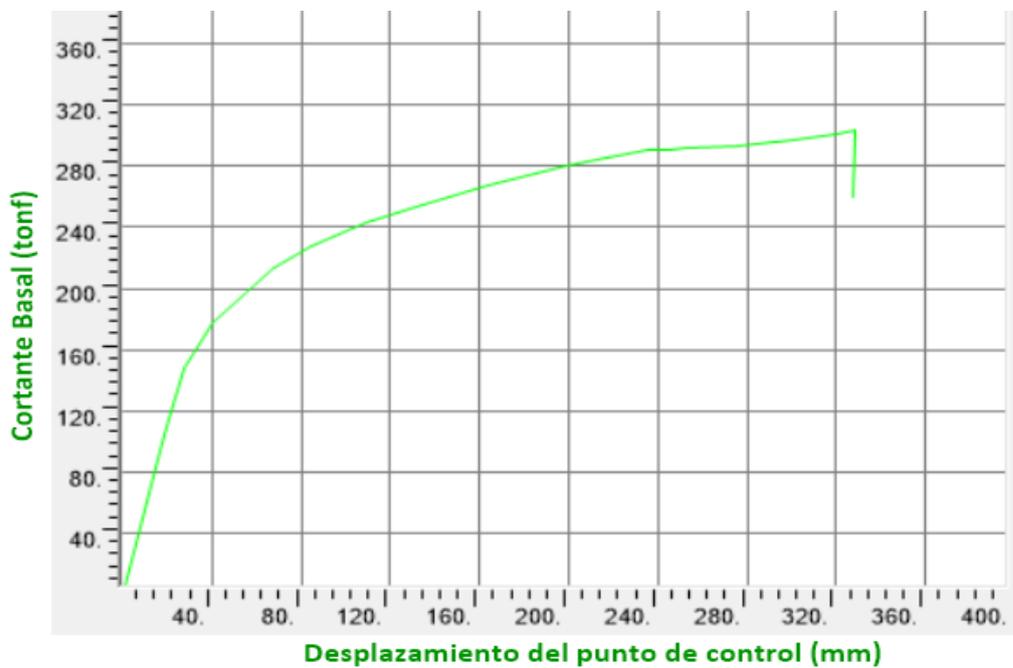


FIGURA N° 33: Estructura deformada para el último paso de aplicación de la carga lateral "push y".

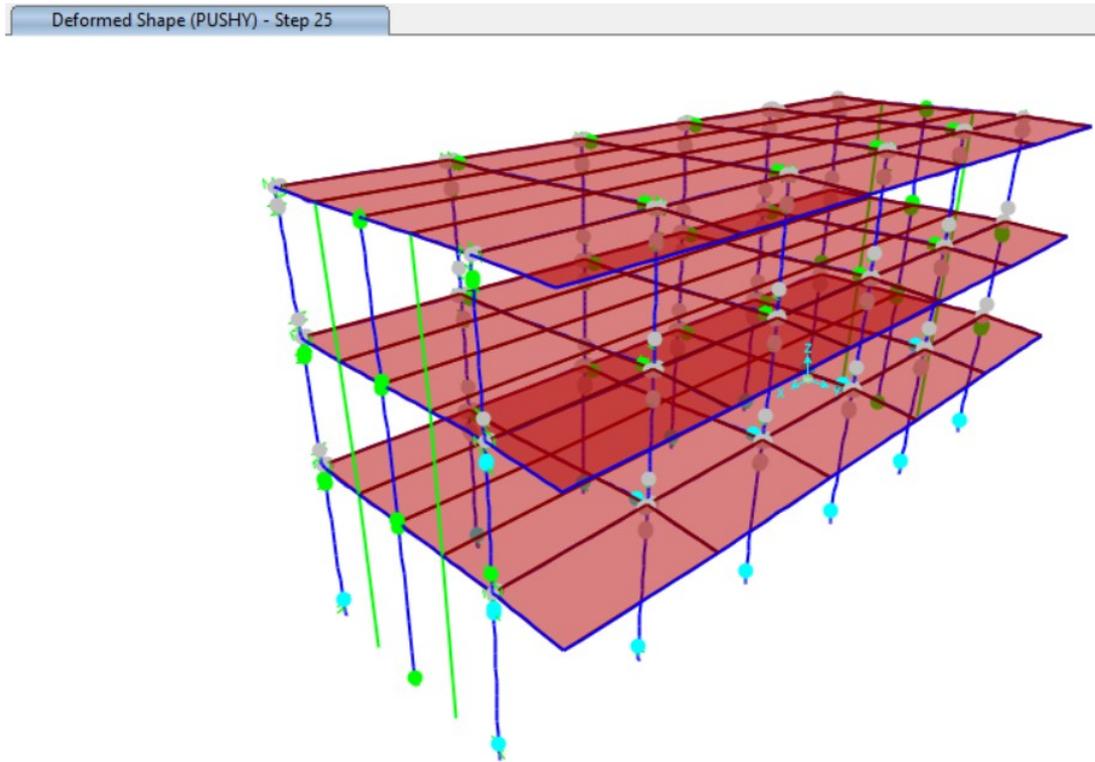


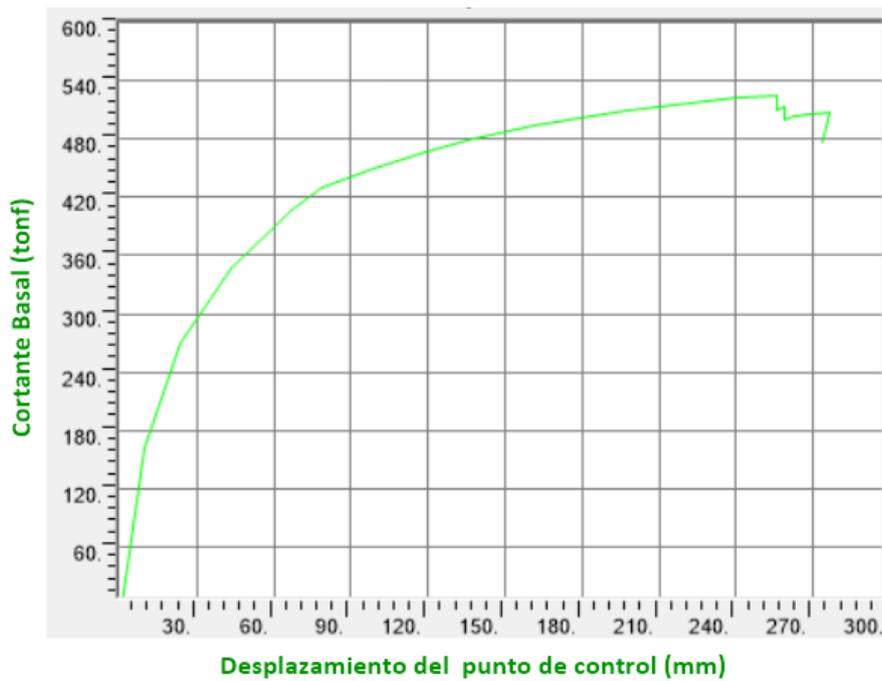
TABLA N° 14: Cortante basal vs desplazamientos en la dirección "y".

<b>CURVA DE CAPACIDAD</b>		
<b>PASO</b>	<b>DESPLAZAMIENTOS (mm)</b>	<b>CORTANTE BASAL (tonf)</b>
1	0.000	0.000
2	9.536	162.539
3	23.087	265.830
4	41.470	337.264
5	60.522	384.516
6	77.341	415.791
7	98.750	434.774
8	119.499	448.850
9	139.575	459.104
10	162.754	466.669
11	181.816	471.833
12	202.538	476.196

<b>13</b>	202.543	470.632
<b>14</b>	203.001	471.618
<b>15</b>	203.459	472.146
<b>16</b>	204.416	472.875
<b>17</b>	204.421	468.589
<b>18</b>	205.461	470.045
<b>19</b>	206.038	470.409
<b>20</b>	215.724	473.298
<b>21</b>	219.560	474.007
<b>22</b>	219.565	470.145
<b>23</b>	220.147	471.130
<b>24</b>	221.015	471.596
<b>25</b>	229.863	472.867
<b>26</b>	229.733	467.594

Nota: Obtenido del Software SAP 2000 v 23.

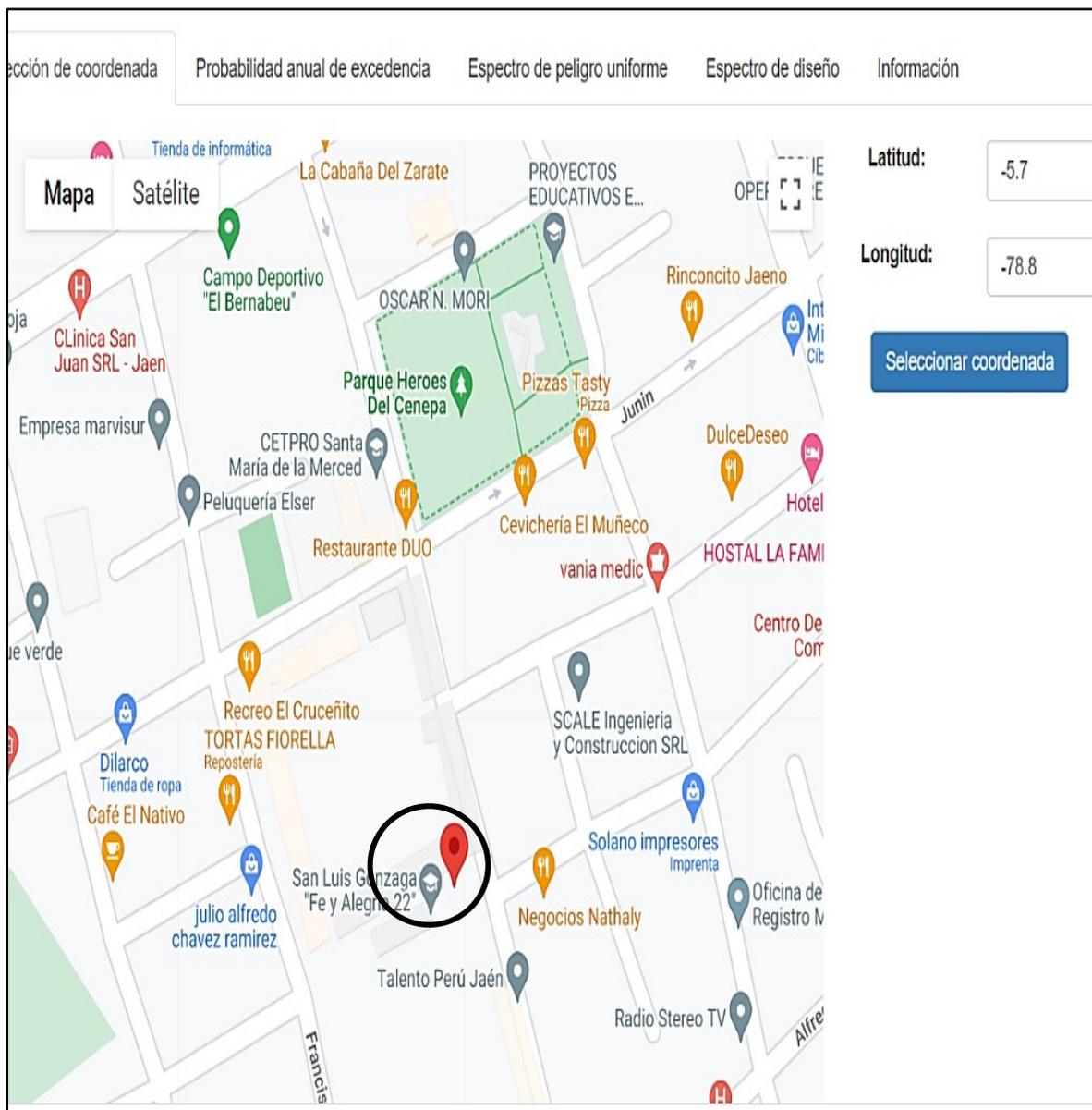
FIGURA N° 34: Curva de capacidad de la edificación en el eje "y".



### 3.10. DEMANDA SÍSMICA.

De acuerdo a lo indicado en el ítem 2.2.3.1. NIVELES DE SISMO. Utilizando los espectros de peligros uniformes del sitio web de SENCICO, se construyeron los espectros de respuesta para los diversos grados de peligrosidad sísmica y usando también las formulaciones de la Norma Técnica del Perú E. 030 – 2018 para construir el espectro de respuesta según norma.

FIGURA N° 35: Ubicación de la I.E San Luis Gonzaga Fe y Alegría N°22.



Fuente: <http://page.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=492>

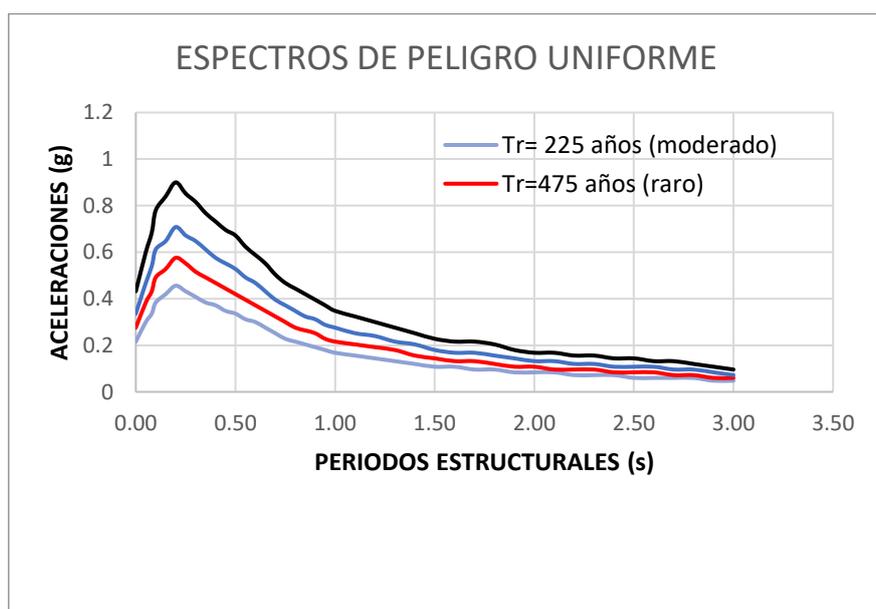
TABLA N° 15: Espectros de peligros uniformes para periodos de retorno de 225, 475, 975 y 2475 años.

<b>Espectros de peligro uniforme</b>				
<b>Latitud:</b>	<b>-5.7</b>	<b>Longitud:</b>	<b>-78.8</b>	
<b>Periodo estructural (s)</b>	<b>Periodo de retorno (años) / Pseudo aceleración (g)</b>			
	<b>225</b>	<b>475</b>	<b>1000</b>	<b>2475</b>
<b>0.00</b>	0.22	0.28	0.34	0.43
<b>0.05</b>	0.30	0.38	0.47	0.60
<b>0.08</b>	0.34	0.43	0.54	0.68
<b>0.10</b>	0.38	0.49	0.61	0.78
<b>0.15</b>	0.42	0.53	0.65	0.84
<b>0.20</b>	0.46	0.58	0.71	0.90
<b>0.25</b>	0.43	0.55	0.67	0.85
<b>0.30</b>	0.41	0.52	0.65	0.82
<b>0.35</b>	0.38	0.49	0.61	0.77
<b>0.40</b>	0.37	0.47	0.58	0.73
<b>0.45</b>	0.35	0.44	0.55	0.70
<b>0.50</b>	0.34	0.42	0.53	0.67
<b>0.55</b>	0.31	0.40	0.49	0.62
<b>0.60</b>	0.30	0.37	0.47	0.59
<b>0.65</b>	0.28	0.35	0.43	0.55
<b>0.70</b>	0.25	0.32	0.40	0.50
<b>0.75</b>	0.23	0.30	0.37	0.47
<b>0.80</b>	0.22	0.28	0.35	0.44
<b>0.85</b>	0.20	0.26	0.32	0.42
<b>0.90</b>	0.19	0.25	0.31	0.40
<b>0.95</b>	0.18	0.23	0.29	0.37
<b>1.00</b>	0.17	0.22	0.28	0.35
<b>1.10</b>	0.16	0.20	0.25	0.32
<b>1.20</b>	0.14	0.19	0.24	0.30
<b>1.30</b>	0.13	0.18	0.22	0.28

<b>1.40</b>	0.12	0.16	0.20	0.25
<b>1.50</b>	0.11	0.14	0.18	0.23
<b>1.60</b>	0.11	0.13	0.17	0.22
<b>1.70</b>	0.10	0.13	0.17	0.22
<b>1.80</b>	0.10	0.12	0.16	0.20
<b>1.90</b>	0.08	0.11	0.14	0.18
<b>2.00</b>	0.08	0.11	0.13	0.17
<b>2.10</b>	0.08	0.10	0.13	0.17
<b>2.20</b>	0.07	0.10	0.12	0.16
<b>2.30</b>	0.07	0.10	0.12	0.16
<b>2.40</b>	0.07	0.08	0.11	0.14
<b>2.50</b>	0.06	0.08	0.11	0.14
<b>2.60</b>	0.06	0.08	0.11	0.13
<b>2.70</b>	0.06	0.07	0.10	0.13
<b>2.80</b>	0.06	0.07	0.10	0.12
<b>2.90</b>	0.05	0.06	0.08	0.11
<b>3.00</b>	0.05	0.06	0.07	0.10

Fuente: <http://page.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=492>

FIGURA N° 36: Gráfico de los espectros de peligros uniformes para la zona en estudio.



Fuente: <http://page.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=492>

Para los espectros propuestos por la norma E.030 tenemos que.

$Z = 0.25$  (Jaén – Cajamarca).

$U = 1.5$  (Edificación Esencial).

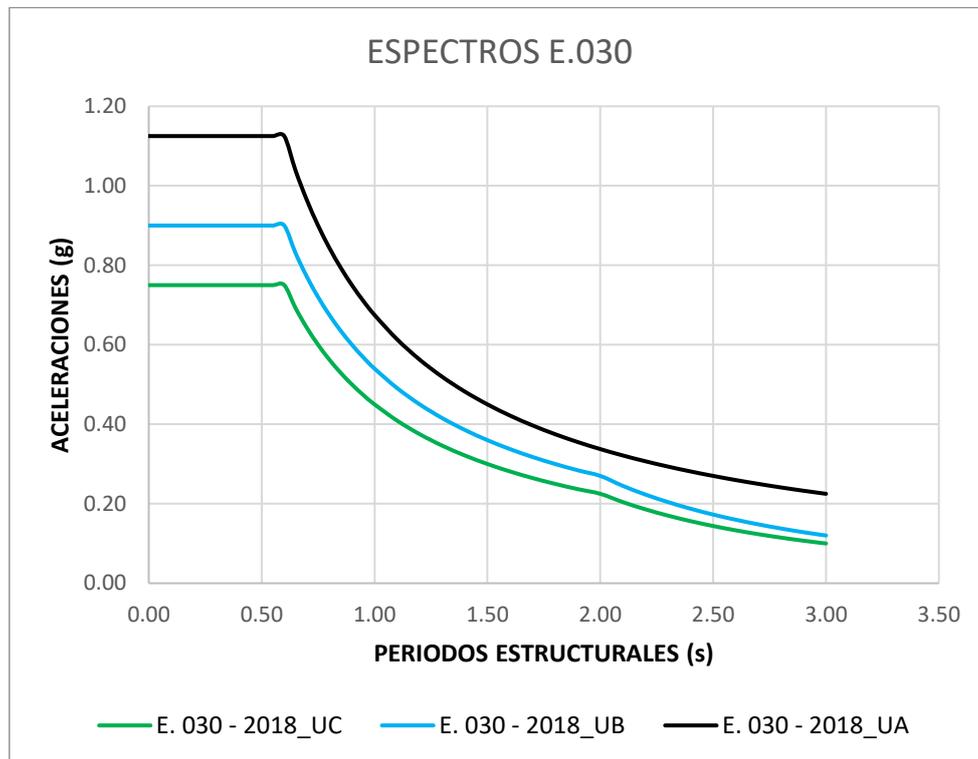
$S = S2$  (Suelo intermedio).

TABLA N° 16: Valores de periodo y pseudoaceleración para los espectros propuestos por la NTP E.030 para los 3 usos.

<b>Espectros E.030</b>			
<b>Periodo estructural (s)</b>	<b>Pseudo aceleración (g)</b>		
	<b>E .030 – UC Tr:475 años</b>	<b>E .030 – UB Tr:975 años</b>	<b>E .030 – UA Tr:2475 años</b>
<b>0.00</b>	0.75	0.90	1.13
<b>0.05</b>	0.75	0.90	1.13
<b>0.08</b>	0.75	0.90	1.13
<b>0.10</b>	0.75	0.90	1.13
<b>0.15</b>	0.75	0.90	1.13
<b>0.20</b>	0.75	0.90	1.13
<b>0.25</b>	0.75	0.90	1.13
<b>0.30</b>	0.75	0.90	1.13
<b>0.35</b>	0.75	0.90	1.13
<b>0.40</b>	0.75	0.90	1.13
<b>0.45</b>	0.75	0.90	1.13
<b>0.50</b>	0.75	0.90	1.13
<b>0.55</b>	0.75	0.90	1.13
<b>0.60</b>	0.75	0.90	1.13
<b>0.65</b>	0.69	0.83	1.04
<b>0.70</b>	0.64	0.77	0.96
<b>0.75</b>	0.60	0.72	0.90
<b>0.80</b>	0.56	0.68	0.84
<b>0.85</b>	0.53	0.64	0.79

<b>0.90</b>	0.50	0.60	0.75
<b>0.95</b>	0.47	0.57	0.71
<b>1.00</b>	0.45	0.54	0.68
<b>1.10</b>	0.41	0.49	0.61
<b>1.20</b>	0.38	0.45	0.56
<b>1.30</b>	0.35	0.42	0.52
<b>1.40</b>	0.32	0.39	0.48
<b>1.50</b>	0.30	0.36	0.45
<b>1.60</b>	0.28	0.34	0.42
<b>1.70</b>	0.26	0.32	0.40
<b>1.80</b>	0.25	0.30	0.38
<b>1.90</b>	0.24	0.28	0.36
<b>2.00</b>	0.23	0.27	0.34
<b>2.10</b>	0.20	0.24	0.32
<b>2.20</b>	0.19	0.22	0.31
<b>2.30</b>	0.17	0.20	0.29
<b>2.40</b>	0.16	0.19	0.28
<b>2.50</b>	0.14	0.17	0.27
<b>2.60</b>	0.13	0.16	0.26
<b>2.70</b>	0.12	0.15	0.25
<b>2.80</b>	0.11	0.14	0.24
<b>2.90</b>	0.11	0.13	0.23
<b>3.00</b>	0.10	0.12	0.23

FIGURA N° 37: Espectros según la norma E.030 para los tres periodos de retorno seleccionados.



### 3.11. SECTORIZACIÓN DE LA CURVA DE CAPACIDAD.

Según a lo indicado en el ítem 2.2.5.5 se realizó la división en sectores de la curva de capacidad para ambas direcciones mediante el cual se indica los niveles de desempeño según la traslación lateral alcanzada por la estructura.

TABLA N° 17: Rangos de desplazamiento y niveles de desempeño para la sectorización de la curva de capacidad en dirección "x".

NIVEL DE DESEMPEÑO	DESPLAZAMIENTO (mm)	
	LIMITE INF.	LIMITE SUP
Ocupación inmediata (S-1)	0	30.565
Control de daños (S-2)	30.565	105.3955
Seguridad de vida (S-3)	105.3955	180.226
Seguridad reducida (S-4)	180.226	230.113
Prevención del colapso (S-5)	230.113	249.435

FIGURA N° 38: Sectorización de la curva de capacidad para el eje "x".

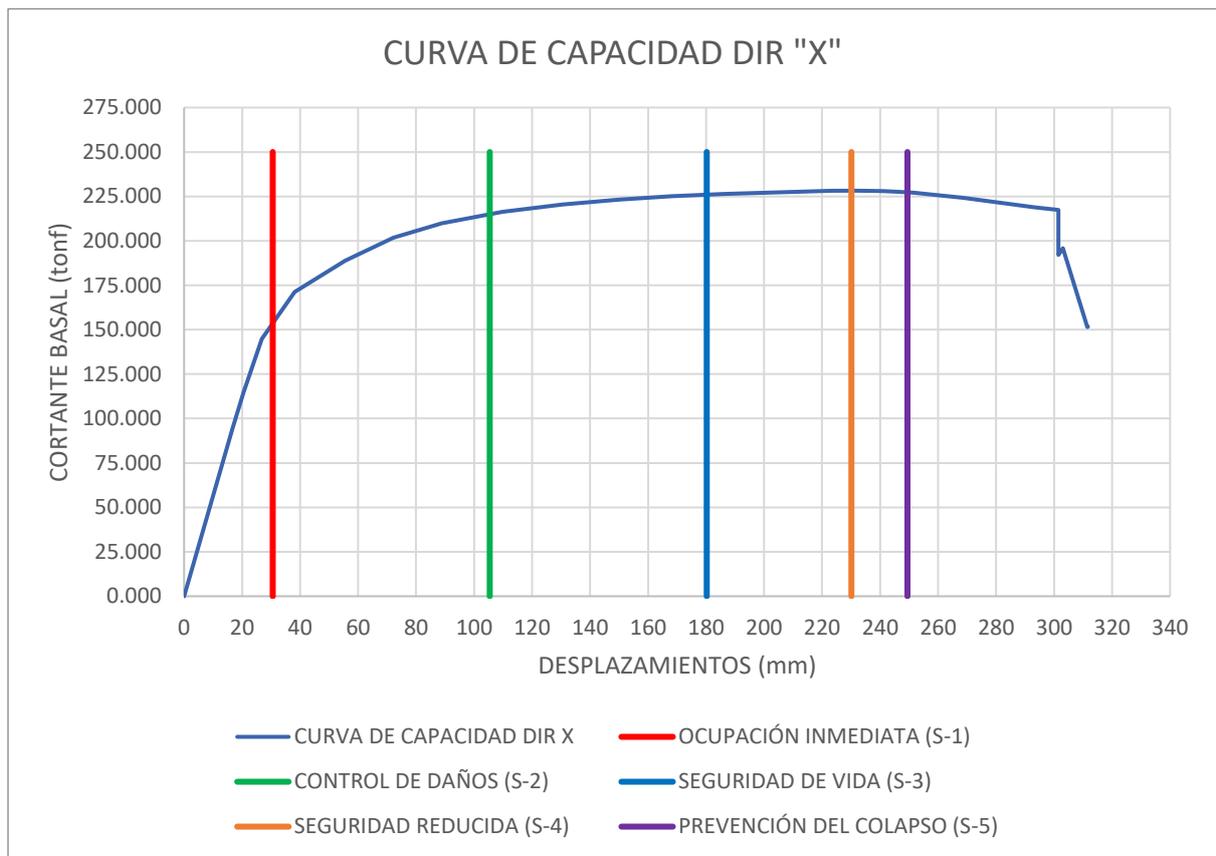
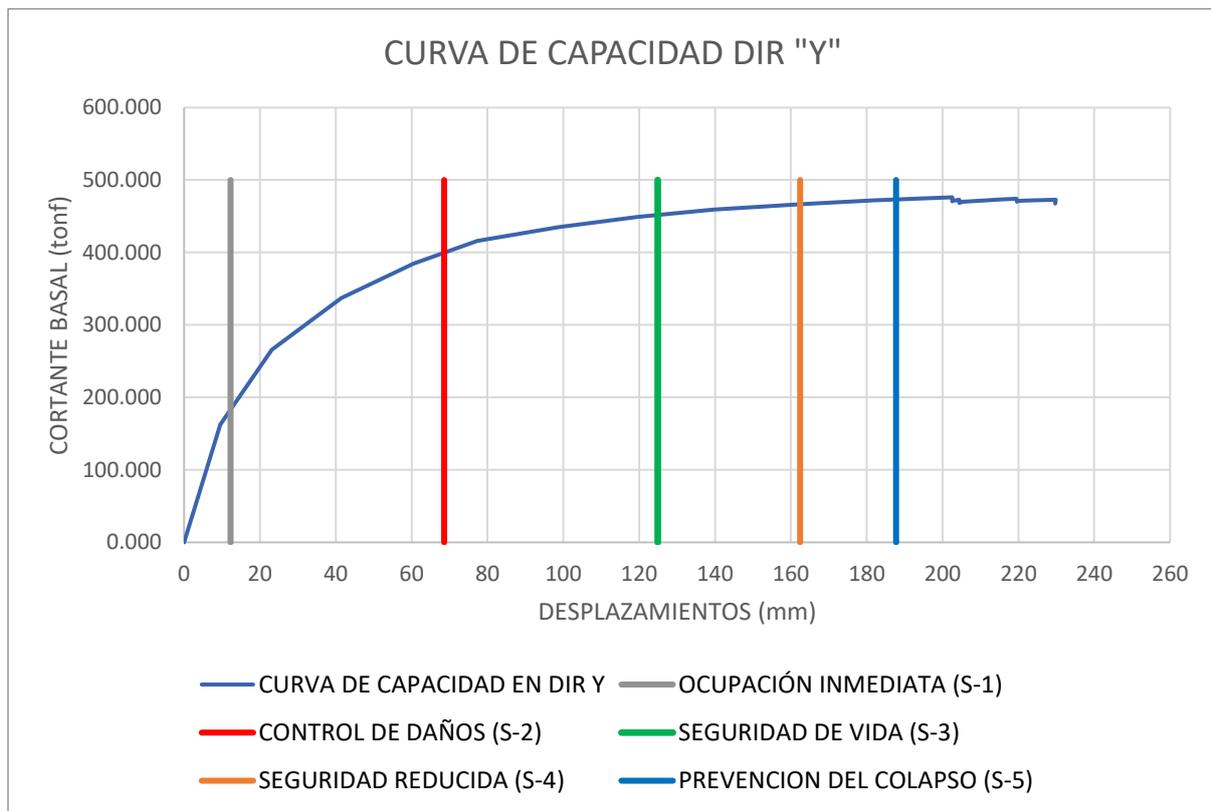


TABLA N° 18: Rangos de desplazamiento y niveles de desempeño para la sectorización de la curva de capacidad en dirección "y".

NIVEL DE DESEMPEÑO	DESPLAZAMIENTO (mm)	
	LIMITE	LIMITE
	INF.	SUP
OCUPACION INMEDIATA (S-1)	0	12.25
CONTROL DE DAÑOS (S-2)	12.25	68.575
SEGURIDAD DE VIDA (S-3)	68.575	124.9
SEGURIDAD REDUCIDA (S-4)	124.9	162.45
PREVENCION DEL COLAPSO (S-5)	162.45	187.75

FIGURA N° 39: Sectorización de la curva de capacidad para el eje "y".



### 3.12. OBTENCIÓN DEL PUNTO DE DESEMPEÑO DE LA ESTRUCTURA.

Según lo expresado en el ítem 2.2.5 se puede calcular la ubicación en la gráfica del punto de desempeño para los distintos grados de peligrosidad de sismo. Haciendo uso del software SAP 2000 v23 y la técnica de los coeficientes se encontró el punto de desempeño estructural de la edificación para cada dirección de análisis y diferentes espectros de respuesta los cuales se muestra en la siguiente sección.

TABLA N° 19: Valores de cortante, pseudo-aceleración, periodo efectivo y desplazamientos en la dirección "x" para diferentes niveles de sismo.

DIRECCIÓN	SISMO		V(tonf)	Sa (g)	Tefec. (s)	Δ (mm)
X	MODERADO (Tr=225 AÑOS)	EPU	149.461	0.342	0.490	29.000
		E.030	200.014	0.750	0.490	70.000
	RARO (Tr=475 AÑOS)	EPU	166.693	0.424	0.490	36.000
		EPU	180.194	0.534	0.490	47.000

MUY RARO (Tr=975 AÑOS)	E.030	208.963	0.900	0.490	87.000
MCE (Tr=2475 AÑOS)	EPU	193.769	0.677	0.490	62.000
	E.030	217.204	1.130	0.490	114.000

FIGURA N° 40: Puntos de desempeños estructurales en el eje "x" para los niveles de sismo indicados.

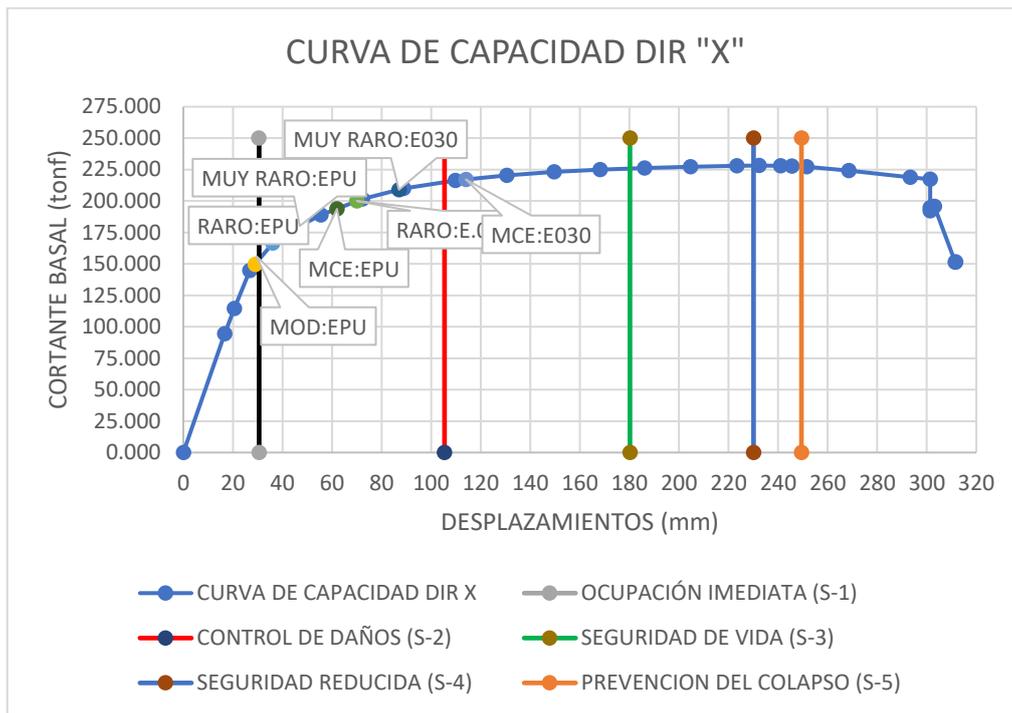
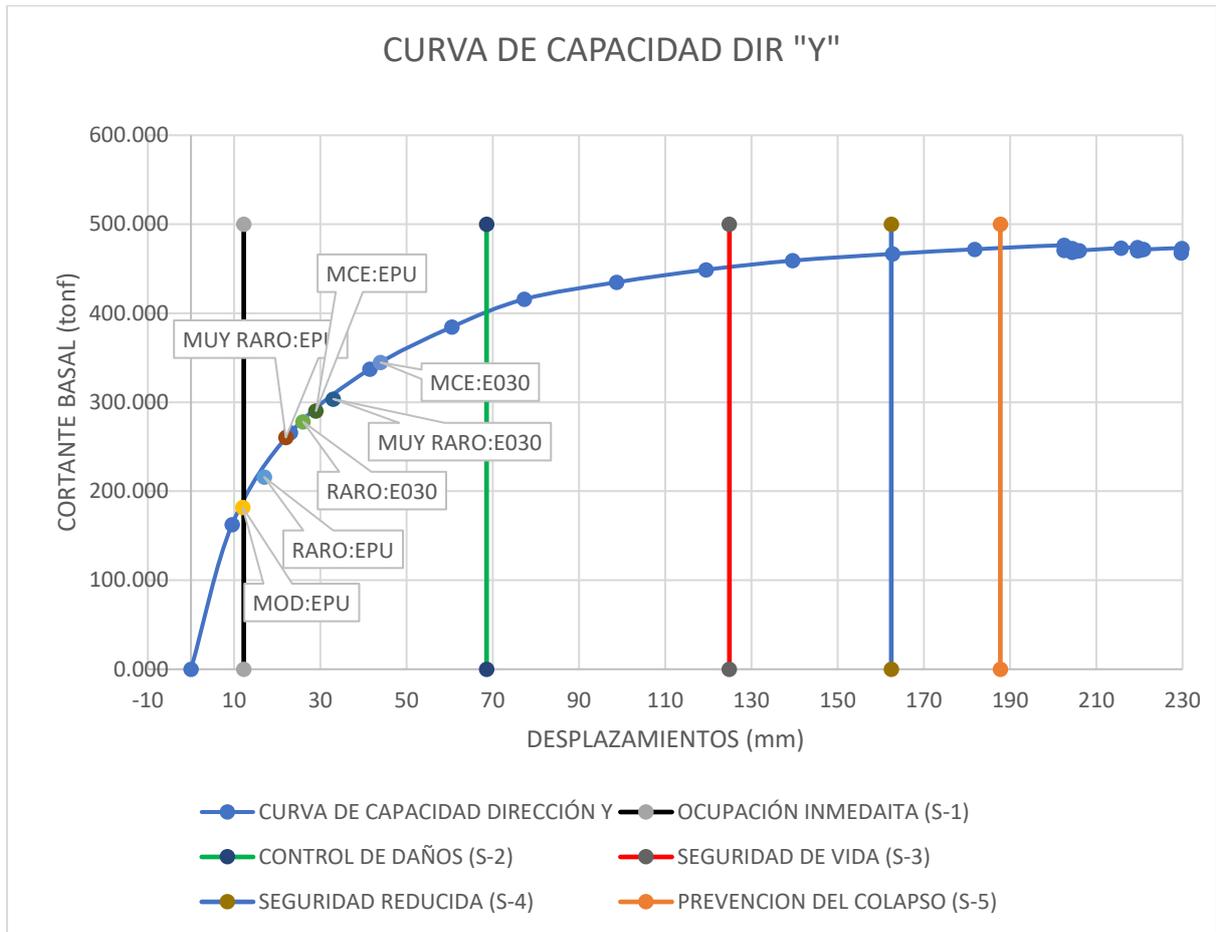


TABLA N° 20: Valores de cortante, pseudo-aceleración, periodo efectivo y desplazamientos en el eje "y" para diferentes niveles de peligrosidad sísmica.

DIRECCIÓN	SISMO		V(tonf)	Sa (g)	Tefec. (s)	Δ (mm)
Y	MODERADO (Tr=225 AÑOS)	EPU	181.842	0.413	0.293	12.000
	RARO (Tr=475 AÑOS)	EPU	215.872	0.525	0.293	17.000
		E.030	278.102	0.750	0.293	26.000
	MUY RARO (Tr=975 AÑOS)	EPU	260.331	0.653	0.293	22.000
		E.030	303.592	0.900	0.293	33.000
	MCE (Tr=2475 AÑOS)	EPU	290.170	0.825	0.293	29.000
E.030		344.662	1.130	0.293	44.000	

FIGURA N° 41: Puntos de desempeños estructurales en la dirección "y" para los niveles de sismo indicados.



### 3.13. RESUMEN DE RESULTADOS.

Como se puede apreciar en las Tablas 23 y 24, así como en las Figuras 32 y 33, el desempeño sísmico que puede alcanzar la edificación para cada peligrosidad sísmica es el siguiente.

TABLA N° 21: Calificación del comportamiento sísmico de la edificación en el eje "x" para cada demanda sísmica según el ASCE 41-17.

<b>Dirección</b>	<b>Demanda Sísmica</b>		<b>Nivel de Desempeño Sísmico Deseado</b>	<b>Nivel de Desempeño Sísmico Logrado</b>	<b>Calificación</b>
<b>X</b>	moderado (tr=225 años)	EPU	ocupación inmediata (s1)	ocupación inmediata (s1)	<b>Cumple</b>
	raro (tr=475 años)	EPU	control de daños (s2)	control de daños (s2)	<b>Cumple</b>
		E.030	control de daños (s2)	control de daños (s2)	<b>Cumple</b>
	muy raro (tr=975 años)	EPU	seguridad de vida (s3)	control de daños (s2)	<b>Cumple</b>
		E.030	seguridad de vida (s3)	control de daños (s2)	<b>Cumple</b>
	MCE (tr=2475 años)	EPU	seguridad limitada (s4)	control de daños (s2)	<b>Cumple</b>
		E.030	seguridad limitada (s4)	seguridad de vida (s3)	<b>Cumple</b>

TABLA N° 22: Calificación del comportamiento sísmico de la edificación en el eje "y" para cada demanda sísmica según el ASCE 41-17.

<b>Dirección</b>	<b>Demanda Sísmica</b>		<b>Nivel de Desempeño Sísmico Deseado</b>	<b>Nivel de Desempeño Sísmico Logrado</b>	<b>Calificación</b>
<b>y</b>	moderado (tr=225 años)	EPU	ocupación inmediata (s1)	ocupación inmediata (s1)	<b>Cumple</b>
	raro (tr=475 años)	EPU	control de daños (s2)	control de daños (s2)	<b>Cumple</b>

	E.030	control de daños (s2)	control de daños (s2)	<b>Cumple</b>
muy raro (tr=975 años)	EPU	seguridad de vida (s3)	control de daños (s2)	<b>Cumple</b>
	E.030	seguridad de vida (s3)	control de daños (s2)	<b>Cumple</b>
MCE (tr=2475 años)	EPU	seguridad limitada (s4)	control de daños (s2)	<b>Cumple</b>
	E.030	seguridad limitada (s4)	control de daños (s2)	<b>Cumple</b>

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. NIVELES DE COMPORTAMIENTO SÍSMICO LOGRADO POR LA EDIFICACIÓN.

##### 4.1.1. DIRECCIÓN “X”.

Según la tabla N°25 se tiene lo siguiente.

- **SISMO MODERADO (Tr=225 AÑOS) SEGÚN EL ESPECTRO DE PELIGRO UNIFORME.** El grado de comportamiento sísmico de **OCUPACIÓN INMEDIATA (S1)** logrado por la estructura cumple con la demanda sísmica con un desplazamiento en el último piso de 29.0 mm y una fuerza de corte en la base de 149.461 tonf, ubicándose en el intervalo de ocupación inmediata, la edificación retiene su rigidez y resistencia anterior a la ocurrencia del sismo y permanece segura para ser ocupada.
  
- **SISMO RARO (Tr=475 AÑOS) SEGÚN EL ESPECTRO DE PELIGRO UNIFORME.** Para este espectro de peligrosidad sísmica el edificio obtiene un grado de desempeño de **CONTROL DE DAÑOS (S2)**, el punto de control del último piso se desplaza 36.0 mm para una cortante basal de 166.693 tonf. En este grado de comportamiento la edificación se ubica en la región no lineal, sin embargo, los daños sufridos son insignificantes y fáciles de reparar.
  
- **SISMO RARO (Tr=475 AÑOS) SEGÚN EL ESPECTRO NORMATIVO.** Para este espectro de demanda sísmica, el edificio obtiene un grado de desempeño de **CONTROL DE DAÑOS (S2)**, el punto de control del último piso se desplaza 70.0 mm para una cortante basal de 200.014 tonf. En este grado de comportamiento sísmico la edificación se ubica en la región no lineal, sin embargo, los daños sufridos son insignificantes y fáciles de reparar.
  
- **SISMO MUY RARO (Tr=975 AÑOS) SEGÚN EL ESPECTRO DE PELIGRO UNIFORME.** Con esta demanda sísmica la estructura alcanza un grado de desempeño de **CONTROL DE DAÑOS (S2)**, el punto de control se desplaza 47.0 mm con una cortante basal de 180.194 tonf los daños presentados en este nivel de desempeño son mínimos y sencillos de subsanar.

- **SISMO MUY RARO (Tr=975 AÑOS) SEGÚN EL ESPECTRO NORMATIVO.**  
Con esta demanda sísmica la estructura alcanza un grado de desempeño de **CONTROL DE DAÑOS (S2)**, el punto de control se desplaza 87.0 mm con una cortante basal de 208.963 tonf los daños presentados en este nivel de desempeño son mínimos y sencillos de subsanar.
- **MÁXIMO SISMO CONSIDERADO (Tr=2475 AÑOS) SEGÚN EL ESPECTRO DE PELIGRO UNIFORME.** La estructura alcanza el grado de desempeño de **CONTROL DE DAÑOS (S2)**, el último piso se desplaza 62.00 mm para una cortante basal de 193.769 tonf los daños estructurales son mínimos y fáciles de reparar.
- **MÁXIMO SISMO CONSIDERADO (Tr=2475 AÑOS) SEGÚN EL ESPECTRO NORMATIVO.** La estructura logra el grado de desempeño de **SEGURIDAD DE VIDA (S3)**, el último piso se desplaza 114.00 mm para una cortante basal de 217.204 tonf. La estructura tiene partes dañadas, pero aún tiene suficiente margen de seguridad para evitar que ocurra un colapso parcial o total.

#### 4.2.1. DIRECCIÓN “Y”.

Según la tabla N°26 se tiene lo siguiente.

- **SISMO MODERADO (Tr=225 AÑOS) SEGÚN EL ESPECTRO DE PELIGRO UNIFORME.** Para esta carga sísmica la estructura la estructura ha alcanzado el grado de desempeño **OCUPACIÓN INMEDIATA (S1)** con un desplazamiento en el último piso de 12.0 mm y una cortante basal de 181.842 tonf, en el intervalo de ocupación inmediata la estructura retiene su rigidez y resistencia anterior a la ocurrencia del sismo y permanece segura para ser ocupada.
- **SISMO RARO (Tr=475 AÑOS) SEGÚN EL ESPECTRO DE PELIGRO UNIFORME.** Para este espectro de carga de sismo el edificio obtiene un grado de desempeño de **CONTROL DE DAÑOS (S2)**, el punto de control del último piso se desplaza 17.0 mm para una cortante basal de 215.872 tonf. En

este grado de desempeño la estructura se ubica en la región no lineal, sin embargo, los daños sufridos son insignificantes y fáciles de reparar.

- **SISMO RARO ( $T_r=475$  AÑOS) SEGÚN EL ESPECTRO NORMATIVO.** Para este espectro de demanda sísmica el edificio obtiene un grado de desempeño de **CONTROL DE DAÑOS (S2)**, el punto de control del último nivel se desplaza 26.0 mm para cortante basal de 278.102 tonf. En este grado de comportamiento la edificación se ubica en la región no lineal, sin embargo, los daños sufridos son insignificantes y fáciles de reparar.
  
- **SISMO MUY RARO ( $T_r=975$  AÑOS) SEGÚN EL ESPECTRO DE PELIGRO UNIFORME.** Con esta demanda sísmica la estructura alcanza un grado de desempeño de **CONTROL DE DAÑOS (S2)**, el punto de control se desplaza 22.0 mm con una cortante basal de 260.331 tonf, los daños presentados en este nivel de desempeño son mínimos y sencillos de subsanar.
  
- **SISMO MUY RARO ( $T_r=975$  AÑOS) SEGÚN EL ESPECTRO NORMATIVO.** Con esta demanda sísmica la estructura alcanza un grado de desempeño de **CONTROL DE DAÑOS (S2)**, el punto de control se desplaza 33.0 mm con una cortante basal de 303.592 tonf los daños presentados en este nivel de desempeño son mínimos y sencillos de subsanar.
  
- **MÁXIMO SISMO CONSIDERADO ( $T_r=2475$  AÑOS) SEGÚN EL ESPECTRO DE PELIGRO UNIFORME.** La estructura alcanza el grado de desempeño de **CONTROL DE DAÑOS (S2)**, el último piso se desplaza 29.00 mm para una cortante basal de 290.170 tonf los daños estructurales son mínimos y fáciles de reparar.
  
- **MÁXIMO SISMO CONSIDERADO ( $T_r=2475$  AÑOS) SEGÚN EL ESPECTRO NORMATIVO.** La estructura alcanza el grado de desempeño de **CONTROL DE DAÑOS (S2)**, el último nivel se desplaza 44.00 mm para una cortante basal de 344.662 tonf. La estructura presenta componentes con daños pequeños y fáciles de subsanar.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES.

- El grado de desempeño sísmico que alcanza la edificación para un nivel de **Sismo Moderado** es de **Ocupación Inmediata (S1)** para cada una de las direcciones de análisis.
- El grado de desempeño sísmico que alcanza el edificio para un grado de **Sismo Raro** es de **Control de Daños (S2)** para cada una de las direcciones de análisis.
- El grado de desempeño sísmico que alcanza el edificio para un grado de **Sismo Muy Raro** es de **Control de Daños (S2)** para cada una de las direcciones de análisis.
- El grado de desempeño sísmico que alcanza el edificio para un grado de **Sismo Máximo Sismo Considerado** es de **seguridad de vida (S3)** para la dirección “x” y de **control de daños (S2)** para la dirección “y”.

#### 5.2. RECOMENDACIONES.

- Realizar un reforzamiento a los muros de albañilería confinada con propósitos de optimizar su desempeño sísmico.
- Realizar un estudio de los elementos no estructurales para determinar su resistencia ante sismos.
- Hacer una verificación por desempeño al momento de realizar los expedientes técnicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

American Society of Civil Engineers. (2017). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings* (41.<sup>a</sup> ed.). American Society of Civil Engineers. <https://doi.org/10.1061/9780784414859>

Bertero V, V. (1997), Performance-based seismic engineering: A critical review of proposed guidelines", *Seismic Design Methodologies for the Next Generation of Codes*, Slovenia, Memoria.

Calderón, J. (2017) Tesis " Evaluación del Desempeño Sismorresistente de una Vivienda Multifamiliar de Cinco Pisos Ubicada en el Sector Nuevo Horizonte Jaén - Cajamarca", Jaén.

Cardenas, L., Reyna, R., Estacio, L., Zavala, C., Japan Peru Center for Earthquake Engineering Research and Disaster Mitigation, Montero Rosas Street 1476, Santa Beatriz, Lima 01, Peru, Toyohashi University of Technology, Japan, & National University of Engineering, Lima, Peru. (2014). Implementation of Database of Masonry Walls Test – Review of Existing Test Data in Peru. *Journal of Disaster Research*, 9(6), 993-1000. <https://doi.org/10.20965/jdr.2014.p0993>

Diaz, M., Zavala, C., Flores, E., & Cardenas, L. (2019). Development of analytical models for confined masonry walls based on experimental results in Lima city. *TECNIA*, 29(2). <https://doi.org/10.21754/tecnia.v29i2.711>

Esquivel, J. C. (2018). *Estado Del Arte Del Diseño Sismo Resistente Por Desempeño Para Edificios Altos De Concreto Armado En California - Usa*. 94.

Hidalgo, D., Pujades, L., Díaz, S., Vargas, Y., & Schmidt, V. (2018). COMPORTAMIENTO NO-LINEAL DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA DE CONCRETO CON REFUERZO INTEGRAL. *Revista Internacional De Ingeniería De Estructuras*, 23(1). <https://doi.org/10.24133/riie.v23i1.702>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, República del Perú. 2006. Norma Técnica E.070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú, El Peruano. 12 jul. 56 p.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, República del Perú. 2006. Norma Técnica E.020 Cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú, El Peruano. 09 jun. 21 p.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, República del Perú. 2018. Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú, El Peruano. 23 oct. 32 p.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, República del Perú. 2009. Norma Técnica E.060 Diseño De Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú, El Peruano. 08 may. 205 p.

Muñoz Peláez, JA (2004). "Ingeniería Sismorresistente". Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Ingeniería. Lima, Perú.

Paredes, B (2018). Tesis "Probabilidad de Daño Sísmico de la I.E. 82088 La Huaylla de la ciudad de San Marcos - Cajamarca". Cajamarca

Paulay, T. y Priestley, M. (1992). Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings. (1ra. Ed.). New York: John Wiley & Sons, INC.

Santana, T y Ronald, D (2018). Diseño sísmico por desempeño de estructuras de albañilería confinada, Cercado de Lima.

Tunque, J y Colos, E (2010). Evaluación del Desempeño Sísmico del Pabellón de Geología -UNSA, Arequipa.

## ANEXOS.

### ANEXO N°1.

#### ➤ CARGAS MUERTAS.

#### ✓ METRADO DE CARGAS Y ASIGNACIÓN AL MODELO MATEMÁTICO.

- CARGAS MUERTAS DEBIDO AL PESO PROPIO DE LA LOSA ALIGERADA Y LOS ACABADOS.

### METRADO DE CARGA DE ALIGERADOS

- Espesor de aligerado h = 20.00 cm

#### ladrillo lark h=15cm

- medias de ladrillo

$$A = 30.00 \text{ cm}$$

$$L = 30.00 \text{ cm}$$

$$e = 15.00 \text{ cm}$$

$$P = 7.600 \text{ kg}$$

Denominación del Bien	HUECO 15 ACANALADO
Denominación Técnica	HUECO 15 ACANALADO
Dimensiones	15 x 30 x 30 cm.
Peso	7.6 kg.
Unid.m <sup>2</sup>	9

- propiedades de losa vigueta

$$bw = 10.00 \text{ cm}$$

$$hl = 5.00 \text{ cm}$$

- peso concreto por m2

$$\text{losa} = 120.0 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{vigueta} = 90.0 \text{ kg/m}^2$$

- peso ladrillo = 63.3 kg/m2

- cielo raso

$$\text{espesor de cielo raso } 2.00 \text{ cm} \quad W = 40.0 \text{ kg/m}^2 \quad (\text{tarrajeo con mortero cemento - arena})$$

- **peso solo aligerado** = 273.33 kg/m2

- **peso cielo raso** = 40.0 kg/m2

- **peso acabados** = 100.0 kg/m2

- **peso tabiquería equivalente** = 0.000 kg/m2 (variable por cada tramo de losa)

$$\text{TOTAL} = 413.3 \text{ kg/m}^2$$



Debido a que en el software SAP 2000 v23 no se puede modelar losas aligeradas, se ha procedido a usar una losa maciza de 10 cm de espesor la cual tendría un peso de 240.00 kgf/m2 faltando añadir los 33.33 kgf/m2 de peso de aligerado.

## CARGAS MUERTAS DEBIDO A LA TABIQUERÍA.

### DETERMINACIÓN DEL PESO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA SEGÚN SU ALTURA

ESPESOR (CM)	PESO ESP. (KGF/CM2)	ALTURA (M)	PESO POR METRO LINEAL (KGF/M)	DESCRIPCIÓN
0.125	1350	1.15	194.06	Tabiquería posterior en alfeizar
0.125	1350	2.15	362.81	Tabiquería frontal en alfeizar
0.125	1350	1	168.75	Parapetos en pasadizos
0.125	1350	2.95	497.81	Muros de división interna
0.125	1350	0.9	151.88	Parapetos en azotea
0.24	1850	2.95	1309.80	Muro portante

#### ➤ CARGAS VIVAS.

Las cargas vivas han sido asignadas de acuerdo con lo establecido por la Norma Técnica del Perú e.020. de acuerdo al tipo de ocupación.

Según se puede apreciar en el Anexo 03 (planos arquitectónicos) el segundo piso está destinado a laboratorio de ciencias, servicios higiénicos y corredores.

Asignación de cargas vivas en losa aligerada del primer piso.

Laboratorios. 300kgf/m<sup>2</sup>.

Servicios Higiénicos: 300 kgf/m<sup>2</sup>.

Corredores.400 kgf/m<sup>2</sup>.

Asignación de cargas vivas en losa aligerada del segundo piso.

Sala de reuniones. 400kgf/m<sup>2</sup>

Servicios Higiénicos: 400 kgf/m<sup>2</sup>.

Corredores.400 kgf/m<sup>2</sup>.

Asignación de cargas vivas en losa aligerada del tercer piso (azotea).

Techo. 100kgf/m<sup>2</sup>.

## **ANEXO N°2.**

### **INFORME DE ROTURA DE PROBETAS.**

En la siguiente página se presenta el informe de rotura de probetas obtenido de los archivos del laboratorio que realizó los informes de roturas de probetas.

**GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**  
 Calle: Caprián Juan Pinedo N° 108 - Jaén - Cajamarca  
 R.U.C. 20489554847, Telef. 076 431132, Cel. 978-862127, Email: geoconmat@outlook.com, geoconmat@gmail.com  
 PROYECTOS DE INGENIERÍA, SUPERVISIÓN DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS,  
 TECNOLOGÍA DEL CONCRETO, TECNOLOGÍA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y  
 VENTA DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN.

	<b>GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>		<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>		
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>		<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>	
	<b>QCF-TC-01</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>01-17-TC-RC-0029</b>	
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>		
<b>PROYECTO :</b>	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN INICIAL DE LA FE Y ALEGRIA N° 22 SAN LUIS GONZAGA, DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, REGIÓN DE CAJAMARCA - SEGUNDA ETAPA.			<b>GERENTE GENERAL :</b>	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.			<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
<b>SOLICITANTE :</b>	CONSORCIO FE Y ALEGRIA			<b>TECNICO DE LAB :</b>	IGNACIO DAVALOS H.
<b>RESIDENTE:</b>	MARCO EBER MERA TANTA.			<b>ASISTENTE:</b>	DIANA LLANOS DELGADO
<b>SUPERVISIÓN:</b>	CONSORCIO SAN LUIS FE Y ALEGRIA				
<b>JEFE DE SUPERVISIÓN:</b>	MARTIR SAENZ CASANOVA				

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
 METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
 A.S.T.M. C 39**



PROBETA	Fecha	Fecha	Edad	Carga	f'c	Diametro	Resistencia	Resistencia	Porcentaje	
	abricación	Rotura	(días)		Rotura		kg/cm <sup>2</sup>	Máxima		Promedio
N °				Kg.		cm	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	f'c	
29	15/08/16	13/10/16	28	CIMENTACIÓN - BLOQUE I	40271	210	15.00	227.89	228	109

**OBSERVACIONES :** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE  
 EL PORCENTAJE MINIMO DE RESISTENCIA A COMPRESION, A LOS 28 DIAS ES 100 % Fc, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON EL REQUISITO.

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados PD - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle: Capital Juan Pablo N° 108 - Jaén - Cajamarca  
 R.U.C. 2045595-847, Telf: 076 431132, Cel: 973-262127, Email: geconvial@netnet.com, geoconcto@gmail.com  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,  
 TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y  
 VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.



GEOCON VIAL  
 INGENIEROS  
 CONSULTORES  
 E.I.R.L.

GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD

QCF-TC-01

OFICINA DE GESTION Y  
 CONTROL DE CALIDAD

SECTOR :

LABORATORIO

CODIGO:

01-17-TC-RC-0030

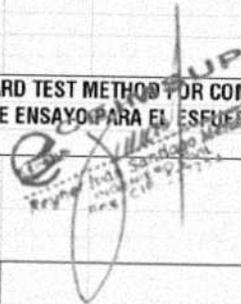
DATOS DEL PROYECTO

**PROYECTO :** MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN INICIAL DE LA FE Y ALEGRIA N° 22 SAN LUIS GONZAGA, DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, REGIÓN DE CAJAMARCA - SEGUNDA ETAPA.  
**UBICACIÓN:** DISTRITO: JAEN, PROVINCIA: JAEN, REGIÓN: CAJAMARCA.  
**SOLICITANTE :** CONSORCIO FE Y ALEGRIA  
**RESIDENTE:** MARCO EBER MERA TANTA.  
**SUPERVISIÓN:** CONSORCIO SAN LUIS FE Y ALEGRIA  
**JEFE DE SUPERVISIÓN:** MARTIR SAENZ CASANOVA

DATOS DEL PERSONAL

**GERENTE GENERAL :** ING. RAFAEL QUIROZ CH.  
**JEFE DE CALIDAD :** ING. RAFAEL QUIROZ CH.  
**TECNICO DE LAB :** IGNACIO DAVALDS H.  
**ASISTENTE:** DIANA LLANOS DELGADO

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
 METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
 A.S.T.M. C 39



PROBETA	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg./cm <sup>2</sup>	Porcentaje f <sub>c</sub>
N °					Kg.					
30	25/18/16	23/09/16	28	COLUMNAS PRIMER NIVEL - BLOQUE 1	40498	210	15.00	229.17	229	109

OBSERVACIONES :

LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE  
 EL PORCENTAJE MINMO DE RESISTENCIA A COMPRESION, A LOS 28 DIAS ES 100 % F<sub>c</sub>, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON EL REQUISITO.

GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 C/ R: Capitán Juan Pardo N° 108 - Jaén - Cajamarca  
 R.U.C. 20-99954947, Telef. 076 401130, Cel. 975-982727, Email: geoconvial@votmail.com, geoconvial@gmail.com  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,  
 TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y  
 VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

	<b>GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>				<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>				<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>
	<b>QCF-TC-01</b>				<b>CODIGO:</b>	<b>01-17-TC-RC-0031</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>						
<b>PROYECTO :</b>	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN INICIAL DE LA IFE Y ALEGRIA N° 22 SAN LUIS GONZAGA, DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, REGIÓN DE CAJAMARCA - SEGUNDA ETAPA.				<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.				<b>GERENTE GENERAL :</b>	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
<b>SOLICITANTE :</b>	CONSORCIO FE Y ALEGRIA				<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
<b>RESIDENTE:</b>	MARCO EBER MERA TANTA				<b>TECNICO DE LAB :</b>	IGNACIO DAVALOS H.
<b>SUPERVISIÓN:</b>	CONSORCIO SAN LUIS FE Y ALEGRIA				<b>ASISTENTE:</b>	DIANA LLANOS DELGADO
<b>JEFE DE SUPERVISIÓN:</b>	MARTIR SAENZ CASANOVA					

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
 METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
 A.S.T.M. C 39**



PROBETA N°	Fecha	Fecha	Edad	IDENTIFICACION	Carga	f <sub>c</sub>	Diametro	Resistencia	Resistencia	Porcentaje
	Fabricación	Rotura	(días)		Rotura	kg/cm <sup>2</sup>	cm	Máxima	Promedio	f <sub>c</sub>
					Kg.			kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	
31	10/09/16	08/10/16	28	VIGAS PRIMER NIVEL - BLOQUE I	36582	210	14.60	218.51	219	104
<b>OBSERVACIONES :</b>	LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE MINIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 28 DIAS ES 100 % F <sub>c</sub> , POR LO CUE LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON EL REQUISITO.									

GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 Calle: Camino Juan Pizarro N° 108 - Jaén - Cajamarca  
 B.U.C. 2049595-0547, Telef. 076-4311132, Cel. 976-962127, Email: geoconvia@hotmail.com, geoconvia@gmail.com  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,  
 TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y  
 VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.



GEOCON VIAL  
 INGENIEROS  
 CONSULTORES  
 E.I.R.L.

GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD

QCF-TC-01

OFICINA DE GESTION Y  
 CONTROL DE CALIDAD

SECTOR :

LABORATORIO

CODIGO:

01-17-TC-RC-0032

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN INICIAL DE FE Y ALEGRIA N° 22 SAN LUIS GONZAGA, DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, REGIÓN DE CAJAMARCA - SEGUNDA ETAPA.  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, REGIÓN DE CAJAMARCA.  
 SOLICITANTE : CONSORCIO FE Y ALEGRIA  
 RESIDENTE : MARCO EBER MERA TANTA.  
 SUPERVISIÓN : CONSORCIO SAN LUIS FE Y ALEGRIA  
 JEFE DE SUPERVISIÓN : MARTIR SAENZ CASANOVA

DATOS DEL PERSONAL

GERENTE GENERAL : ING. RAFAEL QUIROZ CH.  
 JEFE DE CALIDAD : ING. RAFAEL QUIROZ CH.  
 TECNICO DE LAB : IGNACIO DAVALOS H.  
 ASISTENTE : DIANA LLANOS DELGADO

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
 METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
 A.S.T.M. C 39



PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg./cm <sup>2</sup>	Porcentaje f'c
	32	10/09/16	08/10/16		28	TECHO - BLOQUE 4B ALIGERADO	37275	210	14.60	222.65
OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE MINIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 28 DIAS ES 103 % Fc. POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON EL REQUISITO.										

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados IQ - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

**GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**  
 Calle: Capitán Juan Pizarro N° 108 - Jaén - Cajamarca  
 R.U.C. 2048954847, Telef: 076 431 132, Cel: 976 882 127, Email: geoconvia@hotm.com, geoconvia@gmail.com  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,  
 TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y  
 VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.



**GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

**OFICINA DE GESTION Y  
CONTROL DE CALIDAD**

FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD

SECTOR :

LABORATORIO

**QCF-TC-01**

CODIGO :

01-17-TC-RC-0033

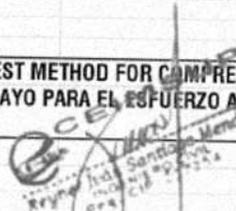
DATOS DEL PROYECTO

DATOS DEL PERSONAL

**PROYECTO :** MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN INICIAL DE LA I.F.E. FE Y ALEGRÍA N° 22 SAN LUIS GONZAGA, DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, REGIÓN DE CAJAMARCA - SEGUNDA ETAPA.  
**UBICACIÓN:** DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.  
**SOLICITANTE :** CONSORCIO FE Y ALEGRÍA  
**RESIDENTE:** MARCO EBER MERA TANTA  
**SUPERVISIÓN:** CONSORCIO SAN LUIS FE Y ALEGRÍA  
**JEFE DE SUPERVISIÓN:** MARTIR SAENZ CASANOVA

**GERENTE GENERAL :** ING. RAFAEL QUIROZ CH.  
**JEFE DE CALIDAD :** ING. RAFAEL QUIROZ CH.  
**TECNICO DE LAB :** IGNACIO DAVALOS H.  
**ASISTENTE:** DIANA LLANOS DELGADO

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS  
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO  
A.S.T.M. C 39**



PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg./cm <sup>2</sup>	Porcentaje f'c
					Kg.					
33	18/09/16	16/10/16	28	COLUMNAS SEGUNDO NIVEL - BLOQUE I	36317	210	14.50	219.93	220	105

**OBSERVACIONES :**

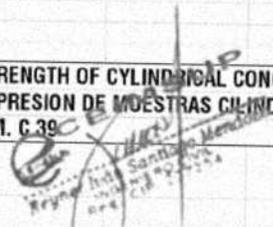
LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE  
 EL PORCENTAJE MÍNIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 28 DIAS ES 100% Fc, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON EL REQUISITO.

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados PD - GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

**GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**  
 Calle Capitán Juan Pizarro Nº 108 - Jaén - Cajamarca  
 B.U.C. 20495954947, Telef. 076 431132, Cel. 976-882127, Email: geconvial@hotm.com, geconvial@gmail.com  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,  
 TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y  
 VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

	<b>GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>		<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>		
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>		<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>	
	<b>QCF-TC-01</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>01-17-TC-RC-002</b>	
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>					
<b>PROYECTO :</b>	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN INICIAL DE LA I.E. FE Y ALEGRIA N° 22 SAN LUIS GONZAGA, DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, REGIÓN DE CAJAMARCA - SEGUNDA ETAPA.			<b>GERENTE GENERAL :</b>	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.			<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
<b>SOLICITANTE :</b>	CONSORCIO FE Y ALEGRIA			<b>TECNICO DE LAB :</b>	IGNACIO DAVALOS H.
<b>RESIDENTE:</b>	MARCO EBER MERA TANTA			<b>ASISTENTE:</b>	DIANA LLANOS DELGADO
<b>SUPERVISIÓN:</b>	CONSORCIO SAN LUIS FE Y ALEGRIA				
<b>JEFE DE SUPERVISIÓN:</b>	MARTIR SAENZ CASANOVA				

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**A.S.T.M. C 39**

  
 Regional Government of Cajamarca  
 Calle 28 de Julio 1234  
 01000

PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga	f'c	Diametro cm	Resistencia	Resistencia	Porcentaje f'c
					Rotura	kg/cm <sup>2</sup>		Máxima	Promedio	
1	29/09/16	27/10/16	28	VIGAS SEGUNDO NIVEL - BLOQUE I	37640 Kg.	210	14.90	215.87	216	103

**OBSERVACIONES :** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE  
 EL PORCENTAJE MINIMO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, A LOS 28 DIAS ES 100 % Fc, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON EL REQUISITO.

**GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**  
 Calle Capitán Juan Pizarro N° 109 - Jaén - Cajamarca  
 B.U.C. 20426954847, Telef. 076 431132, Cel. 976-882127, Email: geconvial@hotmail.com, geconvial@gmail.com  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,  
 TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y  
 VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

	<b>GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>		<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>		<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>
	<b>QCF-TC-01</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>01-17-TC-RC-002</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>PROYECTO :</b>	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN INICIAL DE LA I.E. FE Y ALEGRIA N° 22 SAN LUIS GONZAGA, DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, REGIÓN DE CAJAMARCA - SEGUNDA ETAPA.		<b>GERENTE GENERAL :</b>	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.		<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
<b>SOLICITANTE :</b>	CONSORCIO FE Y ALEGRIA		<b>TECNICO DE LAB :</b>	IGNACIO DAVALOS H.
<b>RESIDENTE:</b>	MARCO EBER MERA TANTA		<b>ASISTENTE:</b>	DIANA LLANOS DELGADO
<b>SUPERVISIÓN:</b>	CONSORCIO SAN LUIS FE Y ALEGRIA			
<b>JEFE DE SUPERVISIÓN:</b>	MARTIR SAENZ CASANOVA			

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**A.S.T.M. C 39**

*Handwritten signature and stamp*  
 GEOCON VIAL  
 Ingeniero Civil  
 Rafael Quiroz Ch.  
 N° 109 - Jaén - Cajamarca

PROBETA N°	Fecha fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diametro cm	Resistencia Máxima	Resistencia Promedio	Porcentaje f'c
					Kg.			kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	
2	29/09/16	27/10/16	28	ALIGEARDO - SEGUNDO NIVEL - BLOQUE I	44634	210	15.10	249.24	249	119

**OBSERVACIONES :** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE  
 EL PORCENTAJE MINIMO DE RESISTENCIA A COMPRESION, A LOS 28 DIAS ES 100 % Fc, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON EL REQUISITO.

**GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Calle Capitán Juan Pizarro N° 108 - Jaén - Cajamarca.  
 B.U.C. 20489954847, Telef. 076-431132, Cel. 976-882127, Email: geconvial@netnet.com, geconvial@gmail.com  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,  
 TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y  
 VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

	<b>GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>		<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>		<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>
	<b>QCF-TC-01</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>01-17-TC-RC-002</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>PROYECTO :</b>	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN INICIAL DE LA I.E. FE Y ALEGRIA N° 22 SAN LUIS GONZAGA, DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, REGIÓN DE CAJAMARCA - SEGUNDA ETAPA.		<b>GERENTE GENERAL :</b>	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.		<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
<b>SOLICITANTE :</b>	CONSORCIO FE Y ALEGRIA		<b>TECNICO DE LAB :</b>	IGNACIO DAVALOS H.
<b>RESIDENTE:</b>	MARCO EBER MERA TANTA		<b>ASISTENTE:</b>	DIANA LLANOS DELGADO
<b>SUPERVISIÓN:</b>	CONSORCIO SAN LUIS FE Y ALEGRIA			
<b>JEFE DE SUPERVISIÓN:</b>	MARTIR SAENZ CASANOVA			

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**A.S.T.M. C 39**

PROBETA N°	Fecha fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga	f'c	Diametro cm	Resistencia	Resistencia	Porcentaje f'c
					Rotura Kg.	kg/cm <sup>2</sup>		Máxima kg./cm <sup>2</sup>	Promedio kg./cm <sup>2</sup>	
3	13/10/16	11/11/16	28	COLUMNAS TERCER NIVEL - BLOQUE I	37839	210	15.20	208.53	209	99

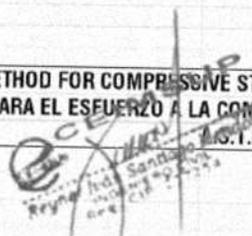
**OBSERVACIONES :** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE  
 EL PORCENTAJE MINIMO DE RESISTENCIA A COMPRESION, A LOS 28 DIAS ES 100% Fc, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA NO CUMPLE CON EL REQUISITO.

**GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Calle Capitán Juan Pineda N° 108 - Jaén - Cajamarca  
 B.U.C. 2048954847, Telef. 076 431132, Cel. 976-862127, Email: geconvial@netmail.com, geconvial@gmail.com  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,  
 TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y  
 VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

	<b>GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>		<b>OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD</b>	
	<b>FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD</b>		<b>SECTOR :</b>	<b>LABORATORIO</b>
	<b>QCF-TC-01</b>		<b>CODIGO:</b>	<b>01-17-TC-RC-009</b>
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>			<b>DATOS DEL PERSONAL</b>	
<b>PROYECTO :</b>	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN INICIAL DE LA I.E. FE Y ALEGRIA N° 22 SAN LUIS GONZAGA, DISTRITO DE JAÉN, PROVINCIA DE JAÉN, REGIÓN DE CAJAMARCA - SEGUNDA ETAPA.		<b>GERENTE GENERAL :</b>	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.		<b>JEFE DE CALIDAD :</b>	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
<b>SOLICITANTE :</b>	CONSORCIO FE Y ALEGRIA		<b>TECNICO DE LAB :</b>	IGNACIO DAVALOS H.
<b>RESIDENTE:</b>	MARCO EBER MERA TANTA		<b>ASISTENTE:</b>	DIANA LLANOS DELGADO
<b>SUPERVISIÓN:</b>	CONSORCIO SAN LUIS FE Y ALEGRIA			
<b>JEFE DE SUPERVISIÓN:</b>	MARTIN SAENZ CASANOVA			

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS**  
**METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO**  
**ASTM C 39**

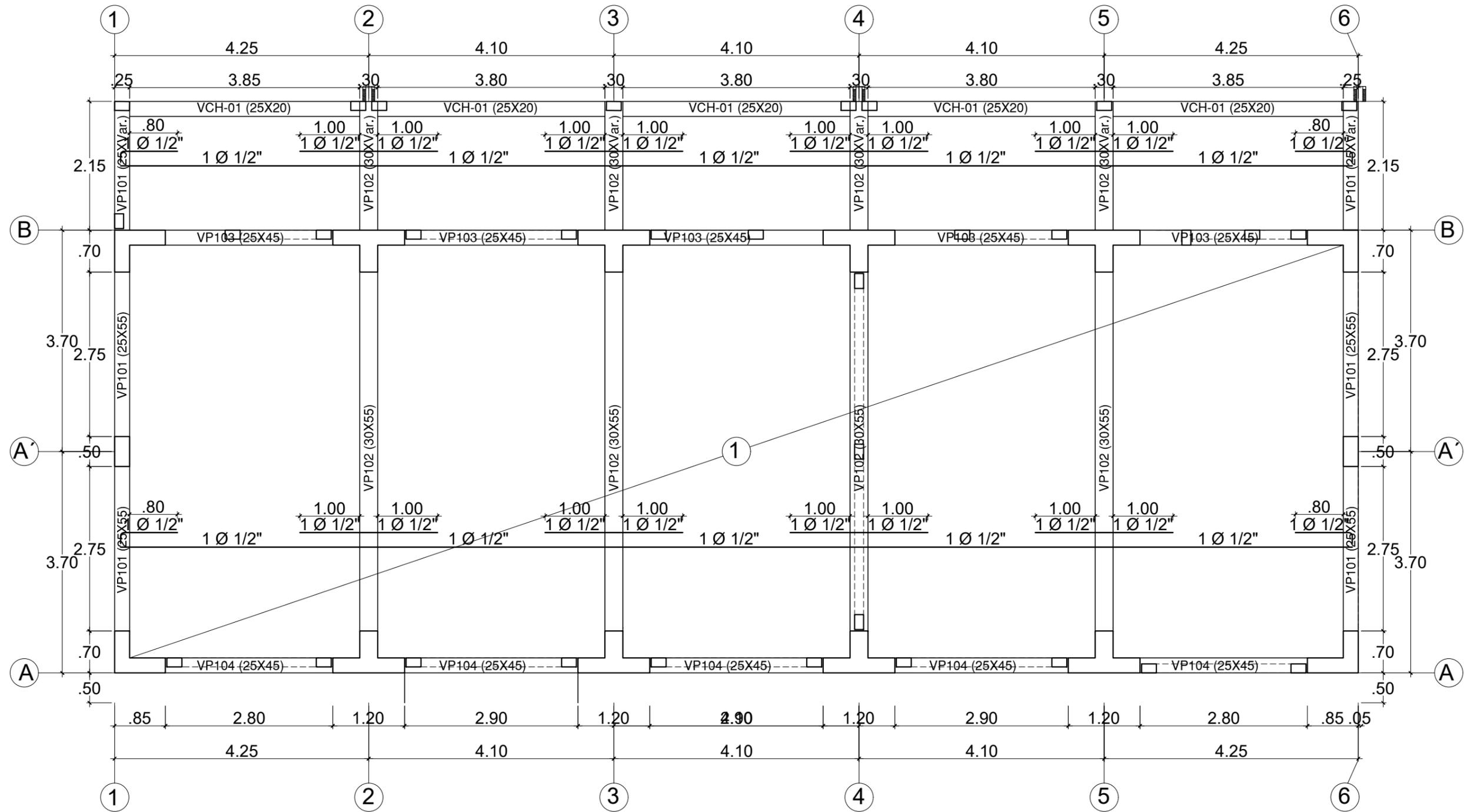
  
 Ing. Rafael Quiroz Ch.  
 Responsable de Laboratorio  
 No. 01-17-TC-RC-009

PROBETA	Fecha fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio kg./cm <sup>2</sup>	Porcentaje f'c
N°										
9	28/10/16	26/11/16	28	VIGAS TERCER NIVEL - BLOQUE I	39898	210	15.10	222.79	223	106
<b>OBSERVACIONES :</b>	LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO, HAN SIDO ALCANZADOS E IDENTIFICADOS POR EL SOLICITANTE EL PORCENTAJE MINIMO DE RESISTENCIA A COMPRESION, A LOS 28 DIAS ES 100% Fc, POR LO QUE LA MUESTRA ENSAYADA CUMPLE CON EL REQUISITO.									

### **ANEXO N° 3.**

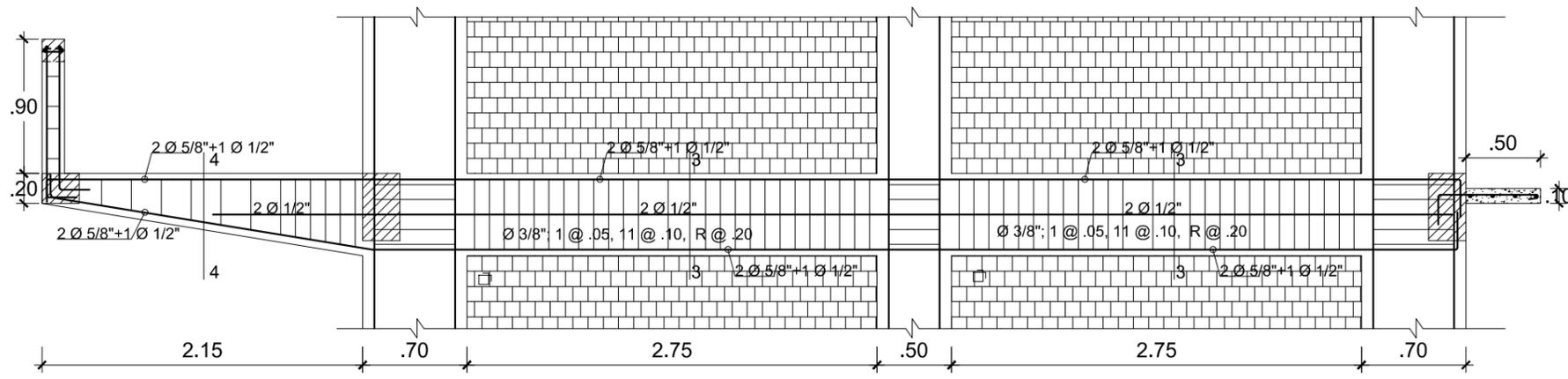
- **PLANOS.** En la siguiente página se presentan los planos estructurales que me brindó la información necesaria para desarrollar la investigación, fueron tomados del expediente de obra.



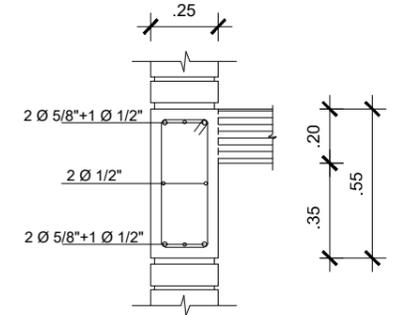


**ALIGERADO PRIMER, SEGUNDO Y  
TERCER NIVEL - BLOQUE 1**  
*esc:1/30*

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	
		BACHILLER. <b>WIELDER JULCA TARRILLO</b>	
ASESOR.		<b>Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO</b>	
TESIS: <b>NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL BLOQUE "B1" DE LA I. E. FE Y ALEGRÍA N°22 SAN LUIS GONZAGA DE LA CIUDAD DE JAÉN, 2022.</b>		PLANO: <b>ESTRUCTURAS: ALIGERADO PRIMER, SEGUNDO Y TERCER NIVEL</b>	
CAD:	ESCALA: 1/50	FECHA: OCTUBRE - 2022	LAMINA:
DISTRITO: JAÉN	PROVINCIA: JAÉN	DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	<b>E-02</b>

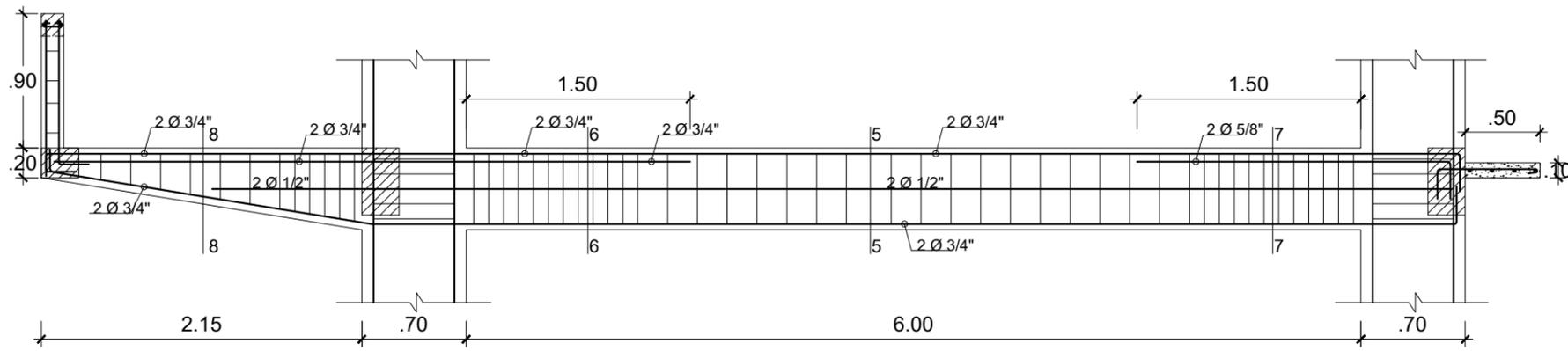


**DETALLE DE VIGA VP -101 (.25 X .55) / EJES 1 y 6 PRIMER PISO**  
ESC. 1/25

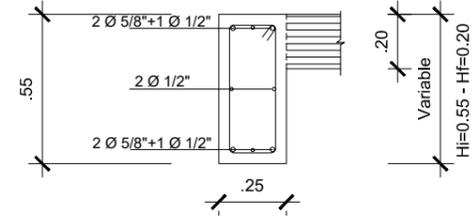


**CORTE 3 - 3**

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20

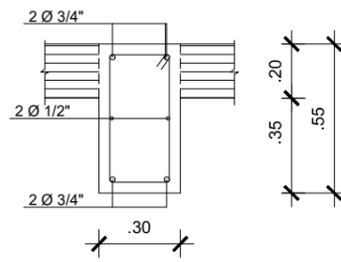


**DETALLE DE VIGA VP -102 (.30 X .55) / EJES 2, 3, 4 y 5 PRIMER PISO**  
ESC. 1/25



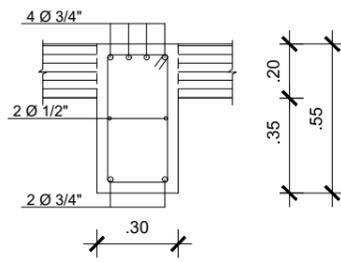
**CORTE 4 - 4**

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20



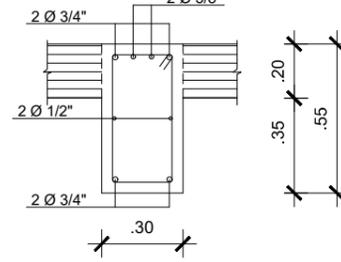
**CORTE 5 - 5**

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20



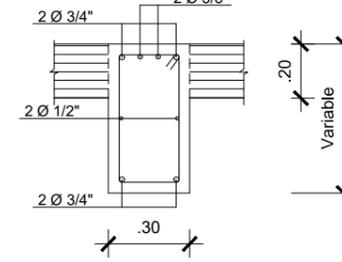
**CORTE 6 - 6**

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20



**CORTE 7 - 7**

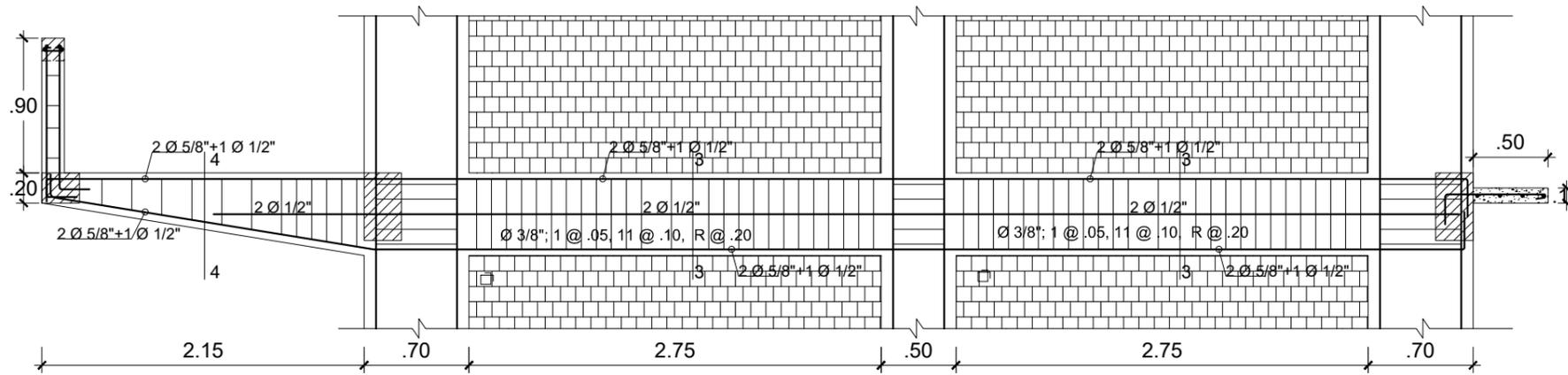
□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20



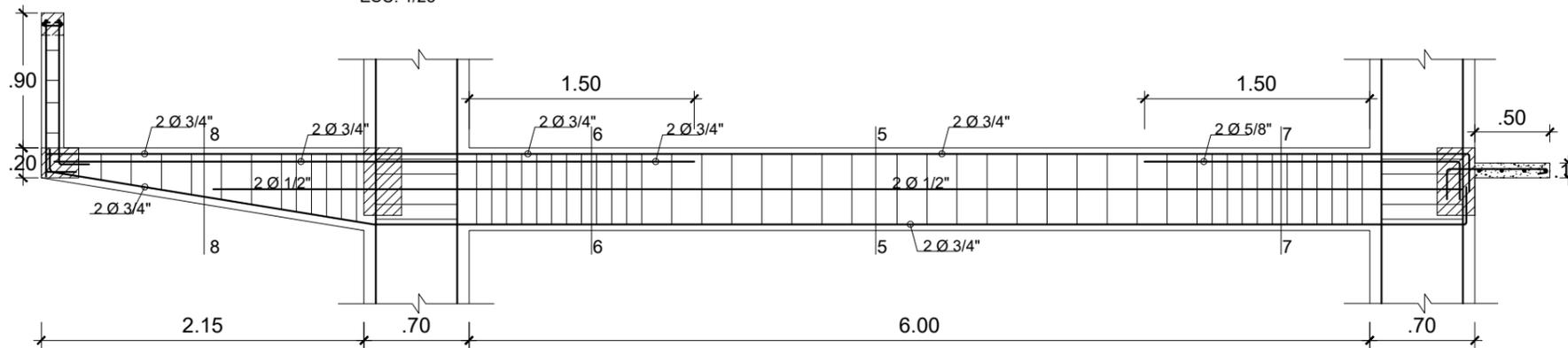
**CORTE 8 - 8**

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20

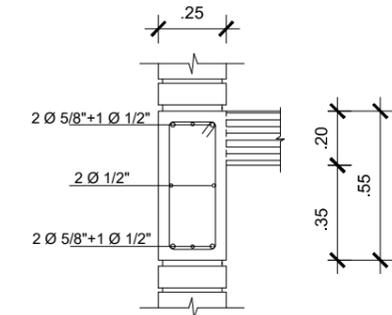
		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	
		BACHILLER. <b>WIELDER JULCA TARRILLO</b>	
ASESOR. <b>Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO</b>		TESIS: <b>NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL BLOQUE "B1" DE LA I. E. FE Y ALEGRÍA N°22 SAN LUIS GONZAGA DE LA CIUDAD DE JAÉN, 2022.</b>	
		PLANO: <b>ESTRUCTURAS: VIGAS PRINCIPALES PRIMER NIVEL</b>	
CAD:	ESCALA: 1/50	FECHA: OCTUBRE - 2022	LAMINA: <b>E-03</b>
DISTRITO: JAÉN	PROVINCIA: JAÉN	DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	



**DETALLE DE VIGA VP -201 (.25 X .55) / EJES 6 Y 9 SEGUNDO PISO**  
ESC. 1/25

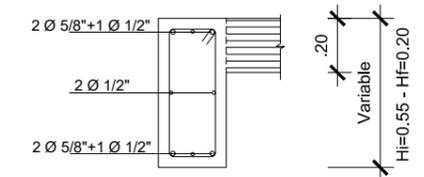


**DETALLE DE VIGA VP -202 (.30 X .55) / EJES 2, 3, 4 y5 SEGUNDO PISO**  
ESC. 1/25



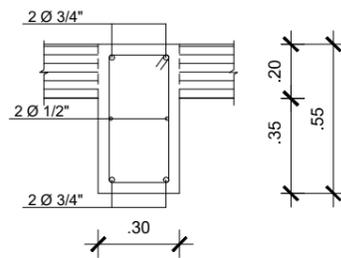
**CORTE 3 - 3**

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20



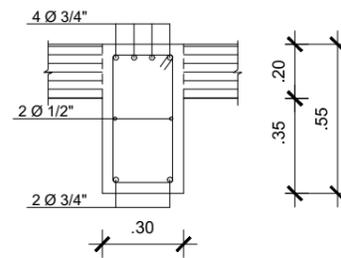
**CORTE 4 - 4**

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20



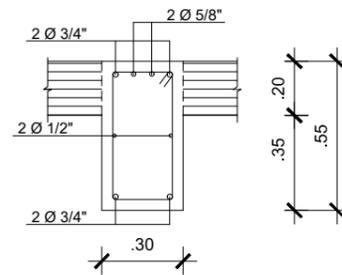
**CORTE 5 - 5**

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20



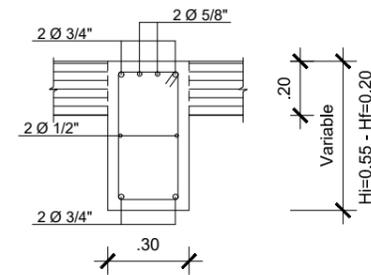
**CORTE 6 - 6**

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20



**CORTE 7 - 7**

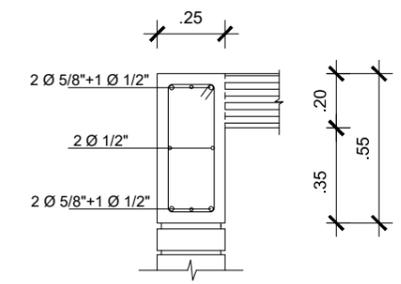
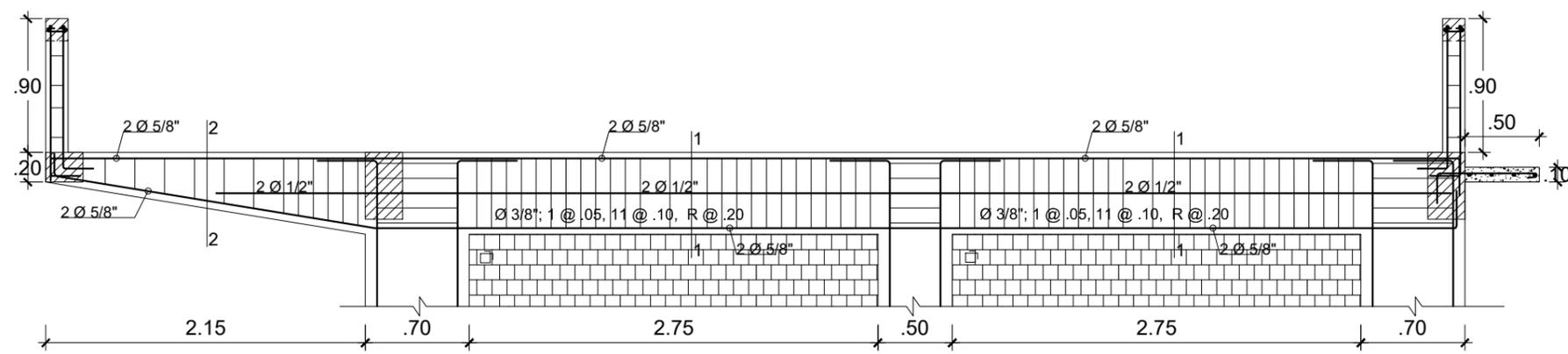
□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20



**CORTE 8 - 8**

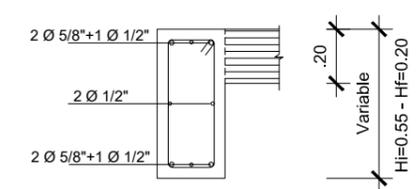
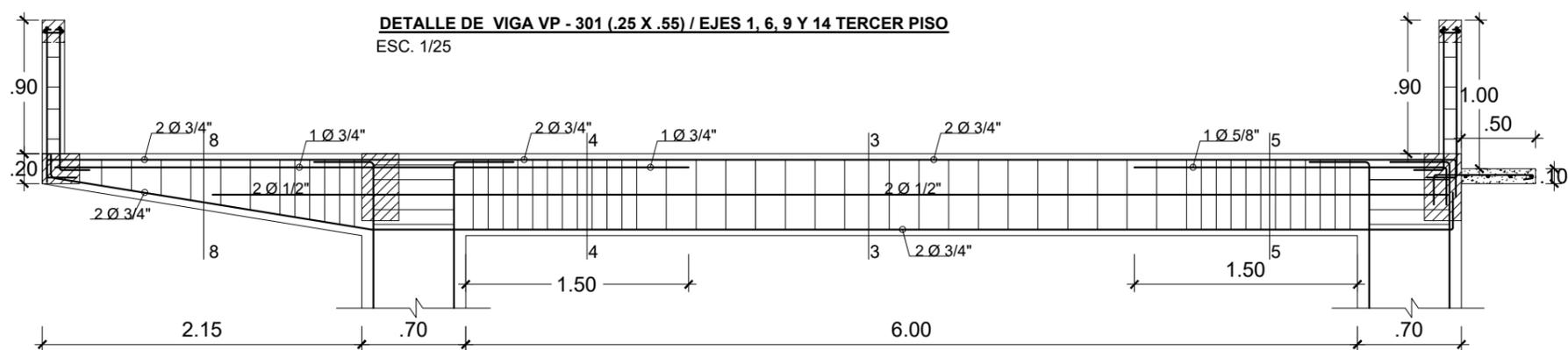
□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA		TESIS: NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL BLOQUE "B1" DE LA I. E. FE Y ALEGRÍA N°22 SAN LUIS GONZAGA DE LA CIUDAD DE JAÉN, 2022.	
BACHILLER. WIELDER JULCA TARRILLO		PLANO: ESTRUCTURAS: VIGAS PRINCIPAL SEGUNDO NIVEL	
CAD:	ESCALA: 1/50	FECHA: OCTUBRE - 2022	LAMINA: E-04
DISTRITO: JAÉN	PROVINCIA: JAÉN	DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	
ASESOR. Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO			



**CORTE 1 - 1**

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20

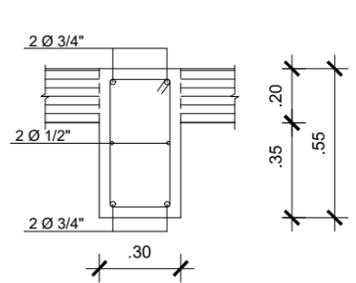


**CORTE 2 - 2**

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20

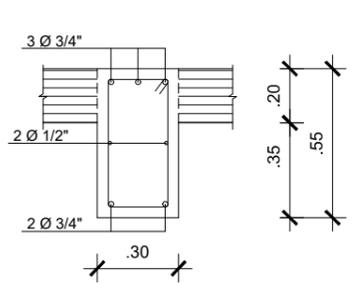
**DETALLE DE VIGA VP - 301 (.25 X .55) / EJES 1, 6, 9 Y 14 TERCER PISO**  
ESC. 1/25

**DETALLE DE VIGA VP -B302 (.30 X .55) / EJES 2, 3, 4 y 5 TERCER PISO**  
ESC. 1/25



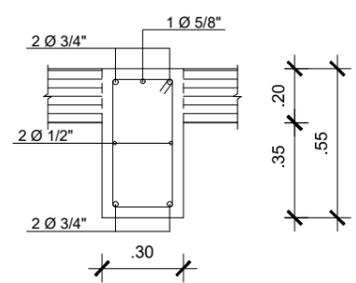
**CORTE 3 - 3**

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20



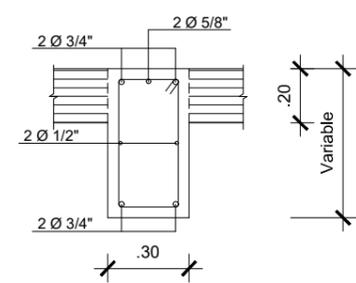
**CORTE 4 - 4**

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20



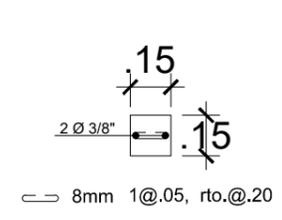
**CORTE 5 - 5**

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20



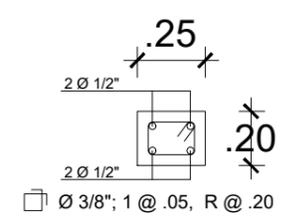
**CORTE 8 - 8**

□ Ø 3/8"; 1 @ .05, 11 @ .10, R @ .20



**VS-01(.15x.15)**

ESC. 1/25



**VCH-01(.25x.20)**

ESC. 1/25

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA	
		BACHILLER. <b>WIELDER JULCA TARRILLO</b>	
ASESOR. <b>Dr. Ing. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO</b>		TESIS: <b>NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL BLOQUE "B1" DE LA I. E. FE Y ALEGRÍA N°22 SAN LUIS GONZAGA DE LA CIUDAD DE JAÉN, 2022.</b>	
		PLANO: <b>ESTRUCTURAS: VIGAS PRINCIPALES DE TERCER NIVEL</b>	
CAD:	ESCALA: 1/50	FECHA: OCTUBRE - 2022	LAMINA: <b>E-05</b>
DISTRITO: JAÉN	PROVINCIA: JAÉN	DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	