

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO “MERCADO PORCÓN” DEL CENTRO
POBLADO PORCÓN ALTO, DISTRITO DE CAJAMARCA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR

Bach. CHILÓN ISHPILCO RAÚL

ASESOR

Dr.Ing. MOSQUEIRA MORENO MIGUEL ANGEL

CAJAMARCA – PERÚ

2024



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** Chilón Ishpilco Raúl
DNI: 73759341
Escuela Profesional: Ingeniería civil
- Asesor:** Miguel Angel Mosqueira Moreno
Facultad: Ingeniería
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:**
DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO "MERCADO PORCÓN" DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO, DISTRITO DE CAJAMARCA
- Fecha de evaluación:** 06/03/2024
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 16% (dieciséis por ciento)
- Código Documento:** oid:3117:337734206
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 06 de marzo del 2024

		<p>Firmado digitalmente por: FERNANDEZ LEON Yvonne Katherine FAU 20148258801 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 19/03/2024 20:22:54-0500</p>
<p>FIRMA DEL ASESOR</p>	<p>UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI</p>	
<p>Nombres y Apellidos: Miguel Angel Mosqueira Moreno</p>		
<p>DNI: 26733060</p>		

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, la oportunidad de perseguir los sueños y darme una familia que es mi soporte durante todo el tiempo. También a todos los docentes que me acompañaron durante la carrera y al Dr. Miguel Angel Mosqueira Moreno por su asesoramiento en el progreso de esta tesis.

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres Antoño y María Inés, a mis hermanos Yolanda, Edgar e Isaac y
toda mi familia por su apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

	Pág
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	14
1.1 INTRODUCCIÓN.....	14
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	17
1.4 HIPÓTESIS	17
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.6 ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.7 DELIMITACIÓN	18
1.8 LIMITACIONES.....	18
1.9 OBJETIVOS.....	19
1.9.1 Objetivo general	19
1.9.2 Objetivos específicos.....	19
1.10 CONTENIDO DE LOS CAPÍTULOS	19
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	21
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	21
2.1.1 Antecedentes internacionales	21
2.1.2 Antecedentes nacionales	22

2.1.3	Antecedentes locales	23
2.2	BASES TEÓRICAS	24
2.2.1	Diseño sísmico basado en desempeño	24
2.2.2	Niveles de desempeño sísmico.....	25
2.2.3	Niveles de diseño sísmico	27
2.2.4	Objetivo del diseño por desempeño	30
2.2.5	Análisis estático no lineal “Pushover”	32
2.2.6	Curva de capacidad	34
2.2.7	Punto de desempeño.....	41
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	42
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS		43
3.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	43
3.2	ÉPOCA DE INVESTIGACIÓN.....	44
3.3	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	44
3.3.1	Población de estudio.....	44
3.3.2	Muestra de estudio y unidad de análisis.....	44
3.3.3	Tipo de investigación	44
3.3.4	Tipo de análisis.....	45
3.4	MODELO ESTRUCTURAL	45
3.4.1	Recolección de datos.....	45
3.4.2	Consideraciones del modelo.....	47
3.4.3	Materiales	48
3.4.4	Metrado de cargas	50
3.4.5	Rótulas plásticas	50
3.4.6	Diagramas de momento de giro	51
3.5	DEMANDA SÍSMICA	58

3.6	CURVA DE CAPACIDAD DE LA ESTRUCTURA.....	68
3.6.1	Curva de capacidad en la dirección X-X.....	68
3.6.2	Curva de capacidad en la dirección Y-Y.....	72
3.7	DESEMPEÑO DE LA ESTRUCTURA.....	75
3.7.1	Nivel de desempeño sísmico alcanzado en dirección “X”.....	75
3.7.2	Nivel de desempeño sísmico alcanzado en dirección “Y”.....	77
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		78
4.1	CALIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO ALCANZADO.....	78
4.2	NIVEL DEL DESEMPEÑO SÍSMICO ALCANZADO.....	79
4.2.1.	Sismo frecuente EPU.....	79
4.2.2.	Sismo ocasional EPU.....	79
4.2.3.	Sismo raro EPU.....	79
4.2.4.	Sismo raro norma técnica E0.30.....	80
4.2.5.	Sismo muy raro EPU.....	80
4.3	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	81
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		82
5.1	CONCLUSIONES.....	82
5.2	RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		84
APÉNDICES.....		86
ANEXOS.....		92

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág
Tabla 1 Daños para los niveles de desempeño.....	27
Tabla 2 Niveles sísmicos de diseño de Visión 2000.....	28
Tabla 3 Niveles de desempeño sísmicos recomendados esperados.....	29
Tabla 4 Objetivos de desempeño propuestos por Visión 2000.....	32
Tabla 5 Coordenadas del edificio Mercado Porcón.....	43
Tabla 6 Propiedades y especificaciones técnicas del concreto	47
Tabla 7 Propiedades y especificaciones técnicas del acero	47
Tabla 8 Rigidez efectiva recomendados por el ATC-40.....	48
Tabla 9 Momento curvatura de la columna L-C1	54
Tabla 10 Factores de zona “Z”.....	59
Tabla 11 Factor zona para la estructura en estudio.....	60
Tabla 12 Categoría y factor de Uso (U).....	60
Tabla 13 Factor de Uso para la estructura en estudio	60
Tabla 14 Factor de suelo de la norma técnica E0.30	61
Tabla 15 Periodos TP y TL de la norma técnica E0.30	62
Tabla 16 Factor de Uso para la estructura en estudio	62
Tabla 17 Estructura en estudio.....	62
Tabla 18 Aceleración espectral calculado.....	63
Tabla 19 Espectros de peligros uniformes para periodos de retorno de 43,72, 475 y 975 años	65
Tabla 20 Puntos de la curva de capacidad en dirección “X”	69
Tabla 21 Puntos del modelo bilineal de la curva en dirección “X”	70
Tabla 22 Niveles de desempeño y sus límites de desplazamiento en “X”.....	71
Tabla 23 Curva de capacidad en “Y”.....	72
Tabla 24 Modelo bilineal de la curva en dirección “Y”	74

Tabla 25	Niveles de desempeño y sus límites de desplazamiento en “Y”	74
Tabla 26	Puntos de desempeño para cada nivel de movimiento sísmico en “X”	76
Tabla 27	Puntos de desempeño para cada nivel de movimiento Sísmico en “Y”	77
Tabla 28	Calificación del desempeño sísmico de la edificación en “X”	78
Tabla 29	Calificación del desempeño sísmico de la edificación en “Y”	78

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 1 Distribución de cargas laterales para un Análisis pushover	35
Figura 2 Representación del análisis Pushover y curva de capacidad	36
Figura 3 Representación bilineal de la curva de capacidad	39
Figura 4 Curva idealizada fuerza - desplazamiento	39
Figura 5 Sectorización de la curva de capacidad	40
Figura 6 Edificio Mercado Porcón	43
Figura 7 Concreto confinado del modelo de Mander	49
Figura 8 Acero de refuerzo del modelo de Parker	49
Figura 9 Ubicación de la rótula plástica	50
Figura 10 Diagrama de momento de giro a partir de momento de curvatura	51
Figura 11 Idealización del diagrama de momento de giro	52
Figura 12 Límites de respuesta en una columna	52
Figura 13 Límites de respuesta en una viga	53
Figura 14 Columna tipo L	53
Figura 15 Diagrama de curvatura de columna L-C1	54
Figura 16 Rótula plástica de columna L-C1	55
Figura 17 Características de la viga rectangular VP1	56
Figura 18 Definición de la viga rectangular VP1	56
Figura 19 Asignación de rótula plástica para la viga rectangular VP1	57
Figura 20 Definición de Quick Layer para muros de concreto	58
Figura 21 Zonificación sísmica	59
Figura 22 Espectro según la norma técnica E0.30-2018 para Tr 475 años (raro)	64
Figura 23 Ubicación del edificio “Mercado Porcón”	65
Figura 24 Espectros de peligro uniforme	67

Figura 25 Deformación de la estructura para el último paso debido a la carga lateral push en dirección “X”	68
Figura 26 Curva de capacidad en “X”	70
Figura 27 Bilinializacion y sectorización de la curva de capacidad en “X”	71
Figura 28 Deformación de la estructura para el último paso debido a la carga lateral push en dirección “Y”	72
Figura 29 Curva de capacidad en “Y”	73
Figura 30 Bilinializacion y sectorización de la curva de capacidad “Y”	75
Figura 31 Niveles de desempeño alcanzados por la estructura en “X”	76
Figura 32 Niveles de desempeño alcanzados para “Y”	77
Figura 33 Fisuras encontradas en vigas, losas aligeradas y muros o tabiquerías con espesor $e < 0.2\text{mm}$	86
Figura 34 Fisuras en el peralte de la viga V1-25x60 y en parte inferior de losa aligerada en el eje 11, tramo G-J del primer nivel	87
Figura 35 Fisuras en tabiquería en tramo 9-10 del eje J del primer nivel.....	88
Figura 36 Fisuras del tipo contracción por secado en aligerado en tramo G-J de los ejes 9 y 10 en azotea.....	88
Figura 37 Grietas en parapeto en tramo G-J de los ejes 9 y 10 en azotea	89
Figura 38 Filtración de agua de lluvia a vigas	90
Figura 39 Humedad en las tabiquerías.....	90
Figura 40 Humedad en la parte inferior de losa aligerada correspondiente a la azotea, ver figura 18.....	91
Figura 41 Recubrimientos en buen estado	91

RESUMEN

El edificio "Mercado Porcón" es considerado una edificación importante (categoría B) situado en el centro poblado Porcón Alto en el distrito de Cajamarca que de acuerdo a la normativa de diseño sismorresistente está en la zona sísmica 3. Al tener una antigüedad considerable y presentar algunas fisuras en ciertos elementos estructurales fue necesario averiguar el comportamiento de la estructura frente a solicitaciones sísmicas. En consecuencia, esta investigación determinó el nivel de desempeño sísmico del edificio "Mercado Porcón" del centro poblado Porcón Alto, distrito de Cajamarca para cada nivel de diseño sísmico propuesto por los criterios y lineamientos del comité Visión 2000 mediante el método de análisis estático no lineal. Las características de los materiales, secciones de los elementos estructurales y los refuerzos se obtuvieron de los planos del expediente técnico y la resistencia del concreto a compresión del ensayo de Esclerometría. Seguidamente se utilizó el software Etabs V21 para el modelo computacional en donde se contempló que la estructura incursiona en el rango inelástico. Finalmente se concluye que el edificio tiene un nivel desempeño sísmico **funcional** para un nivel de **sismo raro** en ambas direcciones de análisis y de acuerdo al SEAOC cumple con el desempeño esperado, aunque cabe indicar que en la dirección específica "Y" el desempeño está al límite del rango funcional.

Palabras Clave: Pushover, Nivel Sísmico, Desempeño Sísmico, Curva de Capacidad, Espectro de Demanda.

ABSTRACT

The "Mercado Porcón" building is considered an important building (category B) located in the Porcón Alto town center in the district of Cajamarca, which according to the seismic-resistant design standards is in seismic zone 3. Since it is of considerable age and presents some cracks in certain structural elements, it was necessary to determine the behavior of the structure under seismic stresses. Consequently, this research determined the seismic performance level of the "Mercado Porcón" building in the Porcón Alto town center, district of Cajamarca, for each seismic design level proposed by the Vision 2000 committee criteria and guidelines, using the nonlinear static analysis method. The characteristics of the materials, sections of the structural elements and reinforcements were obtained from the drawings of the technical file and the compressive strength of the concrete from the Sclerometry test. The Etabs V21 software was then used for the computational model where it was considered that the structure is in the inelastic range. Finally, it is concluded that the building has a functional seismic performance level for a rare seismic level in both directions of analysis and according to the SEAOC it complies with the expected performance, although it should be noted that in the specific direction "Y" the performance is at the limit of the functional range.

Keywords: Pushover, Seismic Level, Seismic Performance, Capacity Curve, Demand Spectrum.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

A finales de los ochenta y principios de los noventa, una serie de terremotos significativos ocurrieron alrededor del mundo teniendo como consecuencia, incontables daños estructurales que se registraron en diversos tipos de edificaciones. Después de dichos eventos telúricos, comenzó una revolución en el pensamiento crítico entre ingenieros estructurales de diversos países, comenzando así un posible cambio al objetivo principal de los reglamentos de construcción, perfilándose hacia el control de los daños estructurales de las edificaciones mediante el análisis y diseño considerando diversos niveles de desempeño estructural, presentando así una nueva filosofía de diseño estructural basada en desempeño (Gaxiola, 2022).

Los daños provocados por sismos de ocurrencia rara y muy rara no son igual a los sismos de severidad media o baja por ello se hace necesario definir múltiples niveles de desempeño sísmico de las estructuras (Julca, 2020). El lugar o la ubicación de las estructuras es un factor importante durante la ocurrencia de un sismo. En el caso específico de Perú, se encuentra ubicado en una zona altamente sísmica debido a su posición geográfica y a su actividad tectónica (Isique & Villacorta, 2022).

La normativa peruana de diseño sismorresistente clasifica en cuatro zonas sísmicas y para este estudio el edificio Mercado Porcón se encuentra en la zona 3 y que le corresponde aceleraciones de un 35% de la aceleración de la gravedad, además este edificio es clasificado según la norma como categoría B asignándole un factor de uso $U=1.3$. Esto ha llevado a plantear que nivel de desempeño sísmico tendrá la estructura del edificio “Mercado Porcón”

ante un nivel de sismo raro que propone la norma técnica E0.30, bajo consideraciones del comité Visión 2000.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

A nivel mundial han ocurrido muchos eventos sísmicos lo que ha conllevado a realizar evaluaciones sísmicas de edificios basándose en la filosofía del diseño por desempeño para determinar su habitabilidad y funcionamiento de acuerdo al nivel de desempeño en que se encuentran, a partir de ello tomar la decisión de repararlas y/o reforzarlas y en el peor de los casos demolerlas. Además, hoy en día se han documentado múltiples investigaciones en cualificar en nivel de desempeño sísmico que presenta las edificaciones existentes de antigüedad considerable (Gaxiola, 2022).

Estos desastres naturales también golpean con frecuencia a diferentes países de Latinoamérica, causando pérdidas humanas, daños en la infraestructura y pérdidas económicas. Por lo tanto, es fundamental reducir el riesgo sísmico y, especialmente, la vulnerabilidad de las edificaciones, mediante el estudio del desempeño (Crisafulli, 2018).

Y en el ámbito nacional, Perú ha experimentado varios terremotos destructivos, como el terremoto de 1970 en Ancash, que dejó miles de muertos y causó enormes daños (Isique & Villacorta, 2022). El sismo en Ica en el año 2007, en el sur de Perú, causó la destrucción de miles de viviendas y afectó gravemente la infraestructura educativa, de salud, transporte y comercio, entre otras, pero lo más lamentable fue que, también causó pérdidas de vidas humanas (INDECI, 2019).

En mayo de 2019, en el norte del país, se produjo otro sismo significativo con epicentro en Lagunas-Alto Amazonas, que provocó daños en carreteras principales y en varios puestos

de salud (INDECI, 2021). Asimismo, se observaron fisuras en las infraestructuras educativas de Pimpingos en Cutervo y en la ciudad de Jaén, ambos de la región de Cajamarca, afectando tanto a elementos de confinamiento como a juntas de elementos estructurales y no estructurales. A consecuencia de ello, Julca en el 2022 realizó un estudio de una institución educativa para determinar su nivel de desempeño sísmico.

Lo expuesto anteriormente es una clara muestra que las estructuras tienen un comportamiento no favorable ante los eventos sísmicos, esto debido a muchos factores siendo uno de ellos la antigüedad de las edificaciones y el reglamento con el que se diseñó, por lo que, no se puede asegurar un buen desempeño sísmico de todas aquellas edificaciones construidas anteriormente (Alvarez & Ramos, 2022).

En el ámbito local, en la zona urbana se tiene diferentes estudios de edificaciones en las cuales evalúan el nivel de desempeño sísmico que alcanzan. En cambio, las zonas rurales carecen de estudios de esta índole. Uno de ellos es el centro poblado de Porcón Alto que se sitúa en la zona sísmica 3 de acuerdo a la normativa peruana sismorresistente y cuenta con edificaciones comunes hasta edificaciones esenciales, tal es el caso del edificio “Mercado Porcón” que es considerado una edificación importante de acuerdo a la normativa, ya que alberga a numerosos comerciantes y clientes en un espacio comercial fundamental para el desarrollo económico local.

Este edificio supera los ocho años de antigüedad, lo que significa que el diseño sísmico se realizó con la norma técnica E.030-2006 y ésta actualmente ha sido reemplazado por la norma técnica E.030-2018, además se puede observar algunas fisuras en ciertos elementos estructurales y grietas en unos pocos componentes no estructurales, por lo que su capacidad de respuesta y resistencia ante un evento sísmico pueden estar comprometidas.

Debido estas consideraciones fue necesario conocer el comportamiento sísmico que tendrá ante un nivel de sismo raro, ya que para ello la edificación debe mantener un nivel de desempeño funcional.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cuál es el nivel de desempeño sísmico del edificio “Mercado Porcón” del centro poblado de Porcón Alto, distrito de Cajamarca?

1.4 HIPÓTESIS

El edificio “Mercado Porcón” del centro poblado de Porcón Alto, distrito de Cajamarca, tiene un nivel de desempeño sísmico funcional para un nivel de sismo raro.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio es de gran relevancia en la sismología. La realización de esta investigación científica en el contexto del edificio “Mercado Porcón” ha permitido generar nuevos conocimientos y experiencias que podrán ser aplicados en futuros proyectos de construcción en zonas sísmicas similares.

Esta investigación se justifica en el interés de conocer el desempeño sísmico del “Mercado Porcón” ante una sollicitación sísmica por ser una edificación transcendental que aloja a una buena cantidad de individuos entre compradores, comerciantes y el personal administrativo. Al tener una antigüedad que excede los 8 años, tanto como el diseño y construcción de la edificación se realizó con normas de ese entonces como la norma técnica E.030-2006 y que actualmente ha sido reemplazada por la norma técnica E.030-2018. Asimismo, es evidente la carencia en la operación y mantenimiento que como consecuencia pueden ir afectando progresivamente los elementos estructurales.

El edificio "Mercado Porcón" es un importante lugar de encuentro y actividad comercial para la población de Porcón Alto. Su colapso o daño significativo debido a un evento sísmico tendría un impacto negativo en la economía local y afectaría la identidad cultural de la comunidad.

1.6 ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

Para llevar a cabo el estudio y estimar el desempeño sísmico del mismo se tuvo como información base los planos estructurales de la edificación, asimismo se realizó el ensayo no destructivo en el concreto endurecido (Esclerometría) para determinar la resistencia a compresión de los elementos estructurales: vigas, columnas y muros de corte y se tomó las resistencias f_c mínimas de cada uno de ellos para el análisis Pushover usando software Etabs V21. Cabe mencionar que se desestimó el estudio de mecánica de suelos.

1.7 DELIMITACIÓN

La investigación se centra en el nivel de desempeño sismorresistente que tiene el mercado de Porcón Alto, distrito de Cajamarca, mediante el análisis estático no lineal. Se desestimó el análisis dinámico no lineal y la interacción suelo-estructura. Dicho edificio está edificado bajo el sistema estructural de pórticos y según la norma técnica E.030-2018 está ubicado en la zona de sismicidad 3 y pertenece a la categoría B (edificación importante).

1.8 LIMITACIONES

En la investigación se tuvo una limitante, si bien es cierto la Municipalidad del Centro Poblado Porcón Alto dio la facilidad para realizar el ensayo de Esclerometría, pero solo en 14 puntos como máximo, por lo cual se tomaron los pórticos con mayor ancho tributario y parte de las placas o muros de corte.

1.9 OBJETIVOS

1.9.1 Objetivo general

Determinar el nivel de desempeño sísmico del edificio “Mercado Porcón” del Centro Poblado de Porcón Alto, distrito de Cajamarca.

1.9.2 Objetivos específicos

- Determinar el nivel desempeño sísmico del edificio para el nivel de **sismo frecuente**.
- Determinar el nivel desempeño sísmico del edificio para el nivel de **sismo ocasional**.
- Determinar el nivel desempeño sísmico del edificio para el nivel de **sismo raro**
- Determinar el nivel desempeño sísmico del edificio para el nivel de **sismo muy raro**.

1.10 CONTENIDO DE LOS CAPÍTULOS

En el capítulo I de este trabajo se encuentra el problema. Se establece la pregunta principal de estudio, así como la hipótesis que guía la investigación. Además, se justifica la importancia y relevancia del estudio, y se especifican los alcances y límites de la investigación.

El capítulo II se dedica al marco teórico, en el cual se revisan y analizan los antecedentes teóricos relevantes para nuestra investigación. Se exhiben las bases teóricas que respaldan y fundamentan nuestro estudio, así como también se definen los términos básicos que se utilizan a lo largo del trabajo.

En el capítulo III, se proporciona detalles acerca de los materiales y métodos empleados. En primer lugar, se encuentra la ubicación y el período de tiempo del estudio. Luego, se describe el procedimiento utilizado, el tratamiento de los datos y el análisis estadístico empleado. Finalmente, se presentan los resultados obtenidos.

El capítulo IV está destinado al análisis y discusión de los resultados. Se describen y explican los hallazgos, relacionándolos con los objetivos planteados y la literatura existente. Además, se abre espacio para la discusión de los resultados y su interpretación en el contexto investigado.

En el capítulo V, se presentan las conclusiones, principales hallazgos y se responde a la pregunta de investigación planteada al inicio del trabajo. A su vez, se proporcionan recomendaciones para futuras investigaciones o intervenciones en el área estudiada.

Finalmente, se incluye una sección de referencias bibliográficas, donde se enlistan todas las fuentes consultadas a lo largo de la investigación. Asimismo, se incluyen los anexos y apéndices pertinentes.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1 Antecedentes internacionales

Zebua et al. (2023) en Indonesia, desarrollo el estudio “Evaluación del desempeño sísmico de un edificio hospitalario mediante el análisis de Pushover basado en ATC-40” tuvo como objetivo establecer los criterios de nivel de desempeño de edificios hospitalarios que sufrieron cambios de diseño en la práctica. Como muestra se tuvo al Hospital Regional de Referencia Cut Nyak Dien Meulaboh Aceh está en una zona con una alta intensidad sísmica. La investigación reveló que la estructura podría exhibir un comportamiento no lineal, como lo muestra la distribución de las rótulas plásticas que comenzaban con la fluencia de la viga, seguida de la fluencia de la columna. Demostraron que el desplazamiento del punto de rendimiento en x fue de 0.052 m con un corte base de 20090.204 KN y el desplazamiento en la dirección fue de 0.058 m con un corte base de 19832.572 KN. Con un valor máximo de deriva del piso basado en ATC-40 durante un terremoto en las direcciones x e y de $D > 0.01$, la estructura cae bajo la categoría de Ocupación Inmediata.

Jaramillo (2022), Guayaquil-Ecuador, en su tesis: “Evaluación del desempeño sísmico de una estructura a porticada en hormigón armado de tres niveles utilizando el análisis estático no lineal Pushover, cantón Samborondón”, tuvo como propósito verificar el diseño estructural según la documentación técnica y evaluar el comportamiento ante tres niveles de amenaza sísmica. Utilizando el análisis pushover, se obtuvo la curva de capacidad y se identificaron las rotulas plásticas progresivamente, permitiendo determinar el factor R. En cuanto al marco normativo utilizado, se tomaron en consideración las normas internacionales. Después de realizar el análisis estructural y el diseño, se llegó a concluir: Para el sismo de servicio (75

años), se observó que la estructura tuvo un comportamiento totalmente elástico y se encontró antes de la fluencia. Para el sismo de diseño, se encontró que presentó poca ductilidad y se mantuvo antes de la ocupación inmediata "IO", siendo más conservador de lo esperado. Definitivamente, para el sismo de diseño, se determinó que se encontrará en seguridad de vida, lo que simboliza que sufrirá deterioro moderado y, después de realizar algunas reparaciones, podrá ser apto.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Malpartida & Miranda (2022) en su investigación “Determinación del nivel de desempeño sísmico aplicando la técnica del análisis estático no lineal incremental (Pushover), a partir de tres tipos de esquemas mecánicos de acuerdo a los lineamientos de los documentos FEMA 440 y ATC 40, de la edificación de concreto armado: Residencial " Amauta III" ubicada en la Urb. Magisterio-Cusco” evaluaron el comportamiento del edificio residencial de 8 pisos con el estudio pushover. Se utilizaron tres representaciones de modelamiento: “Muros Shell”, “Viga” y “Muro Layer”. Este análisis se realizó de acuerdo a las normas internacionales. Los resultados obtenidos mostraron que, en X-X, tanto los “Muros Shell” como “Muros Layer” cumplían con un nivel de Prevención del colapso (PC). En cambio, para “Viga con brazo rígido”, en sismo máximo, la estructura también cumplía con la Prevención del colapso (PC), pero finalmente iba al Colapso (C).

Ojeda & López (2021) en su investigación “Desempeño sísmico de una edificación de concreto armado dual mediante el análisis no lineal en el tiempo ubicado en el distrito de Lince, departamento de Lima-Perú”. En este análisis compara la curva de capacidad con la curva de demanda de la norma E0.30 para verificar si el desempeño está dentro del rango de desempeño establecido por el código Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA). De ello

concluye que estructura analizada se encuentra dentro del rango elástico y dentro del nivel de desempeño Totalmente Ocupacional para una demanda sísmica de servicio y para el nivel de demanda de diseño se encuentra dentro del nivel de desempeño Prevención al Colapso para la dirección en "X" y para la dirección "Y" en el nivel de desempeño Resguardo de Vida.

2.1.3 Antecedentes locales

Gálvez (2023) en su tesis "Nivel de desempeño sísmico utilizando espectro probabilístico" se propuso evaluar las estructuras utilizando espectros de Peligro Uniforme. Para lograr esto, realizó un análisis de peligro sísmico probabilístico utilizando R - CRISIS V.20.03. El análisis realizado permitió obtener los espectros de peligro para el lugar, los cuales se utilizaron en el análisis pushover. Se determinaron los puntos de desempeño de cada estructura evaluada al interceptar el espectro de capacidad con el espectro de demanda. Se encontró que los desplazamientos se mantuvieron en seguridad de vida y que los niveles de desempeño para un sismo con 10% de excedencia en 50 años no superaron el nivel operacional establecido por la norma. Además, se comparó el espectro de peligro uniforme con el sismo de diseño normativo y se encontraron diferencias en las demandas sísmicas para distintos períodos.

Fustamante (2022) en Chota llevó a cabo el estudio "Nivel de desempeño sísmico de una edificación de 11 pisos en la provincia de Chota usando el método del espectro capacidad-demanda" con el propósito de determinar el comportamiento de un edificio de 11 niveles ubicado en Chota. El método utilizado fue el del ATC-40 (Consejo de Tecnología Aplicada). La estructura del edificio consistía en muros y pórticos. Este análisis permitió determinar las fuerzas y desplazamientos. Los desplazamientos fueron determinados y relacionados con niveles de desempeño dados por ATC. En X, la estructura cumple con los requisitos de

seguridad para un sismo de servicio, pero no para diseño o máximo, ya que la edificación colapsa bajo estas condiciones. En Y, la estructura cumple con los objetivos de desempeño para un sismo de servicio y diseño, pero no máximo, nuevamente colapsando en este caso.

Fernández (2022) en Chota en su tesis “Evaluación del desempeño sismorresistente mediante el método no lineal estático pushover del edificio de ingeniería civil de la Universidad Nacional Autónoma Chota, 2018” evaluó el desempeño sismorresistente del edificio de ingeniería civil de la Universidad Nacional Autónoma de Chota utilizando el método no lineal estático pushover. El objetivo era garantizar que el edificio pudiera funcionar adecuadamente ante un evento sísmico, considerando diferentes niveles de sismo. Se analizaron seis módulos del edificio en ETABS 2018. Los resultados mostraron que los desplazamientos y derivas máximas en los ejes X e Y cumplen con la norma técnica E.030. En general, el edificio cumple con los objetivos de desempeño para educación, tanto a nivel operacional, funcional y de seguridad, en diferentes niveles de sismo. Sin embargo, el módulo V mostró signos de precolapso en X y colapso en Y durante un evento sísmico de diseño. Además, las columnas de este módulo presentaron los primeros puntos de colapso, en contraste con los otros módulos.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Diseño sísmico basado en desempeño

Es un enfoque utilizado en ingeniería civil para diseñar estructuras que sean capaces de soportar y resistir los efectos de un terremoto. A diferencia del enfoque tradicional de diseño sísmico, que se centra principalmente en la resistencia y seguridad de las estructuras, el diseño basado en desempeño busca también garantizar que las estructuras mantengan un nivel aceptable de funcionalidad y servicio durante y después de un terremoto (Herrera, 2018).

Para realizar el diseño sísmico por desempeño, se establecen criterios y objetivos específicos en términos de desplazamientos máximos, deformaciones y daños permitidos en la estructura. Estos criterios se basan en la capacidad de la estructura para cumplir con su función principal, que puede ser garantizar la seguridad de vida, el funcionamiento operativo o la preservación de bienes materiales (Fernández, 2022).

En lugar de simplemente cumplir con un nivel mínimo de resistencia establecido por códigos de construcción, el diseño sísmico basado en desempeño considera los efectos del terremoto en la estructura y busca optimizar su desempeño en función de los objetivos establecidos. Esto implica un enfoque más integral que involucra el análisis de la respuesta sísmica, la consideración de diferentes niveles de sismo en diferentes etapas del terremoto (Herrera, 2018).

La metodología basada en el desempeño ayuda a optimizar los recursos ya que brinda información del daño al que estará expuesta la estructura de acuerdo al tipo de edificación elegida y su respectivo nivel de desempeño, de acuerdo a ello el diseñador optará por aprovechar al máximo las resistencias de los elementos estructurales para tener una respuesta esperada ante una sollicitación sísmica.

2.2.2 Niveles de desempeño sísmico

2.2.2.1 Propuesta del comité Visión 2000 (SEAOC)

El proyecto Visión 2000 establece distintos niveles de desempeño para evaluar el grado de daño máximo que puede sufrir una edificación ante un determinado nivel de sismo. Estos niveles tienen en cuenta el estado de los elementos estructurales - no estructurales y el contenido del edificio. En total, los niveles de desempeño, cada uno con un límite para el rango

de daño que garantiza las necesidades básicas de los usuarios, como la continuidad de la función, la aptitud para la reparación y la seguridad (SEAOC,1995).

a) Operacional

Se refiere a un estado en el que no se producen daños. Las secuelas para los usuarios del edificio son insignificantes, ya que la edificación se mantiene completamente segura. Todo el contenido y los servicios del edificio siguen funcionando y están disponibles para su uso. En general, no se requieren reparaciones (SEAOC,1995).

b) Funcional

Los elementos no estructurales y el contenido del edificio sufren daños moderados, y algunos elementos estructurales presentan daños leves. Aunque el edificio no corre riesgo y sigue siendo seguro, puede haber interrupciones parciales en algunas de sus funciones debido a los daños. En resumen, se requieren reparaciones menores en general (SEAOC,1995).

c) Seguridad

Implica daños moderados en los elementos estructurales, no estructurales y en el contenido del edificio. También se produce una degradación de la rigidez lateral y la capacidad resistente del sistema, interrupción de los servicios eléctricos y mecánicos, y perturbación en las vías de escape del edificio. Las instalaciones quedan fuera de servicio y es probable que se necesiten reparaciones importantes (SEAOC,1995).

d) Pre-Colapso

Se refiere a un grado de degradación de la rigidez, acercándola al colapso. Se vuelve totalmente insegura para sus habitantes y la magnitud de las reparaciones puede ser técnicamente y/o administradamente inviable (SEAOC,1995).

Tabla 1

Daños para los niveles de desempeño

Estado de daño	Nivel de desempeño	Características principales
Despreciable	Totalmente operacional	Los daños son insignificantes o inexistentes. Después del terremoto, las instalaciones continúan operando y funcionando normalmente.
Ligero	Operacional	Los daños sufridos son leves. Las instalaciones esenciales siguen en funcionamiento, aunque las no esenciales pueden experimentar interrupciones que se pueden recuperar rápidamente.
Moderado	Seguridad	Los daños son moderados, lo que significa que la estructura ha sufrido daños, pero se mantiene estable. Los ocupantes están seguros, aunque algunos elementos no estructurales pueden verse afectados.
Severo	Pre - colapso	Los daños estructurales son graves, lo que indica una cercanía al colapso de la estructura. También se pueden presentar fallas significando un riesgo.
Completo	Colapso	La estructura sufre un colapso total, lo que significa que no queda nada de la estructura original. Daños catastróficos.

Fuente: (SEAOC, 1995)

2.2.3 Niveles de diseño sísmico

2.2.3.1 Propuesta del comité Visión 2000 (SEAOC)

Para los niveles sísmicos se basa en clasificarlos en cuatro categorías. Estas categorías están diseñadas para representar la probabilidad de ocurrencia de eventos sísmicos de diferentes magnitudes y niveles de peligro (SEAOC, 1995).

La categoría de eventos sísmicos frecuentes representa aquellos que ocurren con mayor frecuencia y que tienen un nivel de peligro más bajo. Estos eventos son considerados comunes y se espera que ocurran con cierta regularidad en una región determinada.

La categoría de eventos sísmicos ocasionales representa aquellos que ocurren con menos frecuencia y que tienen un nivel de peligro moderado. Estos eventos son menos comunes, pero aún pueden representar un riesgo significativo para las estructuras y las vidas humanas.

La categoría de eventos sísmicos raros representa aquellos que ocurren con una frecuencia aún menor y que tienen un nivel de peligro más alto. Estos eventos son menos comunes, pero pueden tener consecuencias devastadoras para las estructuras y las comunidades afectadas.

Finalmente, la categoría de eventos sísmicos muy raros representa aquellos que tienen la menor frecuencia de ocurrencia y el nivel de peligro más alto. Estos eventos son extremadamente raros, pero pueden tener impactos catastróficos en las zonas afectadas

Tabla 2

Niveles sísmicos de diseño de Visión 2000

Nivel de sismo de diseño	Tiempo de retorno (años)	Probabilidad de excedencia	
		%	años
Frecuente	43	50	30
Ocasional	72	50	50
Raro	475	10	50
Muy raro	975	10	100

Fuente: (SEAOC, 1995)

En la Tabla 3 se detallan los niveles recomendados de desempeño esperado que los edificios deben cumplir ante eventos sísmicos. Estos niveles proporcionan una guía clara sobre las expectativas de resistencia y comportamiento de un edificio, además da una referencia a los diseñadores y constructores a desarrollar edificios más seguros ante eventos sísmicos.

Tabla 3

Niveles de desempeño sísmicos recomendados esperados

1.Edificaciones básicas 2. Edificaciones esenciales 3.Edificaciones de seguridad crítica 0.Desempeño inaceptable		Nivel de desempeño sísmico			
		Operacional	Funcional	Seguridad	Pre-colapso
Nivel de movimiento sísmico	Frecuente (T=43 años)	1	0	0	0
	Ocasional (T=72 años)	2	1	0	0
	Raro (T=475 años)	3	2	1	1
	Muy raro (T=975 años)	-	3	2	

Fuente: (SEAOC, 1995)

Grupo de edificaciones clasificadas por el comité Visión 2000 en la anterior tabla 3.

1. Edificaciones esenciales

Son aquellas que desempeñan un papel fundamental en las labores posteriores a un terremoto, como hospitales, comisarías, centros de emergencias, entre otros. Estas edificaciones son cruciales para brindar atención médica, seguridad y coordinar los esfuerzos de rescate durante y después de un desastre sísmico. Su diseño y construcción se enfocan en resistir los impactos de un terremoto, garantizando su funcionalidad y capacidad de respuesta ante emergencias (SEAOC, 1995).

2. Edificaciones de seguridad crítica

Albergan sustancias peligrosas en cantidades que podrían representar una amenaza para una gran parte de la colectividad. Estas construcciones requieren precauciones adicionales debido a la naturaleza de los materiales que almacenan. Pueden incluir plantas químicas, instalaciones de almacenamiento de productos tóxicos, y cualquier sitio que maneje sustancias peligrosas. Su diseño y construcción se centran en evitar escapes y prevenir posibles derrames o explosiones que puedan afectar a la población y al medio ambiente (SEAOC, 1995).

3. Edificaciones básicas

No se encuentran en los dos grupos mencionados anteriormente. Estas edificaciones comprenden una amplia variedad de construcciones que no cumplen con los criterios de ser esenciales o albergar materiales peligrosos. Pueden ser viviendas, edificios de oficinas, comercios, y otros tipos diversos de estructuras. Aunque no tienen un papel crítico en las operaciones post-terremoto o en la seguridad contra amenazas de materiales peligrosos, su diseño y construcción deben seguir estándares de resistencia sísmica para proteger a las personas y minimizar daños en caso de un terremoto (SEAOC, 1995).

2.2.4 Objetivo del diseño por desempeño

El fin es maximizar la eficiencia y la efectividad de un sistema o producto. Esto implica diseñar de manera que se optimicen aspectos como el rendimiento, la utilización de recursos y la calidad del desempeño.

El diseño por desempeño busca encontrar el equilibrio adecuado entre diferentes factores, como la velocidad, la capacidad de respuesta, la capacidad de carga y la calidad del servicio. Para lograr esto, se deben tener en cuenta diferentes consideraciones técnicas, como

la arquitectura del sistema, la distribución de los recursos, los algoritmos de procesamiento y la gestión del rendimiento.

De acuerdo a la importancia de cada tipo de estructura y el nivel de riesgo aceptable, los objetivos del diseño por desempeño especifican el nivel de desempeño que se debe alcanzar dicha estructura para cada nivel de excitación sísmica.

2.2.4.1 Propuesta del comité Visión 2000 (SEAOC)

Por su parte, ha establecido una serie de objetivos de desempeño para los edificios, los cuales se presentan en la tabla 4. Estos objetivos buscan garantizar la seguridad y protección de las personas ante eventos sísmicos, así como la preservación de la integridad de las estructuras.

El nivel de desempeño denominado "objetivo básico" representa el nivel mínimo requerido para un edificio. En este nivel, se espera que el edificio pueda resistir terremotos de baja a moderada intensidad sin sufrir daños estructurales significativos. Asimismo, los elementos no estructurales deben mantenerse en su lugar y cualquier daño que ocurra debe ser reparable sin afectar la seguridad del edificio.

El nivel denominado "esencial riesgoso" establece un objetivo más riguroso. En este nivel, el edificio debe ser capaz de resistir terremotos de intensidad moderada a fuerte sin sufrir daños estructurales que pongan en peligro la vida de las personas. Además, los elementos no estructurales deben mantenerse en su lugar y cualquier grado de daño que ocurra debe ser reparable de manera efectiva.

Finalmente, el nivel denominado "seguridad crítica" establece el objetivo más alto en términos de desempeño. En este nivel, el edificio debe ser capaz de resistir terremotos severos

sin sufrir daños estructurales que comprometan la seguridad de las personas. Además, se espera que los componentes soporten las fuerzas sísmicas sin sufrir daños significativos, y cualquier daño que ocurra debe poder ser reparado sin afectar la capacidad del edificio para resistir futuros eventos sísmicos.

Estos objetivos de desempeño proporcionan una guía clara para los diseñadores, constructores y profesionales de la ingeniería al momento de planificar y construir edificios que sean seguros y capaces de resistir eventos sísmicos. Además, también sirven como una referencia importante para las autoridades reguladoras al establecer y actualizar los códigos de construcción, con el objetivo de garantizar la seguridad de las personas y la protección de las estructuras en caso de un terremoto.

Tabla 4

Objetivos de desempeño propuestos por Visión 2000

		Nivel de desempeño sísmico			
		Operatividad completa	Operatividad	Protección de vida	Cerca al colapso
Nivel de movimiento sísmico	Frecuente (T=43 años)				
	Ocasional (T=72 años)				
	Raro (T=945 años)				
	Muy raro (T=970 años)				

Fuente: (SEAOC, 1995)

2.2.5 Análisis estático no lineal “Pushover”

El análisis estático no lineal es una herramienta de evaluación de desempeño atractiva porque implica menos costo de cálculo que el análisis dinámico no lineal y utiliza el espectro

de respuesta en lugar de un conjunto de acelerogramas. Su principal desventaja es que los efectos dinámicos no se capturan mediante el análisis estático, por lo que este método representa este efecto, pero puede no ser exacto (Fernández, 2022).

La técnica de “Pushover” implica el colapso de una edificación ya desarrollada; esto se logra por el empleo de cargas laterales graduales en una dirección hasta llegar colapso. Estas fuerzas se distribuyen en cada piso y la suma de estas fuerzas se denomina fuerza cortante basal V . A raíz de la aplicación de estas fuerzas, la estructura tiene un máximo desplazamiento lateral, aparecen rótulas plásticas y, por lo tanto, también la curva de capacidad (Fernández, 2022).

El análisis estático no lineal pushover es una técnica utilizada en ingeniería estructural para evaluar el desempeño sísmico de una estructura. Se aplican cargas incrementales de manera estática y sin considerar los efectos dinámicos del terremoto, para determinar su capacidad de resistencia y deformación (Fustamante, 2022).

En el análisis pushover, se considera que la estructura se comporta de manera elástica hasta alcanzar ciertos niveles de carga, y luego se desarrollan patrones de deformación plástica en los elementos estructurales críticos. Estos patrones de deformación plástica se pueden obtener mediante la utilización de curvas de capacidad y curvas de demanda (Fernández, 2022).

Se realiza por el uso de modelos matemáticos y software de análisis estructural. En primer lugar, se modela la estructura y se asignan las propiedades de los materiales y los elementos estructurales. Luego, se aplican las cargas incrementales en sentido horizontal, usualmente simulando la acción de un terremoto, mientras se registran los desplazamientos y las fuerzas en los elementos (Fustamante, 2022).

A medida que se incrementan las cargas, se obtiene una curva de carga-desplazamiento llamada curva pushover, que representa la respuesta no lineal de la estructura. Esta curva muestra cómo se deforman los elementos estructurales y cómo se distribuyen las fuerzas al aumentar la carga (Fernández, 2022).

El análisis pushover permite evaluar la capacidad de deformación y comprender su comportamiento estructural en función de diferentes niveles de carga. Esto proporciona información valiosa para el diseño y disminución del riesgo sísmico de la estructura, permitiendo identificar posibles puntos débiles y comprobar si cumple con los criterios de seguridad y desempeño señalados (Fustamante, 2022).

2.2.6 Curva de capacidad

Representación gráfica que muestra el desplazamiento lateral del último nivel de una estructura en relación con la fuerza cortante basal (Moreno, 2006).

Es una herramienta usada en el análisis de estructuras para evaluar su desempeño frente a cargas sísmicas. Se utiliza como complemento a los métodos tradicionales, para proporcionar una evaluación más detallada de la capacidad de la estructura para resistir sismos.

La curva de capacidad Pushover determina la capacidad de carga y deformación de una edificación a medida que se le aplica una carga incremental. En este análisis, se aplica una carga lateral gradualmente creciente a la estructura, simulando la respuesta sísmica, mientras se monitoriza la deformación en puntos estratégicos de la estructura.

Mediante el uso de modelos de comportamiento no lineales, se puede obtener una curva que muestra la capacidad para soportar mayores cargas a medida que ocurren mayores

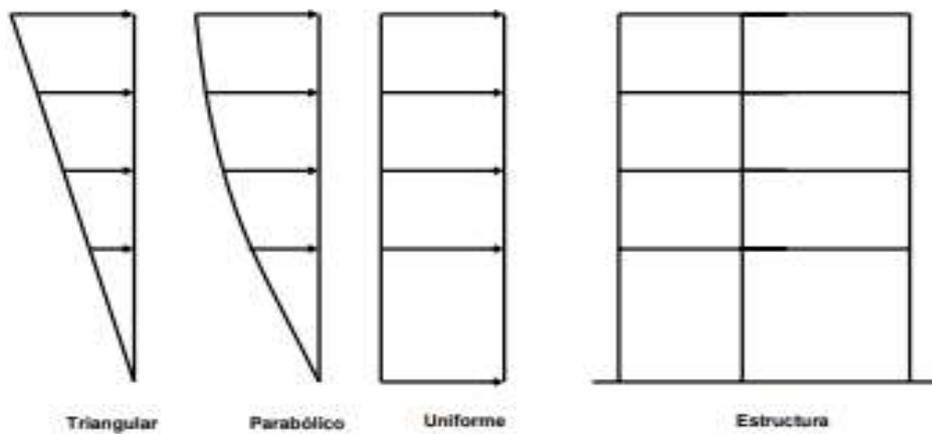
deformaciones. Esta curva puede representarse mostrando la carga resistente en el eje vertical y la deformación en el eje horizontal.

La curva de capacidad Pushover suministra data valiosa sobre la capacidad de la edificación para resistir sismos y ayuda a identificar posibles deficiencias o puntos débiles en el diseño. Esta información puede ser utilizada para realizar mejoras en la estructura, como la adición de elementos de refuerzo o la redistribución de cargas, con el fin de mejorar su desempeño sísmico.

Esta curva es utilizada para evaluar la capacidad ante los esfuerzos sísmicos. A medida que se incrementa la fuerza cortante basal, el desplazamiento lateral aumenta, lo que indica que la estructura ha alcanzado su límite de capacidad (Moreno, 2006).

Figura 1

Distribución de cargas laterales para un Análisis pushover



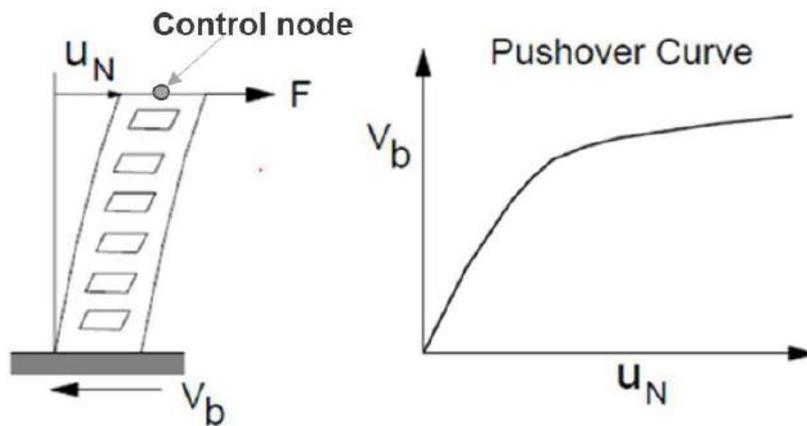
Fuente: (Moreno, 2006)

A medida que se lleva a cabo el proceso de acciones incrementales, se observa un aumento en el desplazamiento en el techo (D_t), el cual es controlado por un punto de referencia. Además, se registra (V) en la base de la construcción hasta llegar al valor máximo de

desplazamiento lateral establecido. Una vez alcanzado este desplazamiento máximo se obtiene la curva de capacidad (Cortante basal “ V ” vs desplazamiento “ Dt ”) (Chunque 2013).

Figura 2

Representación del análisis Pushover y curva de capacidad



Fuente: (Zabala, 2017)

2.2.6.1 Representación bilineal de la curva de capacidad y fluencia efectiva

La curva de capacidad es una representación bilineal que se utiliza para describir el comportamiento de un material a lo largo del tiempo en diferentes niveles de esfuerzo.

En esta representación, el eje horizontal representa el tiempo y el eje vertical representa el esfuerzo. La curva se divide en dos partes: la parte inicial, que representa la etapa de carga, y la parte posterior, que representa la etapa de fluencia efectiva.

En la etapa de carga, el material experimenta un aumento gradual en el esfuerzo a lo largo del tiempo. La curva se caracteriza por una pendiente positiva y representa la capacidad del material para soportar esfuerzos cada vez mayores.

En la etapa de fluencia efectiva, la curva cambia de pendiente y se vuelve más horizontal. Esto indica que el material ha alcanzado su capacidad de carga máxima y ya no puede soportar esfuerzos adicionales sin deformarse permanentemente. En esta etapa, el material se deforma lentamente a lo largo del tiempo, mostrando un comportamiento viscoelástico o viscoplástico.

El procedimiento para obtener la curva de capacidad se describe mediante los siguientes pasos propuestos por el FEMA 356 (1996):

1. El desplazamiento máximo final D_u y V_u , que indican el punto B (ver Figura 5), se definen como los límites en los que la estructura puede llegar antes de colapsar.
2. Usando un método de integración, como la regla de los trapecios, se calcula A_{curva} .
3. Se estima inicialmente el valor de la cortante basal de cedencia V_y^i . Sin embargo, este valor se redefine a través de un proceso iterativo que se basa en igualar A_{curva} y $A_{bilineal}$. El superíndice i se refiere al paso i del proceso iterativo.
4. Para calcular la pendiente inicial K_e^i de la curva bilineal, se traza una línea recta entre el origen O y el punto en la curva de capacidad real con un cortante basal igual a $0.60 V_y^i$ (ver Figura 3). Esto se logra siguiendo los pasos:
 - ✓ A partir de los datos se estima el desplazamiento $D_{0.6}^i$ proporcionado a un cortante basal igual a $0.60 V_y^i$ (1).
 - ✓ La pendiente K_e^i atañe a la rigidez lateral efectiva y se estima por:

$$k_e^i = \frac{0.60 V_y^i}{D_{0.6}^i} \quad (2)$$

5. Cálculo del desplazamiento de cedencia D_y^i el cual se define como:

$$D_Y^i = \frac{V_y^i}{K_e^i} \quad (3)$$

El punto A de la Figura 5, concierne a un cortante basal V_y^i y un desplazamiento D_Y^i .

6. Definición de la curva bilineal. Se define por rectas OA, y AB (ver Figura 3).

7. Cálculo del factor reductor (α) de la rigidez de la estructura después de la cedencia, mediante:

$$\alpha^i = \frac{\frac{V_u}{V_y^i} - 1}{\frac{D_u}{D_y^i} - 1} \quad (4)$$

8. Cálculo del área bajo la curva bilineal OAB, $A_{bilineal}$

9. Se establece el error ε en la gráfica bilineal como,

$$\varepsilon = \frac{A_{curva} - A_{bilineal}}{A_{curva}} \times 100 \quad (5)$$

si el error ε excede el nivel de tolerancia preestablecido, se necesita de un proceso reiterado:

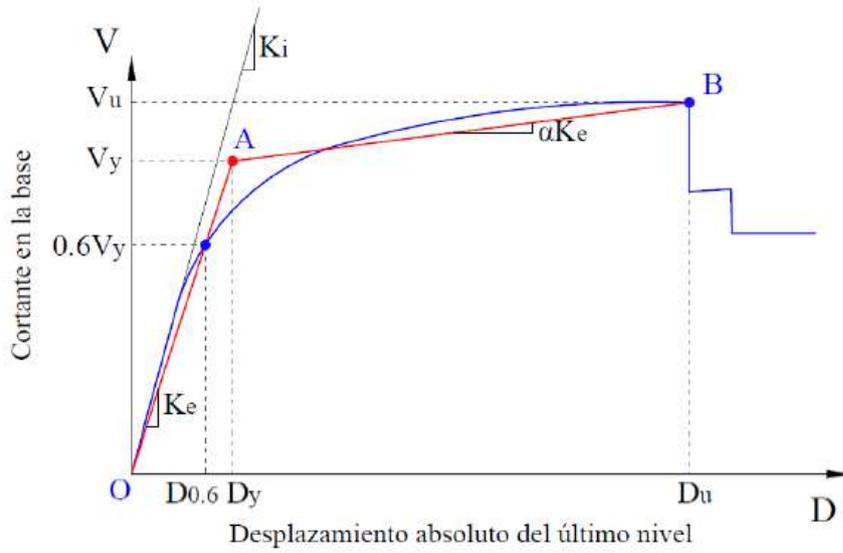
1. Se deduce el nuevo valor de cortante basal de cedencia

$$v_y^{i+1} = v_y^i * \frac{A_{curva}}{A_{bilineal}} \quad (6)$$

2. Se repiten los pasos 4 a 8 con el nuevo valor V_y^{i+1} .

Figura 3

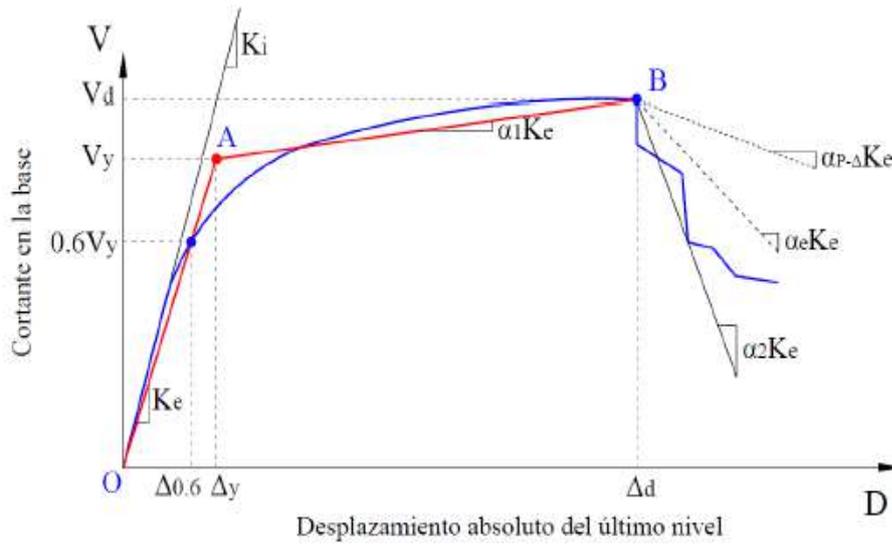
Representación bilineal de la curva de capacidad



Fuente: (FEMA 356, 2000)

Figura 4

Curva idealizada fuerza - desplazamiento



Fuente: (FEMA 440, 2005)

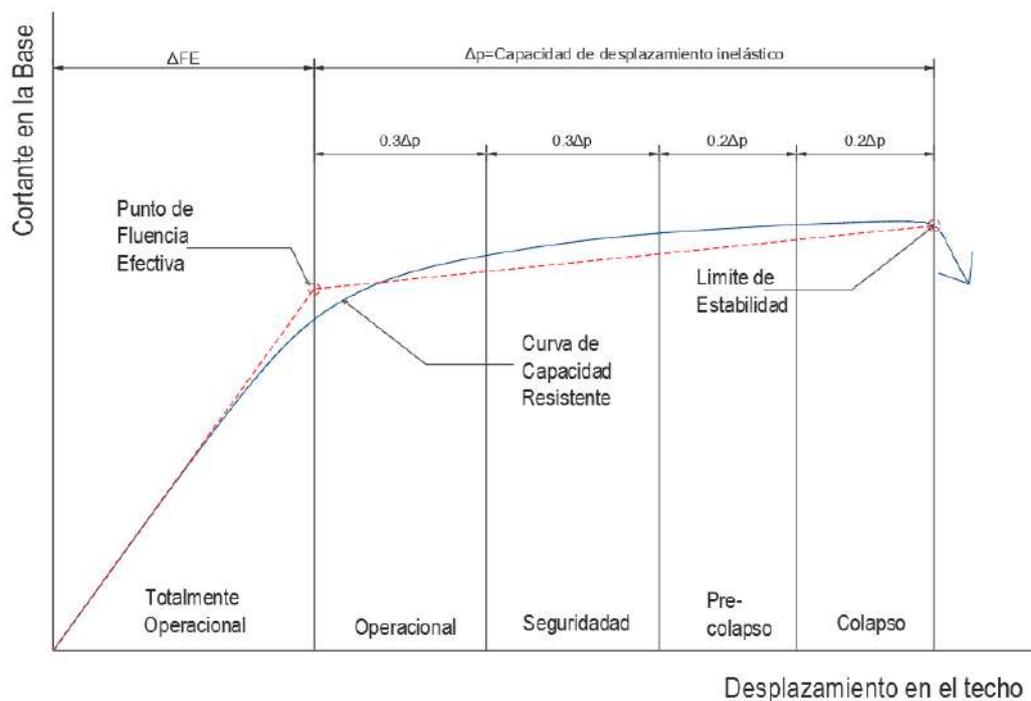
En la figura anterior se observa la gráfica del procedimiento mejorado por el FEMA 440 en su capítulo 5. El procedimiento a seguir es el mismo del FEMA 356, a ello se agrega un segmento más de la curva idealizada, este segmento de línea simboliza la pendiente negativa post-fluencia $\alpha_2 K_e$, explícita por el punto (V_d, Δ_d) y el punto en donde la fuerza cortante basal se degrada a un 60% de la resistencia de fluencia efectiva.

2.2.6.2 Sectorización de la curva de capacidad

Es la división de la curva de capacidad en rangos de acuerdo a los niveles de desempeño sísmico, se da a partir del punto de fluencia efectiva correspondiente al desplazamiento inelástico de la estructura. Según El Comité Visión 2000 (SEAOC 1995) se divide la curva de capacidad en sectores, dichos sectores son: Totalmente operacional, funcional u operacional, seguridad de vida, pre- colapso y colapso.

Figura 5

Sectorización de la curva de capacidad.



Fuente: (SEAOC, 1995)

En esta curva se representan los puntos del nivel de desempeño alcanzado de la estructura para cada nivel de diseño sísmico y que posteriormente se calificará de acuerdo al rango o sector que contiene a dicho punto, determinando si el desempeño cumple o no con lo recomendado por el comité Visión 2000.

2.2.7 Punto de desempeño

También conocido como punto de trabajo o punto de diseño, hace referencia al estado de una estructura en un determinado instante de tiempo durante un evento sísmico. Este punto es representado gráficamente en un diagrama de capacidad y demanda, que muestra la capacidad sísmica de la estructura (curva de capacidad) y la demanda sísmica que se le está aplicando (espectro de respuesta) (Barrera, 2017).

Se encuentra en la confluencia entre la curva de capacidad y el espectro de respuesta. Es el punto donde la capacidad de la estructura se iguala a la demanda sísmica aplicada. En este punto, la estructura está experimentando una deformación, aceleración o fuerza que corresponde a su capacidad máxima de respuesta (Abad y Espinoza, 2021).

El objetivo del diseño sísmico es asegurar que el punto de desempeño se encuentre dentro de los límites de seguridad establecidos por las normas y códigos de construcción. Estos límites se definen en función de los niveles de daño aceptables para la estructura y las vidas humanas que se encuentren en su interior (Abad y Espinoza, 2021).

Si se halla por encima de los límites de seguridad, significa que la estructura no está diseñada adecuadamente para soportar la demanda sísmica específica y podría sufrir daños significativos o colapso. En este caso, es necesario tomar medidas para fortalecer la estructura, como agregar refuerzos o realizar modificaciones en su diseño (Abad y Espinoza, 2021).

Por otro lado, si se halla por debajo de los límites de seguridad, significa que la edificación tiene más capacidad de respuesta de la necesaria y podría ser considerada como sobre-dimensionada. En este caso, se pueden tomar decisiones de diseño más económicas o reducir los costos de construcción (Abad y Espinoza, 2021).

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

a) **Análisis Estático No Lineal:** Consiste en aplicarle ciertos desplazamientos a la estructura de la edificación con pequeños incrementos de manera monótonica hasta que llegue hasta el punto de colapso (Quinto & Chaverra, 2022)

b) **Curva de capacidad:** Es un gráfico que representa la capacidad de carga de una estructura en función del nivel de deformación (ATC-40, 1996).

c) **Espectro de demanda:** Gráfica de la demanda sísmica esperada en una estructura en función de la frecuencia. Es utilizado en el método de Espectro-Capacidad para representar el movimiento del suelo en un sismo (ATC-40 ,1996).

d) **Diseño por desempeño:** Es un enfoque de diseño estructural que busca garantizar un nivel de desempeño aceptable para una estructura durante eventos sísmicos. Se basa en evaluar y controlar la respuesta estructural en lugar de simplemente cumplir con requisitos mínimos de seguridad. Se enfoca en controlar daños y optimizar costos de construcción, teniendo en cuenta los requisitos de los usuarios y la funcionalidad de la edificación (Hernández, 2018).

e) **Punto de desempeño:** Es el estado de una estructura en un determinado instante de tiempo durante un evento sísmico. Se encuentra en la intersección entre la curva de capacidad y el espectro de respuesta, muestra la respuesta máxima que el edificio puede soportar. Se obtiene mediante ATC-40 (Albán y Caguana, 2023).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El estudio determinó el nivel de desempeño sísmico del edificio “Mercado Porcón”, dicho mercado se encuentra ubicado en el centro poblado de Porcón Alto a 20 Km de la ciudad Cajamarca, distrito, provincia y departamento de Cajamarca, Perú.

Tabla 5

Coordenadas del edificio Mercado Porcón

Mercado Porcón	Coordenadas UTM		
	Zona: 17	Hemisferio: sur	
	Este (m)	Norte (m)	Altitud (msnm)
	765424.50	9217643.10	3499.20

Figura 6

Edificio Mercado Porcón



3.2 ÉPOCA DE INVESTIGACIÓN

La investigación denominada desempeño sísmico del edificio “Mercado Porcón” del Centro Poblado de Porcón Alto, distrito de Cajamarca se realizó en el año 2023, iniciando los primeros días de enero hasta fines de julio, aplicando así la metodología del diseño sísmico basado en el desempeño.

3.3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1 Población de estudio

La **Población** está compuesta por los edificios de concreto armado bajo el sistema estructural de pórticos ubicadas en el centro poblado de Porcón Alto.

3.3.2 Muestra de estudio y unidad de análisis

La **muestra** y la **unidad de análisis** que se utilizó en el estudio fue uno de los edificios de pórticos de concreto armado (Mercado Porcón). El tipo de **muestreo** utilizado, se ha optado por el no probabilístico por conveniencia o intencional. Esto significa que se ha seleccionado el edificio a la que se puede acceder y que es más conveniente para el fin del estudio. Esta elección se ha basado en el fin específico del estudio.

3.3.3 Tipo de investigación

Se enmarca dentro del tipo **descriptiva, aplicada y no experimental**, que tuvo como objetivo evaluar, exponer y confrontar el nivel de desempeño de la estructura después de haber sido sometida a varios niveles de diseño sísmico sin la necesidad de controlar o alterar la variable en estudio.

3.3.4 Tipo de análisis

Análisis cuantitativo. Se buscó la información adecuada y numérica relacionada con el desempeño sísmico de la estructura para luego analizar minuciosamente los resultados y responder a la hipótesis planteada.

3.4 MODELO ESTRUCTURAL

3.4.1 Recolección de datos

Se utilizó como fuente principal el Expediente Técnico de la edificación, el cual proporcionó toda la información necesaria para el desarrollo del estudio. Este expediente fue obtenido a través de la oficina de infraestructura de la Municipalidad Provincial de Cajamarca. Del expediente técnico se extrajeron los planos correspondientes, los cuales se adjuntan como anexo n° 03.

Adicionalmente, se llevó a cabo la coordinación con los encargados del laboratorio de ensayo de materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca para realizar el ensayo de Esclerometría. Mediante este ensayo se determinó la resistencia del concreto endurecido de la estructura en estudio. Cabe resaltar que se obtuvo el permiso necesario por parte de la Municipalidad de C.P Porcón Alto para realizar este ensayo. Los resultados obtenidos de dicho ensayo están detallados en el anexo n° 02.

3.4.1.1 Descripción de la estructura

El edificio “Mercado Porcón” tiene una antigüedad mayor a ocho años y consta de dos niveles más azotea conectados con una escalera de concreto armado tipo u, tiene una configuración irregular en planta de sistemas no paralelos e irregularidad en altura de masa o peso, construido bajo pórtico de concreto armado en x-x y en y-y, parte del perímetro es de

albañilería confinada, además tiene una tabiquería de ladrillo tubular para separaciones de los ambientes y ellos están separados con una junta de tecknoport de ½” de espesor, el entrepiso y el techo inclinado es de losa aligerada de 20cm de espesor y la cobertura es de teja andina apoyado en vigas de concreto armado.

El **primer piso** cuenta con ambientes de vigilancia y control de peso, depósito de limpieza, basura y desperdicios, cámara fría, depósito, laboratorio de control de calidad, un ambiente para frutas, dos ambientes para tubérculos y raíces, cuatro ambientes para hortalizas y verduras, dos ambientes para pescados, dos ambientes para aves, cuatro ambientes para carnes y con servicios higiénicos para damas, caballeros y discapacitados.

El **segundo piso** cuenta con ambientes de vigilancia y control de peso, depósito, comedor, un ambiente para juguería, un ambiente para panadería, un ambiente para frutas, tres ambientes para abarrotos, seis ambientes para menestras y con servicios higiénicos para damas y caballeros.

En la **azotea** se encuentra un ambiente de administración y su respectivo servicio higiénico.

El **techo** se compone de una capa de teja andina hecha de fibro-cemento con extensiones de 1.14 x 0.72 m y un grosor de 5 mm. Esta capa apoya sobre vigas de concreto armado que están sujetas a los pórticos de concreto armado del segundo piso.

3.4.1.2 Características de los materiales

a) Ensayo de esclerometría

Los datos de la prueba de esclerometría se encuentran precisos en el anexo n° 02.

b) Propiedades y especificaciones técnicas del concreto y del acero de refuerzo

Tabla 6

Propiedades y especificaciones técnicas del concreto

Elementos estructurales	Propiedades y especificaciones técnicas del concreto		
	Resistencia a compresión f'_c (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad E (Kg/cm ²)	Peso unitario (Kg/m ³)
Columnas	210	217370.65	2400
Muros de corte	180	201246.12	2400
Vigas	200	212132.03	2400
Losa aligerada y maciza	210	217370.65	2400

Tabla 7

Propiedades y especificaciones técnicas del acero

Refuerzo estructural	Propiedades y especificaciones técnicas del refuerzo		
	Esfuerzo de fluencia f_y (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad E (Kg/cm ²)	Peso unitario (Kg/m ³)
Acero corrugado G60	4200	2100000	7850

Una vez compendiado toda la información de la estructura “Mercado Porcón” tales como planos estructurales, propiedades de las mismas, los valores del metrado de cargas, se elaboró un modelo en el software ETABS V21 educational teniendo en cuenta las disposiciones del Comité Vision 2000, ATC 40 y de las Normas Técnicas Peruanas.

3.4.2 Consideraciones del modelo

- a. De acuerdo a la norma técnica E.030-2018 se consideró la carga permanente de la estructura, más el 50% de la carga viva o sobrecarga y el 25% de carga viva en el techo ya que la categoría de la edificación de nuestra estructura pertenece a Edificaciones importantes.

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

- b. Para establecer las cargas sísmicas, se considera que la edificación está fija en la base (ASCE 7-10/12.7.1, citado por Orrillo-2014).
- c. Para el modelo empleamos las rigideces efectivas recomendados por el ATC-40 (ATC-40, 1996), tal como se muestra en la tabla 13.

Tabla 8

Rigidez efectiva recomendados por el ATC-40

Componente	Rigidez a flexión	Rigidez a corte	Rigidez axial
Vigas	$0.50E_cI_g$	$0.40E_cI_w$	E_cA_g
Columnas	$0.70E_cI_g$	$0.40E_cI_w$	E_cA_g

Fuente: (ATC- 40, 1996)

3.4.3 Materiales

El método de Mander, utilizado para el concreto confinado, se basa en una curva progresiva y considera que el confinamiento no solo aumenta la capacidad de deformación del concreto, sino también su resistencia máxima a la compresión. Este enfoque se aplica a secciones con forma circular, rectangular y cuadrada, según Popovics (1973).

Mientras que para el acero de refuerzo se usó el modelo de Parker, en donde definen que la zona de transición deformación-endurecimiento está comprendido entre la deformación unitaria inicial en el cual comienza el endurecimiento del material y la deformación unitaria final en la que cesa dicho endurecimiento, Park y Paulay (1975).

A continuación, se muestran el concreto confinado del modelo de Mander y el modelo de Parker para el acero de refuerzo.

Figura 7

Concreto confinado del modelo de Mander

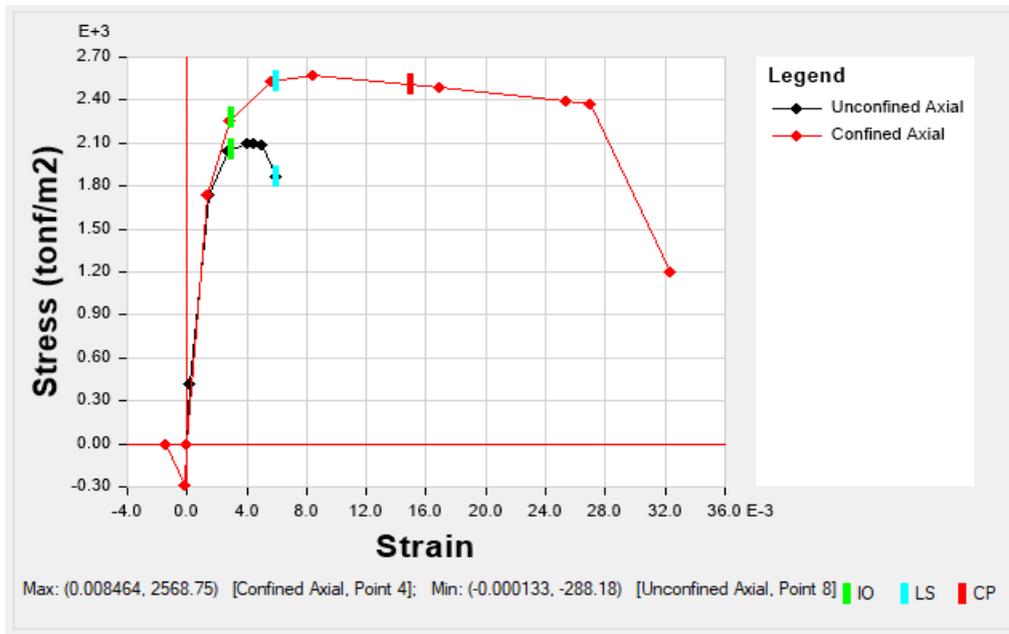
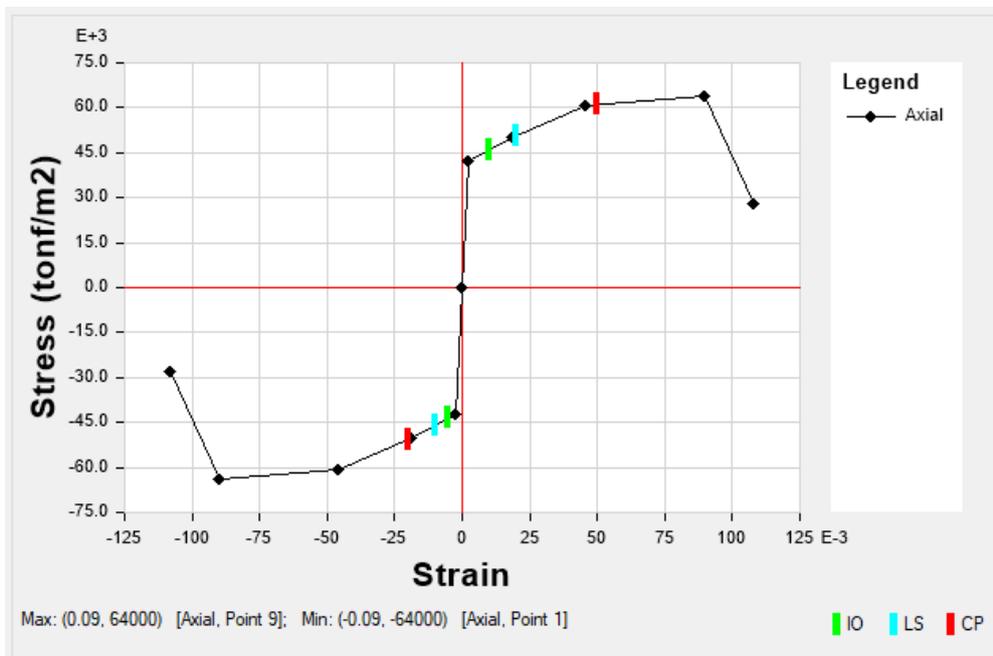


Figura 8

Acero de refuerzo del modelo de Parker



3.4.4 Metrado de cargas

En el anexo n° 01 se muestran los metrados de cargas tales como muertas y vivas de entrepiso y carga viva del techo, las cuales se obtuvieron de la norma técnica E0.20 y asignados al modelo computacional.

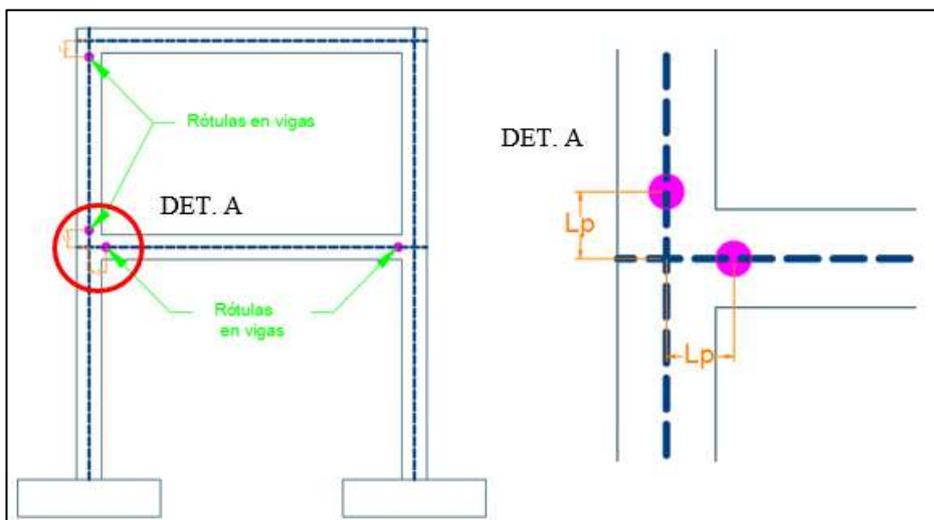
3.4.5 Rótulas plásticas

Estos elementos se ubican en puntos estratégicos de los componentes estructurales tales como las columnas y vigas, su ubicación va depender de la longitud plástica “ L_p ”. Según Paulay y Priestley, 1992, estas rótulas se ubicarán entre el 40% y 50% del peralte del elemento estructural y para esta investigación se consideró el 50% del peralte de elemento estructural.

Por lo tanto, la longitud de rótula plástica será: $L_p = 0.50xh$, siendo h el peralte del elemento estructural.

Figura 9

Ubicación de la rótula plástica

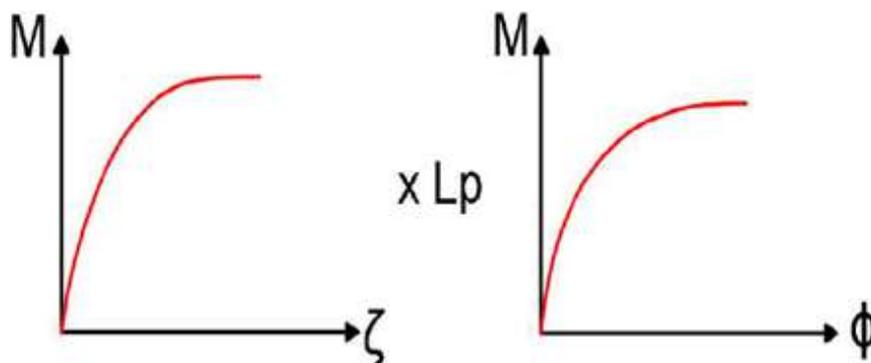


3.4.6 Diagramas de momento de giro

El diagrama momento de giro se obtiene a partir del producto del valor de la curvatura por la extensión de la rótula plástica. Para ello nos ayudamos del software la cual con su función Section Designer se extrae el diagrama momento – curvatura.

Figura 10

Diagrama de momento de giro a partir de momento de curvatura



Fuente: (Navarro y Fernandez, 2006)

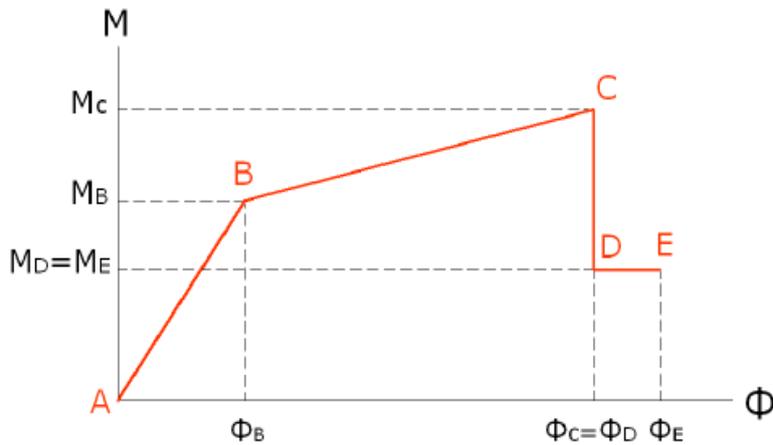
En el FEMA 356 (FEMA 2000), se presenta un diagrama de momento de giro simplificado con cinco puntos identificados como A, B, C, D y E. En el punto B se indica la Fluencia Efectiva, mientras que en el punto C la capacidad de la rótula plástica. Después de alcanzar la capacidad máxima, se produce una rápida disminución del momento hasta el 40%, que corresponde al punto D. A continuación, el momento se mantiene constante durante un corto tramo de deformación, representando el 10% del valor encontrado en el punto C. Finalmente, se llega al punto E, que representa la rotura (Navarro & Fernández, 2006).

El cuestionamiento del desempeño sísmico de las edificaciones se basa en varios puntos clave establecidos por el FEMA 36. Estos puntos, a saber, Ocupación Inmediata (IO), Seguridad de Vida (LS) y Prevención del Colapso (CP), proporcionan los criterios para evaluar y discernir la aceptación de las articulaciones de una estructura frente a eventos sísmicos. Estos

puntos establecidos por el FEMA 36 son fundamentales para evaluar y discernir la aceptación de las articulaciones de una edificación en términos de su desempeño sísmico. Al considerar estos criterios, se puede asegurar que la estructura cumpla con los estándares de seguridad requeridos y esté preparada para resistir los efectos de los eventos sísmicos.

Figura 11

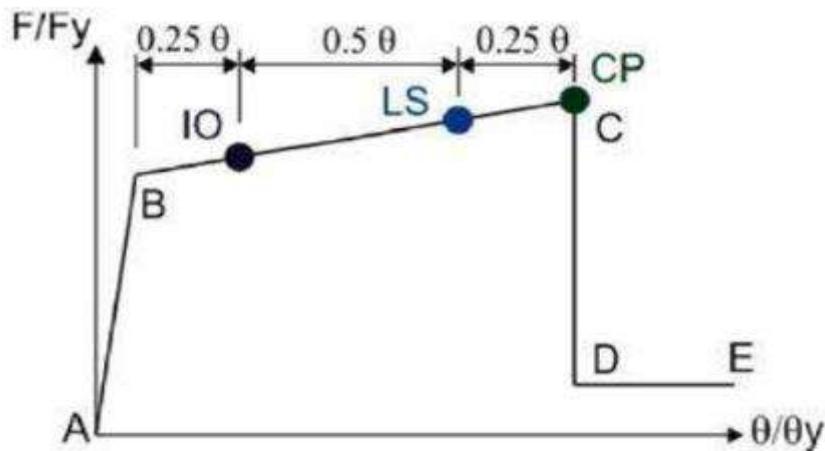
Idealización del diagrama de momento de giro



Fuente: (Navarro & Fernandez, 2006)

Figura 12

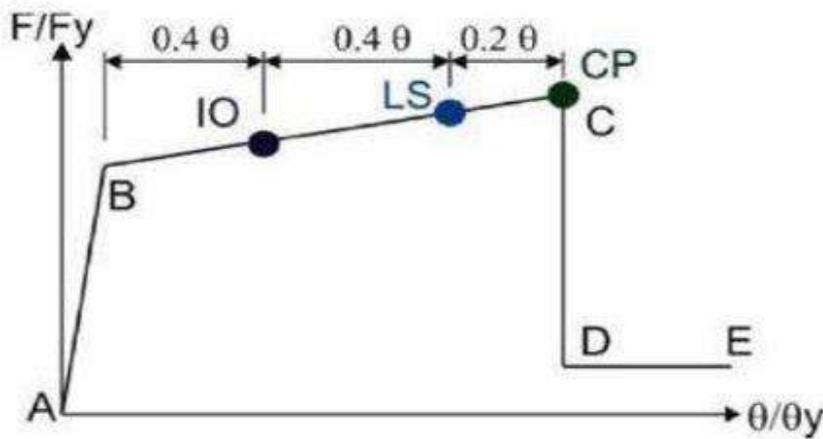
Límites de respuesta en una columna



Fuente: (FEMA, 2000).

Figura 13

Límites de respuesta en una viga



Fuente: (FEMA, 2000).

3.4.6.1 Columnas

En Sap 2000 se tomaron la relación momento - curvatura para diferentes cargas axiales como 10, 25 y 50 Ton, cada uno para ángulos de 0°, 90°, 180° y 270° esto de debido a la existencia de columnas de sección no simétricas. Tal es el caso de la columna tipo L que se encuentra en los ejes 2 y 3 del primer y segundo piso. Este procedimiento se repitió para cada una de las cargas con su respectivo ángulo, así como para las demás columnas restantes.

Figura 14

Columna tipo L

GEOMETRIA	ACERO LONGITUDINAL	ESTRIBOS	
		Diametro	Reparticion
	4 Ø 5/8" + 6 Ø 1/2"	2 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 7 @ 0.10 + R @ 0.20 / Ext.

Fuente: Expediente Técnico

Figura 15

Diagrama de curvatura de columna L-C1

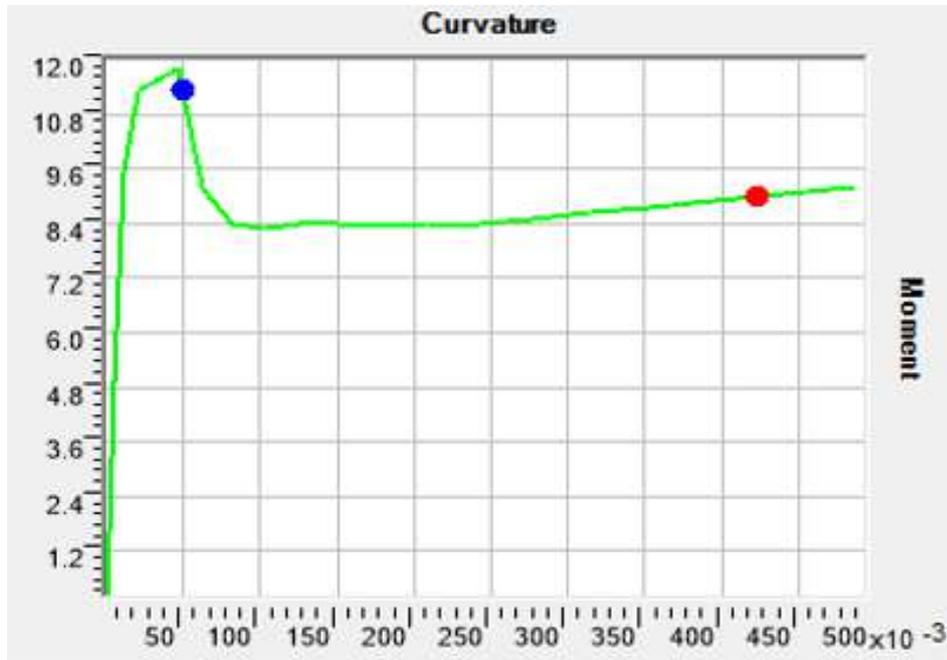


Tabla 9

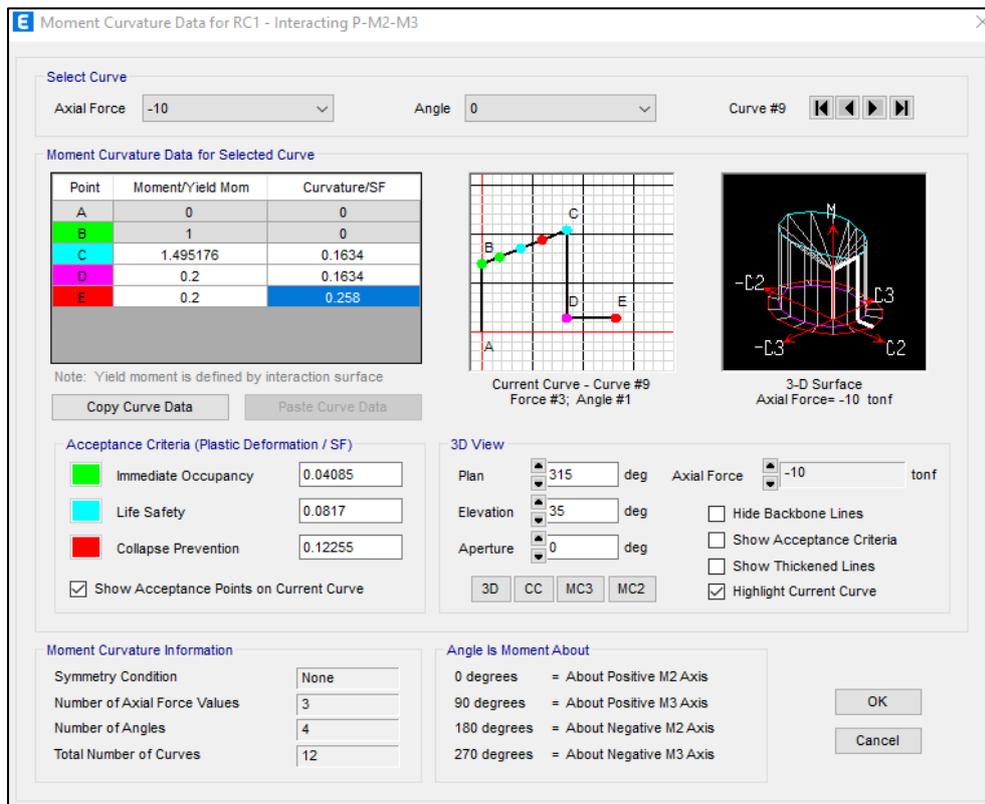
Momento curvatura de la columna L-C1

Punto	Momento / M. Ideal	Curvatura/SF
A	0.000	0.000
B	1.000	0.000
C	1.495	0.1634
D	0.200	0.1634
E	0.200	0.258

Estos puntos de momento curvatura son ingresados al programa computacional definiendo así la rótula plástica para el elemento estructural seleccionado, tal como se muestra a continuación.

Figura 16

Rótula plástica de columna L-C1



3.4.6.2 Vigas principales y secundarias

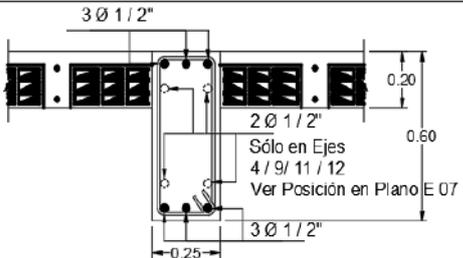
En el caso de las vigas, que son elementos de sección rectangulares, se utiliza el modelo de plasticidad concentrada. Por lo tanto, para establecer las rótulas plásticas se han seguido las predicciones establecidas en las tablas del ASCE 41-17 que cuenta el programa computacional.

a. Viga principal VP1.

- Esta viga se encuentra en los ejes 4, 6 en el tramo C-F, 9, 11 (Todo el primer piso y en el segundo piso entre el tramo G-J) y 12 del primer piso.

Figura 17

Características de la viga rectangular VP1

GEOMETRIA	ACERO LONGITUDINAL	ESTRIBOS	
		Diametro	Reparticion
 <p>3 Ø 1/2"</p> <p>0.20</p> <p>0.60</p> <p>2 Ø 1/2"</p> <p>Sólo en Ejes 4 / 9 / 11 / 12 Ver Posición en Plano E 07</p> <p>3 Ø 1/2"</p> <p>0.25</p>	<p>Primer Entrepiso : Variable / Niveles Superiores y Techo : 6 Ø 1/2"</p>	1 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 9 @ 0.10 + R @ 0.20 / Ext.

Fuente: Expediente Técnico.

Figura 18

Definición de la viga rectangular VP1

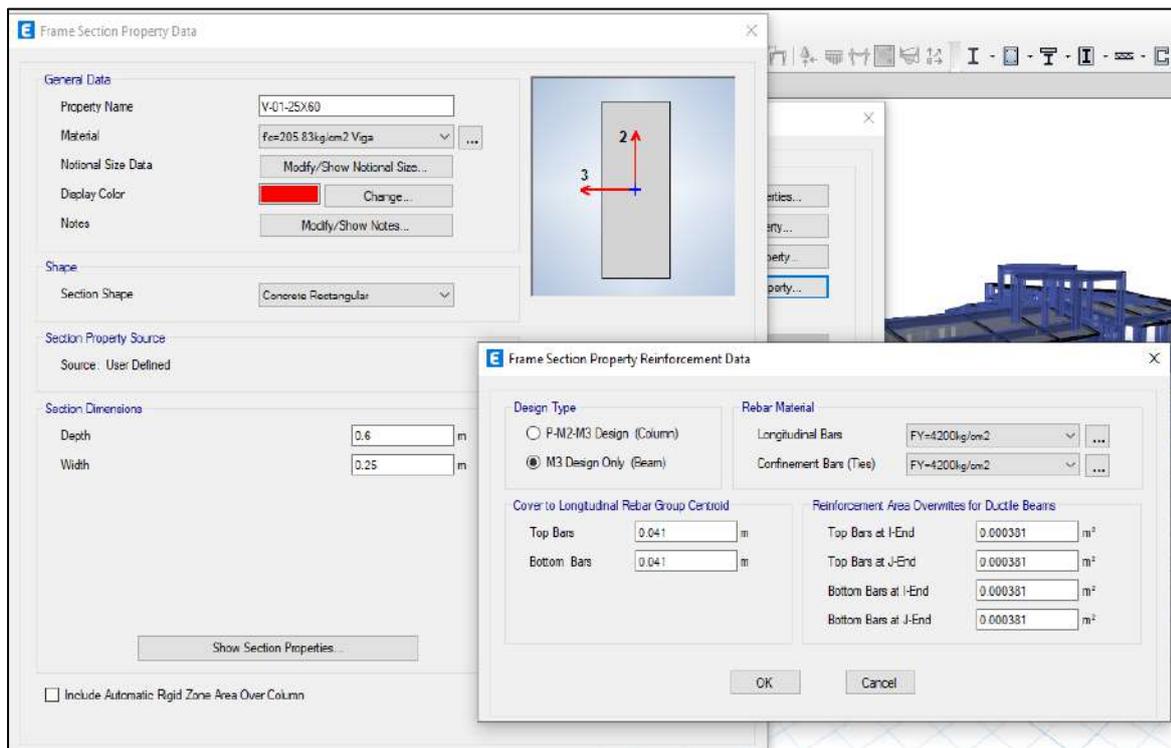


Figura 19

Asignación de rótula plástica para la viga rectangular VPI

The image shows a software dialog box titled "Auto Hinge Assignment Data". It contains the following settings:

- Auto Hinge Type:** From Tables In ASCE 41-17
- Select a Hinge Table:** Table 10-7 (Concrete Beams - Flexure) Item i
- Degree of Freedom:** M3 (selected)
- Hysteresis Type:** Isotropic
- V Value From:** Case/Combo (selected), CGNL
- Reinforcing Ratio (p - p') / pbalanced:** From Current Design (selected)
- Deformation Controlled Hinge Load Carrying Capacity:** Drops Load After Point E (selected)

Buttons: OK, Cancel

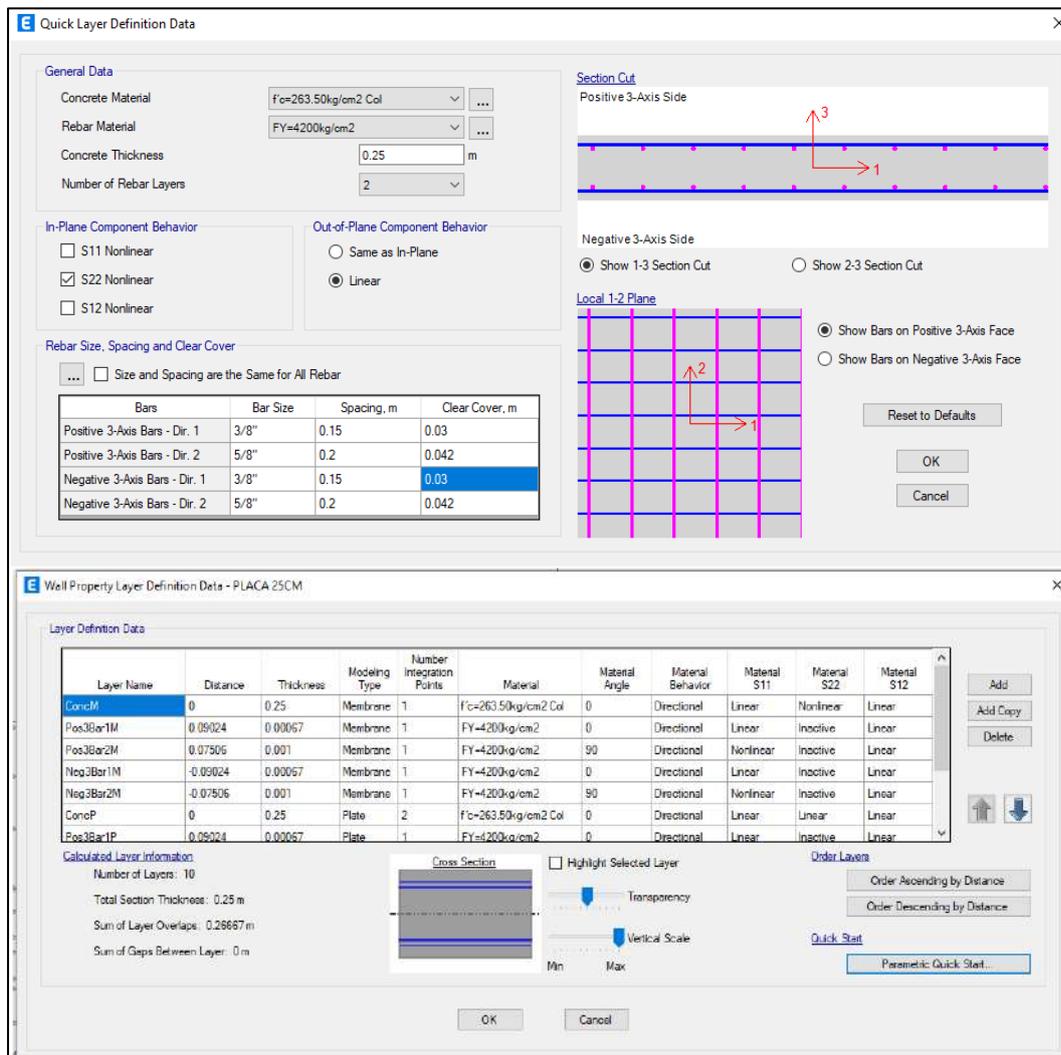
Se llevó el mismo procedimiento para la asignación de rótulas plásticas de las vigas principales y secundarias.

3.4.6.3 Muros de concreto armado

Para el caso de muros de concreto armado (Placas o muros de corte) se utilizó la función Quick Layer del programa Etabs V21 en donde se define la sección del elemento, el tipo de material con sus respectivos refuerzos tanto horizontal como vertical y la dirección de análisis para su incursión en la no-linealidad.

Figura 20

Definición de Quick Layer para muros de concreto



3.5 DEMANDA SÍSMICA

El espectro de peligro uniforme para estructura Mercado Porcón se elaboró teniendo en cuenta todas las disposiciones, factores, coeficientes, etc. que rigen en la Norma Técnica E0.30 (Norma de Diseño Sismorresistente 2018).

1. Factor de Zona (Z)

De acuerdo a la norma técnica E.030-2018 se tiene:

Figura 21

Zonificación sísmica



Fuente: (Norma Técnica E0.30, 2018)

Tabla 10

Factores de zona "Z"

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Fuente: (Norma Técnica E0.30, 2018)

Por lo tanto, para nuestra estructura tendremos:

Tabla 11*Factor zona para la estructura en estudio*

Establecimiento de la edificación	Cajamarca
Zona	3
Factor de Zona (Z)	0.35

2. Factor de Uso e importancia (U)**Tabla 12***Categoría y factor de Uso (U)*

Categoría	Descripción	Factor U
A. Esenciales	A1: Establecimientos del ámbito de la salud (tanto públicos como privados) de niveles dos y tres, según lo establecido por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificios esenciales para el manejo de emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellos edificios que puedan servir como refugio después de un desastre. Se incluyen los siguientes tipos de edificaciones.	1.5
B. Importantes	Edificios donde se congrega una gran cantidad de personas, como cines, teatros, estadios, centros comerciales, terminales de autobuses de pasajeros, prisiones, o que albergan valiosos patrimonios como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C. Comunes	Edificios comunes, como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, almacenes e instalaciones industriales que no representan peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0
D. Temporales	Construcciones provisionales para almacenamiento, casetas y similares.	

Fuente: (Norma Técnica E0.30, 2018)**Tabla 13***Factor de Uso para la estructura en estudio*

Categoría	B – Edificaciones importantes
Factor de Uso (U)	1.30

3. Factor de Ampliación Sísmica (C)

De acuerdo a las particularidades de sitio, se define el factor de ampliación sísmica (C) por las siguientes expresiones (Norma Técnica E0.30-2018):

$$\begin{aligned} T < T_p & C = 2.5 \\ T_p < T < T_L & C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right) \\ T > T_L & C = 2.5 \left(\frac{T_p * T_L}{T^2} \right) \end{aligned}$$

4. Factor de Suelo (S)

El factor de suelo responde al tipo de suelo y a los periodos TP y TL. Los tipos de suelo que considera la Norma E0.30 son:

- ✓ Perfil Tipo S0: Roca Dura
- ✓ Perfil Tipo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos
- ✓ Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios
- ✓ Perfil Tipo S3: Suelos Blandos.
- ✓ Perfil Tipo S4: Condiciones Excepcionales

Tabla 14

Factor de suelo de la norma técnica E0.30

FACTOR SUELO "S"				
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: (Norma Técnica E0.30, 2018)

Tabla 15*Periodos TP y TL de la norma técnica E0.30*

PERIODOS “TP” Y “TL”				
	Perfil del suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P	0.80	1.00	1.05	1.10
T _L	0.80	1.00	1.15	1.20

Fuente: (Norma Técnica E0.30, 2018).

Teniendo para nuestra estructura:

Tabla 16*Factor de Uso para la estructura en estudio*

Tipo de perfil de suelo	S₃, Suelo flexible
Factor de Suelo (S)	1.20
T _P (S)	1.00
T _L (S)	1.60

Finalmente se tendrá:

Tabla 17*Estructura en estudio*

Mercado Porcón	
Z= 0.35,	Porcón Alto-Cajamarca
U= 1.30,	Edificación Importante
S= 1.20,	Suelo Flexible

5. Cálculo de la aceleración espectral

Se calculó con la siguiente relación matemática:

$$S_a = ZUCS * g, \quad g = 9.81 \frac{m}{seg^2}$$

Tabla 18*Aceleración espectral calculado*

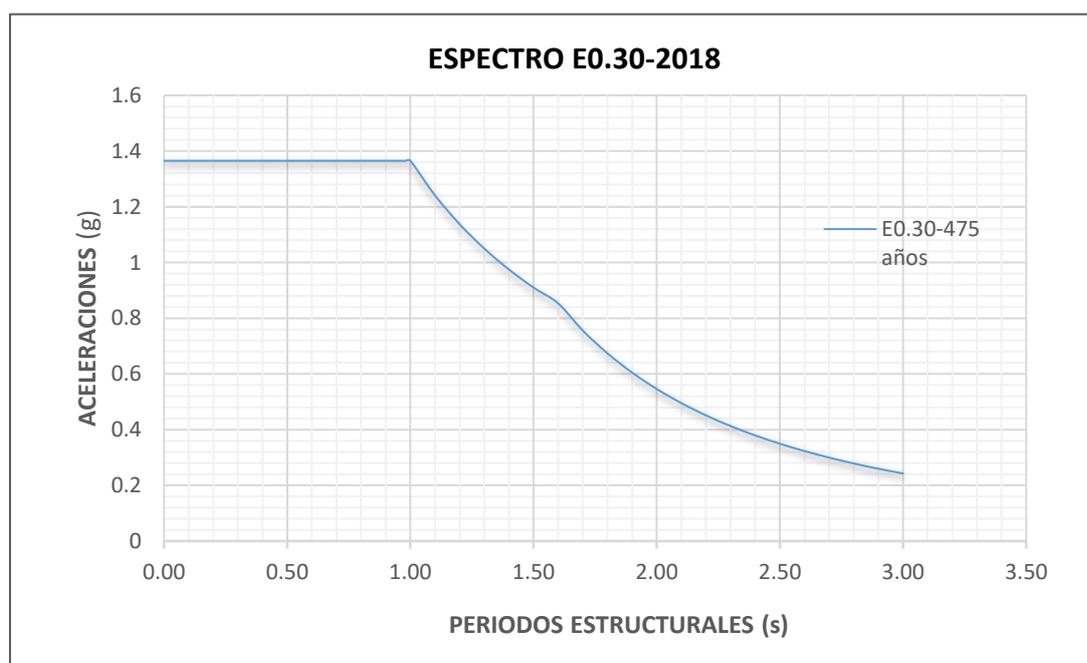
Espectro E0.30-2018	
Periodo estructural (s)	Aceleración (g)
	Tr:475 años
0.00	1.365
0.05	1.365
0.08	1.365
0.10	1.365
0.15	1.365
0.20	1.365
0.25	1.365
0.30	1.365
0.35	1.365
0.40	1.365
0.45	1.365
0.50	1.365
0.55	1.365
0.60	1.365
0.65	1.365
0.70	1.365
0.75	1.365
0.80	1.365
0.85	1.365
0.90	1.365
0.95	1.365
1.00	1.365
1.10	1.241
1.20	1.241
1.30	1.241
1.40	1.241
1.50	1.241
1.60	0.853
1.70	0.756
1.80	0.674
1.90	0.605
2.00	0.546
2.10	0.495
2.20	0.451
2.30	0.413
2.40	0.379

2.50	0.349
2.60	0.323
2.70	0.300
2.80	0.279
2.90	0.260
3.00	0.243

Seguidamente representamos mediante una gráfica las aceleraciones vs los periodos estructurales tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 22

Espectro según la norma técnica E0.30-2018 para Tr 475 años (raro)

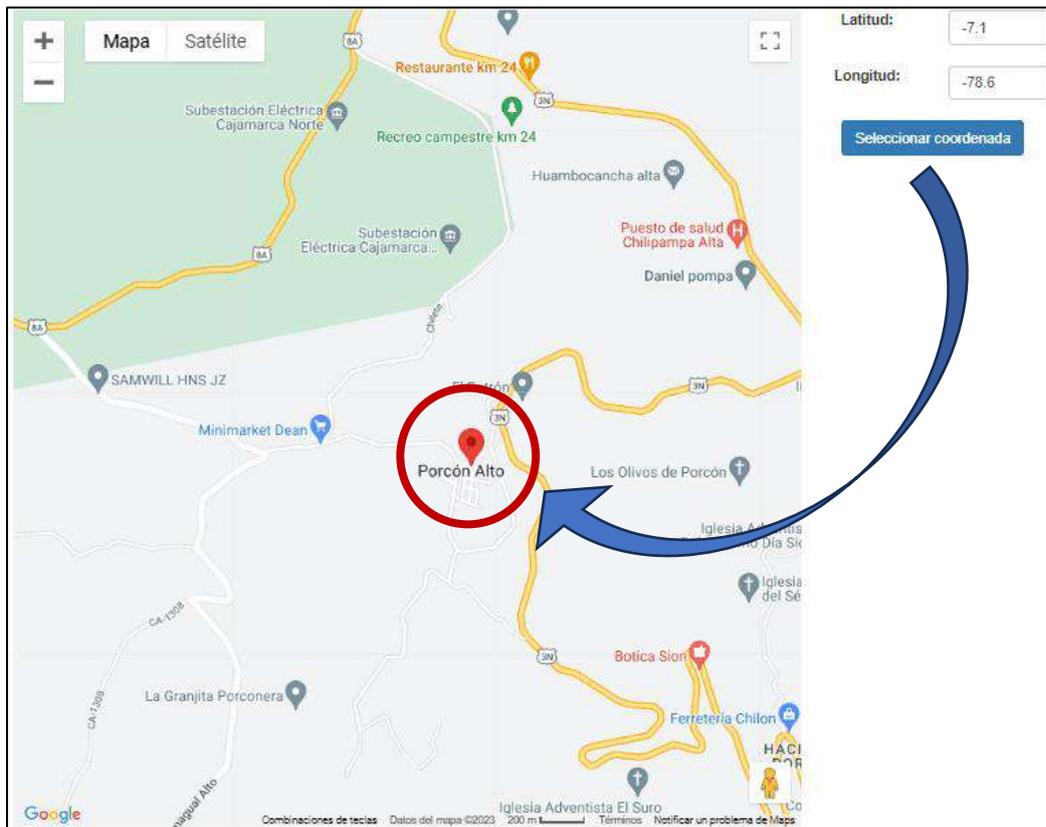


También se obtuvieron los espectros de acuerdo a los diferentes niveles de peligrosidad sísmica, siendo de 43, 72, 475 y 975 años de periodo de retorno. Estos fueron generados con “espectros de peligros uniformes” provistos por el sitio web del Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), para cual se ubica las coordenadas del lugar en estudio y que posteriormente nos proporciona las pseudo

aceleraciones para cada periodo de tiempo. Antes de ser ingresado al programa computacional se tiene que multiplicar por el factor U, siendo en este caso de 1.3 que corresponde a una edificación importante de acuerdo a la normativa de diseño sismorresistente.

Figura 23

Ubicación del edificio “Mercado Porcón”



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

Tabla 19

Espectros de peligro uniformes para periodos de retorno de 43,72, 475 y 975 años

Espectro de peligro uniforme				
Latitud:	-7.1	Longitud:	-78.6	
Periodo estructural (s)	Pseudo aceleración (g)			
	Tr:43 años	Tr:72 años	Tr:475 años	Tr:975 años
0.00	0.12	0.15	0.28	0.34
0.05	0.17	0.21	0.38	0.48
0.08	0.19	0.23	0.44	0.54

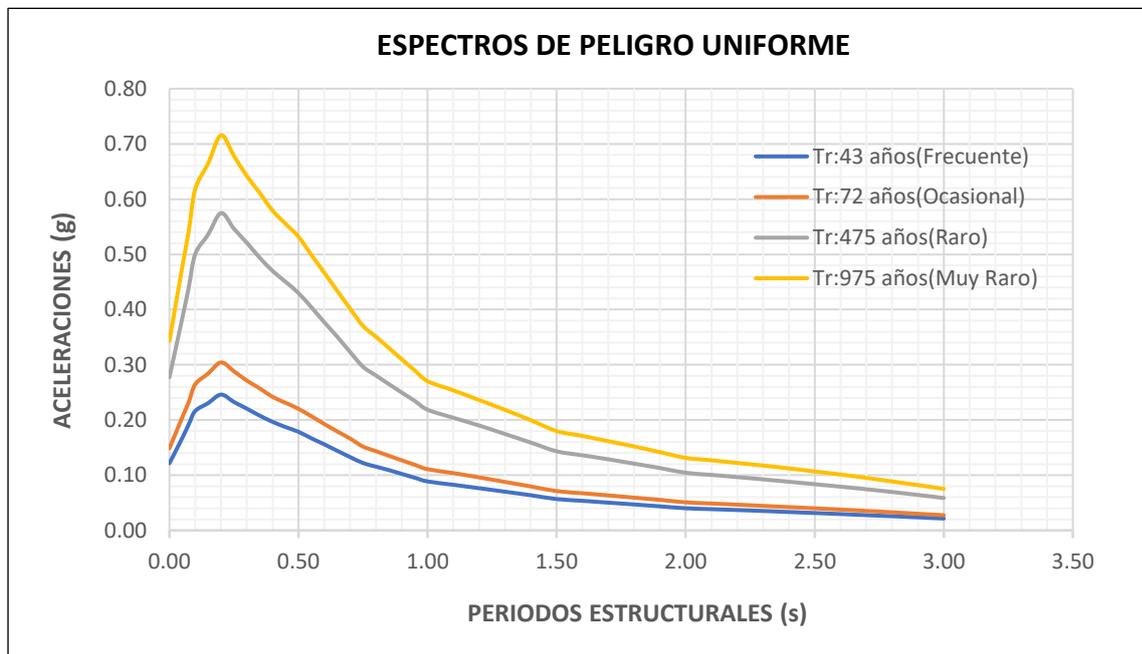
0.10	0.22	0.26	0.50	0.62
0.15	0.23	0.28	0.54	0.66
0.20	0.25	0.30	0.57	0.72
0.25	0.23	0.29	0.55	0.68
0.30	0.22	0.27	0.52	0.64
0.35	0.21	0.26	0.49	0.61
0.40	0.20	0.24	0.47	0.58
0.45	0.19	0.23	0.45	0.56
0.50	0.18	0.22	0.43	0.53
0.55	0.17	0.21	0.40	0.50
0.60	0.16	0.19	0.38	0.47
0.65	0.14	0.18	0.35	0.43
0.70	0.13	0.17	0.32	0.40
0.75	0.12	0.15	0.30	0.37
0.80	0.12	0.14	0.28	0.35
0.85	0.11	0.14	0.27	0.33
0.90	0.10	0.13	0.25	0.31
0.95	0.10	0.12	0.23	0.29
1.00	0.09	0.11	0.22	0.27
1.10	0.08	0.10	0.20	0.25
1.20	0.08	0.10	0.19	0.24
1.30	0.07	0.09	0.17	0.22
1.40	0.06	0.08	0.16	0.20
1.50	0.06	0.07	0.14	0.18
1.60	0.05	0.07	0.14	0.17
1.70	0.05	0.06	0.13	0.16
1.80	0.05	0.06	0.12	0.15
1.90	0.04	0.06	0.11	0.14
2.00	0.04	0.05	0.10	0.13
2.10	0.04	0.05	0.10	0.13
2.20	0.04	0.05	0.10	0.12
2.30	0.04	0.04	0.09	0.12
2.40	0.03	0.04	0.09	0.11
2.50	0.03	0.04	0.08	0.11
2.60	0.03	0.04	0.08	0.10
2.70	0.03	0.04	0.07	0.10
2.80	0.03	0.03	0.07	0.09
2.90	0.02	0.03	0.06	0.08
3.00	0.02	0.03	0.06	0.08

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

Igualmente representamos mediante una gráfica las aceleraciones vs los periodos estructurales tal como se muestra a continuación:

Figura 24

Espectros de peligro uniforme



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

Una vez culminado con la elaboración y obtención de la demanda sísmica, se procedió a ingresar al programa en donde ya se tuvo modelado la estructura con todas las especificaciones técnicas de los elementos estructurales y la asignación de las rótulas correspondiente a cada una de ellas, dejamos al programa hacer todo el análisis que corresponde y luego se procedió a organizar el resultado para su calificación y discusión de acuerdo a los objetivos planteados.

3.6 CURVA DE CAPACIDAD DE LA ESTRUCTURA

Mediante el software Etabs v21.0.1 se obtiene los desplazamientos laterales y los valores de la cortante basal para las direcciones X e Y, siendo estos los puntos de la curva de capacidad de la estructura.

3.6.1 Curva de capacidad en la dirección X-X

Figura 25

Deformación de la estructura para el último paso debido a la carga lateral push en dirección “X”

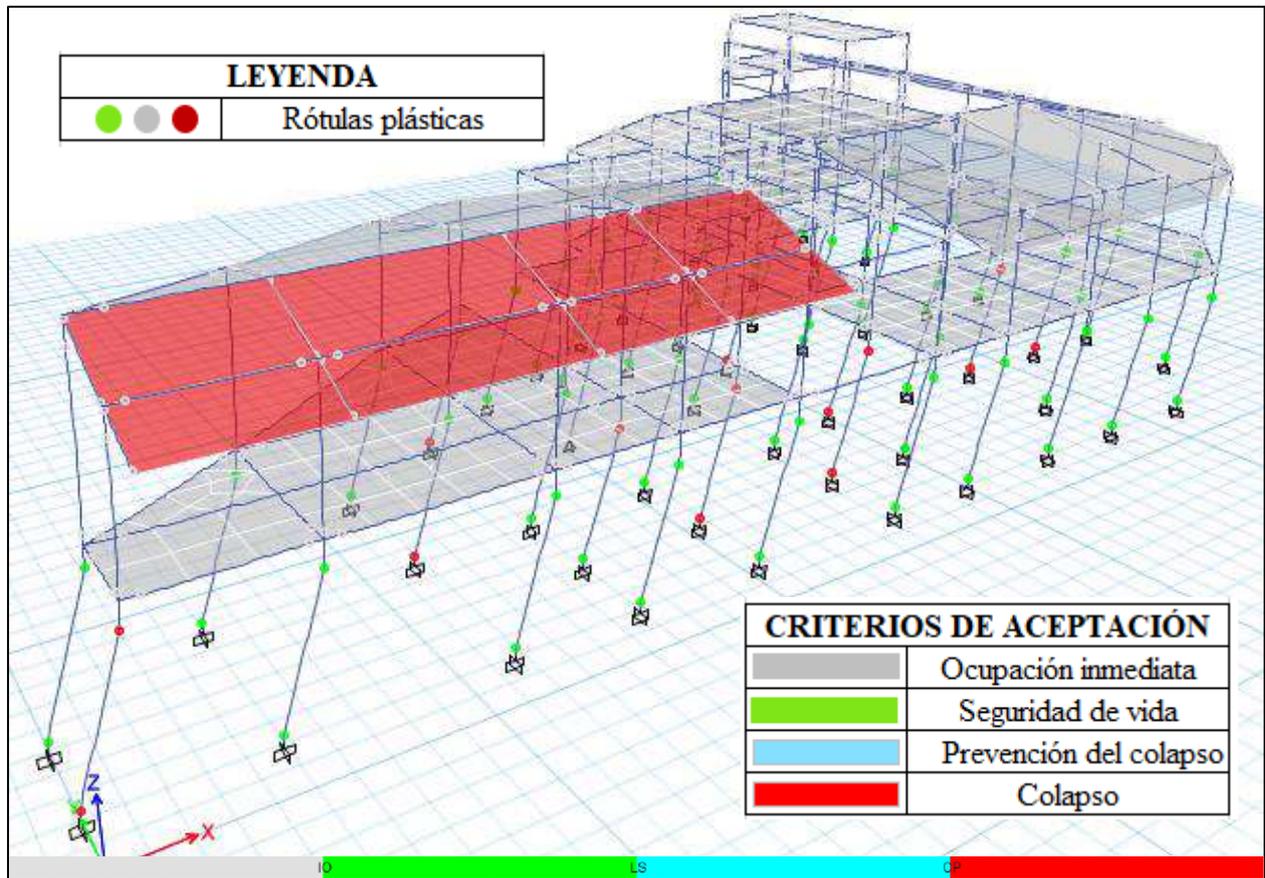


Tabla 20*Puntos de la curva de capacidad en dirección "X"*

Pasos	Desplazamientos	Cortante basal
	(mm)	(Tnf)
1	0.000	0.000
2	8.496	120.145
3	19.347	243.779
4	29.977	308.977
5	32.256	317.879
6	47.762	339.155
7	51.489	339.518
8	57.546	341.826
9	62.184	342.900
10	69.079	343.448
11	75.922	347.342
12	76.868	347.916
13	82.954	348.183
14	87.168	349.397
15	104.849	354.795
16	105.204	354.860
17	105.287	354.913
18	109.874	355.762
19	113.289	356.317
20	113.477	356.253
21	113.570	356.169
22	114.324	352.547
23	114.440	352.637
24	115.182	352.891
25	116.328	345.510

El programa también nos facilitó la gráfica de la curva de capacidad que se puede visualizar en la figura 26. Ello muestra los desplazamientos laterales en mm y las fuerzas de cortante en la base en Tnf.

Figura 26

Curva de capacidad en "X"



3.6.1.1 Modelo bilineal y sectorización de la curva de capacidad en dirección X-X

Se obtuvo el punto de fluencia, así como los puntos de inicio y final de la curva bilineal mediante el ASCE 41-13 del programa computacional, que seguidamente se graficó conjuntamente con los límites de cada nivel de desempeño y esto nos dio la curva de capacidad ya sectorizada.

Tabla 21

Puntos del modelo bilineal de la curva en dirección "X"

Desplaz. (mm)	V (Tonf)
0.0000	0.0000
24.6274	320.7014
113.9413	356.0579

Tabla 22

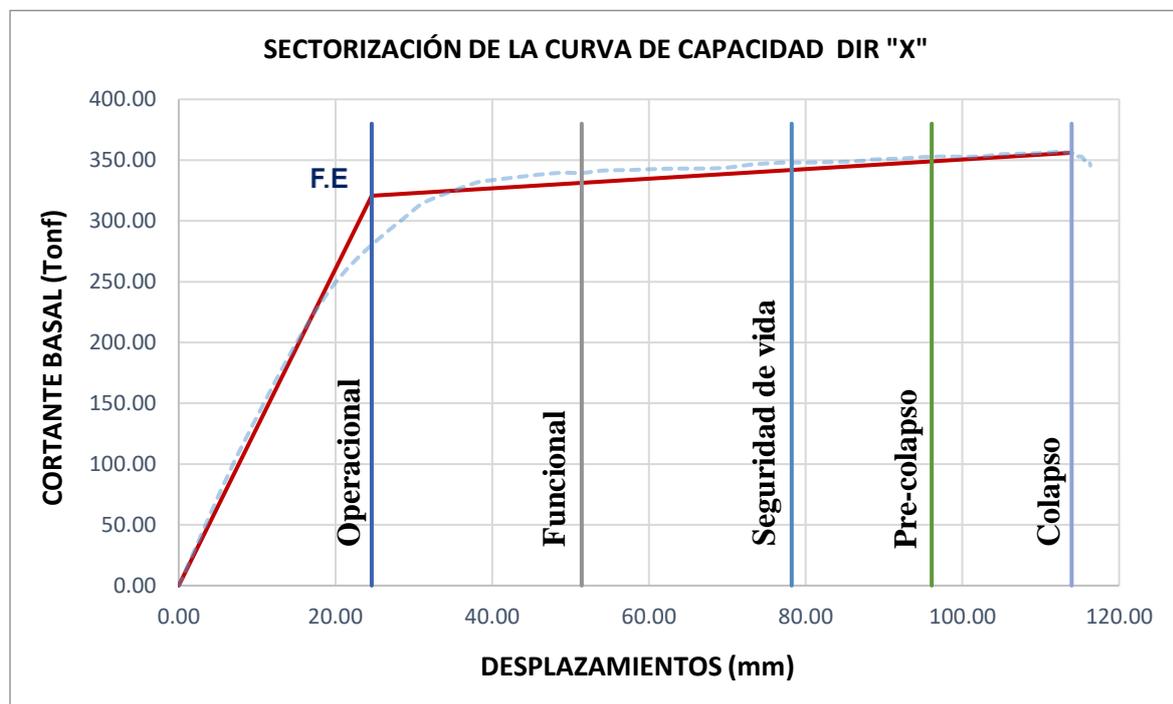
Niveles de desempeño y sus límites de desplazamiento en "X"

Nivel de desempeño	Desplazamiento (mm)	
	Límite inicial	Límite final
Operacional	0.000	24.627
Funcional	24.627	51.422
Seguridad de vida	51.422	78.216
Pre-colapso	78.216	96.079
Colapso	96.079	113.941

A continuación, se observa el modelo bilineal y la curva de capacidad sectorizada.

Figura 27

Bilinalización y sectorización de la curva de capacidad en "X"



3.6.2 Curva de capacidad en la dirección Y-Y

Figura 28

Deformación de la estructura para el último paso debido a la carga lateral push en dirección “Y”

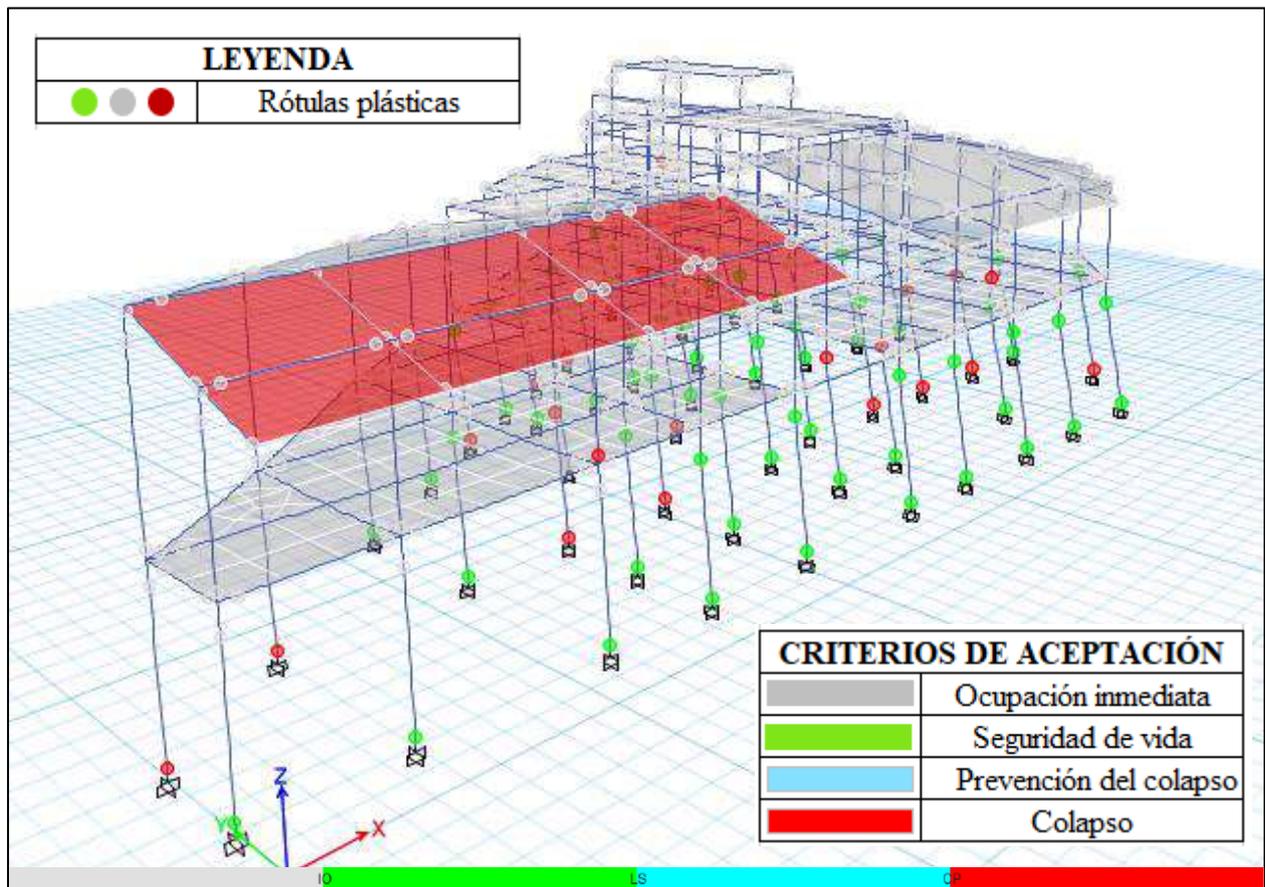


Tabla 23

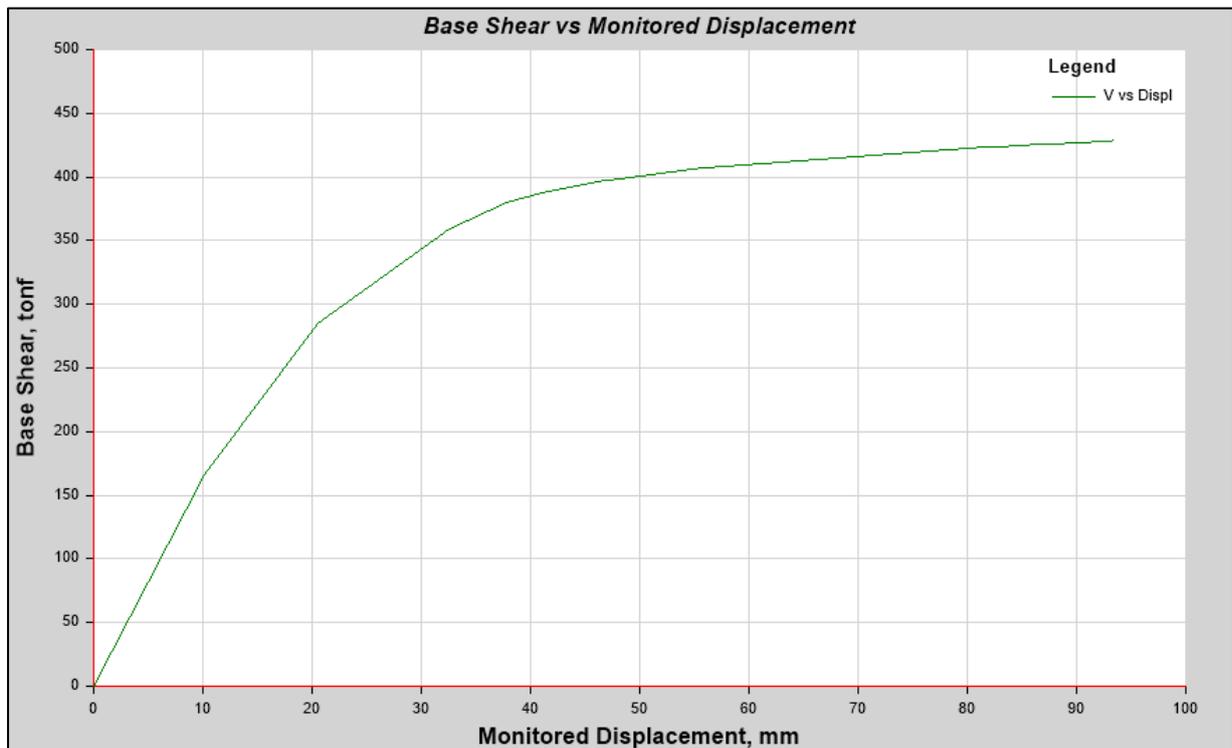
Curva de capacidad en “Y”

Pasos	Desplazamientos	Cortante basal
	(mm)	(Tnf)
1	0.000	0.000
2	10.157	166.005
3	20.559	284.981
4	32.516	358.689
5	37.844	379.513
6	41.054	387.810

7	46.802	397.464
8	47.227	397.696
9	55.793	407.615
10	57.759	408.803
11	81.675	423.320
12	83.355	423.911
13	84.246	424.807
14	84.534	424.763
15	84.822	425.004
16	86.559	425.260
17	86.943	425.660
18	87.327	425.858
19	87.565	426.061
20	90.201	426.655
21	90.412	426.857
22	90.624	426.933
23	92.000	428.054
24	92.053	427.877
25	93.376	428.675

Figura 29

Curva de capacidad en "Y"



3.6.2.1 Modelo bilineal y sectorización de la curva de capacidad en Y-Y

Se llevó a cabo el mismo procedimiento de la dirección X. Se obtuvo el punto de fluencia, así como los puntos de inicio y final de la curva bilineal mediante el ASCE 41-13 del programa computacional, que seguidamente se graficó conjuntamente con los límites de cada nivel de desempeño y esto nos dio la curva de capacidad ya sectorizada.

Tabla 24

Modelo bilineal de la curva en dirección "Y"

Desplaz. (mm)	V (Tonf)
0.000	0.000
24.668	365.633
93.376	428.675

Tabla 25

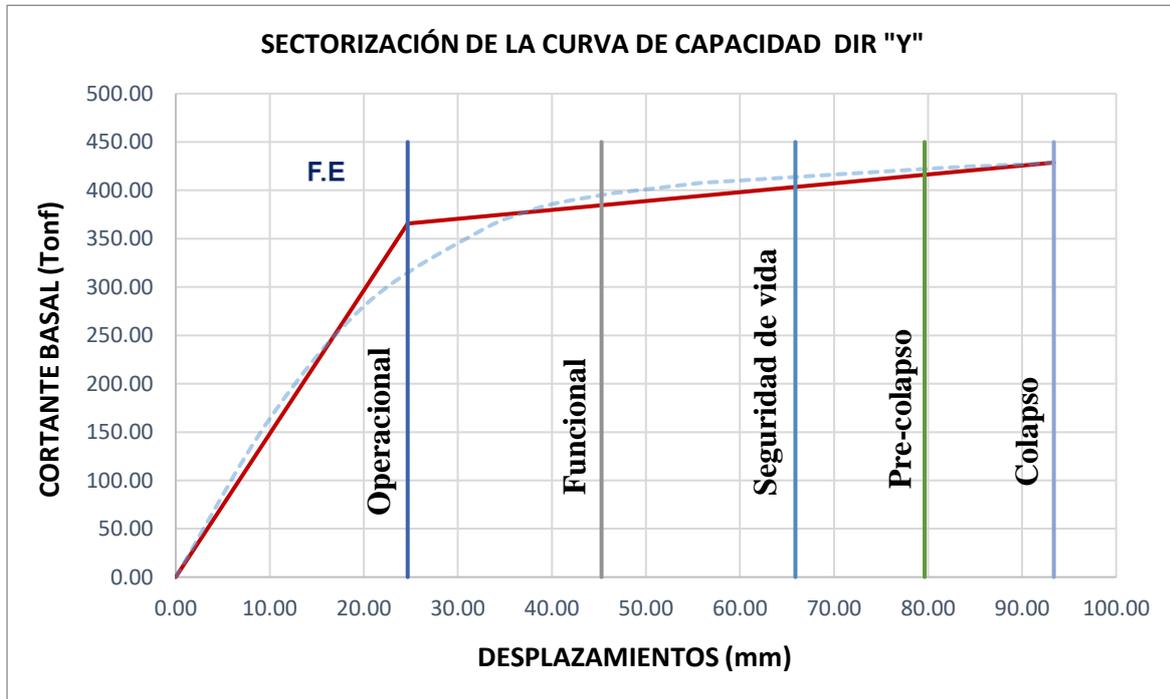
Niveles de desempeño y sus límites de desplazamiento en "Y"

Nivel de desempeño	Desplazamiento (mm)	
	Límite inicial	Límite final
Operacional	0.000	24.668
Funcional	24.668	45.280
Seguridad de vida	45.280	65.893
Pre-colapso	65.893	79.635
Colapso	79.635	93.376

Seguidamente se observa el modelo bilineal y la curva de capacidad ya sectorizada para la dirección de análisis Y.

Figura 30

Bilinalización y sectorización de la curva de capacidad "Y"



3.7 DESEMPEÑO DE LA ESTRUCTURA

En este paso se evalúa la edificación para encontrar el nivel de desempeño que alcanza para los diferentes niveles de sismo partiendo desde un Espectro de Peligro Uniforme (EPU) de la aplicación web que cuenta SENCICO para sismos: frecuente, ocasional, raro y muy raro y también de acuerdo a la norma técnica E0.30-2018 para un sismo raro de 475 años.

3.7.1 Nivel de desempeño sísmico alcanzado en dirección "X"

En la tabla 26 se detalla los puntos del nivel de desempeño para cada nivel del movimiento sísmico expresados en las coordenadas:

- Cortante basal V (T_n) vs desplazamiento de techo (Δ_t)
- Aceleración espectral (S_A) vs desplazamiento Espectral (S_D)

Además, se obtuvo el periodo efectivo T_{eff} y el amortiguamiento efectivo β_{eff} . Estos puntos son obtenidos del software ETABS.

Tabla 26

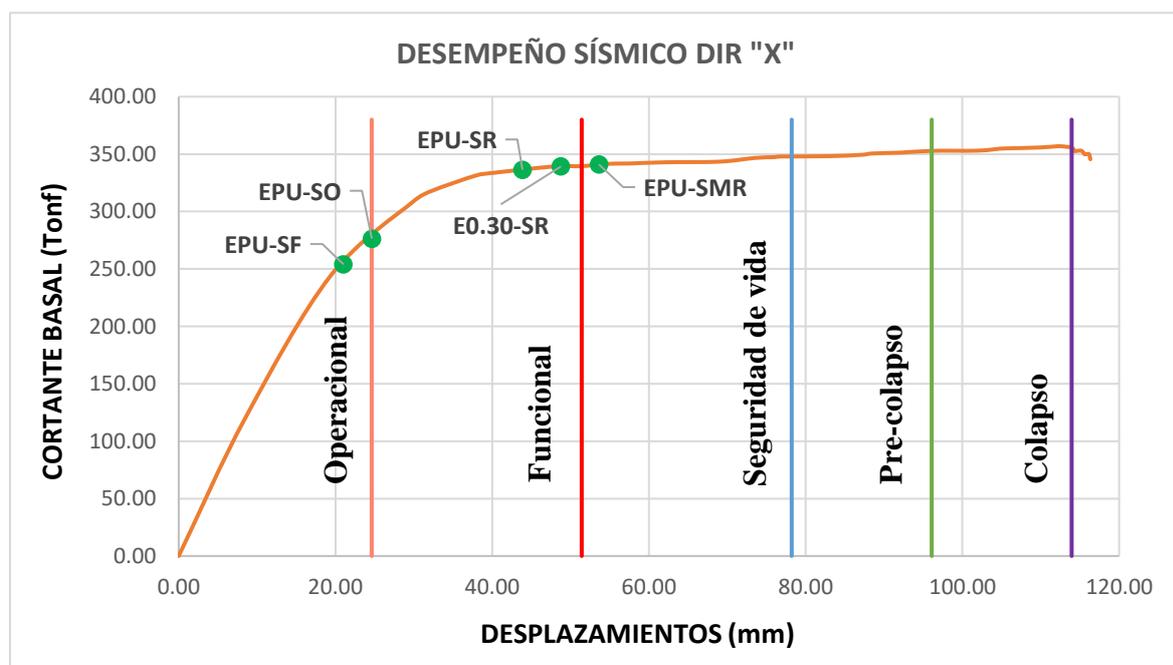
Puntos de desempeño para cada nivel de movimiento sísmico en "X"

Nivel del movimiento sísmico	V (Tn)	Δt (mm)	S_A (g)	S_D (m)	T_{eff} (s)	β_{eff} (%)
Frecuente EPU	254.056	21.022	0.307	0.184	0.563	0.108
Ocasional EPU	276.271	24.644	0.333	0.217	0.561	0.107
Raro EPU	336.343	43.866	0.404	0.404	0.608	0.130
Raro E0.30	339.254	48.772	0.407	0.454	0.634	0.142
Muy raro EPU	341.056	53.618	0.409	0.504	0.666	0.155

Se contrastó con las categorías de la curva de capacidad y aquel rango que contenga dicho desplazamiento nos indicará en punto de desempeño sísmico.

Figura 31

Niveles de desempeño alcanzados por la estructura en "X"



3.7.2 Nivel de desempeño sísmico alcanzado en dirección “Y”

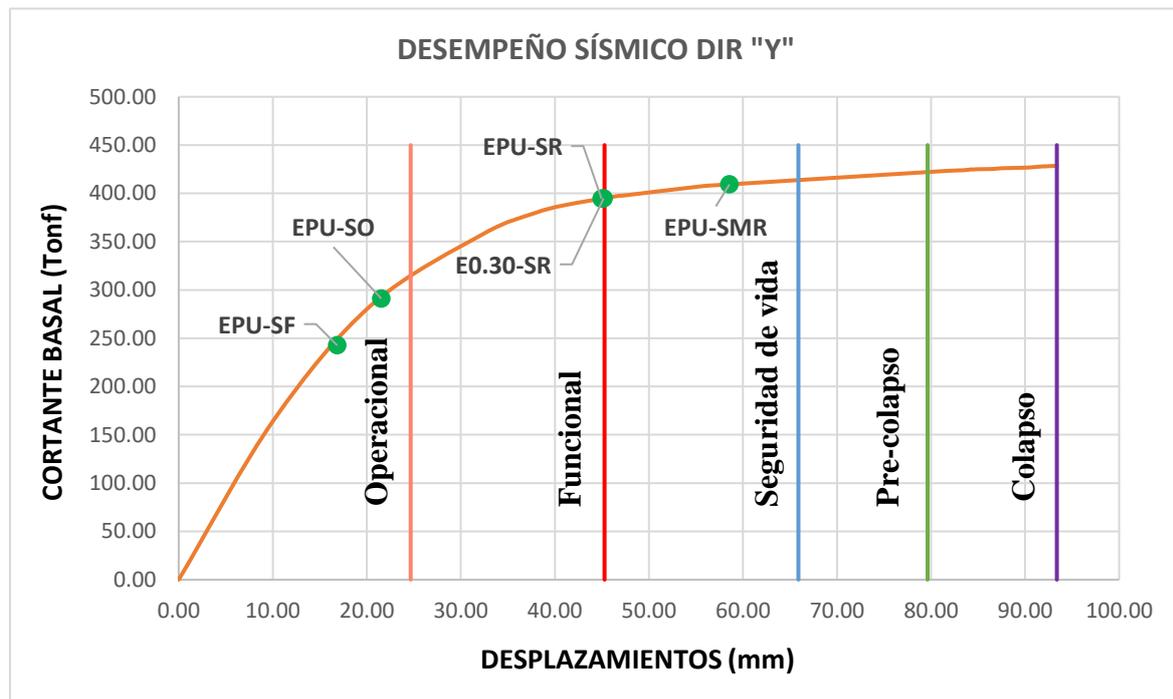
Tabla 27

Puntos de desempeño para cada nivel de movimiento Sísmico en “Y”

Nivel del movimiento sísmico	V (Tn)	Δt (mm)	S_A (g)	S_D (m)	T_{eff} (s)	β_{eff} (%)
Frecuente EPU	242.636	16.857	0.302	0.140	0.450	0.075
Ocasional EPU	291.065	21.546	0.362	0.179	0.477	0.091
Raro EPU	394.382	44.967	0.489	0.382	0.565	0.137
Raro E0.30	394.741	45.180	0.479	0.371	0.562	0.136
Muy raro EPU	409.289	58.560	0.514	0.501	0.629	0.168

Figura 32

Niveles de desempeño alcanzados para “Y”



CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 CALIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO ALCANZADO

En las tablas 28 y 29 se presentan detalladamente los diferentes Niveles de Sismo propuestos, junto con sus respectivos Desempeños Sísmicos y su calificación asignada, representada por “X” e “Y”.

Tabla 28

Calificación del desempeño sísmico de la edificación en “X”

Nivel de diseño sísmico	Nivel de Desempeño Sísmico Esperado	Nivel de Desempeño Sísmico Alcanzado	Calificación
Sismo frecuente EPU	-	Operacional	-
Sismo ocasional EPU	Operacional	Operacional	<i>Cumple</i>
Sismo raro EPU	Funcional	Funcional	<i>Cumple</i>
Sismo raro (E0.30-2018)	Funcional	Funcional	<i>Cumple</i>
Sismo muy raro EPU	Seguridad de Vida	Seguridad de Vida	<i>Cumple</i>

Tabla 29

Calificación del desempeño sísmico de la edificación en “Y”

Nivel de diseño sísmico	Nivel de Desempeño Sísmico Esperado	Nivel de Desempeño Sísmico Alcanzado	Calificación
Sismo frecuente EPU	-	Operacional	-
Sismo ocasional EPU	Operacional	Operacional	<i>Cumple</i>
Sismo raro EPU	Funcional	Funcional	<i>Cumple</i>
Sismo raro (E0.30-2018)	Funcional	Funcional	<i>Cumple</i>
Sismo muy raro EPU	Seguridad de Vida	Seguridad de vida	<i>Cumple</i>

De acuerdo a las tablas 28 y 29 se afirma que la estructura del edificio “Mercado Porcón” cumple con el nivel de desempeño esperado para cada nivel de sismo propuesto por el comité Visión 2000.

4.2 NIVEL DEL DESEMPEÑO SÍSMICO ALCANZADO

4.2.1. Sismo frecuente EPU

- El desempeño de la edificación, tanto como para la dirección de análisis X e Y se encuentra dentro de la categoría *operacional*, la estructura está próximo a incurrir en el rango inelástico con un desplazamiento de techo de 2.10 cm y una fuerza cortante de 254.056 Tonf para X y para Y con un desplazamiento de 1.69 cm correspondiente a fuerza cortante de 242.636 Tonf.

En este rango estructura se encuentra completamente operacional.

4.2.2. Sismo ocasional EPU

Para este nivel de sismo el nivel desempeño se encuentra dentro de la categoría *operacional* tanto para dirección X e Y. En la dirección X la edificación se encuentra muy próximo a incursionar en el rango inelástico con un desplazamiento de techo de 2.46 cm y una fuerza cortante de 276.271 Tonf, además está al borde de la categoría mencionada anteriormente. En Y la edificación incide en el rango inelástico con un desplazamiento de techo de 2.15 cm y una fuerza cortante de 291.065 Tonf. Por lo tanto, ambas direcciones cumplen con estar dentro del rango *operacional* propuesto por la SEAOC 1995, sin daño estructural o casi nulo.

4.2.3. Sismo raro EPU

- Tanto en la Dirección X y dirección Y el desempeño sísmico del edificio “Mercado Porcón” está dentro de la categoría *funcional* hallándose dentro del rango inelástico con un desplazamiento de techo en X de 4.39 cm y una fuerza cortante de 336.343

Tonf, y para Y tenemos un desplazamiento de 4.50 cm con una fuerza cortante de 394.382 Tonf. En esta dirección el punto de desempeño se encuentra al límite de la categoría funcional, aun así, cumple con lo propuesto por la SEAOC 1995.

4.2.4. Sismo raro norma técnica E0.30

- Tanto en la Dirección **X** y dirección **Y** el desempeño sísmico del edificio “Mercado Porcón” está dentro de la categoría Funcional hallándose dentro del rango inelástico con un desplazamiento de techo en X de 4.88 cm y una fuerza cortante de 339.254 Tonf, y para Y tenemos un desplazamiento de 4.52 cm con una fuerza cortante de 394.741 Tonf. En esta dirección el punto de desempeño se encuentra al límite de la categoría funcional, aun así, cumple con lo propuesto por la SEAOC 1995.

4.2.5. Sismo muy raro EPU

- El desempeño de la edificación para **X** e **Y** se halla dentro de la categoría *seguridad de vida*, incurriendo totalmente en el rango inelástico con un desplazamiento de techo de 5.36 cm y una fuerza cortante de 341.056 Tonf en X y en Y con un desplazamiento de techo de 5.86 cm y fuerza cortante de 409.289 Tonf. Cumpliendo con lo estipulado por la SEAOC 1995.

4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las tablas 28 y 29 muestran que la edificación presenta diferentes niveles de desempeño sísmico dependiendo de la frecuencia y la intensidad del sismo. En el caso de un sismo frecuente, la edificación cumple con el desempeño operacional en ambas direcciones, lo que indica que la estructura está totalmente operacional.

Para el caso de un sismo ocasional, se observa que la edificación tiene un nivel de desempeño sísmico operacional para en cada dirección analizada, lo que indica que es menos susceptible a daños y por ende está completamente operativa.

En el caso de un sismo raro, muestra desempeño funcional en ambas direcciones, lo que indica que es probable que experimente daños no considerables y seguirá siendo utilizada. Sin embargo, se muestra una excepción en la dirección “Y, donde la estructura está al límite del nivel funcional. En lo que respecta a la estructura, se podría observar daños leves, lo cual implica que la integridad general de la edificación se mantiene, así como las instalaciones esenciales están en pleno funcionamiento, lo cual es crucial para garantizar la operatividad y seguridad del lugar.

Y para el caso de un sismo muy raro, se observa que la edificación tiene un nivel de desempeño sísmico de seguridad de vida para en cada dirección analizada, lo que indica que la estructura presenta un daño significativo en algunos elementos estructurales ya que la mayoría todavía se mantienen por lo que conlleva a reparar las estructuras para nuevamente ocuparlas, teniendo en cuenta la factibilidad y rentabilidad financiera.

Finalmente se afirma que la edificación analizada cumple con los niveles de desempeño sísmico esperados para sismos de frecuencia, ocasional, rara y ocurrencia muy rara.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El edificio “Mercado Porcón” del centro poblado Porcón Alto, distrito de Cajamarca presenta un nivel de desempeño sísmico **operacional** para ambas direcciones en el caso de un **sismo frecuente**.
- El edificio “Mercado Porcón” del centro poblado Porcón Alto, distrito de Cajamarca para el caso de un **sismo ocasional**, la edificación presenta un nivel de desempeño sísmico **operacional** en la dirección “X” e “Y”.
- Para un **sismo raro**, el edificio “Mercado Porcón” del centro poblado Porcón Alto, distrito de Cajamarca presenta un nivel de desempeño sísmico **funcional** en ambas direcciones de análisis, con una excepción en la dirección “Y”, donde la estructura está al límite del rango funcional.
- En caso de un sismo **muy raro**, el edificio “Mercado Porcón” del centro poblado Porcón Alto, distrito de Cajamarca presenta un nivel de desempeño sísmico de **seguridad de vida** en ambas direcciones de estudio.

5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar la evaluación del desempeño sísmico de la estructura usando el método del análisis dinámico no lineal.
- Realizar la evaluación del desempeño sísmico considerando la interacción suelo – estructura.
- Hacer una evaluación estructural minuciosa y a mayor detalle con el fin de determinar el grado de vulnerabilidad que puede tener dicha estructura.
- Realizar más evaluaciones de desempeño sísmico en el centro poblado ya que cuenta con edificaciones esenciales como instituciones educativas, las cuales son de mayor antigüedad que el mercado estudiado.
- Implementar un plan de mantenimiento para conservar los elementos estructurales y no estructurales de la estructura con la finalidad de garantizar una buena respuesta de la estructura ante las sollicitaciones sísmicas que pueden presentarse.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albán Duque, E. J., & Caguana Acosta, F. F. (2023). *Incidencia de la ductilidad del hormigón flexible estructural en la obtención de las curvas de capacidad y puntos de desempeño en pórticos*. [Bachelor's thesis, Universidad Central del Ecuador].
- Alvarez, R.A. & Ramos, N.M. (2022). *Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación existente con la normativa 2006 y la normativa 2020, Ica, 2021*. [Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/90269>
- Aroquipa, H., & beno, A. I. (2022). Incremental seismic retrofitting for essential facilities using performance objectives: A case study of the 780-PRE school buildings in Peru. *Journal of Building Engineering*, 62, 105387.
- Crisafulli, F. J. (2013). *Diseño sismorresistente de construcciones de acero*. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina. Asociación Latinoamericana del Acero. https://cms.alacero.org/uploads/disenio_sismorresistente_de_construcciones_de_acero_5ta_ed_20135148cc.pdf este
- Fernández, R. (2022). *Evaluación del desempeño sismorresistente mediante el método no lineal estático pushover del edificio de ingeniería civil de la Universidad Nacional Autónoma Chota, 2018*. [Tesis de grado para optar el título de ingeniero civil, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://hdl.handle.net/20.500.14142/239>
- Fustamante, D. (2022). *Nivel de desempeño sísmico de una edificación de 11 pisos en la provincia de Chota usando el método del espectro capacidad-demanda*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniería civil, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4612>
- Gálvez, C. D. (2023). *Nivel de desempeño sísmico utilizando espectro probabilístico*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5843>

- Isique Chaname, P., & Villacorta Chambi, S. P. (2022). Georisks and Their Implications for the Peruvian Society. *Geoethics in Peru: A Pathway for Latin America*, 1(1), 31-45. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86731-7_3
- Jaramillo Espinoza, J. A. (2022). *Evaluación del desempeño Sísmico de una estructura a porticada en hormigón armado de tres niveles utilizando el análisis estático no lineal Pushover, cantón Samborondón*. [Tesis de grado presentado en la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas-Carrera de Ingeniería Civil, Universidad de Guayaquil].
- Kushwaha, S. & Kumar, P. (2021). Comparative study of behavior of commercial building in various seismic zones-a review. *IJARIE*, 7(4), 2363-2367.
- Malpartida Caparó, J. A., & Miranda Huamán, J. R. (2022). Determinación del nivel de desempeño sísmico aplicando la técnica del análisis estático no lineal incremental (Pushover), a partir de tres tipos de esquemas mecánicos de acuerdo a los lineamientos de los documentos FEMA 440 y ATC 40, de la edificación de concreto armado: "Residencial" Amauta III" ubicada en la Urb. Magisterio-Cusco. [Tesis de grado, Universidad Andina del Cusco]. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/4742>
- Ojeda Barrionuevo, J. P., & López Pizarro, J. A. (2021). Desempeño sísmico de una edificación de concreto armado dual mediante el análisis no lineal en el tiempo ubicado en el distrito de Lince, departamento de Lima-Perú.
- SEAOC (1995). *A Framework for Performance Based Design*. Vision 2000 Committee. Structural Engineers Association of California, Sacramento California, United Sate.
- Zebua, D., Putra, A. A. S., Wibowo, L. S. B., & Alfiani, S. (2023). Evaluation of seismic performance of hospital building using pushover analysis based on ATC-40. *Journal of Civil Engineering, Science and Technology*, 14(2), 138-145.

APÉNDICES

APÉNDICE N° 01: VALUACIÓN ESTRUCTURAL

1.1 Inspección visual

La estructura a lo largo de su vida útil ha sufrido una falta de mantenimiento y operación adecuada, por lo que puede comprometer la integridad de sus elementos estructurales. Como resultado, en la actualidad se pueden observar grietas y fisuras en parte de algunos elementos estructurales y no estructurales.

1.1.1. Fisuras

Las fisuras son aberturas de ancho de hasta de 1mm que afectan solamente a la superficie de una estructura de concreto, y su aparición está ligada a cambios de humedad, temperatura y al estado tensional de las armaduras (Sotomayor, 2020).

Figura 33

Fisuras encontradas en vigas, losas aligeradas y muros o tabiquerías con espesor $e < 0.2\text{mm}$



De acuerdo a Sotomayor (2020) las fisuras que se muestran es una de las comunes que se presentan en las estructuras de concreto armado siendo esta el tipo fisura por restricciones de movimiento, su aparición puede demorar entre los minutos luego de haber colocado el concreto hasta los 2 años o más de ejecutado la estructura.

Según el código ACI 224.R-01 al tener un ancho $e < 0.2\text{mm}$ tendrá una repercusión estructural de nivel bajo, pero se recomienda su intervención para evitar el ingreso de agentes nocivos que largo plazo pueden comprometer a la estructura donde se presenta.

Figura 34

Fisuras en el peralte de la viga V1-25x60 y en parte inferior de losa aligerada en el eje 11, tramo G-J del primer nivel

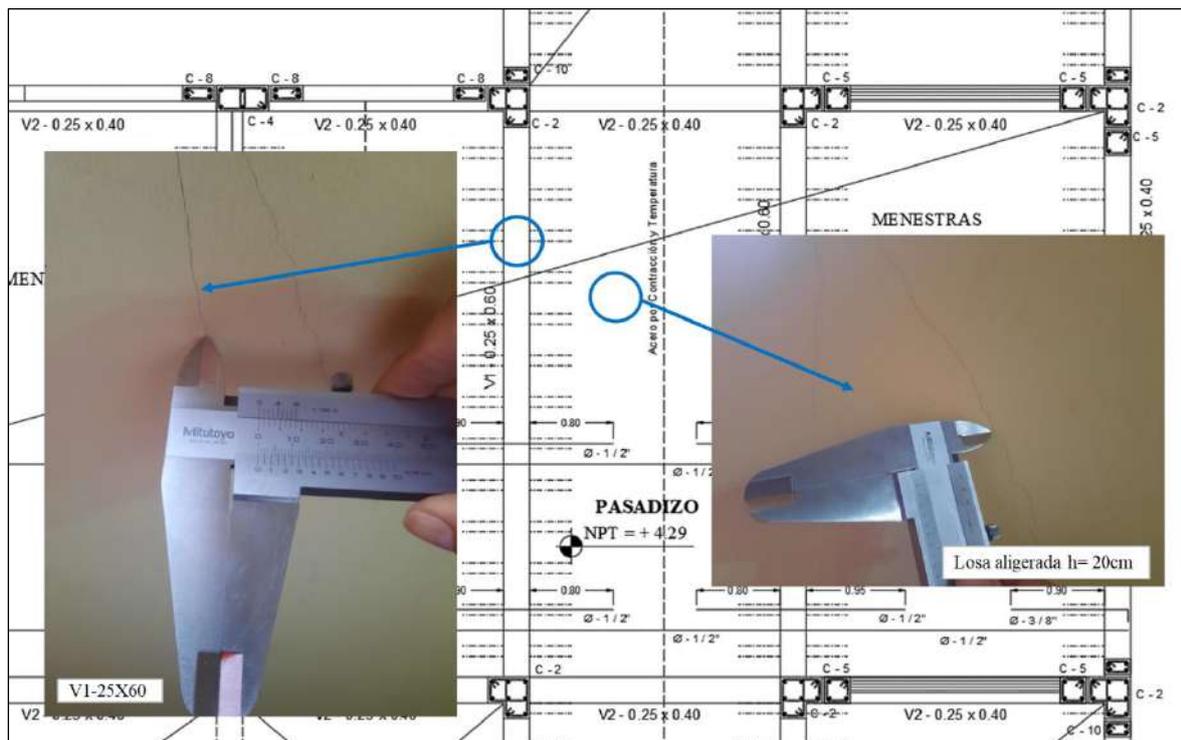


Figura 35

Fisuras en tabiquería en tramo 9-10 del eje J del primer nivel

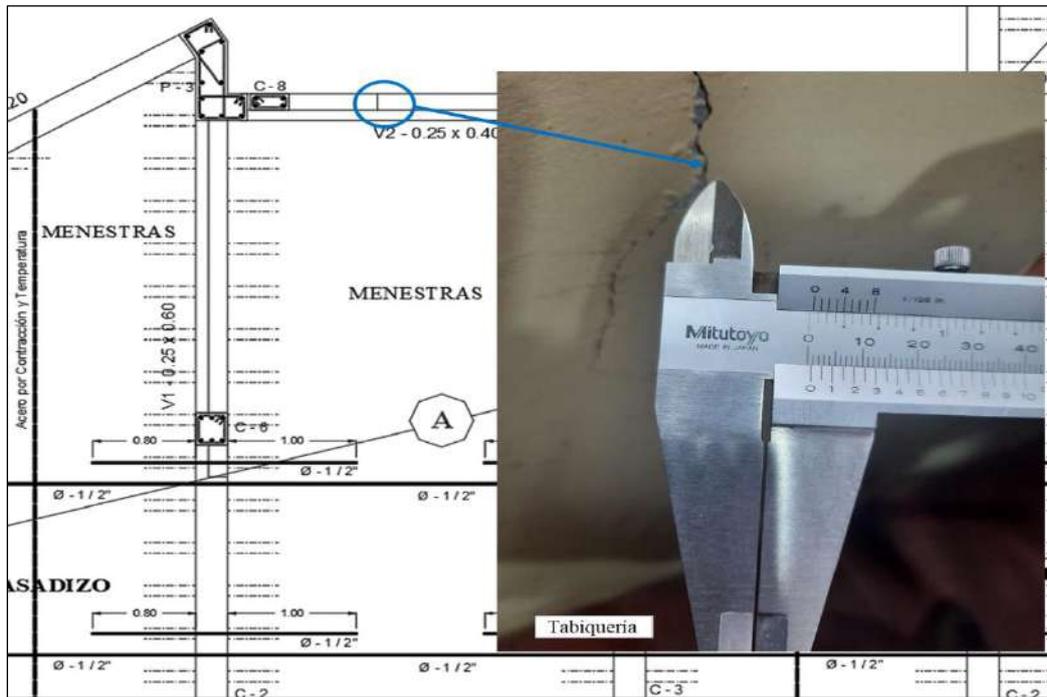
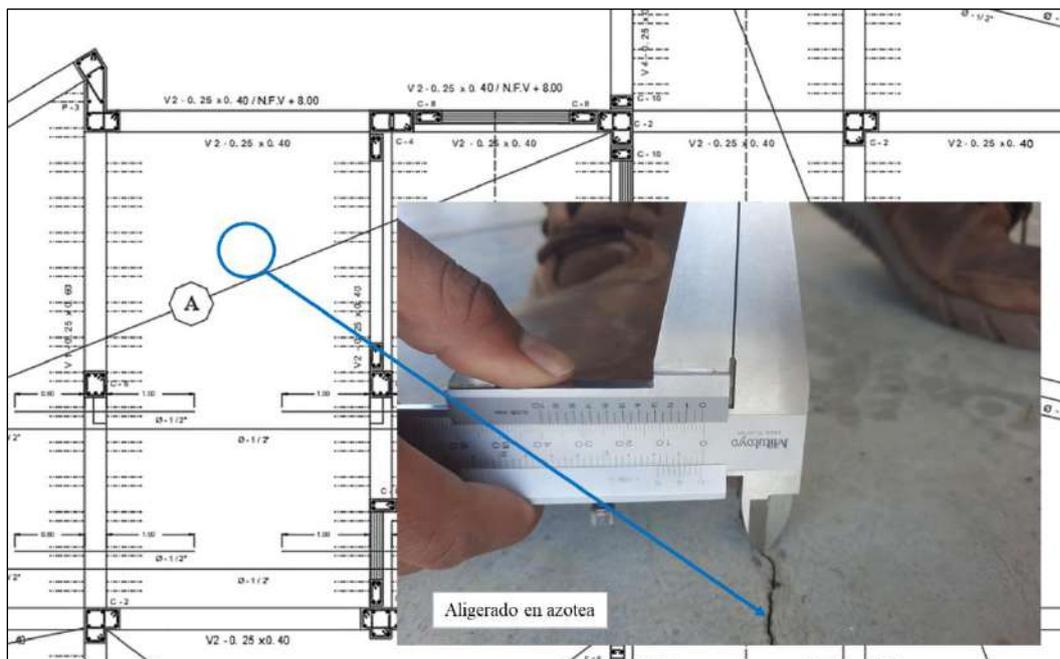


Figura 36

Fisuras del tipo contracción por secado en aligerado en tramo G-J de los ejes 9 y 10 en azotea

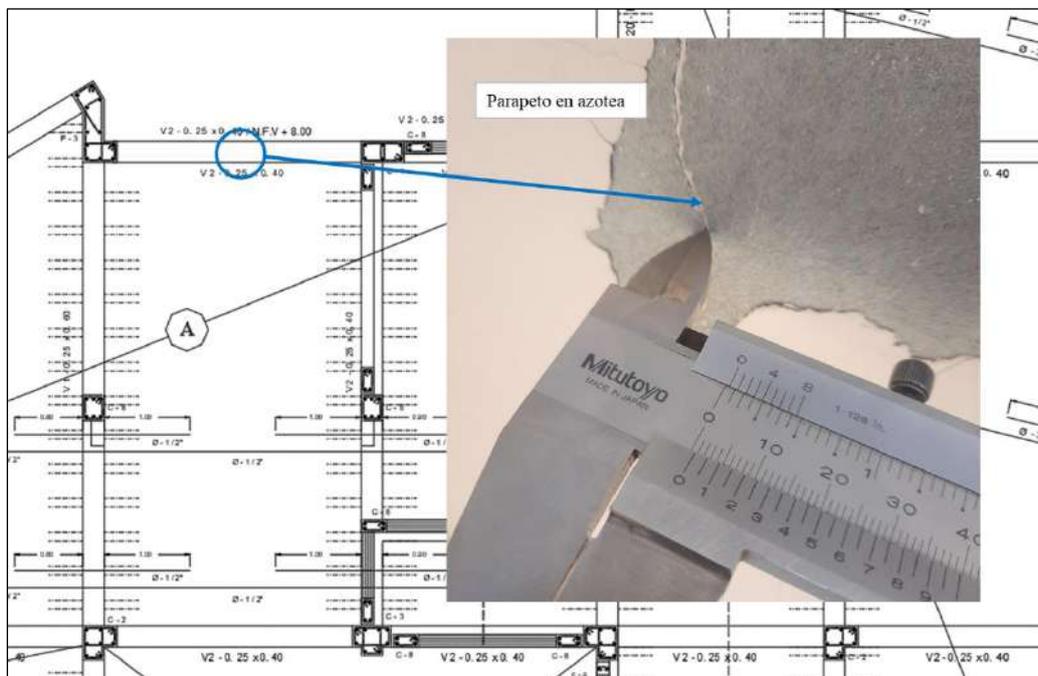


1.1.2. Grietas

Las grietas, son aberturas cuyo ancho es mayor a 1mm que afectan a la estructura de concreto en todo su espesor, apareciendo en cualquier elemento estructural o de cerramiento, estando asociada con el movimiento del suelo, reparto defectuoso de las cargas no previstas, sobrecargas, variaciones térmicas, entre otros factores (Sotomayor, 2020).

Figura 37

Grietas en parapeto en tramo G-J de los ejes 9 y 10 en azotea



1.1.3. Humedad

La humedad en este edificio está presente y causados principalmente por un mal drenaje de las aguas de lluvia y deterioro de las cubiertas, las cuales filtran hacia las paredes, vigas, columnas y alguna parte de la losa aligerada teniendo como consecuencia el desprendimiento de los acabados de pintura que con el tiempo puede llegar a los refuerzos y comprometer los elementos estructurales.

Figura 38

Filtración de agua de lluvia a vigas

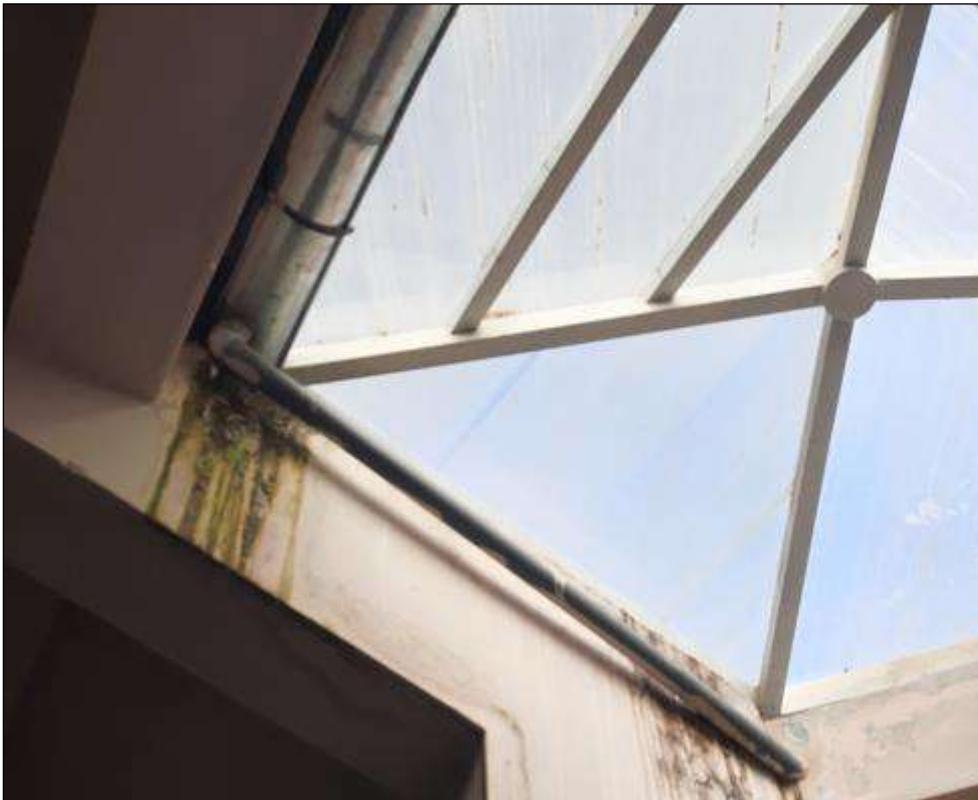


Figura 39

Humedad en las tabiquerías



Figura 40

Humedad en la parte inferior de losa aligerada correspondiente a la azotea, ver figura 36



1.1.4. Recubrimiento

Los recubrimientos de columnas, muros de corte y vigas están protegidos con el respectivo acabo de empastado y pintura y no se evidencia deterioro de ello.

Figura 41

Recubrimientos en buen estado



ANEXOS

ANEXO N° 01: METRADO DE CARGAS

1. CARGAS MUERTAS

A. LOSA ALIGERADA

A.1 ENTREPISOS

En el modelo computacional se modeló las losas aligeradas usando la función ribbet, luego se agregó el peso del Tecnopor (Poliestireno expandido).

Además, se agregó:

- Peso de acabados = 100 Kg/m²
- Peso de acabados cielo raso = 50 Kg/m²
- Peso de Tecnopor = 0.68 Kg/m²

Siendo un total de 150.38 kg/cm² de carga asignada a cada losa

A.2 TECHO

A la losa idealizada se agregó el peso de la cobertura

- Peso de acabados cielo raso = 50 Kg/m²
- Peso de Tecnopor = 0.68 Kg/m²
- Peso de cobertura teja andina = 10.24 Kg/m²

Siendo un total de 60.92 kg/cm² de carga asignada en los techos

B. TABIQUERIA Y ESTRUCTURAS METÁLICAS

Descripción	Espesor (m)	Peso específico (kg/cm ²)	Altura (m)	Peso por metro lineal (kg/m)
Muro portante	0.230	1800	3.00	1242
División interna	0.125	1800	3.00	675
Alfeizar	0.125	1800	1.20	270
Parapetos en Azotea	0.125	1800	1.20	270
Baranda Metálica	-	-	1.20	22

2. SOBRECARGA

La sobrecarga se asignó en acorde con lo dispuesto en la norma E0.20, de los cuales se describe a continuación:

- Pasadizo = 500 kg/cm²
- Baños = 300 kg/cm²
- Puestos de ventas = 200kg/cm²
- Administración = 200kg/cm²
- Vigilancia = 200 kg/cm²
- Comedor = 400 kg/cm²
- Losa Aligeradas en azoteas = 100 kg/cm²

ANEXO N° 02

ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA (Ensayo no destructivo del Concreto endurecido)

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)- NTP 339.181 Y ASTM C 805

CONSIDERACIONES BÁSICAS

- Espesor de piezas mayor a 100 mm.
- Esclerómetro en posición perpendicular a la superficie de ensayo.
- Distanciado de los puntos de ensayo 250 mm.
- 10 lecturas como mínimo.
- Las lecturas que difieran en más de 6 unidades de la media se descartan y a más de dos lecturas que cumplan esto, se descarta todo el conjunto.
- El área de ensayo será de por lo menos 150 mm de diámetro.

ELEMENTOS

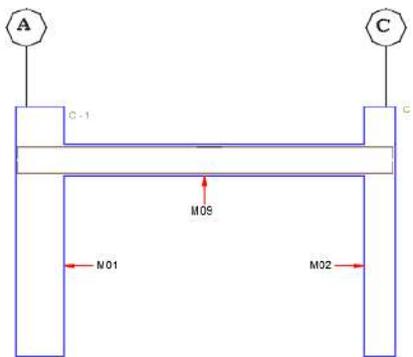
- **Vigas:** Horizontal y verticalmente en sus caras encofradas (una o dos).
- **Columnas:** en sus 2/3 de altura (inferior, medio y alto).

EQUIPO

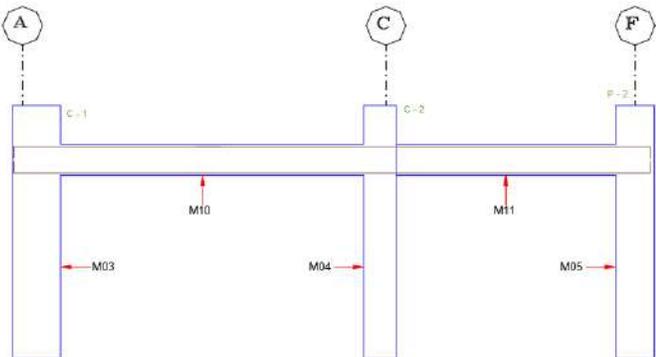
ESCLERÓMETRO:	
MARCA:	Zhejiang Tugong
MODELO/CÓDIGO:	2578



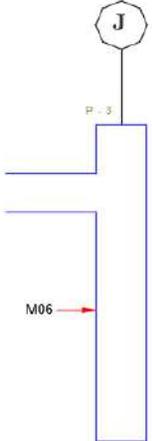
ELEMENTOS A ENSAYAR



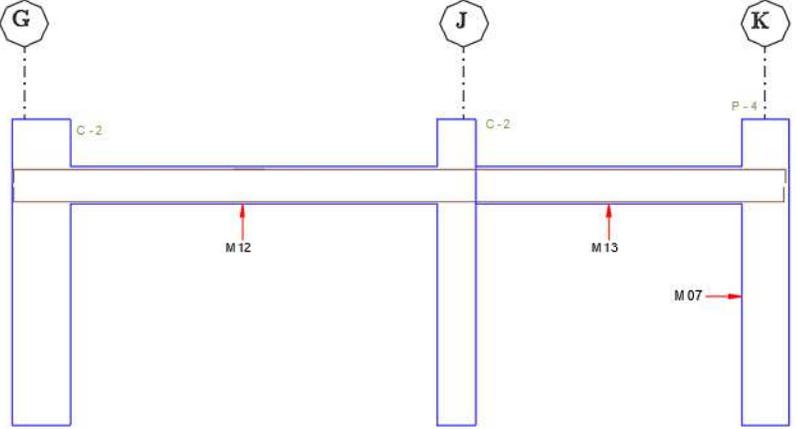
EJE 2 - PRIMER NIVEL



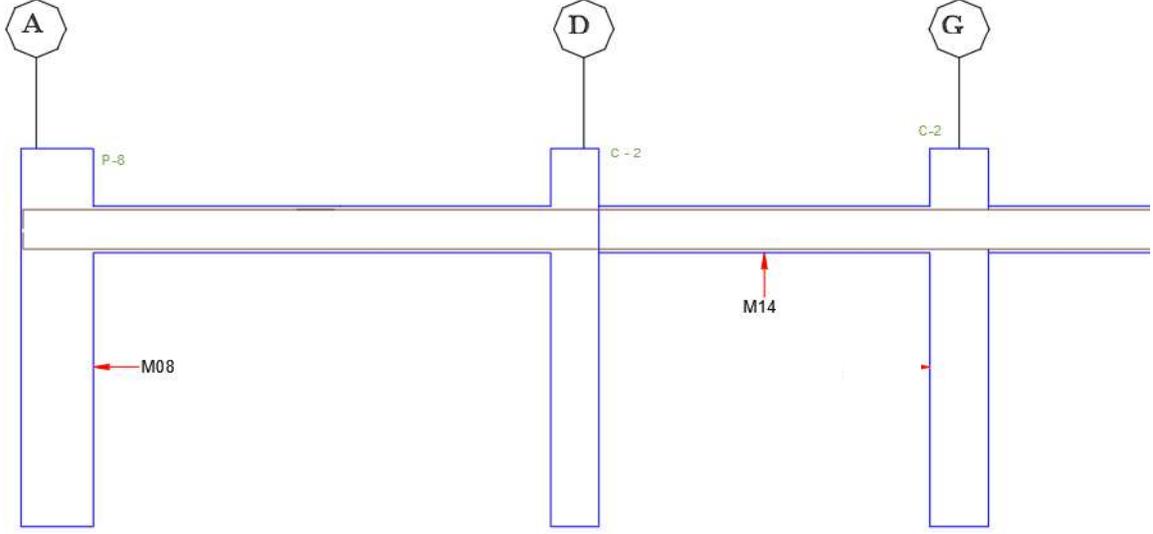
EJE 2 - PRIMER NIVEL



EJE 6 - PRIMER NIVEL



EJE 11 - PRIMER NIVEL



EJE 12 - PRIMER NIVEL

- Punto de muestreo con 12 lecturas



METODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO REFERENICA NTP 339.181 (A.S.T.M. C 805)			
MATERIAL:	Concreto Armado	RESPONSABLE ÁREA:	Ing. Mauro Centurion V.
PROYECTO:	TESIS: "Desempeño Sismico del Edificio Mercado Porcón del Centro Poblado Porcón Alto, Distrito de Cajamarca"		
UBICACIÓN:	CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA		
NORMA TÉCNICA:	NTP: 339.181-2016	OPERADOR:	Tec. Germán Chaffo M.
SOLICITANTE:	Tesista: Raul Chilón Ishpilco	FECHA:	02/Marzo/2023

MUESTRA N° 01

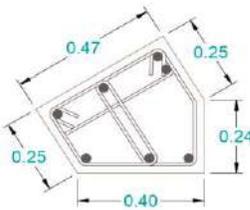
ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	N° REBOTES	VALIDACIÓN
	31	VALIDO
	32	VALIDO
	32	VALIDO
	32	VALIDO
	33	VALIDO
SECCIÓN	33	VALIDO
	35	VALIDO
	36	VALIDO
	36	VALIDO
	38	VALIDO
	38	VALIDO
	38	VALIDO

DATOS GENERALES	
TIPO DE ELEMENTO:	Columna C-1
RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 Kg/cm ²
EDAD DEL CONCRETO:	8 años

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	35
DESVIACIÓN ESTANDAR	2.65

RESISTENCIA ESTIMADA	260 Kg/cm²
-----------------------------	------------------------------

MUESTRA N° 02

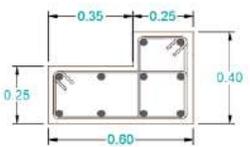
ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	N° REBOTES	VALIDACIÓN
	41	VALIDO
	41	VALIDO
	41	VALIDO
	43	VALIDO
	43	VALIDO
SECCIÓN	45	VALIDO
	45	VALIDO
	46	VALIDO
	46	VALIDO
	47	VALIDO
	47	VALIDO
	47	VALIDO

DATOS GENERALES	
TIPO DE ELEMENTO:	Columna C-11
RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 Kg/cm ²
EDAD DEL CONCRETO:	8 años

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	44
DESVIACIÓN ESTANDAR	2.42

RESISTENCIA ESTIMADA	420 Kg/cm²
-----------------------------	------------------------------

MUESTRA N° 03

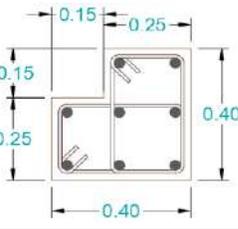
ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	N° REBOTES	VALIDACIÓN
	37	VALIDO
	37	VALIDO
	37	VALIDO
	38	VALIDO
	38	VALIDO
SECCIÓN	39	VALIDO
	39	VALIDO
	39	VALIDO
	41	VALIDO
	42	VALIDO

DATOS GENERALES	
TIPO DE ELEMENTO:	Columna-C1
RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 Kg/cm ²
EDAD DEL CONCRETO:	8 años

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	39
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.78

RESISTENCIA ESTIMADA	340 Kg/cm²
-----------------------------	------------------------------

MUESTRA N° 04

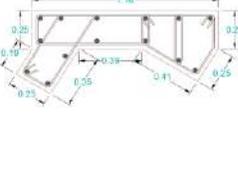
ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	N° REBOTES	VALIDACIÓN
	33	VALIDO
	34	VALIDO
SECCIÓN	35	VALIDO
	35	VALIDO
	36	VALIDO
	37	VALIDO

DATOS GENERALES	
TIPO DE ELEMENTO:	Columna-C2
RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 Kg/cm ²
EDAD DEL CONCRETO:	8 años

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	35
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.48

RESISTENCIA ESTIMADA	280 Kg/cm²
-----------------------------	------------------------------

MUESTRA N° 05

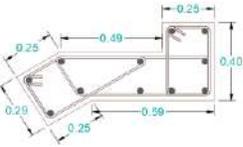
ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	N° REBOTES	VALIDACIÓN
	34	VALIDO
	34	VALIDO
	35	VALIDO
	35	VALIDO
	36	VALIDO
SECCIÓN	36	VALIDO
	36	VALIDO
	37	VALIDO
	37	VALIDO
	37	VALIDO
	38	VALIDO
	38	VALIDO

DATOS GENERALES	
TIPO DE ELEMENTO:	Placa P-2
RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 Kg/cm ²
EDAD DEL CONCRETO:	8 años

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	36
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.38

RESISTENCIA ESTIMADA	310 Kg/cm²
-----------------------------	------------------------------

MUESTRA N° 06

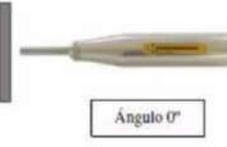
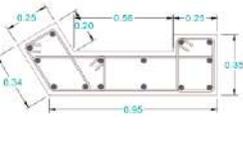
ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	N° REBOTES	VALIDACIÓN
	23	VALIDO
	23	VALIDO
	23	VALIDO
	24	VALIDO
	24	VALIDO
SECCIÓN	24	VALIDO
	25	VALIDO
	25	VALIDO
	25	VALIDO
	26	VALIDO

DATOS GENERALES	
TIPO DE ELEMENTO:	Placa P-3
RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 Kg/cm ²
EDAD DEL CONCRETO:	8 años

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	25
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.17

RESISTENCIA ESTIMADA	195 Kg/cm²
-----------------------------	------------------------------

MUESTRA N° 07

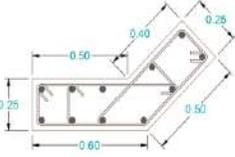
ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	N° REBOTES	VALIDACIÓN
	24	VALIDO
	24	VALIDO
	24	VALIDO
	25	VALIDO
	26	VALIDO
SECCIÓN	26	VALIDO
	26	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	27	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO

DATOS GENERALES	
TIPO DE ELEMENTO:	Placa P-4
RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 Kg/cm ²
EDAD DEL CONCRETO:	8 años

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	26
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.48

RESISTENCIA ESTIMADA	180 Kg/cm²
-----------------------------	------------------------------

MUESTRA N° 08

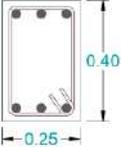
ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	N° REBOTES	VALIDACIÓN
 <p>Ángulo 0°</p>	28	VALIDO
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
SECCIÓN	29	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	33	VALIDO

DATOS GENERALES	
TIPO DE ELEMENTO:	Placa P-8
RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 Kg/cm ²
EDAD DEL CONCRETO:	8 años

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	30
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.50

RESISTENCIA ESTIMADA	210 Kg/cm²
-----------------------------	------------------------------

MUESTRA N° 09

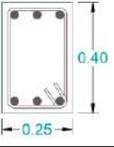
ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	N° REBOTES	VALIDACIÓN
 <p>Ángulo +90°</p>	36	VALIDO
	36	VALIDO
	36	VALIDO
	38	VALIDO
	38	VALIDO
	39	VALIDO
	39	VALIDO
SECCIÓN	39	VALIDO
	40	VALIDO
	40	VALIDO
	40	VALIDO
	40	VALIDO

DATOS GENERALES	
TIPO DE ELEMENTO:	Viga P-3
RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 Kg/cm ²
EDAD DEL CONCRETO:	8 años

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	38
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.62

RESISTENCIA ESTIMADA	280 Kg/cm²
-----------------------------	------------------------------

MUESTRA N° 10

ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	N° REBOTES	VALIDACIÓN
 <p>Ángulo +90°</p>	35	VALIDO
	36	VALIDO
	36	VALIDO
	37	VALIDO
	37	VALIDO
	38	VALIDO
	38	VALIDO
SECCIÓN	39	VALIDO
 <p>0.40 0.25</p>	39	VALIDO
	40	VALIDO
	40	VALIDO
	40	VALIDO

DATOS GENERALES	
TIPO DE ELEMENTO:	Viga P-3
RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 Kg/cm ²
EDAD DEL CONCRETO:	8 años

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	38
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.73

RESISTENCIA ESTIMADA	260 Kg/cm²
-----------------------------	------------------------------

MUESTRA N° 11

ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	N° REBOTES	VALIDACIÓN
 <p>Ángulo +90°</p>	36	VALIDO
	36	VALIDO
	37	VALIDO
	37	VALIDO
	37	VALIDO
	38	VALIDO
	38	VALIDO
SECCIÓN	39	VALIDO
 <p>0.60 0.25</p>	39	VALIDO
	40	VALIDO
	40	VALIDO
	40	VALIDO

DATOS GENERALES	
TIPO DE ELEMENTO:	Viga-P1
RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 Kg/cm ²
EDAD DEL CONCRETO:	8 años

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	38
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.51

RESISTENCIA ESTIMADA	260 Kg/cm²
-----------------------------	------------------------------

MUESTRA N° 12

ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	N° REBOTES	VALIDACIÓN
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
SECCIÓN	30	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	32	VALIDO

DATOS GENERALES	
TIPO DE ELEMENTO:	Viga -P1
RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 Kg/cm ²
EDAD DEL CONCRETO:	8 años

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	30
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.20

RESISTENCIA ESTIMADA	205 Kg/cm²
-----------------------------	------------------------------

MUESTRA N° 13

ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	N° REBOTES	VALIDACIÓN
	28	VALIDO
	28	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
	30	VALIDO
SECCIÓN	30	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	32	VALIDO

DATOS GENERALES	
TIPO DE ELEMENTO:	Viga P-1
RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 Kg/cm ²
EDAD DEL CONCRETO:	8 años

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	30
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.24

RESISTENCIA ESTIMADA	200 Kg/cm²
-----------------------------	------------------------------

MUESTRA N° 14

ORIENTACIÓN DEL MARTILLO	N° REBOTES	VALIDACIÓN
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	29	VALIDO
	30	VALIDO
SECCIÓN	31	VALIDO
	31	VALIDO
	31	VALIDO
	32	VALIDO
	32	VALIDO

DATOS GENERALES	
TIPO DE ELEMENTO:	Viga P-1
RESISTENCIA DE DISEÑO:	210 Kg/cm ²
EDAD DEL CONCRETO:	8 años

PARÁMETRO ESTADÍSTICO	
PROMEDIO	30
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.17

RESISTENCIA ESTIMADA	200 Kg/cm²
-----------------------------	------------------------------

CONCLUSIONES

- Para el modelo computacional se utilizó las resistencias a compresión mínimas del ensayo

Columnas = 210.00 kg/cm²

Placas = 180.00 kg/cm²

Vigas = 200.00 kg/cm²



Universidad Nacional de Cajamarca
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Ensayo de Materiales



EL JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, DEJA:

CONSTANCIA

Consta por el presente que el Bach. RAÚL CHILON ISHPILCO, Exalumno de la Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca ha realizado a cargo del Laboratorio de Ensayo de Materiales "Mg. Ing. Carlos Esparza Díaz" las siguientes actividades:

ÍTEM	DETALLE
01	Ensayo número de rebote en concreto endurecido.

Para la Tesis Titulada: "DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO "MERCADO PORCÓN" DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO, DISTRITO DE CAJAMARCA". Dichas actividades se desarrolló el 02/03/2023 en las instalaciones del Mercado.

Se expide el presente, para fines que se estime conveniente.

Cajamarca, 31 de mayo de 2023.

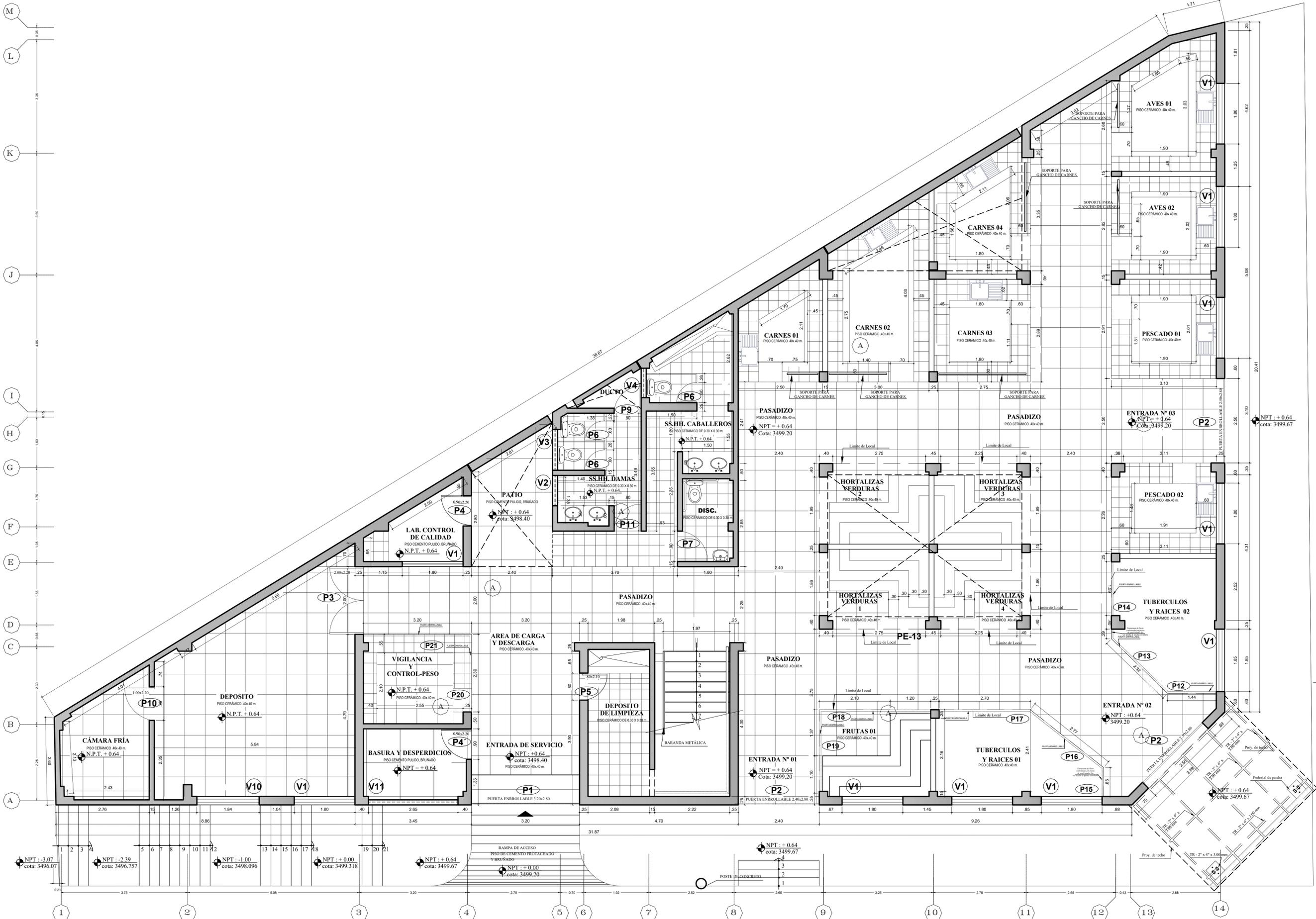
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Ing. Mauro Conjurón Vargas
JEFE DEL LABORATORIO ENSAYO DE MATERIALES

Atentamente:

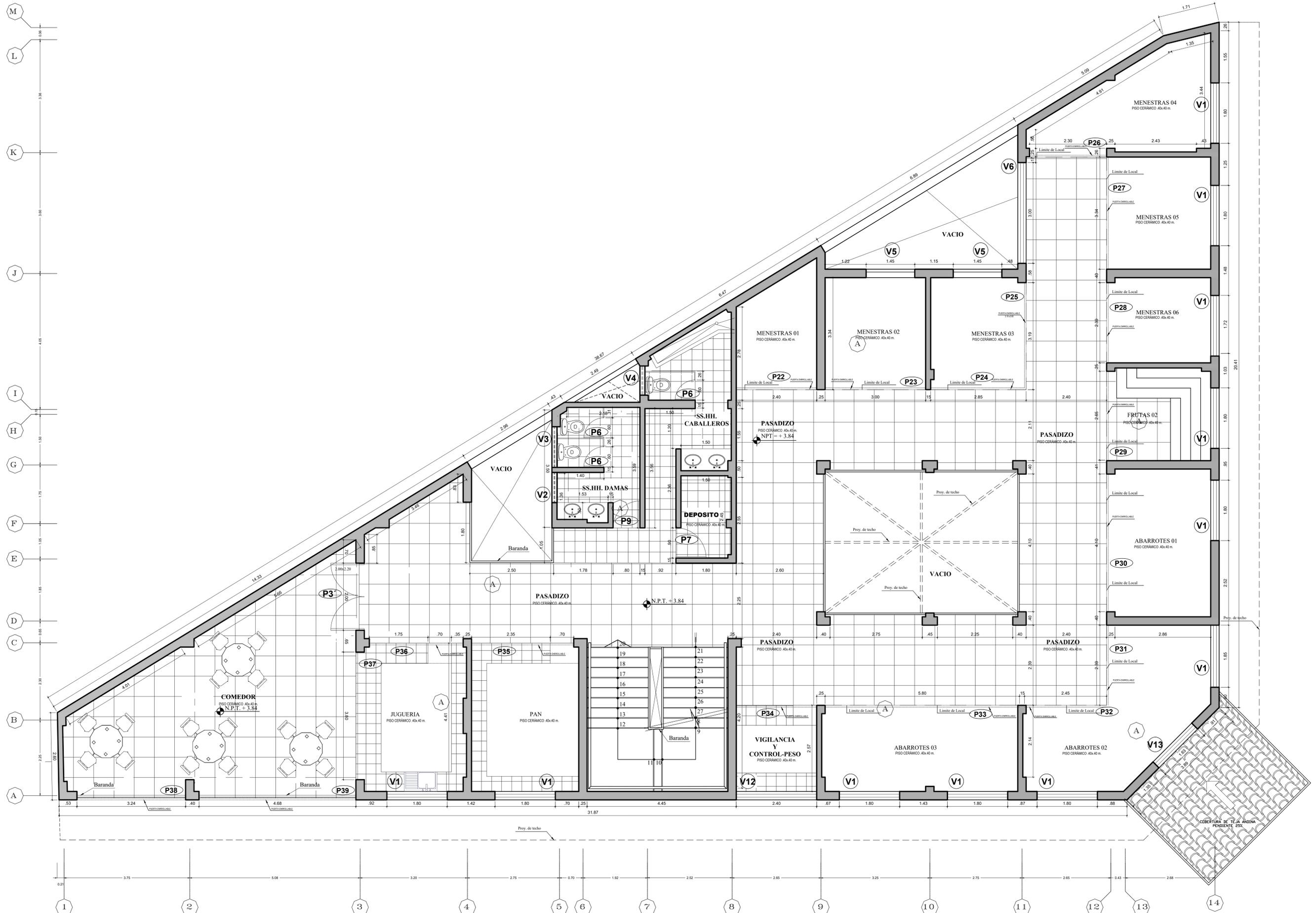
c.c. a:
_Archivo

ANEXO N° 03: PLANOS



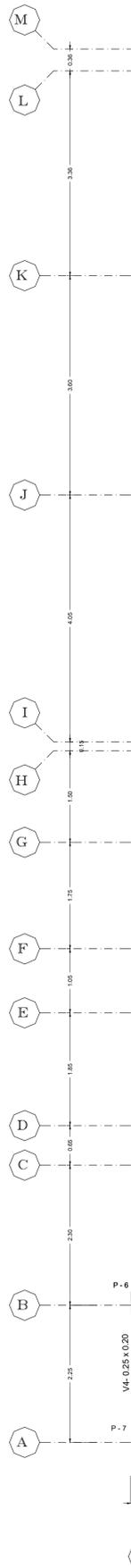
PRIMER PISO
Esc: 1 / 50

		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	
GERENCIA: INFRAESTRUCTURA	PROYECTO: CONSTRUCCION DEL MERCADO DEL CENTRO POBLADO DE PORCON ALTO, PROVINCIA DE CAJAMARCA - CAJAMARCA	FECHA: JUNIO - 2012	Nº PLANO:
SUBGERENCIA Y PROYECTOS:	PLANO: DISTRIBUCIÓN -PRIMER PISO	PROYECTISTA:	ESCALA:
CONSORCIO A & J	CENTRO POBLADO PORCON ALTO	PROYECTISTA CAJAMARCA	DEPARTAMENTO CAJAMARCA
			1 / 50
			A-01



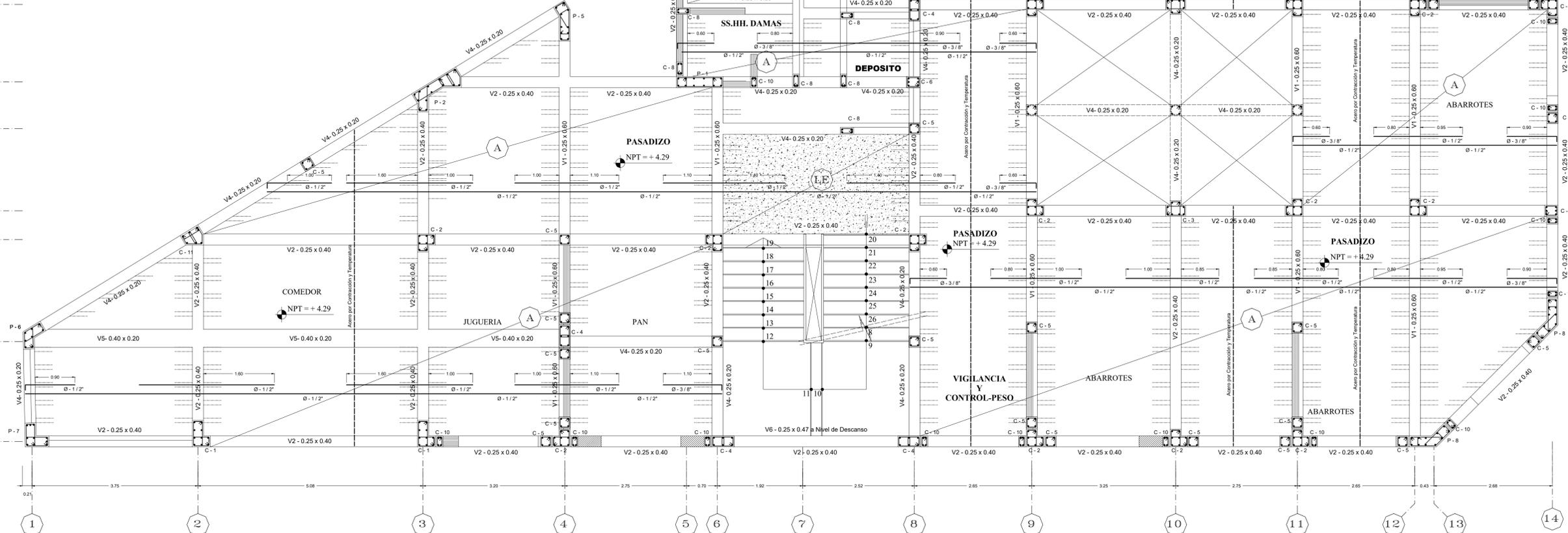
SEGUNDOPISO
Esc : 1 / 50

		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	
GERENCIA: INFRAESTRUCTURA	PROYECTO: CONSTRUCCION DEL MERCADO DEL CENTRO POBLADO DE PORCON ALTO, PROVINCIA DE CAJAMARCA - CAJAMARCA		
SUBGERENCIA: ESTUDIOS Y PROYECTOS	PLANO: DISTRIBUCIÓN - SEGUNDO PISO	FECHA: JUNIO - 2012	Nº PLANO:
PROYECTISTA: CONSORCIO A & J	CENTRO POBLADO: PORCON ALTO	PROVINCIA: CAJAMARCA	DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
		ESCALA: 1 / 50	A- 02



DESCRIPCION	GEOMETRIA		ACERO LONGITUDINAL	ESTRIBOS	
	Largo (m)	Ancho (m)		Diametro	Reparticion
C-1	Indicada	Indicada	4 Ø 5/8" + 6 Ø 1/2"	2 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 7 @ 0.10 + R @ 0.20 / Ext.
C-2	Indicada	Indicada	4 Ø 5/8" + 4 Ø 1/2"	2 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 7 @ 0.10 + R @ 0.20.
C-3	Indicada	Indicada	4 Ø 5/8" + 4 Ø 1/2"	2 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 7 @ 0.10 + R @ 0.20.
C-4	0.300	0.130	4 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	2 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 7 @ 0.08 + R @ 0.22
C-5	0.250	0.250	4 Ø 1/2"	1 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 5 @ 0.10 + R @ 0.20 / Ext.
C-6	0.250	0.300	6 Ø 1/2"	1 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 6 @ 0.10 + R @ 0.20 / Ext.
C-7	Indicada	Indicada	6 Ø 1/2"	2 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 5 @ 0.10 + R @ 0.20 / Ext.
C-8	0.150	0.300	4 Ø 3/8"	1 Ø 1/4"	1 @ 0.05 + 5 @ 0.10 + R @ 0.20 / Ext.

C-9	Indicada	Indicada		4 Ø 1/2"	2 Ø 1/4"	1 @ 0.05 + 5 @ 0.10 + R @ 0.20 / Ext.
C-10	0.250	0.150		4 Ø 3/8"	1 Ø 1/4"	1 @ 0.05 + 5 @ 0.10 + R @ 0.20 / Ext.
C-11	0.250	0.150		7 Ø 1/2"	1 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 8 @ 0.10 + R @ 0.22 / Ext.
c-a	0.150	0.150		2 Ø 3/8"	1 Ø 1/4"	1 @ 0.05 + R @ 0.20 / Ext.

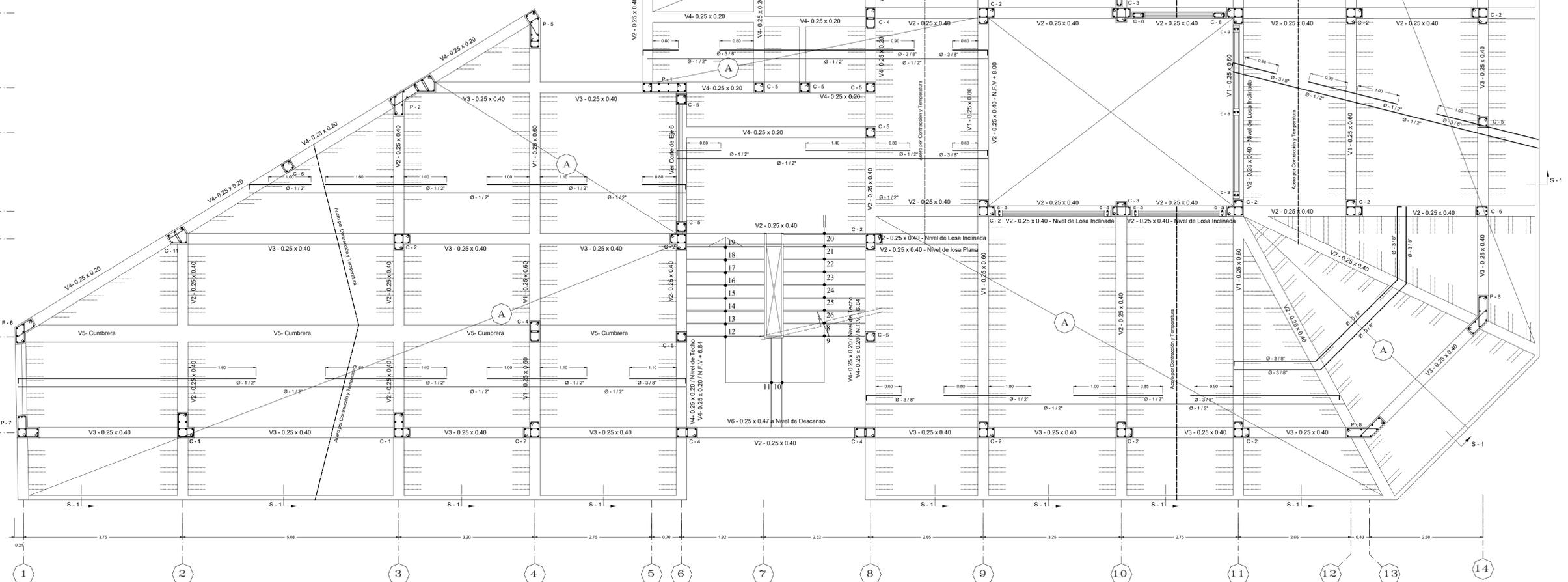
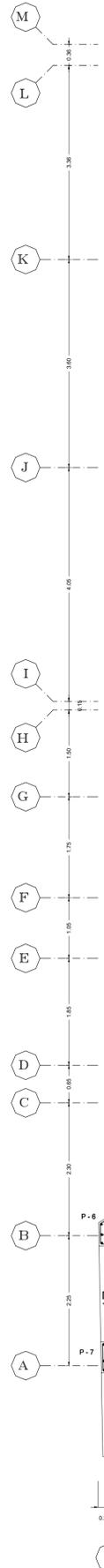


PRIMER ENTREPISO
Esc: 1/50

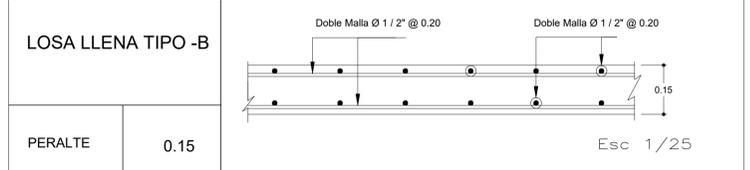
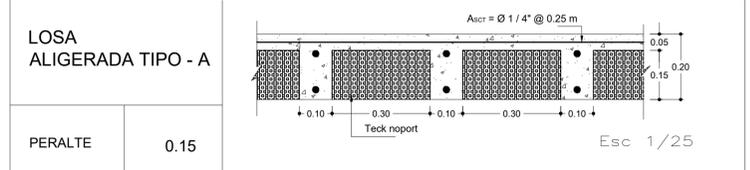
		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	
GERENCIA:	INFRAESTRUCTURA	PROYECTO:	CONSTRUCCION DEL MERCADO DEL CENTRO POBLADO PORCON ALTO, PROVINCIA DE CAJAMARCA-CAJAMARCA
SUBGERENCIA:	ESTUDIOS Y PROYECTOS	PLANO:	ALIGERADO PRIMER ENTREPISO
PROYECTISTA:	CONSORCIO A & J	DISTRITO:	CAJAMARCA
REVISADO:		PROVINCIA:	CAJAMARCA
		REGION:	CAJAMARCA
		FECHA:	MARZO - 2012
		ESCALA:	E- 01

Descripcion	GEOMETRIA		ACERO LONGITUDINAL	ESTRIBOS		
	Peralte (m)	Ancho (m)		Diametro	Reparticion	
V - 1	0.600	0.250	Primer Entrepiso : Variable / Niveles Superiores y Techo : 6 Ø 1/2"	1 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 9 @ 0.10 + R @ 0.20 / Ext.	
V - 2	0.400	0.250		6 Ø 1/2"	1 Ø 1/4"	1 @ 0.05 + 7 @ 0.10 + R @ 0.17 / Ext.
V - 3	Indicada	Indicada		4 Ø 1/2"	1 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 8 @ 0.10 R @ 0.25 / Ext.
V - 4	0.200	0.250		4 Ø 1/2"	1 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 5 @ 0.10 R @ 0.25 / Ext.
V - 5	Indicada	Indicada		6 Ø 1/2"	1 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 8 @ 0.10 R @ 0.25 / Ext.
V - 6	0.200	0.400		6 Ø 1/2"	1 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 9 @ 0.07 + R @ 0.12 / Ext.

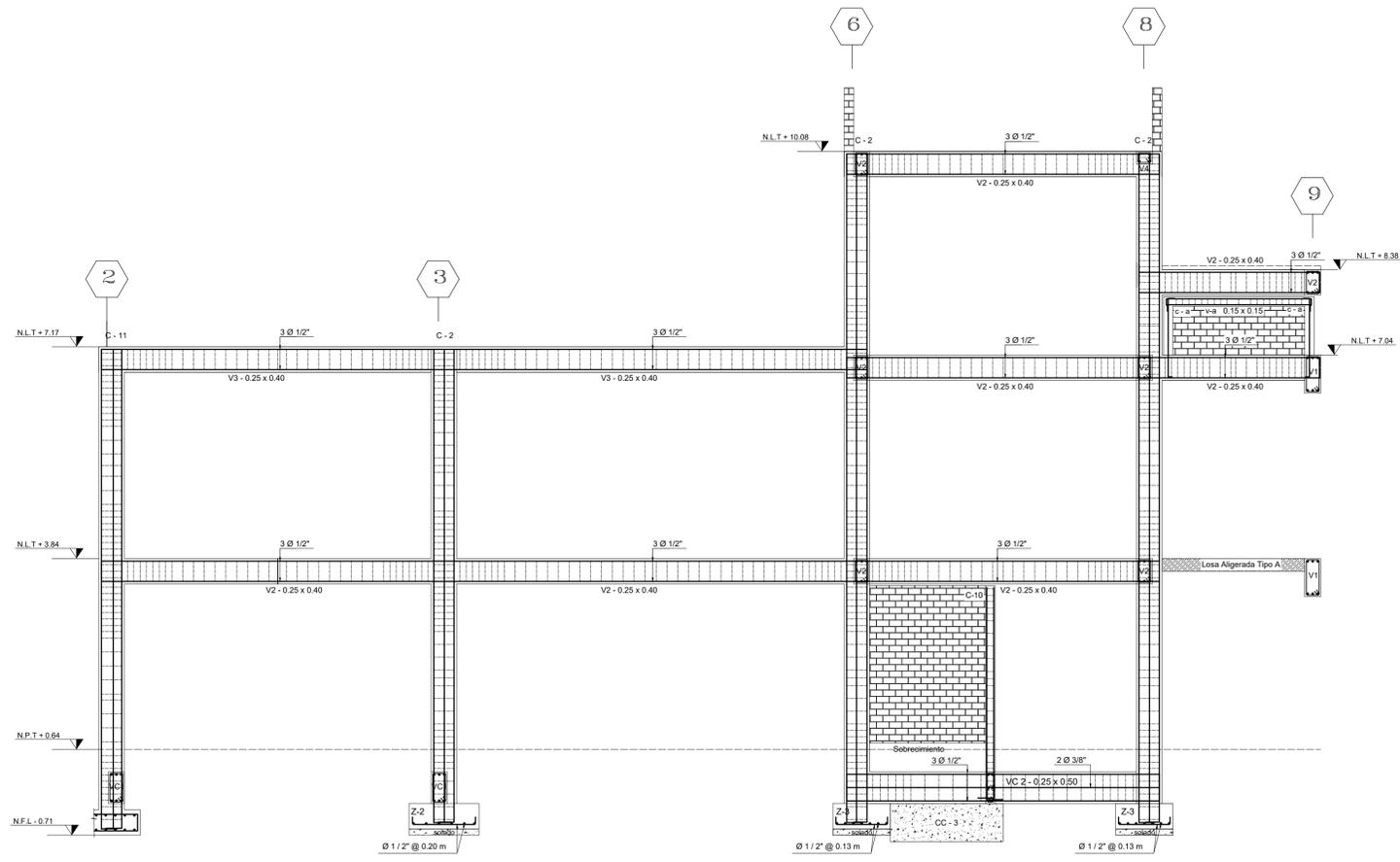
V - 7	0.470	0.250		6 Ø 1/2"	1 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 8 @ 0.10 + R @ 0.25 / Ext.
v - a	0.150	0.150		4 Ø 1/2"	1 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 8 @ 0.10 R @ 0.25 / Ext.
SECCION 1 - 1	0.200	0.150		2 Ø 3/8"	S Ø 1/4"	1 @ 0.05 + R @ 0.25



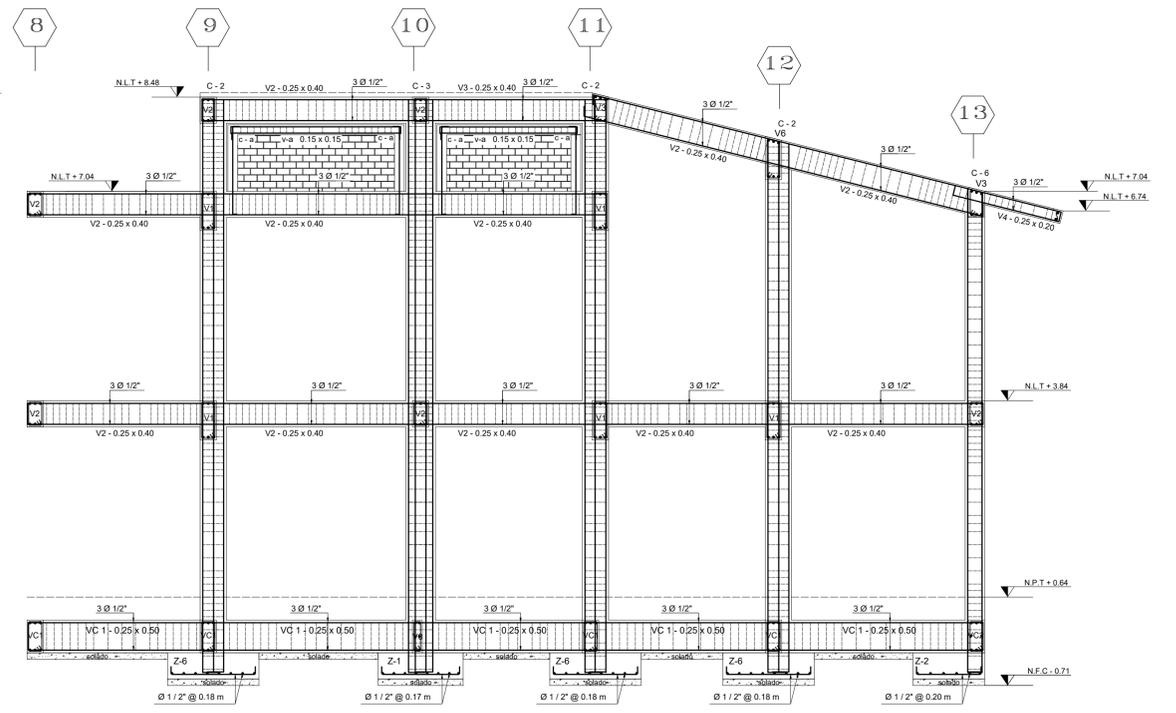
SEGUNDO ENTREPISO Y TECHOS
Esc: 1/50



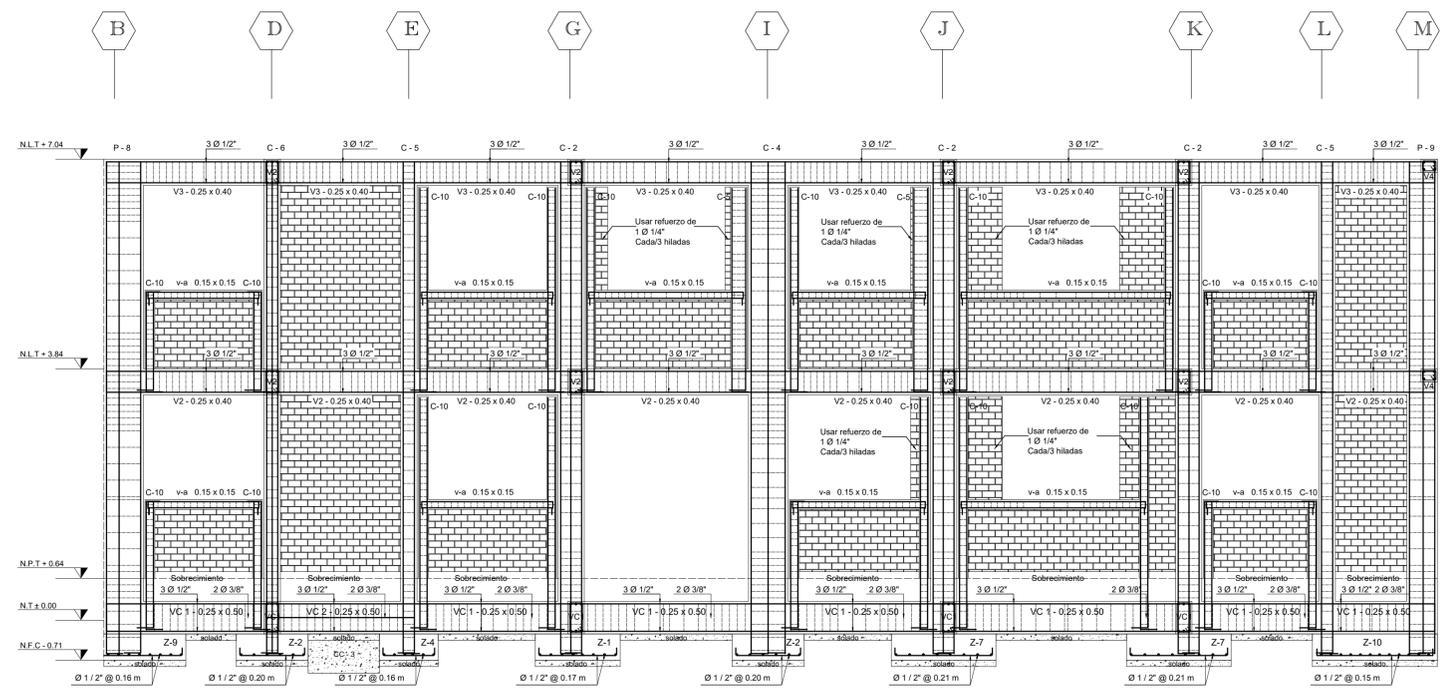
		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	
GERENCIA: INFRAESTRUCTURA	PROYECTO: CONSTRUCCION DEL MERCADO DEL CENTRO POBLADO PORCON ALTO, PROVINCIA DE CAJAMARCA-CAJAMARCA	N° PLANO: E- 02	
SUBGERENCIA: ESTUDIOS Y PROYECTOS	PLANO: ALIGERADO SEGUNDO ENTREPISO	DISTRITO: CAJAMARCA	PROVINCIA: CAJAMARCA
PROYECTISTA: Arq. MARTIN RODRIGO CASTILLO	REVISADO:	FECHA: MARZO - 2012	ESCALA:



CORTE EN EL EJE C
ESC. 1/50



CORTE EN EL EJE D
ESC. 1/50



CORTE EN EL EJE 14
ESC. 1/50

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA			
GERENCIA: INFRAESTRUCTURA	PROYECTO: CONSTRUCCION DEL MERCADO DEL CENTRO POBLADO PORCON ALTO, PROVENIENCIA DE CAJAMARCA-CAJAMARCA		
SUBGERENCIA: ESTUDIOS Y PROYECTOS	PLANO: CORTES EN EL EJE A, C y 14	PROVINCIA: CAJAMARCA	REGION: CAJAMARCA
PROYECTISTA: Arq. MARTIN RODRIGO CASTILLO	REVISADO:	FECHA: MARZO - 2012	ESCALA: E- 04