



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL PUSHOVER DE LA I.E. JCM N°2048 – PABELLÓN “G” – COMAS – 2017”

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

AUTOR:

ALEXANDER EULOGIO MEZA CARRION

ASESOR:

Dr. GERARDO ENRIQUE CANCHO ZUÑIGA

LINEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

LIMA-PERÚ

2018



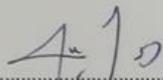
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

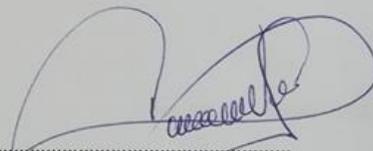
Código : FO6-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

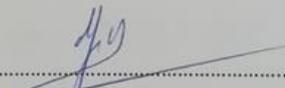
El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don Meza Carrion Alexander Eulogio cuyo título es:
"DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL PUSHOVER DE LA I.E. JCM N°2048 – PABELLÓN "G" – COMAS – 2017".

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:17..... (número)DESCRIPTE..... (letras).

Lima, 10 de Julio de 2018


.....
PRESIDENTE
ORLANDO HUGO RÍOS DÍAZ


.....
SECRETARIO
LUIS TORRES CACERES


.....
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

Dedicatoria

El presente trabajo lo dedico a mi familia que de alguna manera se encontraban a mi lado en los momentos complicados.

Agradecimiento

Agradezco al Gerente General de la empresa CONSTRUNI SAC, Willy Melchor Salinas por permitirme ser parte de la familia CONSTRUNI SAC y en gran medida adquirir los conocimientos prácticos teóricos en el desempeño de mi labor profesional, así mismo al ing. Saúl Torres Contreras por el gran apoyo como profesional y amigo.

Declaración de autenticidad

Yo Meza Carrion Alexander Eulogio, con DNI N° 72483206, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Presentación

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Título de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulación “Desempeño Sismorresistente Mediante el Análisis Estático No Lineal Pushover de la I.E. JCM N°2048 – Pabellón “G” – Comas – 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniería Civil.

Alexander Eulogio Meza Carrion

INDICE

I	Introducción	15
1.1	Realidad problemática.....	15
1.2.	Trabajos previos.....	16
1.2.1.	Antecedentes nacionales.....	16
1.2.2.	Antecedentes internacionales.....	19
1.3.	Teorías relacionadas al tema	21
1.3.1.	Desempeño sismorresistente	21
1.3.2.	Análisis estático no lineal.....	23
1.3.3.	Modo de trabajo del análisis estático no lineal	25
1.3.4.	Curva de capacidad	26
1.3.5.	Curva de demanda.....	27
1.3.6.	Términos y conceptos	28
1.4.	Formulación del problema.....	29
1.4.1.	Problema general	29
1.4.2.	Problemas específicos.....	29
1.5.	Justificación del estudio	30
1.6.	Hipótesis	30
1.6.1.	Hipótesis general	30
1.6.2.	Hipótesis específica	30
1.7.	Objetivos	31
1.7.1.	Objetivo general.....	31
1.7.2.	Objetivos específicos.....	31
II	Método	32
2.1.	Tipo de investigación	33
2.2.	Diseño de investigación	33
2.3.	Nivel de investigación.....	33
2.4.	Variables	34
2.4.1.	Variable independiente	34
2.4.2.	Variable dependiente.....	34

2.5.	Población y muestra.....	34
2.5.1.	Población.....	34
2.5.2.	Muestra.....	34
2.5.3.	Diseño muestral	34
2.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos (validez y confiabilidad)..	35
2.6.1.	Técnicas.....	35
2.6.2.	Instrumento de recolección de datos	35
2.6.3.	Validez del instrumento.....	35
2.6.4.	Confiabilidad	36
2.7.	Método	36
III	RESULTADOS	38
3.1.	Alcances del Proyecto.....	39
3.1.1.	Ubicación del Proyecto	40
3.1.2.	Características arquitectónicas del pabellón "G"	40
3.2.	Análisis sísmico.....	42
3.2.1.	Normas y Códigos.....	42
3.2.2.	Características de los Materiales	42
3.2.3.	Cargas aplicadas	43
3.2.4.	Carga Sísmica (Parámetros sísmicos).....	43
3.2.5.	Análisis de Modos y Frecuencia	47
3.2.6.	Representación de las Solicitaciones Sísmicas	47
3.2.7.	Derivas.....	48
3.3.	Estructuración	50
3.3.1.	Elementos Estructurales	51
3.4.	Desarrollo de la Curva de Capacidad	54
3.5.	Conversión de Curva de Capacidad a Espectro de Capacidad	58
3.6.	Espectro de Demanda	60
3.7.	Conversión de Espectro Sísmico E-030 a Espectro de Demanda por Nivel de Daño	61
3.8.	Espectro de Capacidad y Espectros de Demanda Según el Nivel de Daño ...	64
3.9.	Seccionamiento del espectro de capacidad según VISION 2000	65
3.9.1.	Criterio de Áreas Iguales.....	66

3.10. Resumen de Espectros y Seccionamientos	72
3.11. Análisis de Nivel y Punto de Desempeño	74
3.12. Matriz de Desempeño	78
3.13. Propuesta de reforzamiento con placas como aporte	80
3.13.1. Planteamiento estructural	80
3.13.2. Detalle de reforzamiento con placas	81
3.13.3. Desarrollo de la Curva de Capacidad para Pushover	82
3.13.4. Espectro de Capacidad	84
3.13.5. Espectros de Demanda	85
3.13.6. Espectros de Demanda y Capacidad	86
3.13.7. Calculo del Punto de Fluencia	87
3.13.8. Resumen de Espectros y Seccionamientos	90
3.13.9. Matriz de desempeño como resultado del reforzamiento (aporte)	92
IV Discusión	93
4.1. Discusión	94
V Conclusiones y recomendaciones	102
5.1. Conclusiones	103
5.2. Recomendaciones	104
VI Referencias	105
Referencias bibliográficas	106
VII Anexos	108
ANEXO 1: Matriz operacional	109
ANEXO 2: Matriz de consistencia	110
ANEXO 3: Fotografías de estudio de suelos in situ	111
ANEXO 4: Reporte de ensayos de laboratorio	112
ANEXO 5: Planta de cimentación, 1er, 2do y 3er piso respectivamente	117
ANEXO 6: MODELAMIENTO ESTRUCTURAL CON REFORZAMIENTO (PLACAS) 121	
ANEXO 7: REQUERIMIENTOS SEGÚN E-030	122
ANEXO 8: VERIFICACIÓN DEL FACTOR DE REDUCCIÓN SSMICA	123
ANEXO 9: PRESUPUESTO DE REFORZAMIENTO (PLACAS)	124

Lista de tablas

Tabla N° 1: Factores de zona.....	43
Tabla N° 2: Clasificación de los perfiles de suelo.....	44
Tabla N° 3: Factor de suelo "S"	44
Tabla N° 4: Periodo "Tp" Y "Tl"	45
Tabla N° 5: Categoría de las edificaciones y factor "U"	45
Tabla N° 6: Sistemas estructurales E-030.....	46
Tabla N° 7: Modos y periodos	47
Tabla N° 8: Derivas en dirección X.....	48
Tabla N° 9: Derivas en dirección Y.....	49
Tabla N° 10: Límites para la distorsión del entrepiso	49
Tabla N° 11: Fuerzas estáticas y dinámicas por nivel.....	49
Tabla N° 12: Espesor de losas según distancia de paño	51
Tabla N° 13: Espectro de respuesta de aceleración espectral vs. Desplazamiento espectral en dirección X	58
Tabla N° 14: Espectro de respuesta de aceleración espectral vs. Desplazamiento espectral en dirección Y	60
Tabla N° 15: Factores de nivel de demanda para para cada sismo	61
Tabla N° 16: Espectros sísmicos de aceleraciones (Sa).....	61
Tabla N° 17: Espectros sísmicos de aceleraciones (Sd).....	62
Tabla N° 18: Parámetros utilizados para el seccionamiento del espectro de capacidad	66
Tabla N° 19: Límites según el nivel de desempeño en X.....	69
Tabla N° 20: Límites según el nivel de desempeño en Y	70
Tabla N° 21: Matriz de desempeño FEMA	78
Tabla N° 22: Matriz de desempeño en X.....	78
Tabla N° 23: Matriz de desempeño en Y.....	79
Tabla N° 24: Límites según el nivel de desempeño en X	89
Tabla N° 25: Límites según el nivel de desempeño en Y	89
Tabla N° 26: Matriz de desempeño en sentido X	92
Tabla N° 27: Matriz de desempeño en sentido Y	92

Lista de figuras

Figura N° 1: Matriz de desempeño según FEMA 356	22
Figura N° 2: Objetivos según FEMA 356.....	23
Figura N° 3: Análisis pushover	25
Figura N° 4: Esquema del Pushover	25
Figura N° 5: Curva de capacidad	26
Figura N° 6: Espectro de demanda	27
Figura N° 7: Punto de desempeño sísmico	28
Figura N° 8: Vista frontal del pabellón “G”	39
Figura N° 9: Vista frontal del pabellón “G”	40
Figura N° 10: Planta primer piso del pabellón “G”	41
Figura N° 11: Planta segundo piso del pabellón “G”	41
Figura N° 12: Planta tercer piso del pabellón “G”	42
Figura N° 13: Mapa de zonificación sísmica	44
Figura N° 14: Porcentaje de cargas aplicadas	46
Figura N° 15: Espectro de sismo en X	47
Figura N° 16: Espectro de sismo en Y	48
Figura N° 17: Detalle típico de losa aligerada 1er piso.....	52
Figura N° 18: Detalle de vigas.....	52
Figura N° 19: Detalle de columnas.....	53
Figura N° 20: Asignación de rotulas plásticas al 5% y 95%	54
Figura N° 21: Asignación de rotulas plástica en elementos frame - eje 2	55
Figura N° 22: Rotulas plásticas en X.....	55
Figura N° 23: Rotulas plásticas en Y.....	56
Figura N° 24: Curva de Capacidad en X	56
Figura N° 25: Curva de Capacidad en Y	57
Figura N° 26: Espectro de Capacidad en X.....	59
Figura N° 27: Espectro de Capacidad en X.....	60
Figura N° 28: Espectros de Demanda por nivel de daño	63
Figura N° 29: Espectro Capacidad Vs. Espectros de Demanda por nivel de daño en X	64
Figura N° 30: Espectro Capacidad vs. Espectros de Demanda por nivel de daño en Y	65
Figura N° 31: Criterio de áreas iguales en X.....	67
Figura N° 32: Criterio de áreas iguales en Y.....	67
Figura N° 33: Método de áreas iguales en sentido X	68
Figura N° 34: Método de áreas iguales en sentido Y	69
Figura N° 35: Seccionamiento del espectro de capacidad en X.....	70
Figura N° 36: Seccionamiento del espectro de capacidad en Y.....	71

Figura N° 37: Seccionamiento del espectro de capacidad y demanda en X	72
Figura N° 38: Seccionamiento del espectro de capacidad y demanda en Y	73
Figura N° 39: Punto y nivel de desempeño en X – Sismo frecuente	74
Figura N° 40: Punto y nivel de desempeño en X – Sismo ocasional.....	74
Figura N° 41: Punto y nivel de desempeño en X – Sismo raro	75
Figura N° 42: Punto y nivel de desempeño en X – Sismo muy raro.....	75
Figura N° 43: Punto y nivel de desempeño en Y – Sismo frecuente	76
Figura N° 44: Punto y nivel de desempeño en Y – Sismo ocasional.....	76
Figura N° 45: Punto y nivel de desempeño en Y – Sismo raro	77
Figura N° 46: Punto y nivel de desempeño en Y – Sismo muy raro.....	77
Figura N° 47: Plano de cimentación con proyección de placas.....	80
Figura N° 48: Plano de cimentación con proyección de placas.....	81
Figura N° 49: Detalle de placa.....	81
Figura N° 50: Detalle de placa en zapata existente.....	82
Figura N° 51: Curva de Capacidad en X	83
Figura N° 52: Curva de Capacidad en Y	83
Figura N° 53: Espectro de Capacidad en X.....	84
Figura N° 54: Espectro de Capacidad en Y.....	84
Figura N° 55: Espectro de Demanda por nivel de daño	85
Figura N° 56: Espectro de Capacidad Vs. Espectro de Demanda por nivel de daño en X.....	86
Figura N° 57: Espectro de Capacidad Vs. Espectro de Demanda por nivel de daño en Y.....	86
Figura N° 58: Criterio de áreas iguales en X	87
Figura N° 59: Criterio de áreas iguales en Y	87
Figura N° 60: Método de áreas iguales en sentido X	88
Figura N° 61: Método de áreas iguales en sentido Y	88
Figura N° 62: Seccionamiento del espectro de capacidad en X.....	89
Figura N° 63: Seccionamiento del espectro de capacidad en Y.....	90
Figura N° 64: Seccionamiento del espectro de capacidad y demanda en X	91
Figura N° 65: Seccionamiento del espectro de capacidad y demanda en Y	91
Figura N° 66: Curva de capacidad bilineal en X	94
Figura N° 67: Curva de Capacidad en “X” e “Y”	95
Figura N° 68: Intersección del espectro de capacidad y espectro de demanda en “X”	96
Figura N° 69: Espectro Capacidad vs. Espectro de Demanda en “X”	97
Figura N° 70: Espectro Capacidad vs. Espectro de Demanda en “Y”	97
Figura N° 71: Seccionamiento de la curva de Capacidad Y.....	99
Figura N° 72: Seccionamiento del Espectro Capacidad en “X”	99
Figura N° 73: Seccionamiento del Espectro Capacidad en “Y”	100

RESUMEN

El contexto de la investigación contempla específicamente el Desempeño Sismorresistente mediante el Análisis Estático no Lineal Pushover de la I.E. JCM N° 2040 – pabellón “G”, aplicando la normativa internacional FEMA se procedió a realizar la evaluación para determinar el nivel de desempeño sismorresistente de la estructura esencial en base a la curva de capacidad para determinar el punto de fluencia y obtener los seccionamientos, el espectro de capacidad y los espectros de demanda que tiene como base la normativa E-030 llegando a la conclusión que el nivel de desempeño en el sentido “X” satisface los requerimientos del código FEMA (Agencia Federal De Manejo de Emergencias), no obstante no cubrió dicho requerimiento en el sentido “Y” para una estructura esencial. La población es conformada por los pabellones “A, B, C, D, E, F y G” de la I.E. José Carlos Mariátegui N°2048, precisando que la muestra que se tomó para la presente investigación es el Pabellón “G” al ser el más representativo y el de mayor número de pisos, encontrarse en el lugar más estratégico del colegio. Para el desarrollo de la investigación se aplicó como herramienta computacional SAP2000 V.19.2, en virtud a ello se procedió a trabajar los resultados en Excel procesando la data y llegando a obtener la información para determinar el nivel de desempeño acorde a los objetivos propuestos.

Palabras clave: nivel de desempeño, análisis estático, curva de capacidad, espectro de demanda.

ABSTRACT

The context of the research specifically contemplates the Seismic Performance through the Non-Linear Static Analysis Pushover of the I.E. JCM N ° 2040 - Pavilion "G", applying the FEMA international standard, the evaluation was carried out to determine the level of seismic performance of the essential structure based on the capacity curve to determine the yield point and obtain the sectioning, the spectrum of capacity and demand spectra based on the E-030 standard, reaching the conclusion that the level of performance in the "X" direction satisfies the requirements of the FEMA (Federal Emergency Management Agency) code, nevertheless did not cover this requirement in the "Y" sense for an essential structure. The population is conformed by the "A, B, C, D, E, F and G" pavilions of the I.E. José Carlos Mariátegui N ° 2048, specifying that the sample taken for the present investigation is the "G" Pavilion, being the most representative and having the largest number of floors, being in the most strategic place of the school. For the development of the research, it was applied as a SAP2000 V.19.2 computational tool, in virtue of which the Excel results were processed by processing the data and obtaining the information to determine the level of performance according to the proposed objectives.

Key words: performance level, static analysis, capacity curve, demand spectrum.

I Introducción

1.1 Realidad problemática

Hoy en día el contexto sísmico es de suma importancia, teniendo en cuenta los acontecimientos ocurridos hace poco setiembre del 2017 el caso de México un terremoto de magnitud 7.1 ocasionando daños estructurales, colapso de las estructuras y lo más lamentable pérdidas de vidas humanas en una época donde se podría mitigar pérdidas humanas.

Asimismo, la república de Chile hermano fronterizo fue participe de la actividad de sismos severos, por ende, observando la realidad y la gran demanda sísmica a la que estamos expuestos, por encontrarnos en una zona altamente sísmica debido a que el Perú se encuentra en la zona de cinturón de juego, siendo específicos placas tectónicas de Nazca y la Sudamericana que ocasionan este fenómeno.

En el ámbito local el terremoto ocurrido en la ciudad de Pisco en agosto del 2007 ocasionando colapso total en la mayoría de las estructuras siendo el 60% de viviendas colapsadas (INEI).

Lima no es ajeno a la ocurrencia es estos eventos sísmicos, se han registrado 13 sismos de diferentes magnitudes a la fecha de 11-10-17 (IGP, 2017).

La presente investigación se ubica geográficamente en el distrito de Comas, provincia y departamento de Lima.

Debido a la densificación poblacional en Comas ha generado un crecimiento inmobiliario desmesurado que se viene desarrollando de hace varios años atrás, nace la necesidad de instituciones educativas públicas, según PRONIED existen 27 I.E. públicas en el distrito de Comas y principalmente la I.E. José Carlos Mariátegui N°2048, motivo de estudio de la presenta investigación.

Esta tesis buscar aportar en la línea de investigación sobre el desempeño sismorresistente, buscando predecir el comportamiento no lineal en una estructura existente en una edificación esencial siendo el caso específico de una institución educativa pública, evitando el posible colapso o daños de consideración en los elementos estructurales de la edificación esencial ante un sismo severo, imposibilitando su objetivo de ser refugio durante y después de un sismo de gran demanda.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. Antecedentes nacionales

- (Luna, 2013, p.4-70). En la tesis titulada “Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la ciudad de Trujillo, la libertad”

Fijo como objetivos: Realizar el diseño por desempeño y el análisis no lineal estático de un edificio de 6 pisos localizado en Trujillo, La libertad, para establecer parámetros de calidad y comparación con un diseño estructural tradicional.

Aplicó la metodología: Análisis sísmico no-lineal estático

Y consiguió los resultados siguientes: Los cálculos del punto de desempeño por el método FEMA-356, donde se aprecia el desplazamiento máximo de 4.133 cm en el 6to nivel, y se contemple en el rango inelástico con un nivel de desempeño operacional.

Finalmente tiene como conclusión: Mediante el análisis estático no lineal, permite entender el comportamiento de la estructura en estudio ante un sismo, porque muestra las rotulas plásticas de manera secuencial hasta llevarlo al colapso.

- (Orrillo, 2015, p.16-99). En la tesis titulada “Evaluación Del Desempeño Sismorresistente del Edificio del Centro Pre Universitario de La Universidad Nacional de Cajamarca”

Fijo como objetivos: Evaluar el desempeño sismorresistente del edificio del centro preuniversitario de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Aplicó la metodología: Análisis estático no lineal.

Y consiguió los resultados siguientes: Para los sismos aplicados en Y el espectro calculado según normativa peruana E.030 y los sismos ocasional y raro, la estructura tiene los niveles de desempeño operacional y seguridad de vida respectivamente. Y para el caso de sismo muy raro dicha estructura alcanza un nivel de desempeño de seguridad de vida. Para los sismos aplicados en X el espectro calculado según normativa peruana E.030 y los sismos ocasional y raro, la estructura tiene los niveles de desempeño operacional y funcional respectivamente. Y para el caso de sismo muy raro dicha estructura alcanza un nivel de desempeño de seguridad de vida.

Finalmente tiene como recomendación: Realizar estudios con respecto al diseño sismorresistente en edificaciones, donde se contemple la interacción entre el terreno de fundación y la estructura, teniendo en cuenta que esta investigación no contempla dicha interacción.

- (Azaña, 2016, p.8-146). En la tesis titulada “Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de lima aplicando el análisis estático no lineal pushover”

Fijo como objetivos: Realizar el diseño en estructuras con desempeño predecible según análisis estático no lineal pushover.

Aplicó la metodología: Análisis estático no lineal pushover.

Y consiguió los resultados siguientes: Los resultados del desempeño sismorresistente de la edificación si cumple los requerimientos de la normativa peruana E.030, con respecto al contexto de no colapso al obtener el nivel en desempeño de seguridad de vida.

Finalmente tiene como conclusión: Que el desempeño sismorresistente no solo tiene como objeto de determinar el desempeño de la estructura sino también brinda al proyectista y al cliente la información de peligro sísmico, para asegurar en primer lugar la vida de las personas y también estimar de manera más precisa posibles pérdidas económicas en casos de sismos severos.

- (Del Pozo y Namuche, 2007, p.1-5). En el artículo titulado “Diseño por capacidad en edificaciones aporricadas de concreto armado para ser incorporada a la norma peruana E-060 como alternativa de diseño” donde manifiestan que la norma sismorresistente E-030, establece condiciones mínimas de demanda o distorsión de entrepiso que rigen el diseño basados en sismos severos pasados, que con las demandas reales, teniendo en cuenta que los sismos de hoy en día muestran una mayor demanda de resistencia que las mínimas reflejadas en la norma de diseño sismo resistente E-030.

Fijo como objetivos: Dar a conocer la metodología de diseño por capacidad, como propuesta para que se aplique a la normativa peruana.

Aplicó la metodología: Análisis estático no lineal o pushover.

Y consiguió los resultados siguientes: Mediante análisis pushover define de manera clara la formación de rotulas plásticas en la estructura (mecanismo de colapso), así demuestra que la edificación diseñada por capacidad llega a formar un mecanismo de colapso escogido en un 99%, donde no se logra en las edificaciones diseñadas con la normativa

peruana, que sería aplicar un análisis dinámico exigido por la norma de diseño sismo resistente E-030.

1.2.2. Antecedentes internacionales

- (Mohr, 2009, p.2-85). En la tesis titulada “Diseño sísmico por desempeño aplicado a un edificio de hormigón armado”

Fijo como objetivos: Aplicar la metodología de Diseño sísmico por desempeño a una estructura de hormigón armado, en base a muros y marcos, y comparar los resultados con los obtenidos al aplicar la norma chilena NCh 433 Of.96 “Diseño Sísmico de Edificios”

Aplicó la metodología: Análisis estático no lineal

Y consiguió los resultados siguientes: Los drift máximos se presenta en el 4to piso, el cual es un pequeño porcentaje del máximo valor permisible demostrada en la tabla 5.6 para cada caso de nivel de desempeño asociado a los sismos siguientes: sismo frecuente 45.57%, sismo ocasional 31.90%, sismo raro 41.76% y sismo muy raro 39.21%.

Finalmente tiene como conclusión: Que la aplicación de diseño por desempeño sometido a un determinado sismo conocer el comportamiento de la estructura, mediante esta herramienta nos permite comprobar el diseño preliminar el cual aplica normativa nacional en contraste con el diseño por desempeño, es consistente para asegurar la conformidad del diseño.

- (Alvarez, 2012, p.2-74). En la tesis titulada “Análisis estático no lineal y análisis dinámico no lineal del hospital de Vielha”

Fijo como objetivos: El comparar el método estático no lineal en contraste con el método dinámico no lineal de la estructura asimétrica

del hospital de Vielha, a su vez analizar la vulnerabilidad y el riesgo sísmico de la estructura hospitalaria.

Aplicó la metodología: Análisis estático no lineal y dinámico no lineal

Y consiguió los resultados siguientes: Al emplear el pushover clásico se ha observado que resulta deficiente en el caso de estructuras asimétricas. Y que una solución que intenta cubrir dicha deficiencia es el pushover adaptativo.

Finalmente tiene como conclusión: Que la mejora del análisis estático no lineal en 3D en el campo de la investigación, facilitaría el análisis de otras estructuras de importancia y en donde no se aconseja realizar modelamientos empleando metodologías simplificados en estructuras irregulares o de gran altura.

- (Parisca, 2013, p.17-136). En la tesis titulada “Estimación de la capacidad sismo-resistente en edificaciones de concreto armado modeladas con acero comercial aplicando el método análisis estático no lineal pushover”.

Fijo como objetivos: Estimar la capacidad sísmica.resistente en edificaciones aporticadas de concreto armado modeladas con acero comercial aplicando el método Análisis Estático No Lineal “Pushover”.

Aplicó la metodología: Análisis estático no lineal

Y consiguió los resultados siguientes: Se demostró que la fuerza cortante basal máxima contemplada en la norma es conservadora con respecto a la fuerza calculada para la primera fluencia en algún punto del edificio.

Finalmente tiene como conclusión: Que el método de análisis “pushover” resulta viable para conocer el desempeño de una estructura

y a su vez la simplicidad y capacidad de análisis para determinar desplazamientos, pero sin embargo la aplicación del análisis “pushover” no está libre de limitaciones.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Desempeño sismorresistente

Para obtener una mayor confiabilidad en el desempeño de la estructura afianzada en un buen diseño, y teniendo en cuenta la reciente actualización de la normativa peruana E.030 en el año 2016, no contempla el análisis por desempeño, el cual permite obtener un análisis en el rango inelástico y determinar el nivel de desempeño ante sismo de gran demanda.

En la actualidad y a nivel mundial se cuenta con una gran diversidad de códigos en el cual se aplica la metodología análisis por desempeño, entre estos se tiene: FEMA (Agencia Federal para el Manejo de Emergencias), ATC-40 (Consejo de Tecnología Aplicada-California), entre otras.

1.3.1.1. Desempeño sismorresistente

Es el estado o condición de daño físico en una estructura, al cual amenace la integridad y seguridad de la vida de las personas que la ocupen durante y después de un sismo, de ese modo la estructura cumplirá su funcionalidad.

En concordancia con (Bonnet, 2003) Es cuantificado en términos de cantidad de daño a la que somete una estructura durante y después de un sismo, aplicado a elementos estructurales o componentes no estructurales.

1.3.1.2. Nivel de desempeño según propuesta del ATC-40

Para el ATC-40 (Consejo de Tecnología Aplicada - California), el nivel de desempeño de las estructuras y componentes no estructurales se

toma en cuenta de forma separada y posteriormente se unen para definir el desempeño de la estructura. El código ATC-40 contempla los siguientes niveles de sismos: sismo de servicio, sismo de diseño y sismo máximo.

1.3.1.3. Objetivos y niveles de desempeño mediante FEMA-356

El código FEMA evalúa por desempeño donde cada objeto tiene una o más metas que representan un objetivo principal del desempeño para un determinado nivel de ocurrencia sísmica.

Se presenta la relación de niveles de peligrosidad:

Del 50% de 50 años, para un periodo de retorno de 72 años.

Del 20% de 50 años, para el periodo de retorno de 225 años.

Del 10% de 50 años, para el periodo de retorno de 474 años.

Y por último del 2% de 50 años, para el periodo de retorno de 2475 años. Teniendo en cuenta que los periodos de retorno se redondean a 75, 225, 500 y 2500 años respectivamente.

En la siguiente matriz se expresa en rango de los objetivos de desempeño:

Figura N° 1: Matriz de desempeño según FEMA 356

OBJETIVOS PRINCIPALES PARA NIVELES DE DESEMPEÑO EN EDIFICIOS	NIVELES DE PELIGRO SÍSMICO			
	50% / 50 años	20% / 50 años	10% / 50 años (BSE-1)	2% / 50 años (BSE-2)
Operacional (1-A)	a	b	c	d
Ocupacional inmediata (1-B)	e	f	g	h
Seguridad de vida (3-C)	i	j	k	l
Prevención del colapso (5-E)	m	n	o	p

Fuente: Adaptación del código FEMA 356

Para el código FEMA 355 en cada celda de la matriz mostrada en la figura 1, son objetivos o metas, donde se representa como muestra la siguiente figura:

Figura N° 2: Objetivos según FEMA 356

Objetivos Basicos	k	+	p		
Objetivos Mejorados	K	+	p	+	(a,e,i,b,f,j ó n)
Objetivos Mejorados	solo m		solo n		solo o
Objetivos Limitados	(c	,	g	,
	d	,	l)	
Objetivos De seguridad (Basic Safety Objective BSO, k + p)					

Fuente: Adaptación del código FEMA 356

Donde el objetivo básico de seguridad se obtiene de la unión de:

- Seguridad de vida (3-C) para un nivel de peligrosidad sísmica (BSE-1).
- Prevención del colapso (E-5) para un nivel de peligrosidad sísmica (BSE-2).
- Y con el objetivo básico para sismos frecuentes y moderados se espera daños pequeños, pero para sismos raros e infrecuentes se estima potencial pérdidas económicas y gran daño en los elementos estructurales.

El objeto mejorado se obtendrá al usar la combinación del objeto básico más otro objetivo entre estos podrían ser: (a, e, b, f, j, ó n). Otra alternativa sería solo m, solo n o solo o.

1.3.2. Análisis estático no lineal

Consiste en aplicar cargas laterales de manera incremental o patrón de cargas de forma monotónica, considerando la carga por gravedad de la estructura.

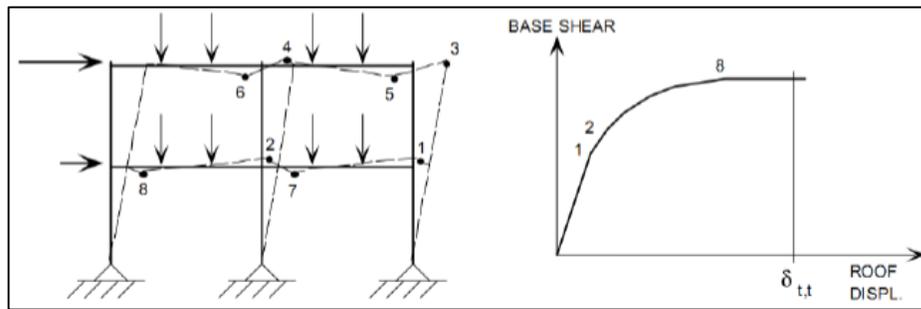
El análisis estático no lineal se basa en resultados obtenidos en investigaciones, que consiste en someter a cargas laterales a los

elementos estructurales para determinar las rotulas plásticas que se someten los elementos estructurales en forma secuencial. Con el pasar del tiempo este método de análisis se aplicó en estructuras que requerían reforzamiento, ya que son vulnerables ante la acción de eventos sísmicos. El (AENL) permite determinar la capacidad de resistencia del estado actual de la estructura y compararla con el la demanda antes sismos. La demanda se relación con la amenaza sísmica y según la zona donde se ubica la estructura, teniendo en cuenta las características globales. Cabe resaltar que la capacidad de los elementos estructurales depende de su rigidez, resistencia y su deformación. (Duarte, Martínez y Santamaria, 2017, p.25-26).

Para realizar el Análisis Estático No Lineal es necesario contar con la siguiente data:

- Características de los materiales.
- Medidas de las secciones de los elementos estructurales.
- Cantidad de acero longitudinal y transversal empleados en cada elemento estructural.
- Cargas en la estructura (vivas y muertas) según normativa E-030.
- Resistencia de los elementos estructurales: columnas, vigas y losas.
- Ubicación de rotulas plásticas en los miembros estructurales.
- La propiedad de esfuerzo-deformación de rotulas plásticas en función a la cantidad de acero longitudinal y transversal.
- Cargas laterales que se aplican en los centros de masas de las estructuras.

Figura N° 3: Análisis pushover



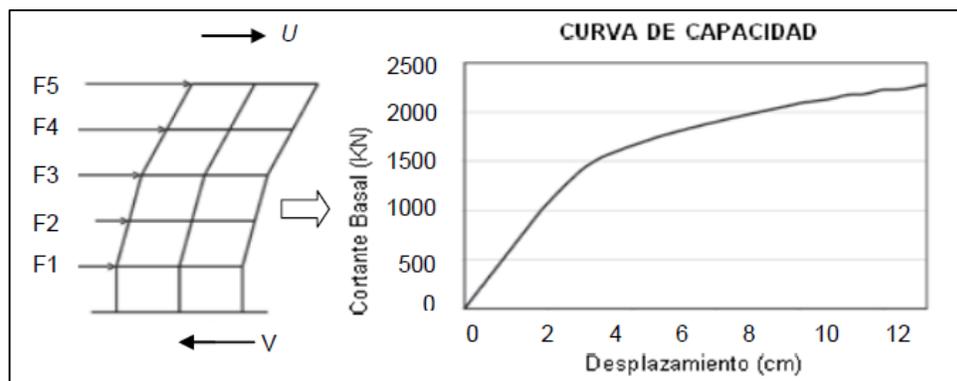
Fuente: (Azaña, 2016, p.27)

1.3.3. Modo de trabajo del análisis estático no lineal

El modo de trabajo del pushover es aplicar un patrón de cargas laterales incrementales y también las cargas gravitacionales, hasta llevar al colapso de la estructura ya diseñada y con el conocimiento de las características de sus componentes. Para este tipo de análisis, el modelamiento de la estructura aplica directamente las características no lineales de los componentes en relación fuerza-deformación. (Paredes, 2016, p.27)

En la siguiente grafica se muestra la aplicación de cargas laterales incrementales y cargas gravitacionales constantes:

Figura N° 4: Esquema del Pushover



Fuente: (Parisca, 2013, p.35)

1.3.4. Curva de capacidad

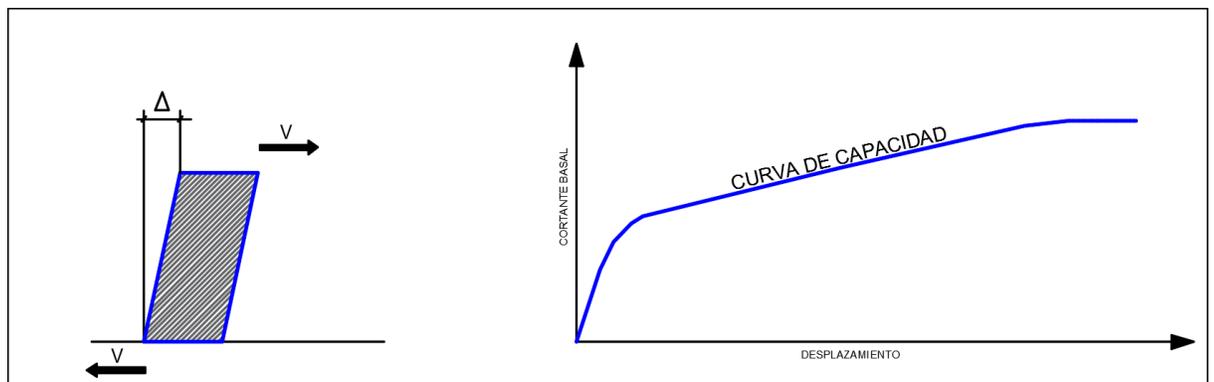
Para (Amoros, 2015, p.35) En el Análisis estático no lineal, se puede determinar de dos formas para hallar la curva de capacidad resistente de estructuras ante eventos sísmicos. En la primera es donde se aplican cargas de manera incremental en un sentido, con el objeto de ocasionar el colapso de la estructura, esta técnica se conoce como (pushover). En la segunda se aplica un acelerograma que consisten en incrementar de forma gradual hasta el colapso de la estructura. La curva que se obtiene es imprescindible para realizar el análisis por desempeño.

Según (Paredes, 2016, p.29) Tiene en cuenta que la estructura depende de la resistencia que esta pueda tener a su vez la capacidad de deformarse de los elementos estructurales de forma individual, y de concreto, así como también del acero teniendo en cuenta también la combinación del acero y concreto.

Donde el fin de conseguir la curva de capacidad es para obtener la capacidad última y su fluencia de la estructura.

En la siguiente grafica se muestra la curva de capacidad que relaciona la resistencia ante cargas laterales de la estructura versus el desplazamiento lateral del último piso.

Figura N° 5: Curva de capacidad



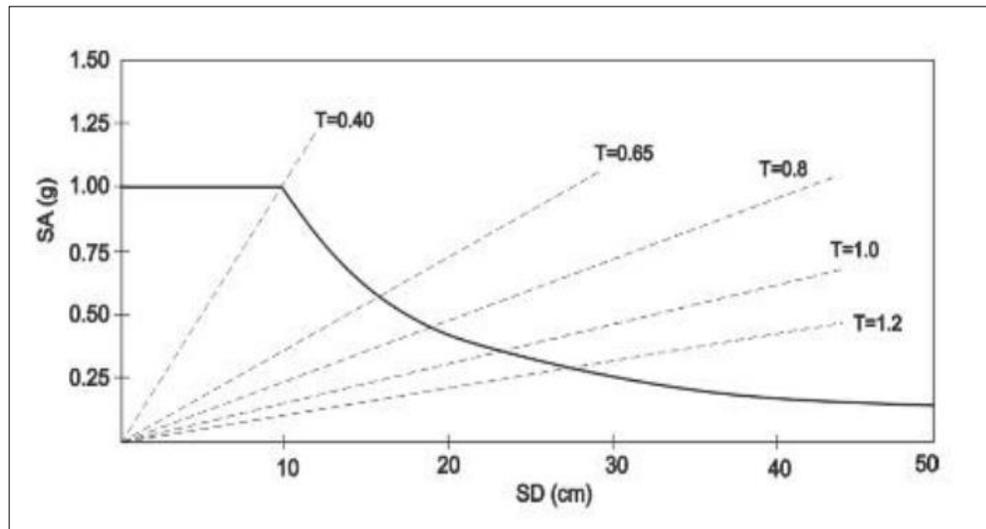
Fuente: Elaboración personal

1.3.5. Curva de demanda

1.3.5.1. Espectro de demanda

Los espectros de demanda se muestran de forma simultánea en una gráfica, dichos espectros clásico de aceleración y desplazamiento son desplazamiento espectral en la horizontal y la aceleración espectral en la vertical, obtenido la siguiente gráfica (Amoros, 2015, p.46).

Figura N° 6: Espectro de demanda



Fuente: (Amoros, 2015, p.47)

1.3.5.2. Punto de desempeño sísmico

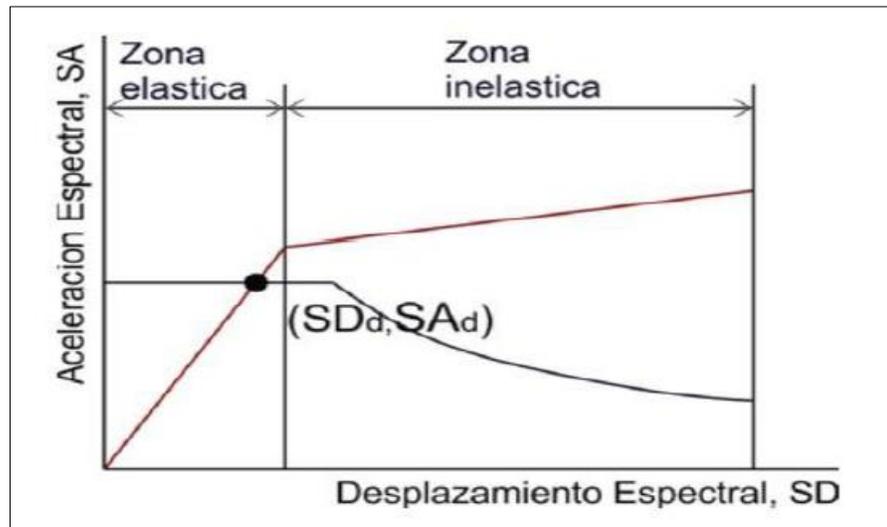
Se tiene en cuenta que el punto de desempeño sísmico es resultado de una intersección de espectros, siendo estos el de capacidad y demanda, dicho punto de desempeño indica el nivel de desempeño del estado en la que se encuentra una estructura al someterla a una demanda sísmica con características particulares.

El código FEMA rige este procedimiento.

Según (Taípe, 2003, p.98) sostiene que la evaluación de desempeño en una estructura puede compararse con el diafragma de capacidad de la estructura y el respectivo espectro de demanda del sismo de diseño.

La interacción de los espectros de demanda y la curva de capacidad representan el llamado punto de desempeño sísmico.

Figura N° 7: Punto de desempeño sísmico



Fuente: (Amoros, 2015, p.49)

1.3.6. Términos y conceptos

- **Nivel de desempeño:** Comprende el estado límite de daño a nivel físico que puede tener una estructura de modo tal amenace la seguridad de las personas que se encuentren dentro de la edificación. Teniendo en cuenta que el desempeño de un edificio es la combinación del nivel de desempeños estructural y el nivel de desempeño no estructural. (ATC-40).
- **Análisis pushover:** Es una herramienta potencial e importante que permite determinar con una mayor estimación en la realidad el desempeño de la estructura,

Curva de capacidad: Es aquella grafica que relaciona la resistencia de los materiales a cargas laterales del edificio versus el desplazamiento lateral del último piso.

- **Espectro de capacidad:** Es referido a la curva de capacidad que al transformar la fuerza cortante y desplazamientos para obtener coordenadas de aceleraciones espectrales y desplazamientos espectrales. (ATC-40).
- **Demanda:** Es la cuantificación de fuerza o deformación que desarrolla un elemento o componente estructural. (FEMA 356, 2000).
- **Edificaciones esenciales:** Son las edificaciones en la que su función no podrían interrumpirse inmediatamente después de un evento sísmico, entre estos tenemos; hospitales, centros comerciales, Centros educativos, etc. (RNE E.030 2016).

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

- ¿Cuál será el nivel de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G” – Comas – 2017?

1.4.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será la curva de capacidad de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G” – Comas – 2017?
- ¿Cuáles serán los espectros de demanda para el desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G” – Comas – 2017?
- ¿Cuál será el punto de fluencia para el seccionamiento del desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G” – Comas – 2017?

1.5. Justificación del estudio

Hoy en día se aplican diversos métodos de análisis de diseño, de los cuales el método lineal es el más usado a su vez siendo estos los menos reales en contraste con el método de análisis no lineal “Pushover”, siendo este último más óptimo para el diseño o evaluación de estructuras nuevas o existentes respectivamente, logrando tener una estimación más cercana del comportamiento de los elementos estructurales y pudiendo aplicarse en cualquier estructuras de concreto armado ante un sismo severo, reduciendo o eliminando el costo de una rehabilitación estructural y garantizado la seguridad y el confort de vida humana.

El proyecto de investigación resulta de gran importancia porque permite tener una estimación del comportamiento de los elementos estructurales de la I.E. José Carlos Mariátegui N°2048, tomando acciones correctivas y de prevención ante un sismo de gran demanda, por ello dicha investigación es de gran aporte y se orienta a la solución del problema.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

- El nivel de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017, cumple con los requerimientos para estructuras esenciales del código FEMA.

1.6.2. Hipótesis específica

- La curva de capacidad de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017, determina el desplazamiento máximo y llegar al colapso de la estructura.

- Los espectros de demanda para el desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017, cubren el rango del espectro de capacidad de la estructura.
- El punto de fluencia para el seccionamiento del desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017, determina el límite según el nivel de desempeño.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

- Determinar el nivel de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017.

1.7.2. Objetivos específicos

- Determinar la curva de capacidad de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017.
- Elaborar los espectros de demanda para el desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017.
- Determinar el punto de fluencia para el seccionamiento del desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017.

II Método

2.1. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación busca o perfecciona el recurso donde se aplica el conocimiento ya adquirido mediante la investigación pura, por ello no se pretende buscar la verdad como una investigación pura, más bien la utilidad.

En otros términos, se busca la manera donde el conocimiento científico que se produce por la investigación pura puede implementarse o aplicarse en la realidad con el fin de obtener un resultado práctico. (Cazau, 2006, p.18)

En virtud de lo expuesto la investigación corresponde al tipo aplicada.

2.2. Diseño de investigación

Según (Hernández y otros, 2010, p.149), Referido a la investigación donde no se modifican los datos de las variables, dicho de otro modo, no se intenta manipular de forma intencional la variable independiente para causar un posible efecto en la obtención de datos como respuestas.

En virtud de lo expuesto y el fin requerido por la presente investigación le corresponde a una investigación del tipo no experimental.

2.3. Nivel de investigación

El presente estudio corresponde a un nivel descriptivo que consisten en la selección una serie de cuestiones, conceptos o variables, las cuales son medidas independientemente, para describirlas. El nivel descriptivo busca especificar propiedades importantes, así como fenómenos. (Cazau, 2006, p.27)

Así mismo, en concordancia con (Hernández y otros, 2010, p.80), La investigación de nivel descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno en análisis.

En virtud de lo expuesto y el fin requerido por la presente investigación le corresponde a un nivel de investigación descriptivo.

2.4. Variables

2.4.1. Variable independiente

- Análisis estático no lineal pushover

2.4.2. Variable dependiente

- Desempeño sismorresistente

2.5. Población y muestra

2.5.1. Población

(Hernández, y otros, 2010, p.174) Sostienen que la población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones.

En la presente investigación la población es conformada por los pabellones “A, B, C, D, E, F y G” de la I.E. José Carlos Mariátegui N°2048 en el distrito de Comas.

2.5.2. Muestra

(Hernández, y otros, 2010, p.173) Afirman que la muestra se trata de un subgrupo de una población entre los cuales se procede a la recolección de datos y siendo estos lo más representativos de estos.

La muestra que se toma para la presente investigación es el Pabellón “G” de la I.E. José Carlos Mariátegui N°2048 en el distrito de Comas.

2.5.3. Diseño muestral

Según (Hernández, y otros, 2010, p.176) la muestra no probabilística o dirigida se define como:

“Subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación”.

La muestra que se toma para la presente investigación es denominada muestra no probabilística o dirigida porque la selección no depende de una probabilidad sino por elección.

2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos (validez y confiabilidad)

2.6.1. Técnicas

Es la forma o manera de aplicar procedimientos e instrumentos para la obtención de la información deseada (Valderrama, 2013, p.194)

Por ende, se aplica un procedimiento el cual permita la obtención de datos que son indispensables para el desarrollo de la presente investigación y su fin específico.

En la investigación se tendrá acceso a los planos donde se detallan las características propias de la estructura en estudio siendo este el caso del pabellón "G" de la I.E José Carlos Mariátegui N°2040.

2.6.2. Instrumento de recolección de datos

Se tiene en cuenta los materiales más idóneos donde el investigador considera hacer uso de estos para poder desarrollar la obtención y recolección de datos indispensables para el objeto de estudio (Valderrama, 2013, p.195).

En la actualidad existen una diversa gama de programas aplicados a la ingeniería estructural, cumpliendo con las exigencias de los requerimientos que demanda los proyectos de infraestructura. Por ende, en la presente investigación se aplicará el programa de computación SAP 2000 V.18.0, siendo este un software muy comercial en nuestro contexto de la construcción.

2.6.3. Validez del instrumento

Es el grado en el que un instrumento siendo este el más conveniente para la investigación mide la variable, afirmando que el instrumento asignado mide de

forma aceptable en concordancia con los expertos en el tema (Hernández, y otros, 2010, p.201)

El software SAP 2000 V.18.0, es una herramienta computación de gran demanda en el mercado peruano el cual se ha utilizado por largo tiempo en el rubro de la construcción, el programa es desarrollado por CSI (Computer and Structure) en los EE. UU.

2.6.4. Confiabilidad

La confiabilidad del instrumento de medición que hace referencia a la medida que esta se aplique y produzca un resultado objetivo el cual es semejante si se empleara a la misma persona o cosa (Hernández, y otros, 2010, p.200)

Para el caso específico se utilizará un ensayo no destructivo “esclerómetro” a los elementos estructurales de la estructura esencial, que tiene la bondad de obtener la resistencia del concreto con una estimación real con respecto al tiempo de vida útil de la estructura.

2.7. Método

La investigación se oriente al cumplimiento del objetivo general, que es determinar el nivel de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E JCM N°2048 – pabellón “G” – Comas – 2017, por ende, se acopio la información pertinente para el desarrollo de la investigación.

Se empleará el programa computacional SAP 2000 V.18.0, el cual contiene incorporado en código FEMA 365, a su vez se empleará el método de análisis de elementos finitos, con sus respectivos cuadros de resumen de los metrados de cargas de todos los pisos, así como también las alturas y los datos necesarios para el requerimiento y la objetividad de la investigación.

Se procederá a determinar la variabilidad de la resistencia del concreto en el tiempo porque de ello dependen los esfuerzos y capacidad de deformación

particular del concreto y el acero y también la combinación de ambos, con el fin de determinar la curva de capacidad.

Por último, ya se podría obtener la gráfica del espectro de demanda el cual se encuentra relacionada con el periodo de la estructura esencial a su vez con su aceleración espectral acorde a la normativa vigente, con el fin de determinar el punto de desempeño y llegando al objetivo de la presente investigación.

III RESULTADOS

3.1. Alcances del Proyecto

La I.E. José Carlos Mariátegui N°2048, cuenta con los pabellones “A, B, C, D, E, F y G”, de los cuales para la presente investigación de tesis se consideró el pabellón “G” con ser el único pabellón de 3 niveles y considerado el más representativo.

Figura N° 8: Vista frontal del pabellón “G”



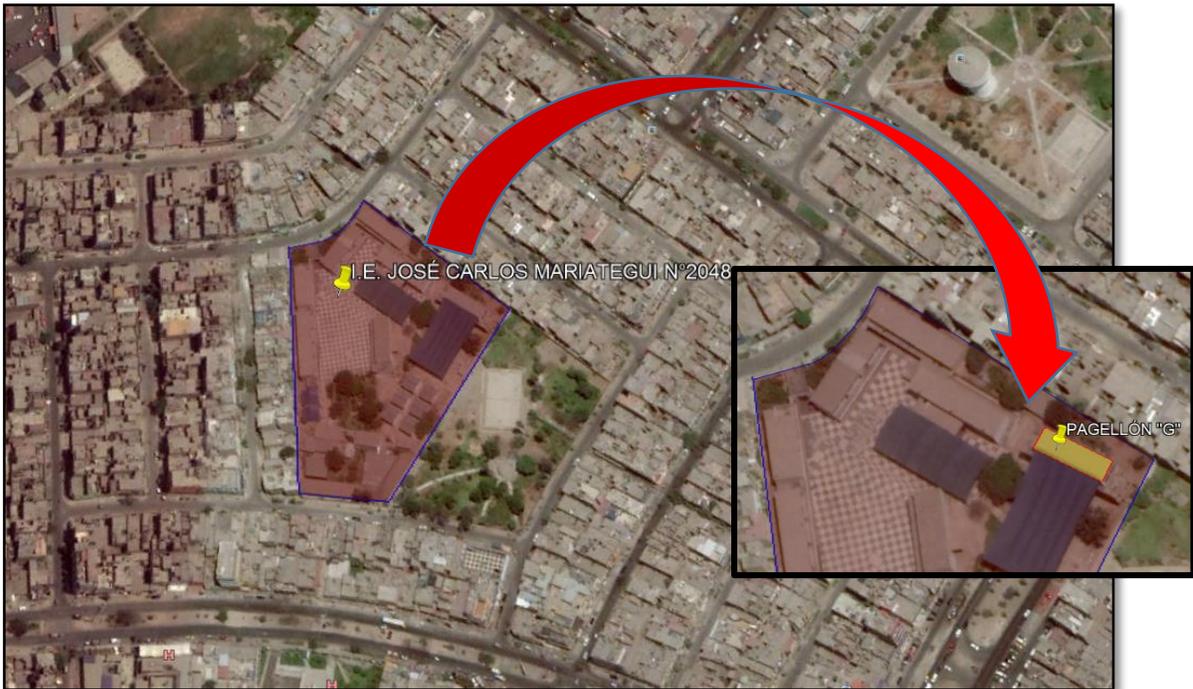
Fuente: Elaboración personal

La edificación está compuesta por un sistema estructural de pórticos en las direcciones “X” e “Y”, los cuales se aplicaran para el estudio de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E JCM N°2048 – pabellón “G” – Comas – 2017.

3.1.1. Ubicación del Proyecto

La I.E. José Carlos Mariátegui N°2048, se encuentra ubicada en Santa Luzmila distrito de Comas, provincia y departamento de Lima.

Figura N° 9: Vista frontal del pabellón "G"



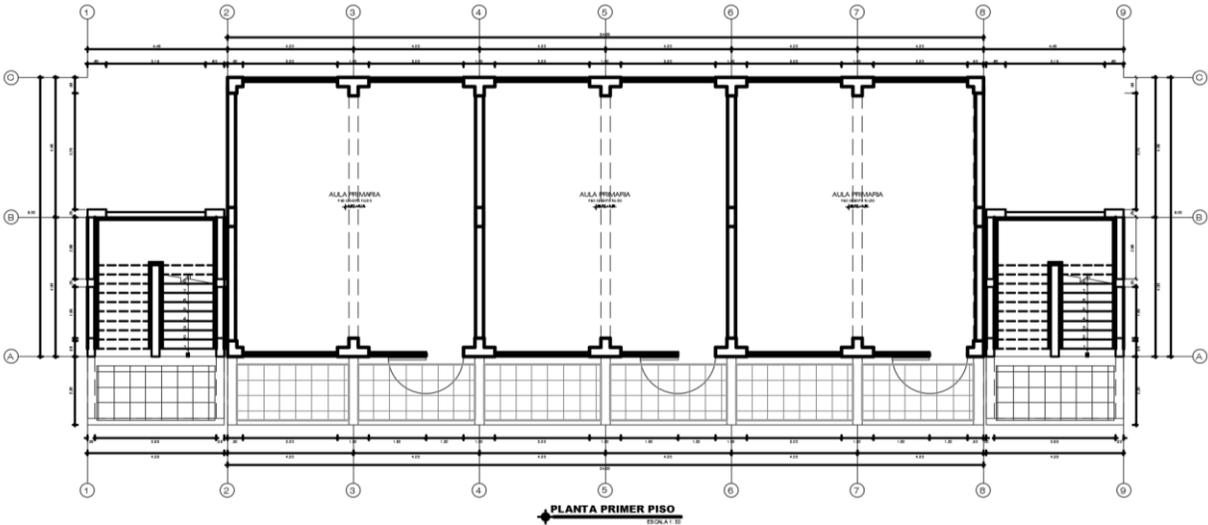
Fuente: Google Earht Pro

3.1.2. Características arquitectónicas del pabellón "G"

A continuación se muestran las tres plantas de pabellón en estudio, con aulas típicas en los tres niveles. Se precisa que las aulas del primer piso están destinadas única y exclusivamente para el nivel primaria, asimismo el segundo y tercer pisos para el nivel secundaria.

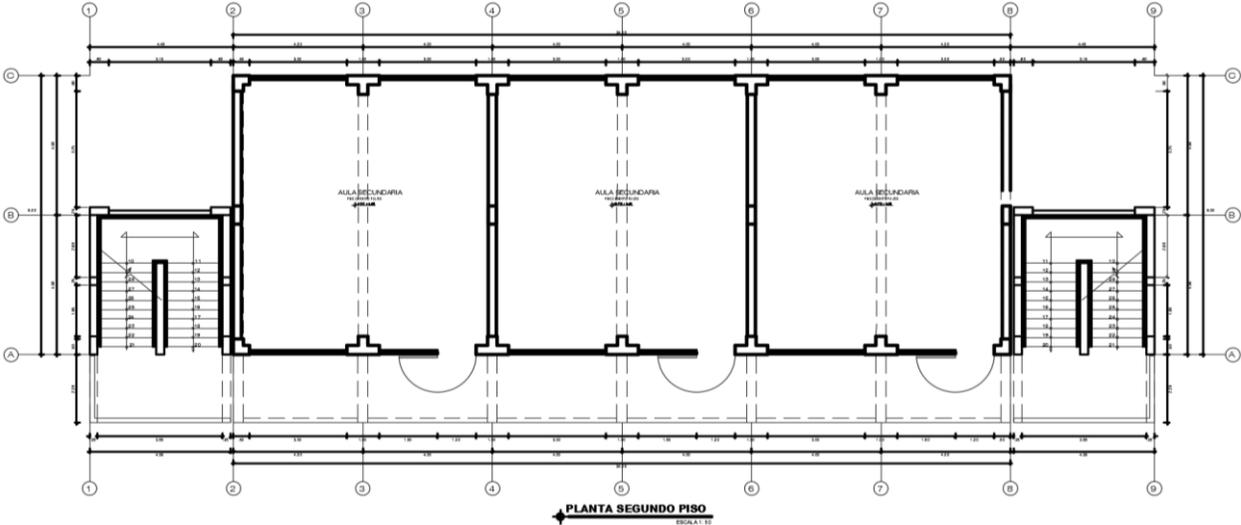
El pabellón "G" tiene un ancho de 9.00m x 24.00m de largo siendo esto 216.00 m² de área efectiva, así mismo se precisa que las escaleras se encuentra totalmente aisladas con una junta sísmica de 4", de modo tal que las aulas del pabellón "G" trabajan de manera independiente de todo el bloque.

Figura N° 10: Planta primer piso del pabellón "G"



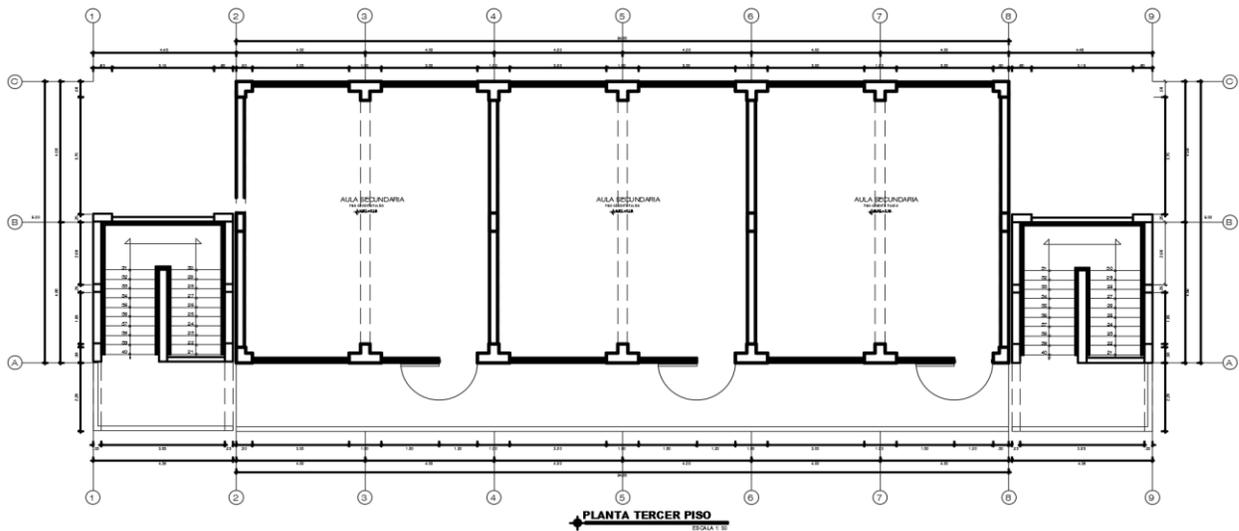
Fuente: AutoCAD 2016

Figura N° 11: Planta segundo piso del pabellón "G"



Fuente: AutoCAD 2016

Figura N° 12: Planta tercer piso del pabellón "G"



Fuente: AutoCAD 2016

3.2. Análisis sísmico

3.2.1. Normas y Códigos

Para el análisis y diseño de la edificación se utilizaron los siguientes códigos y normas:

- Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú
- Norma de Cargas: E- 020 RNE
- Norma de Diseño sismo Resistente: E- 030 RNE Versión 2016
- Norma de Suelos y cimentaciones: E- 050 RNE.
- FEMA 440 (Agencia Federal para el manejo de Emergencias) – Método "PUSHOVER"

3.2.2. Características de los Materiales

Concreto:

- Resistencia nominal a compresión = $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad = $E_c = 2173706.5 \text{ ton/m}^2$

Acero de Refuerzo:

- Corrugado, grado 60, esfuerzo de fluencia (f_y) = $4200 \text{ kg/cm}^2 = 4.2 \text{ ton/cm}^2$

- Módulo de elasticidad = $E_s = 2000,000 \text{ kg/cm}^2$

3.2.3. Cargas aplicadas

Se consideró las cargas según la normativa E-020

Carga Muerta:

Peso específico en el concreto armado = 2.40 Ton/m^3

Peso específico en piso terminado = 0.10 Ton/m^3

Carga Viva:

S/C Aulas = 0.25 Ton/m^2

S/C pasadizos y escalera = 0.40 Ton/m^2

S/C Azotea (techo) = 0.10 Ton/m^2

3.2.4. Carga Sísmica (Parámetros sísmicos)

Se aplicó los parámetros sísmicos en base la normativa E-030.

Zona.- La edificación se encuentra en Zona 4 (Lima - Comas) por lo que el factor a considerar es $Z = 0.45$

Tabla N° 1: Factores de zona

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

Fuente: E-030

Figura N° 13: Mapa de zonificación sísmica



Fuente: E-030

Suelo.- Según el estudio de suelos la clasificación del perfil del suelo se clasifica como tipo S2 (Suelo Intermedio), en base a los resultados del estudio de suelo realizado en merito a ello corresponde un suelo de tipo $S = 1.05$ y un periodo de vibración de $T_p = 0.60$ seg y $T_L = 2.00$ seg.

Tabla N° 2: Clasificación de los perfiles de suelo

Tabla N° 2 CLASIFICACION DE LOS PERFILES DE SUELO	
Perfil	Tipo
S0	S0: Roca Dura
S1	S1: Roca o Suelos Muy Rígidos
S2	S2: Suelos Intermedios
S3	S3: Suelos Blandos
S4	S4: Condiciones Excepcionales

Fuente: E-030

Tabla N° 3: Factor de suelo "S"

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA/SUELO	S0	S1	S2	S3
Z4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z1	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: E-030

Tabla N° 4: Periodo "Tp" Y "TI"

Tabla N° 4 PERIODO "Tp" Y "TI"				
PERIODO/SUELO	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
Tp (S)	0,3	0,4	0,6	1,0
TI (S)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: E-030

Uso.- Por ser una institución educativa pública se clasifica como categoría A (edificaciones Esenciales) y le corresponde un factor de U = 1.5

Tabla N° 5: Categoría de las edificaciones y factor "U"

Tabla N° 5 CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORIA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A) Edificaciones esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse después de que ocurra un sismo severo tales como : Establecimiento de Salud no Comprendidos en la categoria A1. Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policia. Instalaciones de generacion y tranformacion de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio despues de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnologicos y universidades. Se incluye edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fabricas y depositos de materiales inflamables o toxicos. Edificios que almacenan archivos e informacion esencial del Estado.	1,5

Fuente: E-030

Factor de Reducción Sísmica.- En este caso particular la estructura en estudio corresponde a un sistema estructural compuesto básicamente de pórticos en ambas direcciones existiendo continuidad vertical, por ende se toma los siguientes valores.

$$R_x = 8 \times 0.75 = 6 \quad (\text{Pórtico – regular})$$

$$R_y = 8 \times 0.75 = 6 \quad (\text{Pórtico – regular})$$

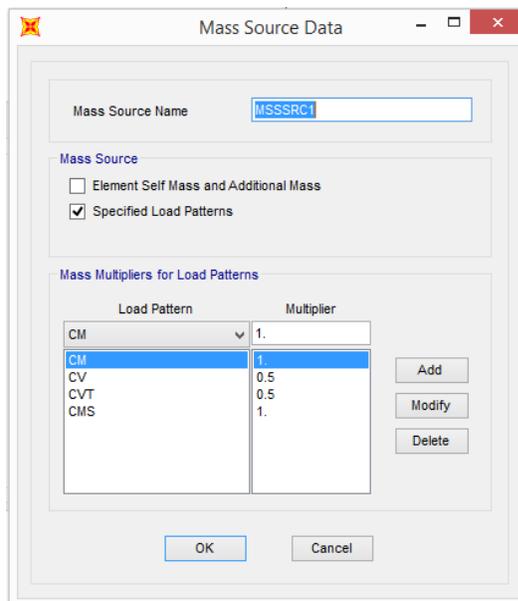
Tabla N° 6: Sistemas estructurales E-030

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
SISTEMAS ESTRUCTURAL	Coficiente Básico de Reducción R0(*)
Acero:	
Porticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Porticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Porticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Porticos Especiales Concentricamente Arriostrados (SCBF)	8
Porticos Especiales Concentricamente Arriostrados (OCBF)	6
Porticos Excentricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado	
Porticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: E-030

Peso.- En la presente investigación se aplica $CM + 0.50 \cdot CV$, que corresponde a una edificación esencial.

Figura N° 14: Porcentaje de cargas aplicadas



Fuente: SAP 2000

3.2.5. Análisis de Modos y Frecuencia

Utilizando la combinación Cuadrática Completa (CQC) se obtuvo los diferentes modos y frecuencias, los más representativos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 7: Modos y periodos

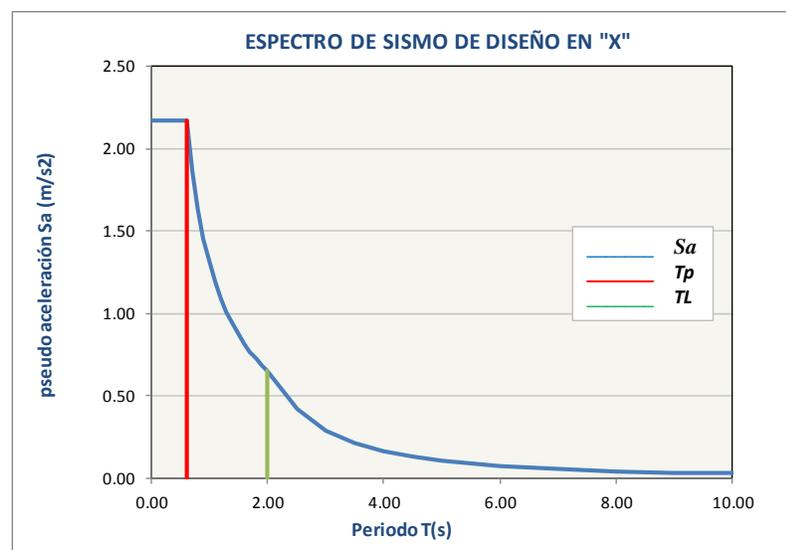
MODOS Y PERIODOS			
Mode	Period	UX	UY
1	0.3489	0.00	85.35
2	0.2863	19.37	0.00
3	0.2410	66.09	0.00
4	0.1075	0.00	11.50
5	0.0890	2.18	0.00
6	0.0743	9.37	0.00
7	0.0596	0.00	3.15
8	0.0505	0.48	0.00
9	0.0419	2.51	0.00
Σ=		100.00	100.00

Fuente: Elaboración personal

3.2.6. Representación de las Solicitaciones Sísmicas

Figura N° 15: Espectro de sismo en X

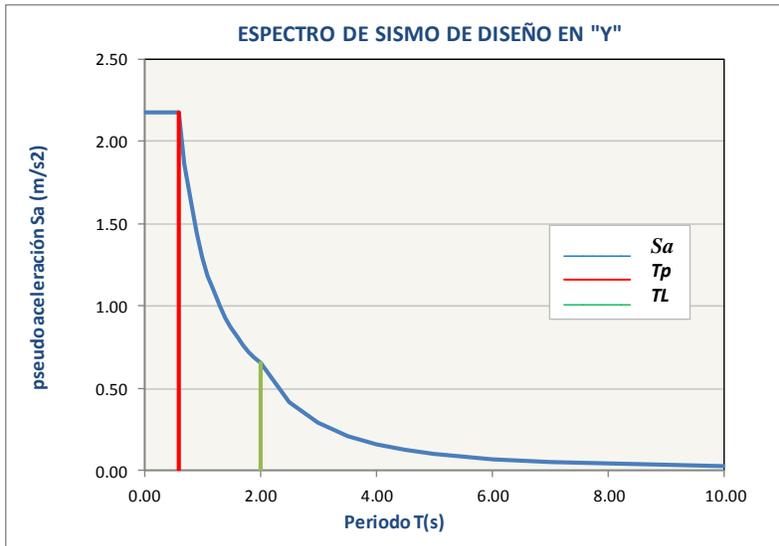
C	T(s)	Sa (m/s ²)
2.50	0.00	2.17
2.50	0.10	2.17
2.50	0.20	2.17
2.50	0.30	2.17
2.50	0.40	2.17
2.50	0.50	2.17
2.50	0.60	2.17
2.14	0.70	1.86
1.88	0.80	1.63
1.67	0.90	1.45
1.50	1.00	1.30
1.36	1.10	1.19
1.25	1.20	1.09
1.15	1.30	1.00
1.07	1.40	0.93
1.00	1.50	0.87
0.94	1.60	0.81
0.88	1.70	0.77
0.83	1.80	0.72
0.79	1.90	0.69
0.75	2.00	0.65



Fuente: Elaboración personal

Figura N° 16: Espectro de sismo en Y

C	T(s)	Sa (m/s ²)
2.50	0.00	2.17
2.50	0.10	2.17
2.50	0.20	2.17
2.50	0.30	2.17
2.50	0.40	2.17
2.50	0.50	2.17
2.50	0.60	2.17
2.14	0.70	1.86
1.88	0.80	1.63
1.67	0.90	1.45
1.50	1.00	1.30
1.36	1.10	1.19
1.25	1.20	1.09
1.15	1.30	1.00
1.07	1.40	0.93
1.00	1.50	0.87
0.94	1.60	0.81
0.88	1.70	0.77
0.83	1.80	0.72
0.79	1.90	0.69
0.75	2.00	0.65



Fuente: Elaboración personal

3.2.7. Derivas

Eje "X":

Tabla N° 8: Derivas en dirección X

DERIVAS EN X							
Story	Load	DriftX	DriftY	DriftX*.75Rx	DriftY*.75Ry	Menor a 0.007?	Menor a 0.007?
PISO 3	SDX	0.000332		0.00199		OK	
PISO 3	SDX		0.000306		0.00184		OK
PISO 2	SDX	0.000517		0.00310		OK	
PISO 2	SDX		0.00049		0.00294		OK
PISO 1	SDX	0.00041		0.00246		OK	
PISO 1	SDX		0.000399		0.00239		OK

Fuente: Elaboración personal

Eje “Y”:

Tabla N° 9: Derivas en dirección Y

DERIVAS EN Y							
Story	Load	DriftX	DriftY	DriftX*.75Rx	DriftY*.75Ry	Menor a 0.007?	Menor a 0.007?
PISO 3	SDY	0.000048		0.00029		OK	
PISO 3	SDY		0.000745		0.00447		OK
PISO 2	SDY	0.000078		0.00047		OK	
PISO 2	SDY		0.001145		0.00687		OK
PISO 1	SDY	0.000042		0.00025		OK	
PISO 1	SDY		0.000902		0.00541		OK

Fuente: Elaboración personal

En las tablas N° 8 y 9 se muestran las derivas de 3.10 ‰ en el sentido “X” y 6.89 ‰ en el sentido “Y”, cumpliendo el requerimiento de la normativa E-030 de 7 ‰.

Tabla N° 10: Límites para la distorsión del entrepiso

Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSION DEL ENTREPISO	
Material Predominante	($\Delta i / h_{ei}$)
Concreto armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Fuente: E-030

A continuación, se muestran los valores de las fuerzas cortantes de entrepiso en Ton:

Tabla N° 11: Fuerzas estáticas y dinámicas por nivel

Tabla N° 11 - FUERZAS ESTATICAS Y DINAMICAS						
Story	Load	VX	VY	T	MX	MY
PISO 3	SX	-71.55	0.00	433.18	0.00	0.00
PISO 3	SX	-71.55	0.00	433.18	0.00	-250.43
PISO 3	SY	0.00	-71.55	-932.67	0.00	0.00
PISO 3	SY	0.00	-71.55	-932.67	250.43	0.00
PISO 3	SDX	52.81	0.00	487.27	0.00	0.00

PISO 3	SDX	52.81	0.00	487.27	0.00	184.82
PISO 3	SDY	0.00	61.72	804.46	0.00	0.00
PISO 3	SDY	0.00	61.72	804.46	216.01	0.00
PISO 2	SX	-127.49	0.00	785.23	0.00	-250.43
PISO 2	SX	-127.49	0.00	785.23	0.00	-696.65
PISO 2	SY	0.00	-127.49	-1661.86	250.43	0.00
PISO 2	SY	0.00	-127.49	-1661.86	696.65	0.00
PISO 2	SDX	94.84	0.00	889.99	0.00	184.82
PISO 2	SDX	94.84	0.00	889.99	0.00	511.97
PISO 2	SDY	0.00	110.46	1446.03	216.01	0.00
PISO 2	SDY	0.00	110.46	1446.03	597.12	0.00
PISO 1	SX	-155.46	0.00	961.25	0.00	-696.65
PISO 1	SX	-155.46	0.00	961.25	0.00	-1240.77
PISO 1	SY	0.00	-155.46	-2026.46	696.65	0.00
PISO 1	SY	0.00	-155.46	-2026.46	1240.77	0.00
PISO 1	SDX	115.26	0.00	1089.24	0.00	511.97
PISO 1	SDX	115.26	0.00	1089.24	0.00	907.52
PISO 1	SDY	0.00	133.97	1763.44	597.12	0.00
PISO 1	SDY	0.00	133.97	1763.44	1057.34	0.00

Fuente: Elaboración personal

Dirección x-x: Regular $V_{din} \geq 80\% V_{est} = 0.8 * 155.46 = 124.37 \text{ Tn}$

$$124.37 \text{ Tn} < 115.26 \text{ Tn}$$

Entonces es necesario escalarlo.

Factor de escala: 1.08

Dirección y-y: Regular $V_{din} \geq 80\% V_{est} = 0.8 * 115.26 = 124.37 \text{ Tn}$

$$124.37 \text{ Tn} < 133.97 \text{ Tn}$$

Entonces NO necesario escalarlo.

3.3. Estructuración

La edificación tiene un sistema estructural formado por pórticos de concreto armado. Todas las columnas tienen continuidad vertical, de tal manera de cumplir con los requerimientos de irregularidad por altura.

Las vigas con contempla la estructuras son de 25x20 y predominantemente de 30x70, con viguetas en el sentido “X” con un espesor de losa aligerada de 20cm, también se precisa la existencia de un bolado de 2.20m en el primer y segundo nivel, columnas de sección “L” y “T”.

3.3.1. Elementos Estructurales

Losas aligeradas

Las losas aligeradas en un sentido existentes tienen como luz máxima de 5.00 m y se siguió con la Norma E.060 de Concreto Armado, donde se menciona que para prescindir de la verificación de deflexiones, cuando actúan sobrecargas menores a 300 kg/m², se puede utilizar la relación: $h \geq L / 25$, para ello se tiene la siguiente regla práctica.

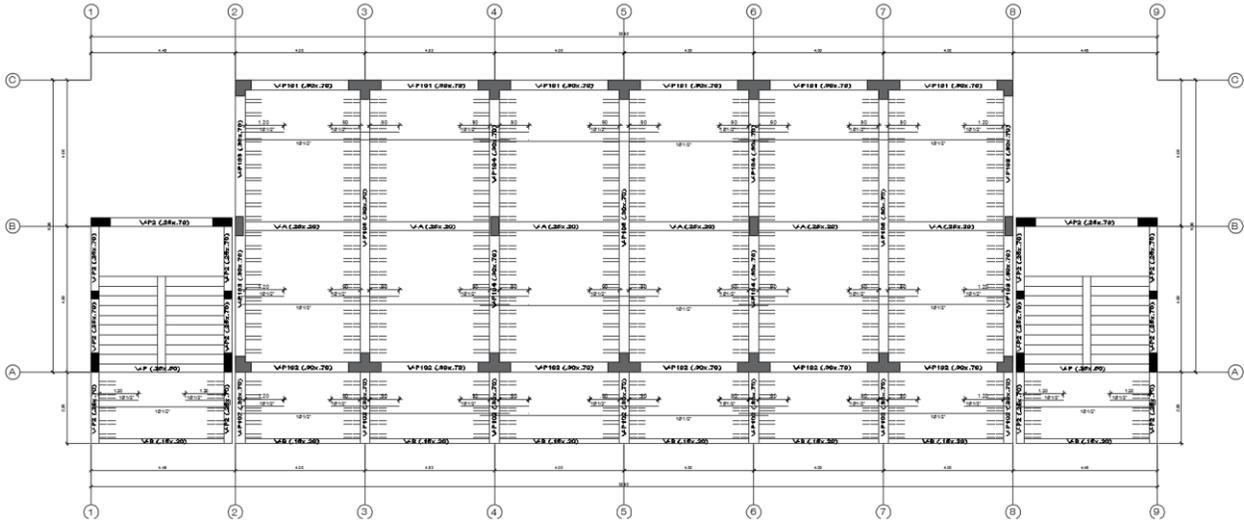
Tabla N° 12: Espesor de losas según distancia de paño

Espesor del Aligerado (cm)	Espesor del Ladrillo (cm)	Usado en
15	12	Menores a 4 m.
20	15	Entre 5 y 5.5 m.
25	20	entre 6 y 6.5 m
30	25	entre 7 y 7.5 m

Fuente: E-060

Siguiendo este criterio $5.00 / 25 = 0.20$ cm, y como la losa existente es de 20 cm cumple con el peralte mínimo. En la siguiente figura N°17 se muestra la distribución de viguetas de la losa aligerada de 20 cm.

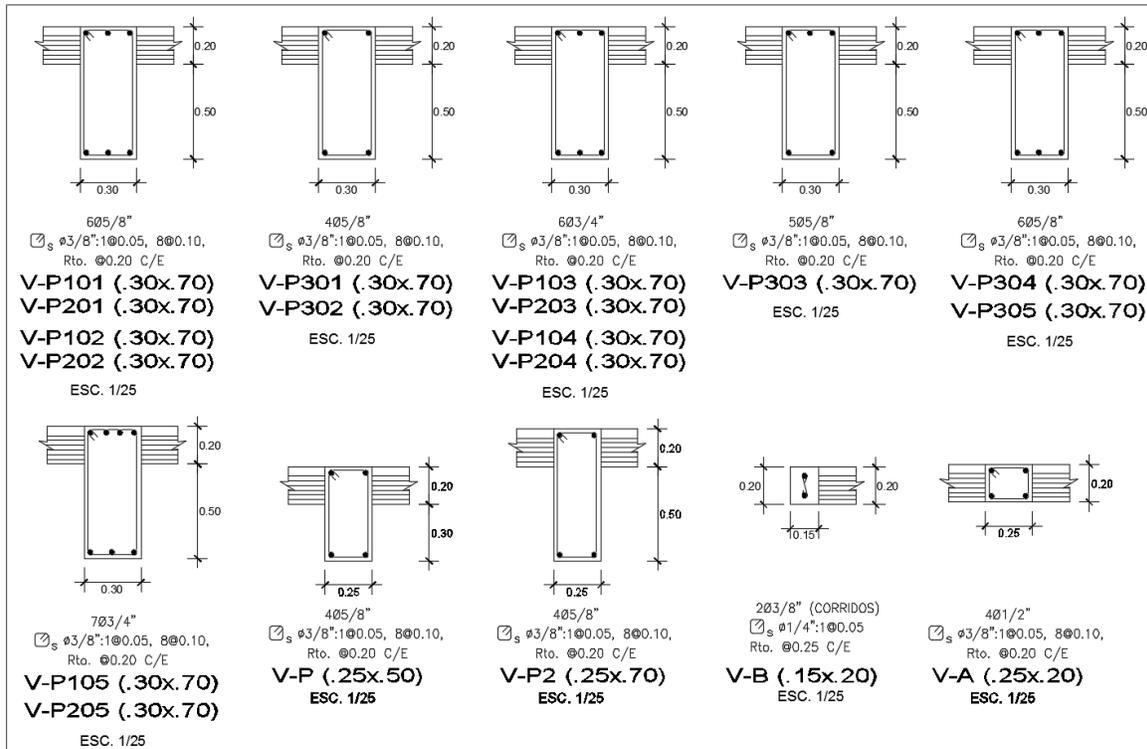
Figura N° 17: Detalle típico de losa aligerada 1er piso



Fuente: AutoCAD 2016

Vigas para modelamiento

Figura N° 18: Detalle de vigas



Fuente: AutoCAD 2016

En la figura N° 18 se detalla los aceros empleados para ingresar la data el programa SAP2000 V19.2.0.

Columnas para modelamiento

Las columnas tienen continuidad vertical asegurando la regularidad en altura a su vez se presume que siguió la siguiente regla práctica para pre dimensionamiento:

$$\text{Área de Columna} = \frac{P_{SERVICIO}}{0.45 f'c}, \quad \text{para columnas interiores.}$$

$$\text{Área de Columna} = \frac{P_{SERVICIO}}{0.35 f'c}, \quad \text{para columnas exteriores.}$$

Figura N° 19: Detalle de columnas

TIPO		C-1	C-2	C-3	C-4
NIVEL	b x t	0.25x0.60	0.50x0.50	0.60x1.00	0.25x0.25
	∅	8∅5/8"	8∅3/4"	14∅3/4"	4∅5/8"
	☑	☑ ∅3/8": 1@0.05, 5@.10 2@.15, Rto.@.25 c/e			
CORTE					

Fuente: AutoCAD 2016

3.4. Desarrollo de la Curva de Capacidad

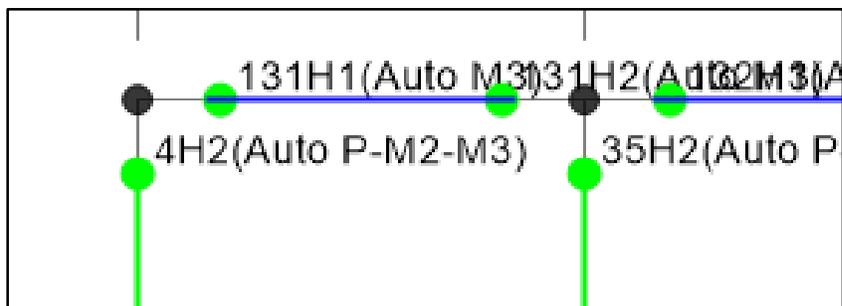
Para el desarrollo de curva de capacidad primeramente se realizó el levantamiento de la información requerida siendo estos las copias de los planos estructurales y arquitectura, a su vez se constató la veracidad de estos in situ para la mayor objetividad de la recolección de datos para el desarrollo de la presente investigación.

Con respecto a la interacción de suelo-estructura se ignoran sus efectos, también se consideran el uso de rigideces efectivas para los componentes estructurales según lo estipulado por el código FEMA.

Como proceso para el desarrollo de la curva de capacidad se consideró un punto o nodo de control para monitorear los desplazamientos al realizar el análisis pushover, se precisa que el nodo de control se encuentra ubicado en el último nivel del pabellón "G".

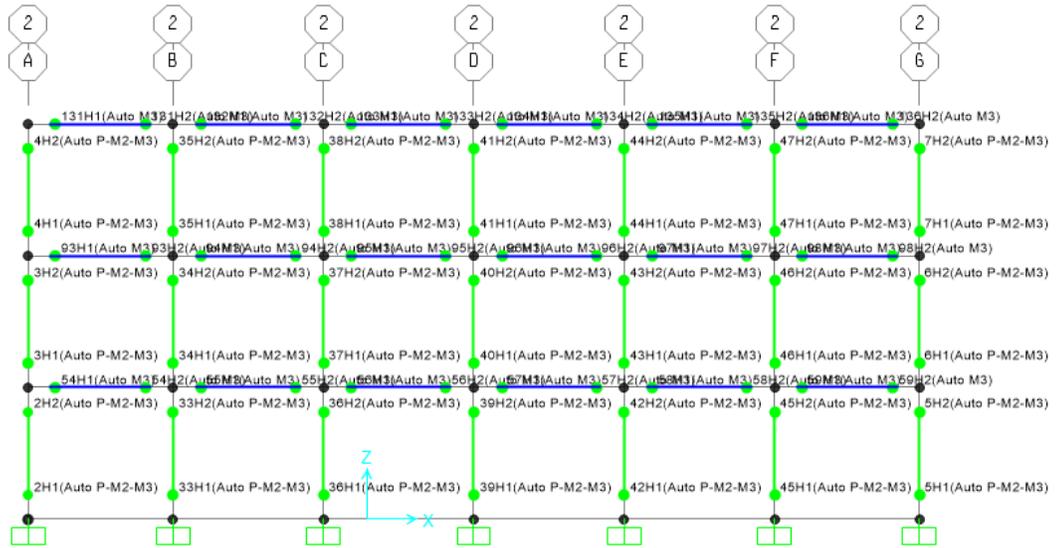
El modelamiento del pabellón "G" se realizó en el software SAP2000 V.19, en el cual se realizó los pasos para la formación de rotulas plásticas en los elementos frame (columnas y vigas), se asignó las rotulas de tipo fuerza axial y momento acoplado (P-M2-M3) a las columnas, así mismo se asignó las rótulas de tipo flexión (M3) a las vigas.

Figura N° 20: Asignación de rotulas plásticas al 5% y 95%



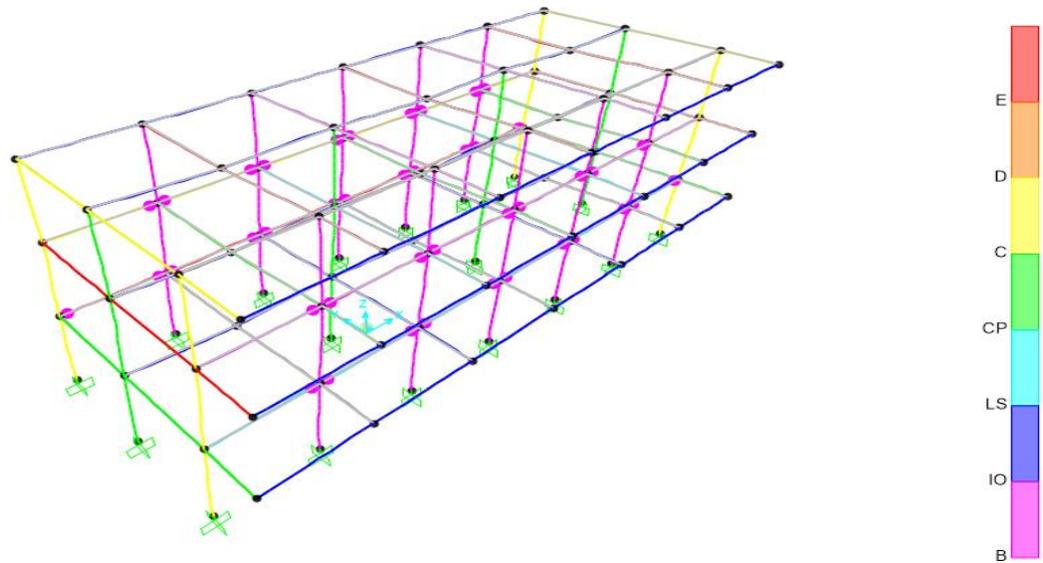
Fuente: SAP 2000

Figura N° 21: Asignación de rotulas plástica en elementos frame - eje 2



Fuente: SAP 2000

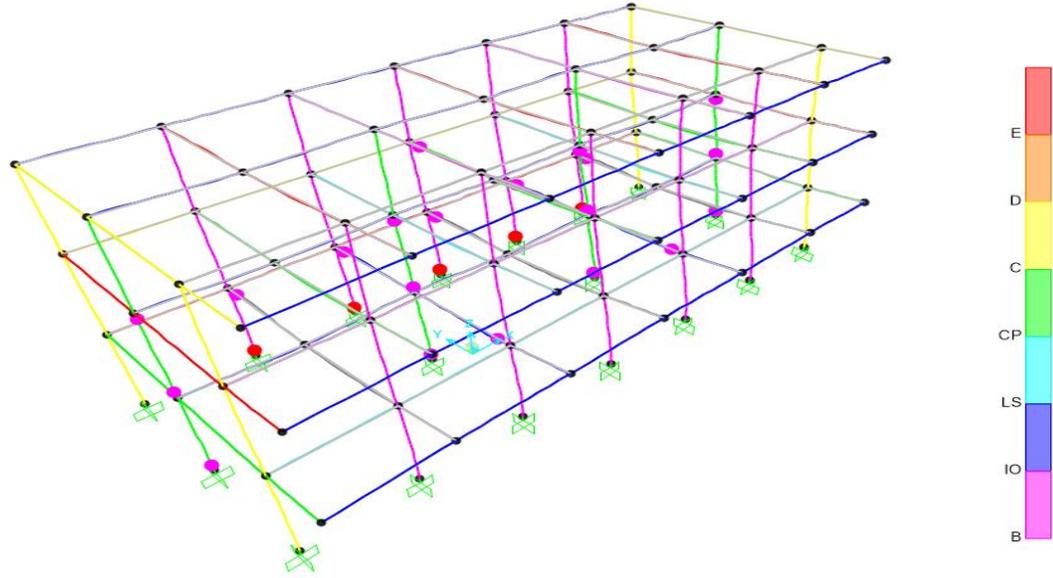
Figura N° 22: Rotulas plásticas en X



Fuente: SAP 2000

En la imagen N°22 se aprecia la formación de rotulas pasticas en el sentido X.

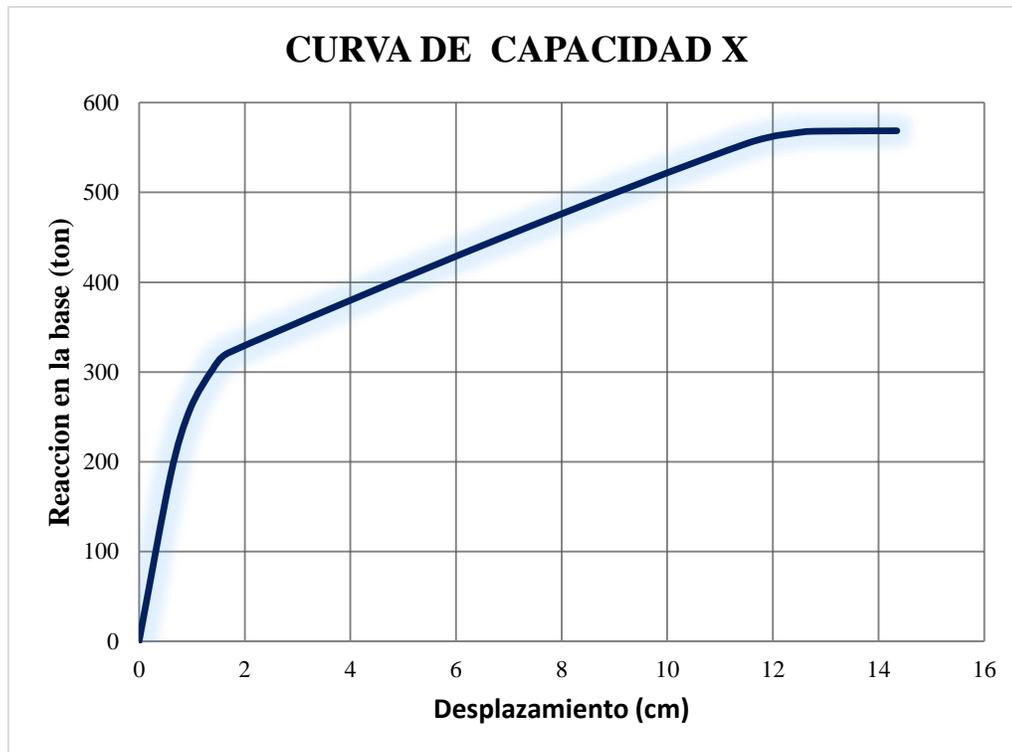
Figura N° 23: Rotulas plásticas en Y



Fuente: SAP 2000

En la imagen N°23 se aprecia la formación de rotulas pasticas en el sentido Y.

Figura N° 24: Curva de Capacidad en X



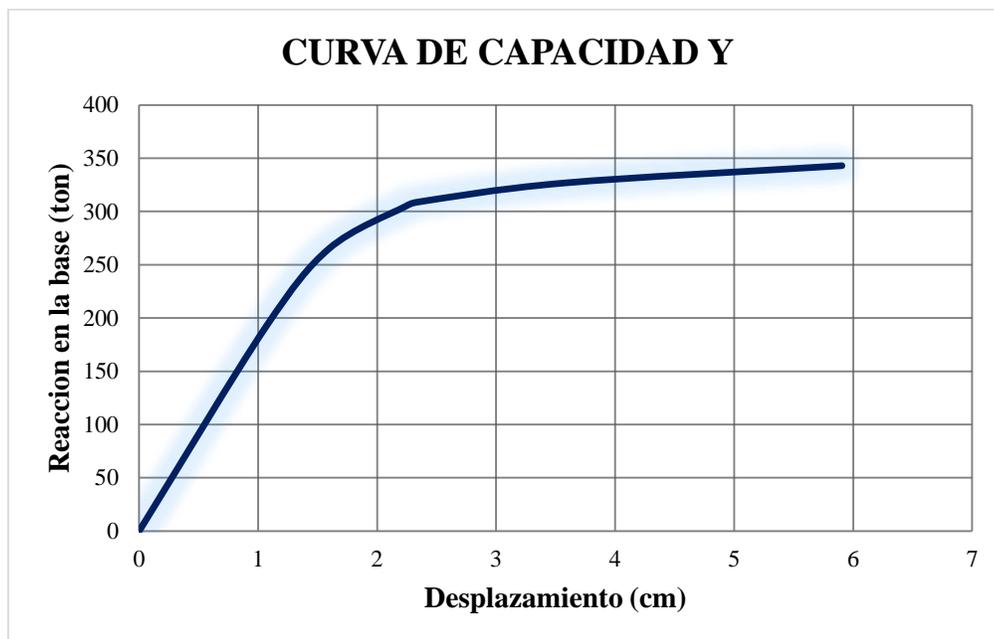
Fuente: Elaboración personal

En la figura N°24 se representa la curva de capacidad que tiene la relación de desplazamiento (cm) versus reacción en la base (ton), siendo esta el resultado final de haberse generado las rotulas plásticas en los elementos frame (vigas y columnas) mostrados en las figuras N°19 y N°20 en las direcciones X e Y respectivamente.

Interpretación de la curva de capacidad en X

La curva de capacidad tiende a desplazarse 1.40 cm con una fuerza cortante de 304.09 Ton aproximadamente, y se muestra la capacidad última de la estructura en el sentido X con un desplazamiento máximo de 14.35 cm con una fuerza de cortante basal de 568.80 Ton. Por ende se concluye que la estructura llegaría al final del análisis cuando tenga un desplazamiento máximo de 14.35 cm que significaría el colapso.

Figura N° 25: Curva de Capacidad en Y



Fuente: Elaboración personal

Interpretación de la curva de capacidad en Y

La curva de capacidad tiende a desplazarse 1.60 cm con una fuerza cortante de 265.05 Ton aproximadamente, y se muestra la capacidad última de la estructura en el sentido Y con un desplazamiento máximo de 5.91 cm con una fuerza de cortante basal de 342.99 Ton. Por ende se concluye que la estructura llegaría al final del análisis cuando tenga un desplazamiento máximo de 5.91 cm que significaría el colapso.

3.5. Conversión de Curva de Capacidad a Espectro de Capacidad

En la figura N°24 se tiene la curva de capacidad y tiene la relación de fuerza cortante en la base y su desplazamiento, para la conversión de curva de capacidad a espectro de capacidad siendo estos la aceleración espectral versus el desplazamiento espectral, se muestra a continuación los datos para graficar el espectro.

Tabla N° 13: Espectro de respuesta de aceleración espectral vs. Desplazamiento espectral en dirección X

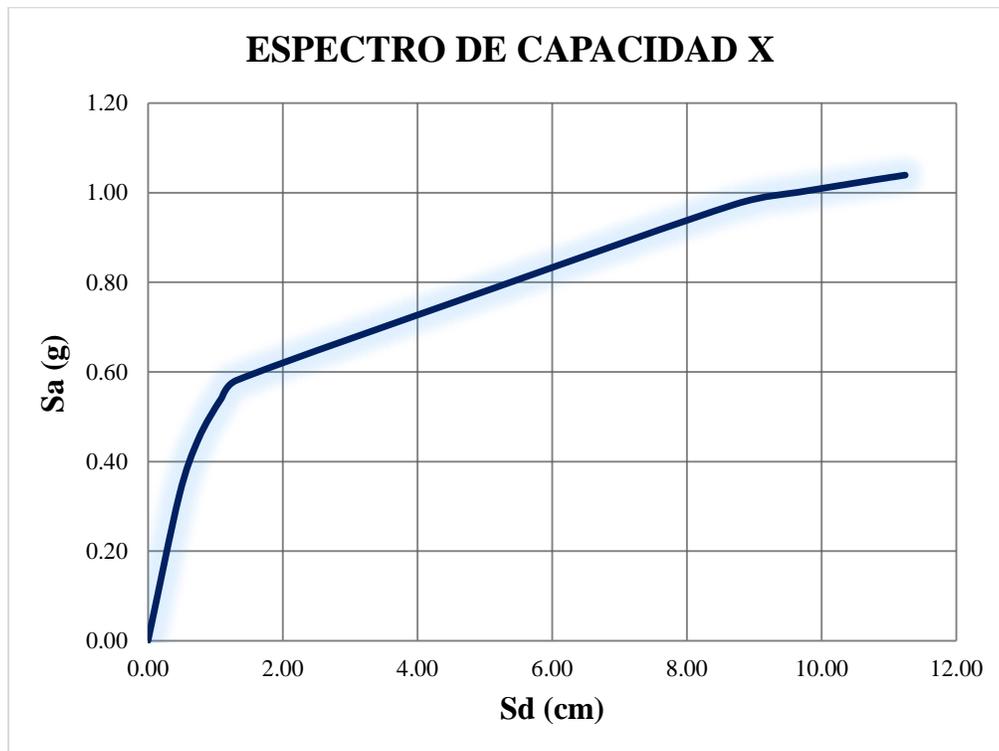
Sd	Sa
0.00	0.00
0.47	0.32
0.75	0.45
1.09	0.54
1.32	0.58
5.14	0.79
8.71	0.97
9.63	1.00
9.66	1.00
9.75	1.00
9.87	1.01
10.00	1.01
10.17	1.01
10.21	1.01
10.29	1.02
10.33	1.02
10.37	1.02
10.41	1.02
10.50	1.02
10.54	1.02

10.62	1.02
10.66	1.03
10.74	1.03
10.79	1.03
10.83	1.03
10.91	1.03
10.95	1.03
11.03	1.03
11.07	1.04
11.12	1.04
11.20	1.04
11.24	1.04

Fuente: Elaboración personal

Con la data de la tabla N°13, se procede realizar la respectiva gráfica, denominada espectro de capacidad en X.

Figura N° 26: Espectro de Capacidad en X



Fuente: Elaboración personal

Tabla N° 14: Espectro de respuesta de aceleración espectral vs. Desplazamiento espectral en dirección Y

Sd	Sa
0.00	0.00
0.91	0.33
1.33	0.46
1.85	0.52
1.93	0.53
2.96	0.55
4.84	0.57

Fuente: Elaboración personal

A continuación se expresa la data de la tabla N°14 de forma gráfica:

Figura N° 27: Espectro de Capacidad en X



Fuente: Elaboración personal

3.6. Espectro de Demanda

En base a la normativa peruana E-030 Diseño Sismorresistente, el espectro sísmico se rige bajo la aceleración y el periodo, por ende caso similar la curva de capacidad en el cual se realiza la conversión a un formato de aceleración espectral versus

desplazamiento espectral (S_a vs. S_d), para ello se aplica el código FEMA el cual propone fórmulas para realizar la conversión, y siendo específicos para 4 espectros para los niveles de daño que contempla el código FEMA.

3.7. Conversión de Espectro Sísmico E-030 a Espectro de Demanda por Nivel de Daño

Tabla N° 15: Factores de nivel de demanda para para cada sismo

Sismo	Nivel de Demanda
Frecuente	$S_{a1}/3$
Ocasional	$S_{a2}=1.4*S_{a1}$
Raro	$S_{a3}=S_{ae}$
Muy Raro	$S_{a4}=1.3*S_{ae}$

Fuente: VISION 2000

En la tabla anterior se aprecia la aceleración que se rige bajo la normativa peruana E-030 (S_{ae}), también se precisa que a la aceleración no se le considere el factor de reducción sísmico R , por ende el sismo raro representado en la tabla N°15, es el sismo severo que contempla como objetivo la normativa peruana.

A continuación se presenta la tabla N°16 que contiene los resultados calculados, se considera los periodos cada 0.10 hasta el valor de 2.50 segundos, y como parámetros sísmicos se consideraron $T_p=0.60$ segundos, $Z=0.45$, $U=1.5$ y $S=1.05$.

Tabla N° 16: Espectros sísmicos de aceleraciones (S_a)

			Espectro Sísmico de Aceleraciones (S_a)			
			Frecuente	Ocasional	Raro	Muy raro
T	C	S_{ae}	S_{af}	S_{ao}	S_{ar}	S_{amr}
0.10	2.50	1.77	0.59	0.83	1.77	2.30
0.20	2.50	1.77	0.59	0.83	1.77	2.30
0.30	2.50	1.77	0.59	0.83	1.77	2.30
0.40	2.50	1.77	0.59	0.83	1.77	2.30
0.50	2.50	1.77	0.59	0.83	1.77	2.30
0.60	2.50	1.77	0.59	0.83	1.77	2.30
0.70	2.14	1.52	0.51	0.71	1.52	1.97

0.80	1.88	1.33	0.44	0.62	1.33	1.73
0.90	1.67	1.18	0.39	0.55	1.18	1.54
1.00	1.50	1.06	0.35	0.50	1.06	1.38
1.10	1.36	0.97	0.32	0.45	0.97	1.26
1.20	1.25	0.89	0.30	0.41	0.89	1.15
1.30	1.15	0.82	0.27	0.38	0.82	1.06
1.40	1.07	0.76	0.25	0.35	0.76	0.99
1.50	1.00	0.71	0.24	0.33	0.71	0.92
1.60	0.94	0.66	0.22	0.31	0.66	0.86
1.70	0.88	0.63	0.21	0.29	0.63	0.81
1.80	0.83	0.59	0.20	0.28	0.59	0.77
1.90	0.79	0.56	0.19	0.26	0.56	0.73
2.00	0.75	0.53	0.18	0.25	0.53	0.69
2.10	0.71	0.51	0.17	0.24	0.51	0.66
2.20	0.68	0.48	0.16	0.23	0.48	0.63
2.30	0.65	0.46	0.15	0.22	0.46	0.60
2.40	0.63	0.44	0.15	0.21	0.44	0.58
2.50	0.60	0.43	0.14	0.20	0.43	0.55

Fuente: Elaboración personal

Con los resultados calculados de la tabla N°16, aplicando fórmulas de conversión propuesta por el código FEMA, se procede a calcular el espectro de demanda para cada espectro sísmico de aceleraciones.

Tabla N° 17: Espectros sísmicos de aceleraciones (Sd)

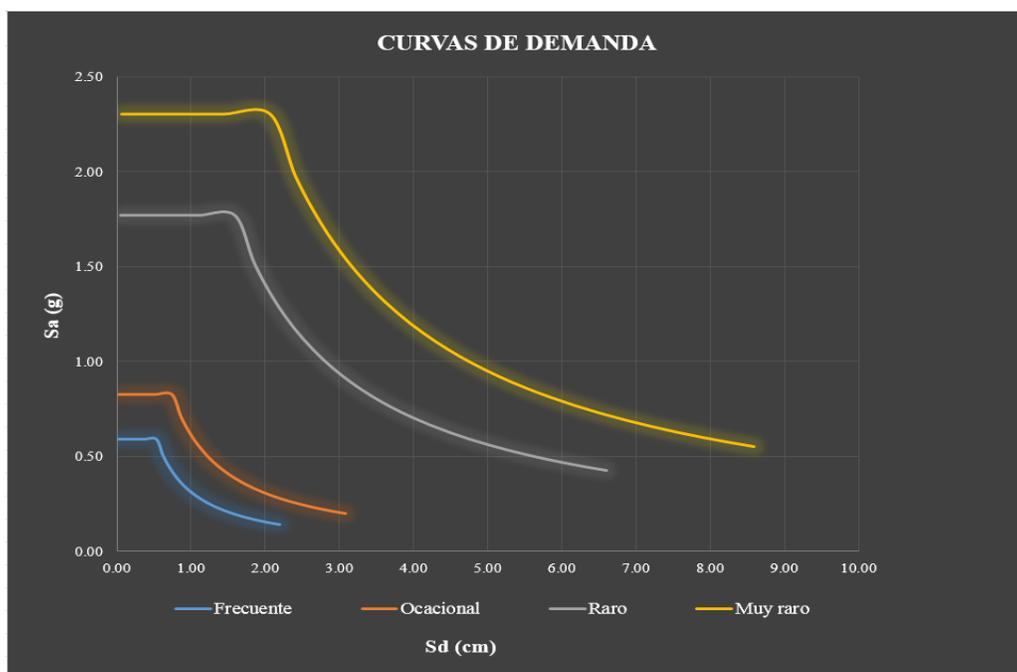
Espectro Sísmico de Aceleraciones (Sd)			
Frecuente	Ocasional	Raro	Muy raro
Sdaf	Sdao	Sdar	Sdamr
0.01	0.02	0.04	0.06
0.06	0.08	0.18	0.23
0.13	0.18	0.40	0.52
0.23	0.33	0.70	0.92
0.37	0.51	1.10	1.43
0.53	0.74	1.58	2.06
0.62	0.86	1.85	2.40
0.70	0.99	2.11	2.75
0.79	1.11	2.38	3.09
0.88	1.23	2.64	3.43
0.97	1.36	2.91	3.78

1.06	1.48	3.17	4.12
1.14	1.60	3.43	4.46
1.23	1.73	3.70	4.81
1.32	1.85	3.96	5.15
1.41	1.97	4.23	5.49
1.50	2.10	4.49	5.84
1.58	2.22	4.75	6.18
1.67	2.34	5.02	6.52
1.76	2.47	5.28	6.87
1.85	2.59	5.55	7.21
1.94	2.71	5.81	7.56
2.03	2.84	6.08	7.90
2.11	2.96	6.34	8.24
2.20	3.08	6.60	8.59

Fuente: Elaboración personal

A continuación se presenta de forma gráfica los resultados de la tabla N°17 espectros sísmicos de aceleraciones, que son los espectros de demanda por nivel de daño frecuente, ocasional, raro y muy raro.

Figura N° 28: Espectros de Demanda por nivel de daño

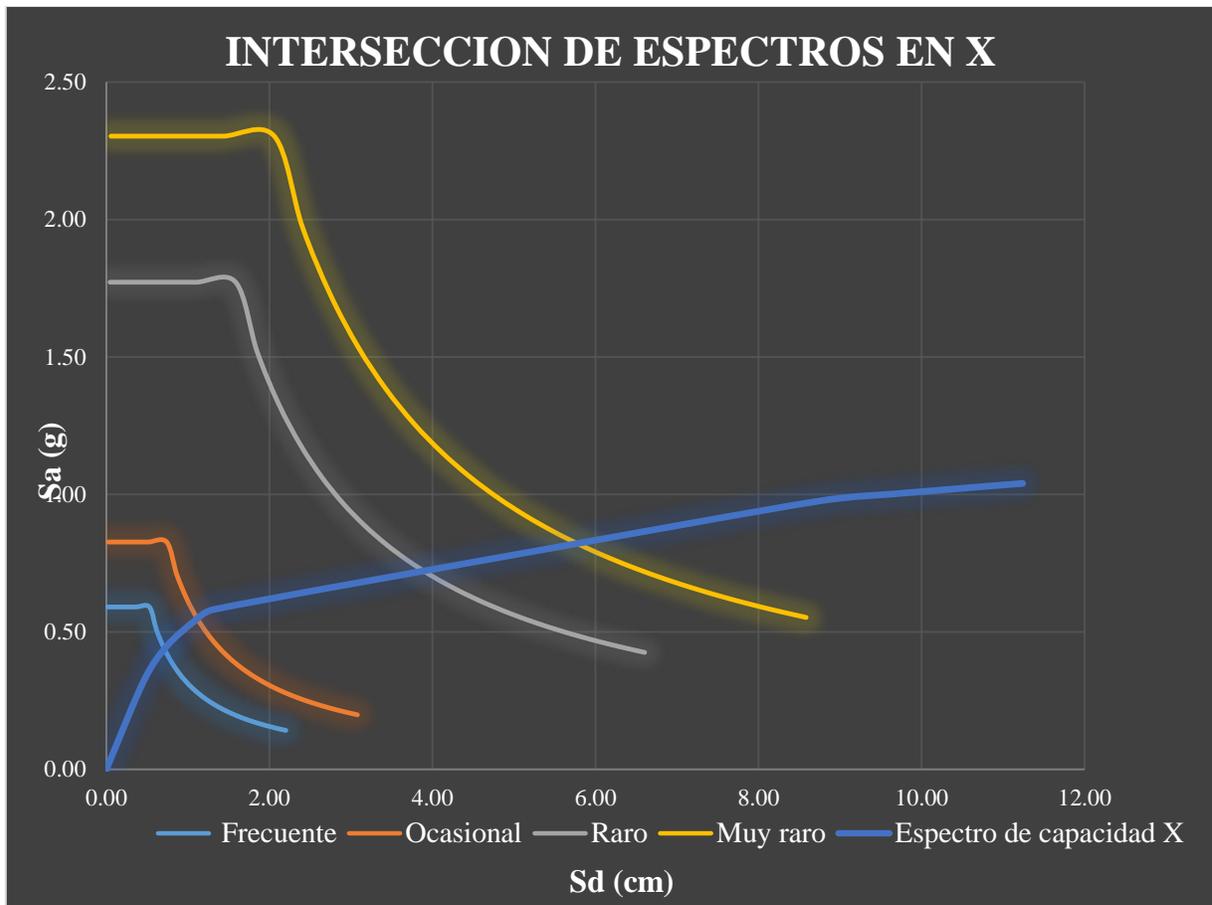


Fuente: Elaboración personal

Los espectros de demanda por nivel de daño nos indicaran el punto de desempeño sismorresistente al intersectar al espectro de capacidad de la I.E. JCM N°2048, el cual será aplicada en las direcciones X e Y.

3.8. Espectro de Capacidad y Espectros de Demanda Según el Nivel de Daño

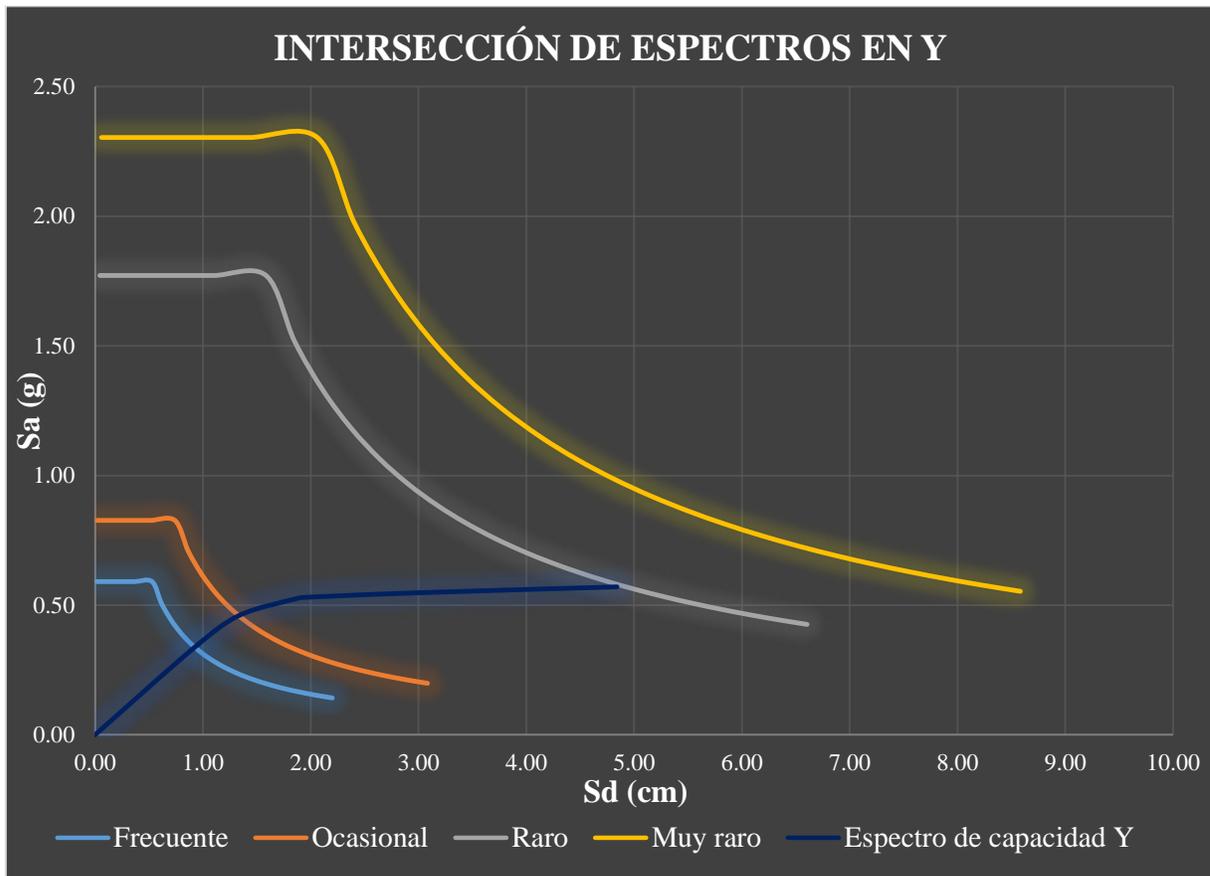
Figura N° 29: Espectro Capacidad Vs. Espectros de Demanda por nivel de daño en X



Fuente: Elaboración personal

En la figura N°29 se representa los espectros de demanda por nivel de daño, siendo estos los niveles frecuente, ocasional, raro y muy raro, intersectada con el espectro de capacidad en dirección X se obtienen los puntos de desempeño para cada nivel de daño.

Figura N° 30: Espectro Capacidad vs. Espectros de Demanda por nivel de daño en Y



Fuente: Elaboración personal

En la figura N°30 se representa los espectros de demanda por nivel de daño, siendo estos los niveles frecuente, ocasional, raro y muy raro, intersectada con el espectro de capacidad en dirección Y.

3.9. Seccionamiento del espectro de capacidad según VISION 2000

Para el seccionamiento de la curva espectro de capacidad se rige según el siguiente cuadro:

Tabla N° 18: Parámetros utilizados para el seccionamiento del espectro de capacidad

Damage Grade	Definition	Displacement Limits (AUFh)	Spectral Displacement Limits (UNIGE, CIMNE)
0	No damage	$\Delta < 0.7\Delta_y$	$D < 0.7\Delta_y$
1	Slight damage	$0.7\Delta_y < \Delta < 0.7\Delta_y + 0.5*\Delta_{uy}$	$0.7D_y \leq D < 1.0D_y$
2	Moderate damage	$0.7\Delta_y + 0.5*\Delta_{uy} < \Delta < 0.7\Delta_y + 0.2*\Delta_{uy}$	$1.0D_y \leq D < D_y + D_{uy}$
3	Extensive damage	$0.7\Delta_y + 0.2*\Delta_{uy} < \Delta < 0.7\Delta_y + 0.5*\Delta_{uy}$	$D_y + D_{uy} \leq D < D_u$
4	Very heavy damage	$0.7\Delta_y + 0.5*\Delta_{uy} < \Delta < 0.7\Delta_y + 1.00*\Delta_{uy}$	$D_u \leq D$
		$\Delta_{uy} = 0.9\Delta_u - 0.7\Delta_y$	$D_{uy} = 0.25*(D_u - D_y)$

Fuente: Visión 2000

Donde:

Du= Desplazamiento ultimo

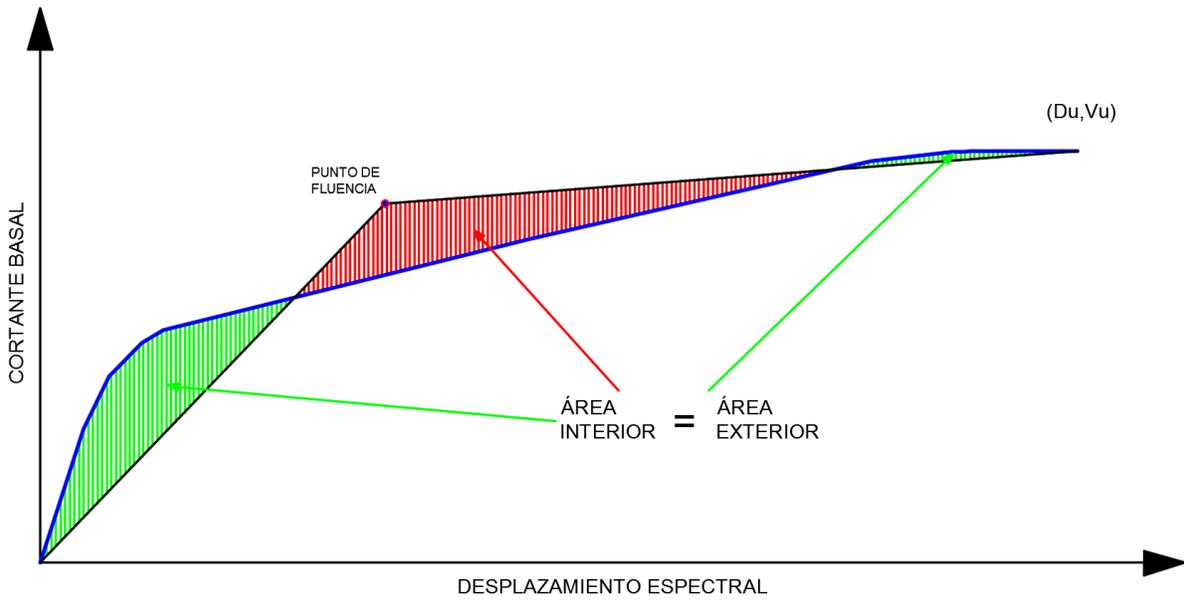
Dy= Desplazamiento de fluencia

Se procedo al cálculo de las incógnitas, siendo estos dos puntos plasmados en la representación bilineal de la curva de capacidad, para ello aplicaremos el criterio de áreas iguales.

3.9.1. Criterio de Áreas Iguales

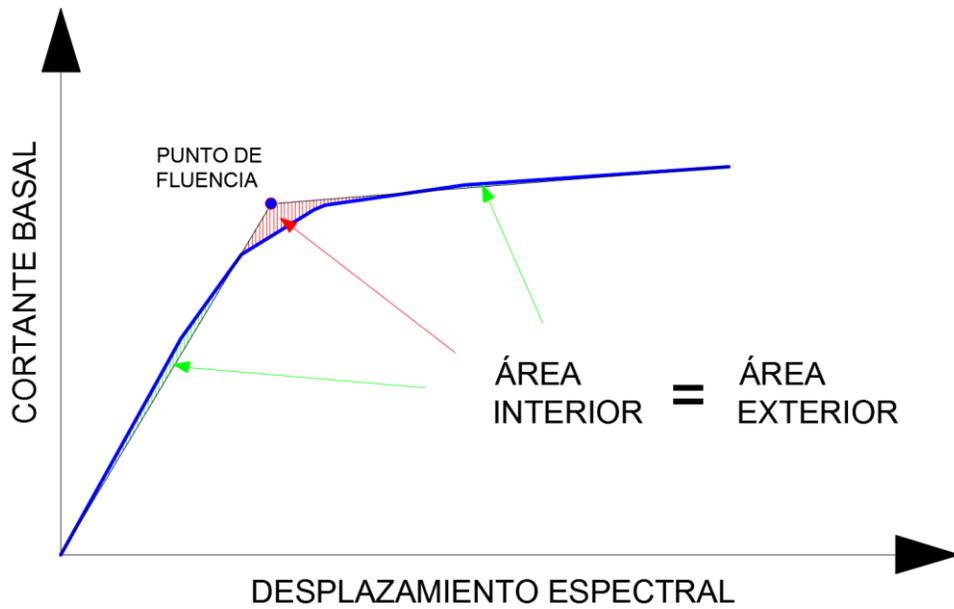
Es un proceso iterativo que consiste en realizar 2 segmentos de recta casi tangenciales a la curva de capacidad, con el objetivo de encontrar la igualdad de sus áreas, siendo más específico el área exterior sea igual al área interior de la curva de capacidad, a continuación se presenta de forma gráfica.

Figura N° 31: Criterio de áreas iguales en X



Fuente: Elaboración personal

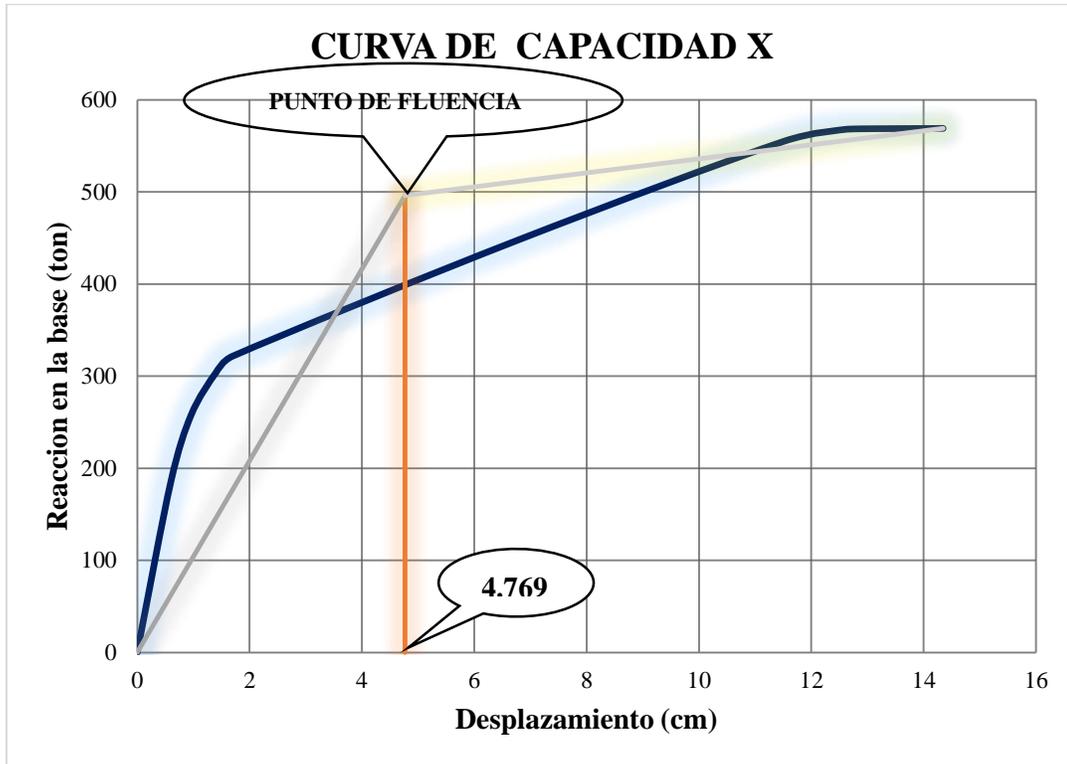
Figura N° 32: Criterio de áreas iguales en Y



Fuente: Elaboración personal

En virtud al criterio de áreas iguales ya mencionado se procede a calcular el punto de fluencia de la curva de capacidad en estudio de los ejes "X" e "Y".

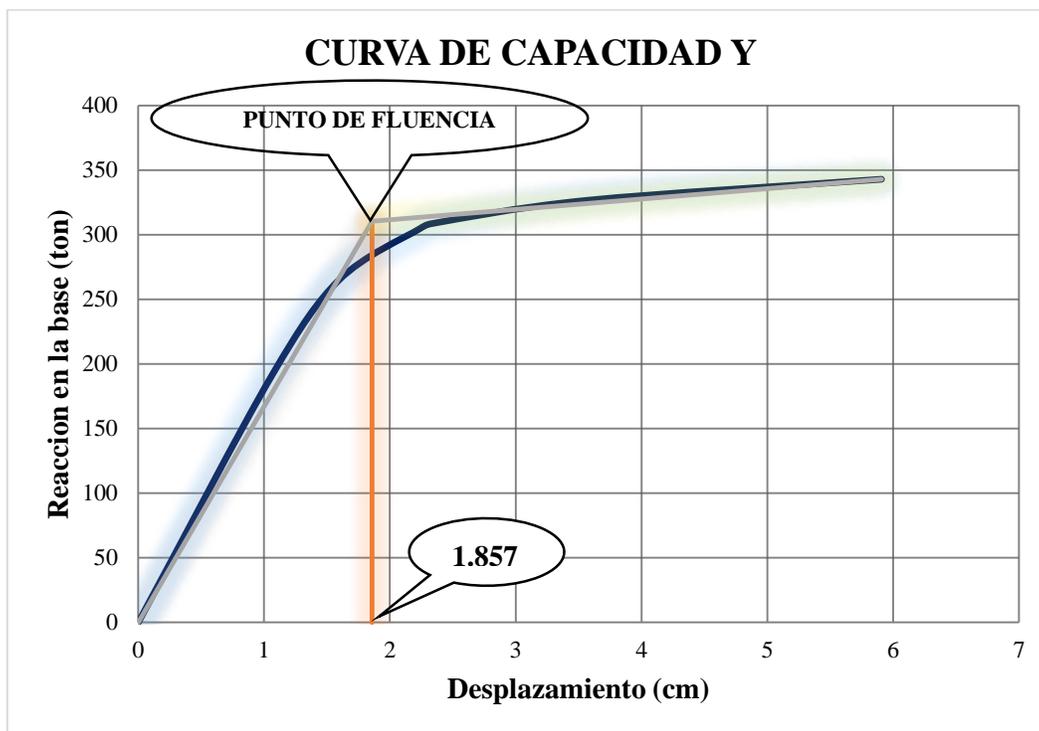
Figura N° 33: Método de áreas iguales en sentido X



Fuente: Elaboración personal

En base al criterio de áreas iguales se logró determinar el punto de fluencia que se aprecia en la figura N°33, por ende se tendrá un desplazamiento de 4.769 cm para realizar el seccionamiento.

Figura N° 34: Método de áreas iguales en sentido Y



Fuente: Elaboración personal

En base al criterio de áreas iguales se logró determinar el punto de fluencia que se aprecia en la figura N°34, por ende se tendrá un valor de 1.857 cm para realizar el seccionamiento.

Tabla N° 19: Límites según el nivel de desempeño en X

Límites según el nivel de desempeño en X		
Límites		Tipo de nivel
Sd1 =	3.34	Operacional
Sd2 =	4.77	Ocupación Inmediata
Sd3 =	6.39	Seguridad de Vida
Sd4 =	11.24	Prevención de colapso

Fuente: Elaboración personal

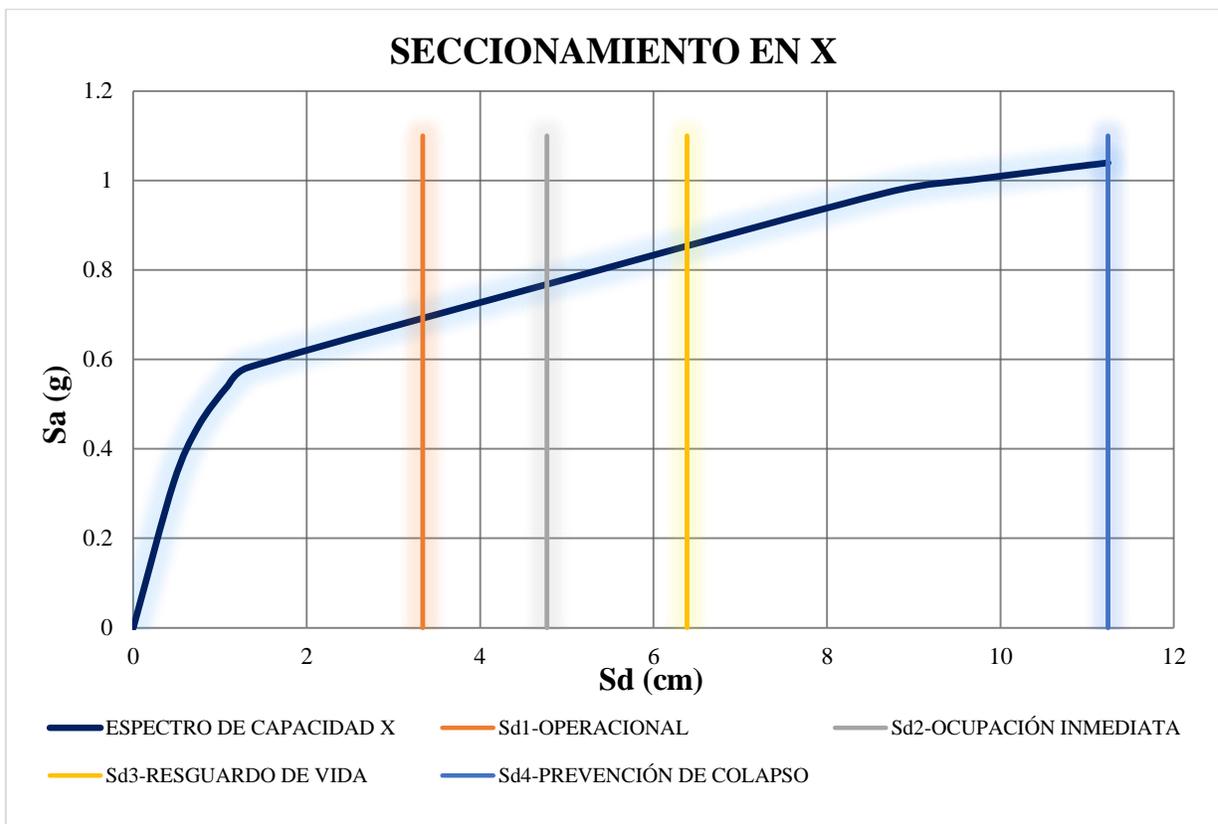
Tabla N° 20: Límites según el nivel de desempeño en Y

Límites según el nivel de desempeño en Y		
Límites		Tipo de nivel
Sd1 =	1.30	Operacional
Sd2 =	1.86	Ocupación Inmediata
Sd3 =	2.60	Seguridad de Vida
Sd4 =	4.84	Prevención de colapso

Fuente: Elaboración personal

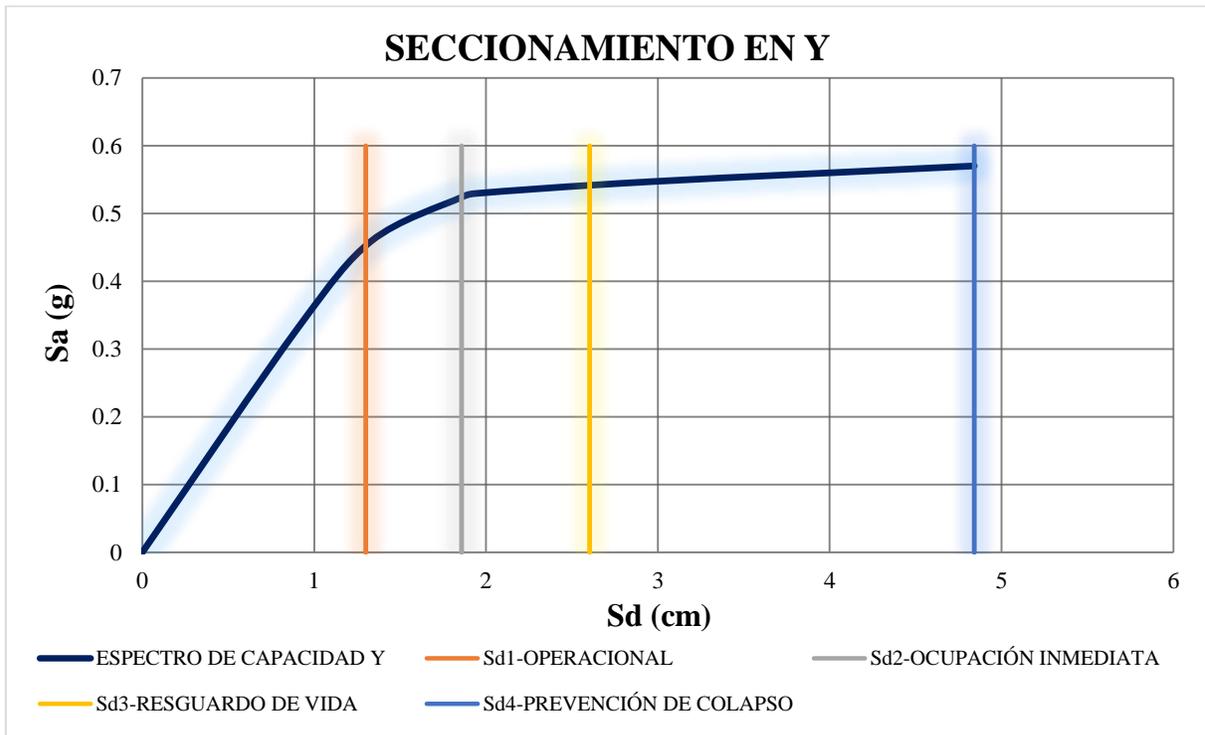
En virtud a las figura N°31 y N°32, se obtiene la tabla N°19 para el desarrollo de los seccionamientos en X, aplicando el mismo proceso se obtiene la tabla N°20 para la representación del seccionamiento en Y.

Figura N° 35: Seccionamiento del espectro de capacidad en X



Fuente: Elaboración personal

Figura N° 36: Seccionamiento del espectro de capacidad en Y

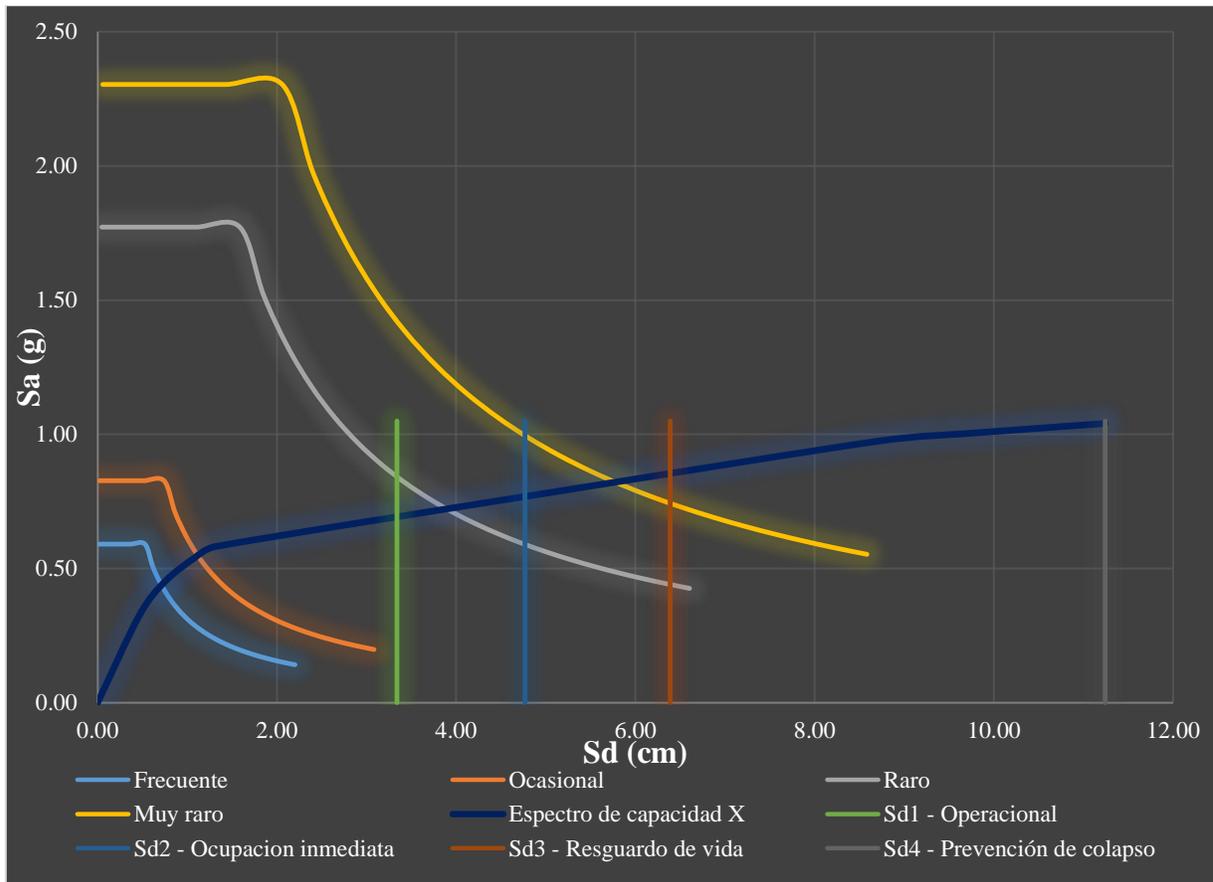


Fuente: Elaboración personal

En virtud a los resultados mostrados en las figuras N° 33 y 34 en las direcciones X e Y respectivamente, se obtiene los resultados gráficos y numéricos en las figuras N°35 Y N°36 en las direcciones X e Y respectivamente, siendo estos el resumen de los resultados gráficos y numéricos de la presente investigación.

3.10. Resumen de Espectros y Seccionamientos

Figura N° 37: Seccionamiento del espectro de capacidad y demanda en X



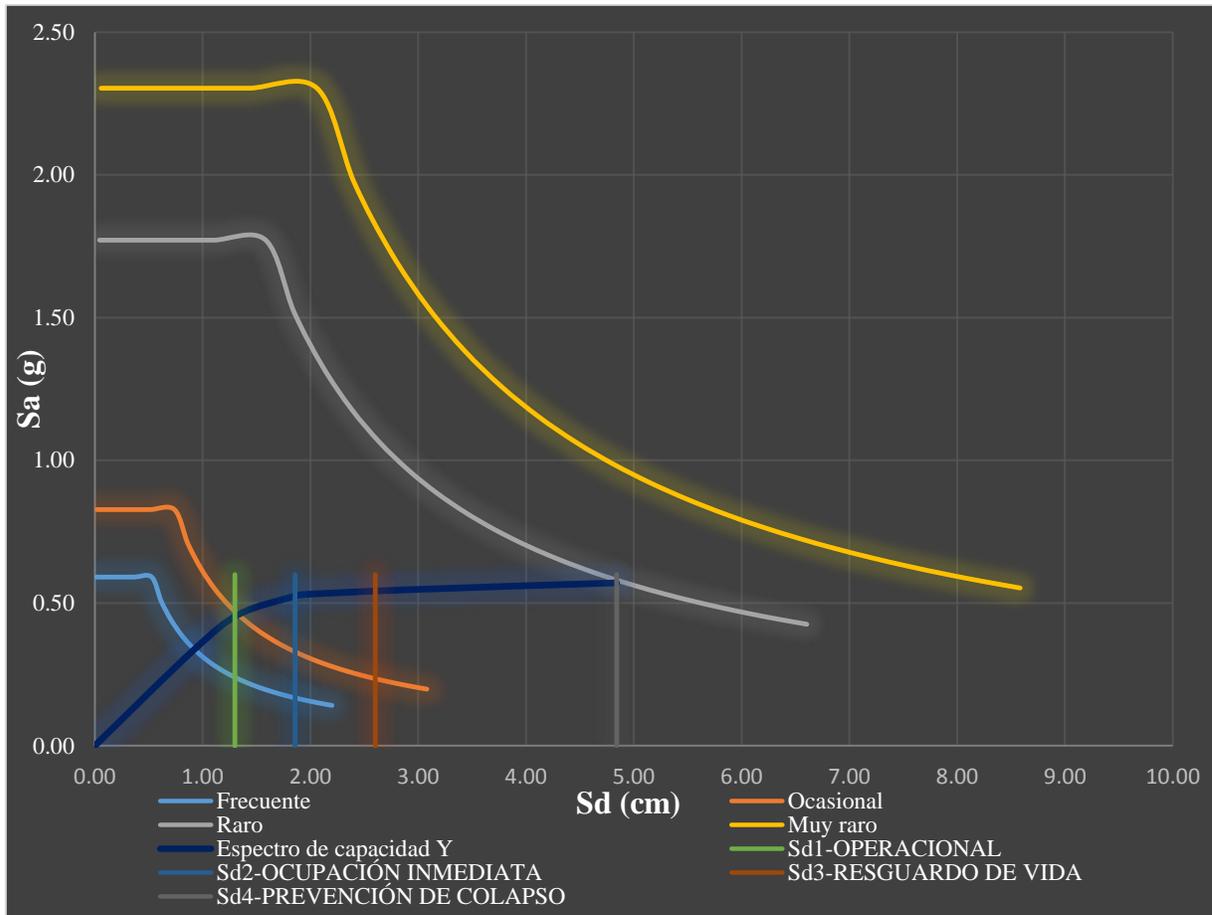
Fuente: Elaboración personal

En las figuras N°37 y N°38 se muestran los 3 requerimientos para el desarrollo de la presente investigación, siendo estos como primer requerimiento el espectro de capacidad, segundo requerimiento los espectros de demanda para los niveles de sismos Frecuente, Ocasional, Raro y Muy Raro y como tercer requerimiento los seccionamiento para los niveles de daño Operacional, Ocupación Inmediata, Seguridad de Vida y Prevención del Colapso.

Interpretación para el nivel de desempeño en X

Para los sismos Frecuente y Ocasional se obtiene un nivel de desempeño Operacional, para un sismo Raro se obtiene un nivel de desempeño Ocupación Inmediata,

Figura N° 38: Seccionamiento del espectro de capacidad y demanda en Y



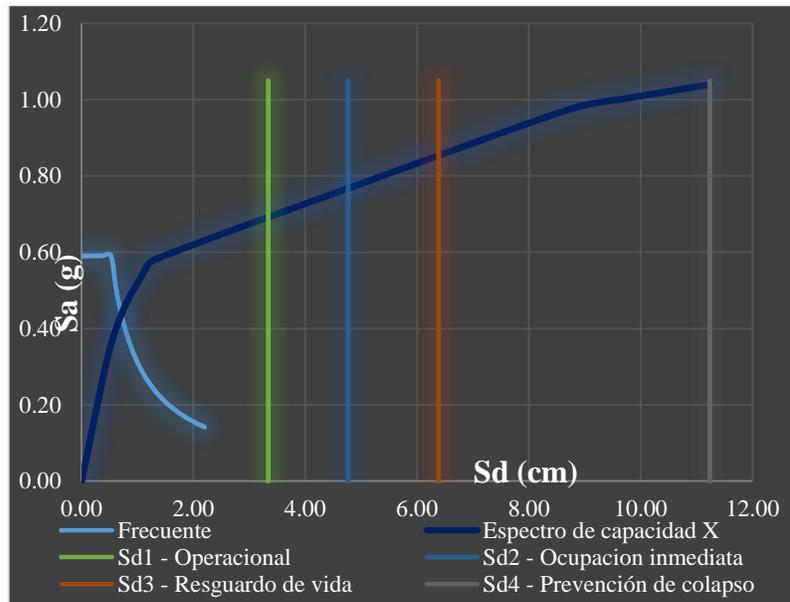
Fuente: Elaboración personal

Interpretación para el nivel de desempeño en Y

Para el sismo Frecuente se obtiene un nivel de desempeño Operacional, para un sismo Ocasional se obtiene un nivel de desempeño Ocupación Inmediata.

3.11. Análisis de Nivel y Punto de Desempeño

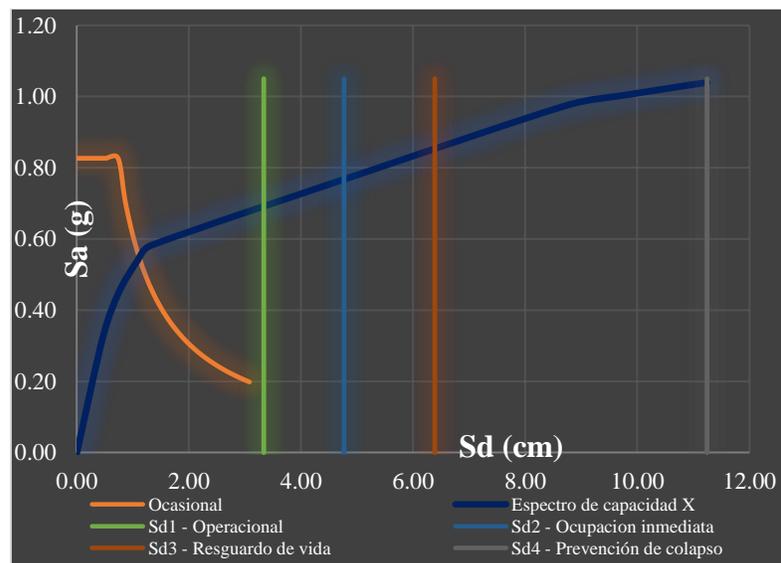
Figura N° 39: Punto y nivel de desempeño en X – Sismo frecuente



Fuente: Elaboración personal

Par un sismo frecuente se obtiene un nivel de desempeño estructural operacional.

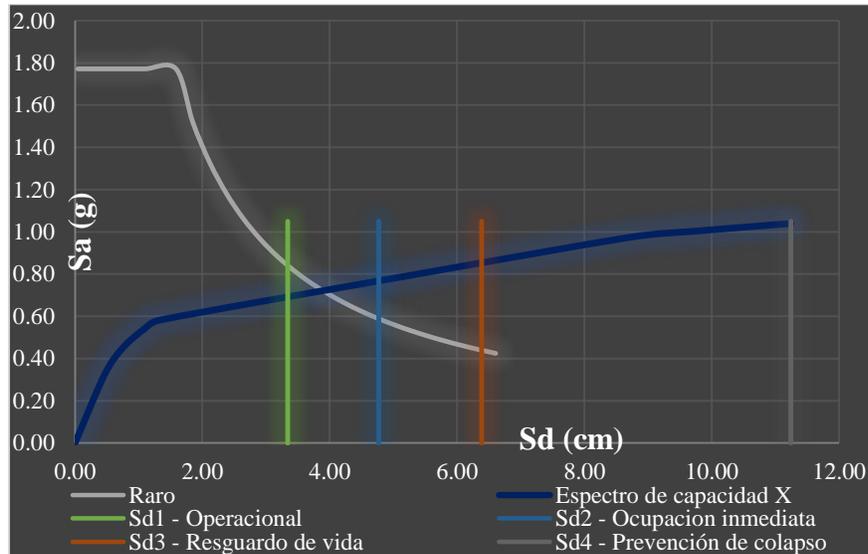
Figura N° 40: Punto y nivel de desempeño en X – Sismo ocasional



Fuente: Elaboración personal

Par un sismo ocasional se obtiene un nivel de desempeño estructural operacional, cumpliendo con la categoría de estructuras esenciales.

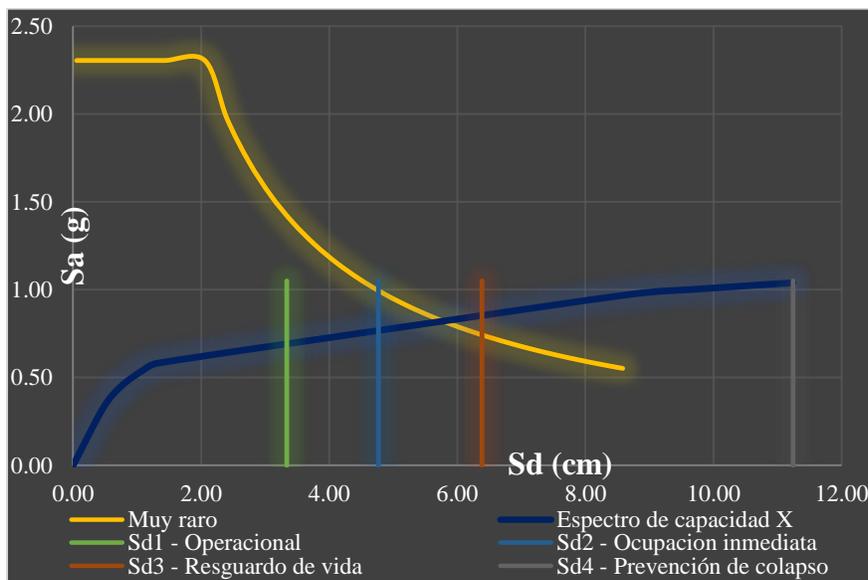
Figura N° 41: Punto y nivel de desempeño en X – Sismo raro



Fuente: Elaboración personal

Par un sismo raro se obtiene un nivel de desempeño estructural ocupación inmediata, cumpliendo con la categoría de estructuras esenciales.

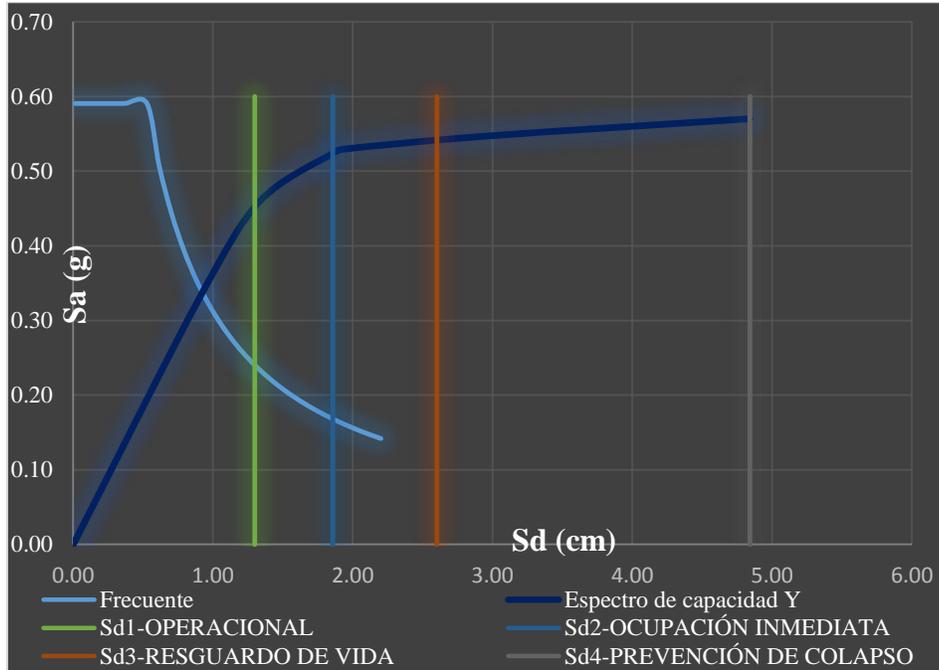
Figura N° 42: Punto y nivel de desempeño en X – Sismo muy raro



Fuente: Elaboración personal

Par un sismo muy raro se obtiene un nivel de desempeño estructural seguridad de vida, cumpliendo con la categoría de estructuras esenciales.

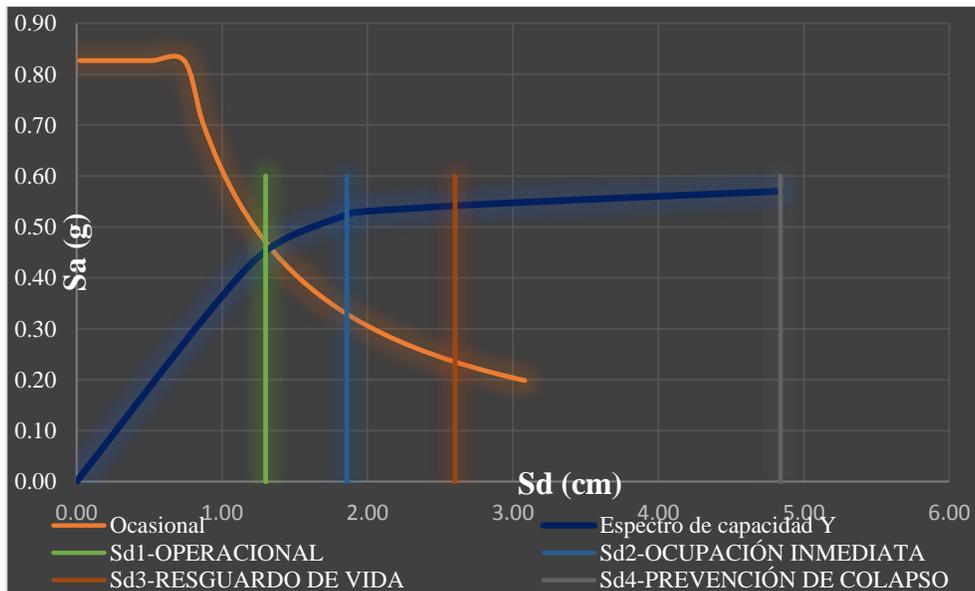
Figura N° 43: Punto y nivel de desempeño en Y – Sismo frecuente



Fuente: Elaboración personal

Par un sismo frecuente se obtiene un nivel de desempeño estructural operacional.

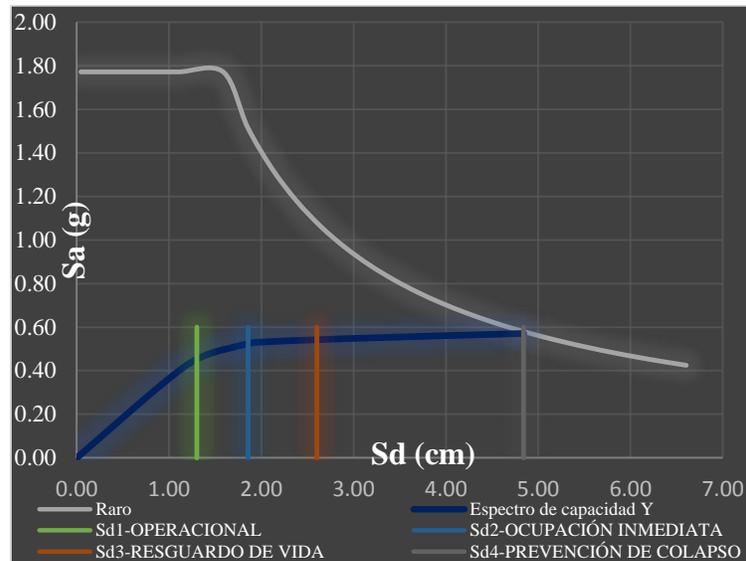
Figura N° 44: Punto y nivel de desempeño en Y – Sismo ocasional



Fuente: Elaboración personal

Par un sismo ocasional se obtiene un nivel de desempeño estructural operacional.

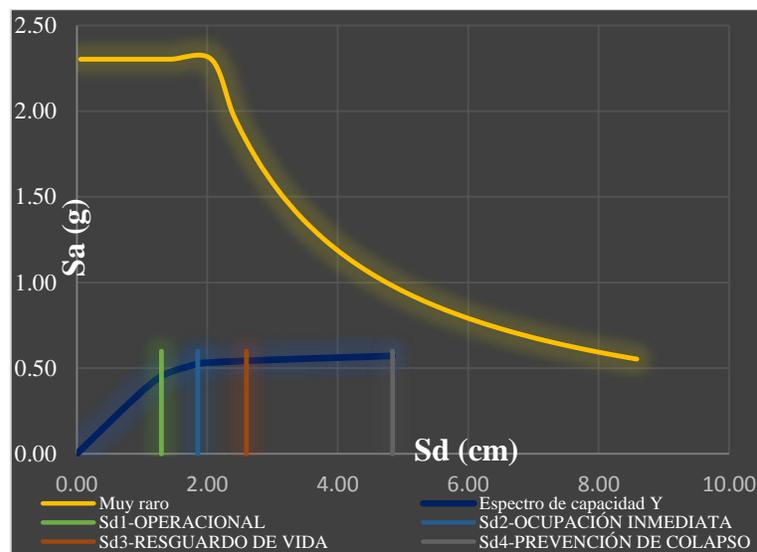
Figura N° 45: Punto y nivel de desempeño en Y – Sismo raro



Fuente: Elaboración personal

Par un sismo raro no se obtiene el nivel de desempeño estructural de ocupación inmediata que contempla el código FEMA para la categoría de estructuras esenciales.

Figura N° 46: Punto y nivel de desempeño en Y – Sismo muy raro



Fuente: Elaboración personal

Par un sismo muy raro no se obtiene el nivel de desempeño estructural de seguridad de vida que contempla el código FEMA para la categoría de estructuras esenciales.

3.12. Matriz de Desempeño

Tabla N° 21: Matriz de desempeño FEMA

MATRIZ DE DESEMPEÑO					
Sismos de Diseño	Nivel de Amenaza Sísmica	Nivel de Desempeño de la Estructura			
		Operacional	Ocupación Inmediata	Seguridad de Vida	Prevención del Colapso
Frecuente	50% en 50 años	1	0	0	0
Ocasional	20% en 50 años	2	1	0	0
Raro	10% en 50 años	3	2	1	0
Muy Raro	2% en 50 años	4	3	2	1

0: Desempeño Inaceptable
1: Estructuras Básicas
2: Estructuras Esenciales
3: Estructuras Críticas

Fuente: Adaptación FEMA 356

Tabla N° 22: Matriz de desempeño en X

MATRIZ DE DESEMPEÑO EN X					
SISMO DE DISEÑO	NIVEL DE AMENAZA SÍSMICA	NIVEL DE DESEMPEÑO DE LA ESTRUCTURA			
		OPERACIONAL	OCUPACIÓN INMEDIATA	SEGURIDAD DE VIDA	PREVENCIÓN DEL COLAPSO
FRECUENTE	50% EN 50 AÑOS	-	-	-	-
OCASIONAL	20% EN 50 AÑOS	OK	-	-	-
RARO	10% EN 50 AÑOS	-	OK	-	-
MUY RARO	2% EN 50 AÑOS	-	-	OK	-

Fuente: Elaboración personal

Para estructuras esenciales que contemplan los sismos ocasional, raro y muy raro le corresponde el nivel de desempeño estructural operacional, ocupación inmediata y seguridad de vida respectivamente, en la tabla N°22 matriz de desempeño en X, da fe del cumplimiento de estos requerimientos para estructuras esenciales según el código FEMA.

Tabla N° 23: Matriz de desempeño en Y

MATRIZ DE DESEMPEÑO EN Y					
SISMO DE DISEÑO	NIVEL DE AMENAZA SÍSMICA	NIVEL DE DESEMPEÑO DE LA ESTRUCTURA			
		OPERACIONAL	OCUPACIÓN INMEDIATA	SEGURIDAD DE VIDA	PREVENCIÓN DEL COLAPSO
FRECUENTE	50% EN 50 AÑOS	-	-	-	-
OCASIONAL	20% EN 50 AÑOS	NO	-	-	-
RARO	10% EN 50 AÑOS	-	NO	-	-
MUY RARO	2% EN 50 AÑOS	-	-	NO	-

Fuente: Elaboración personal

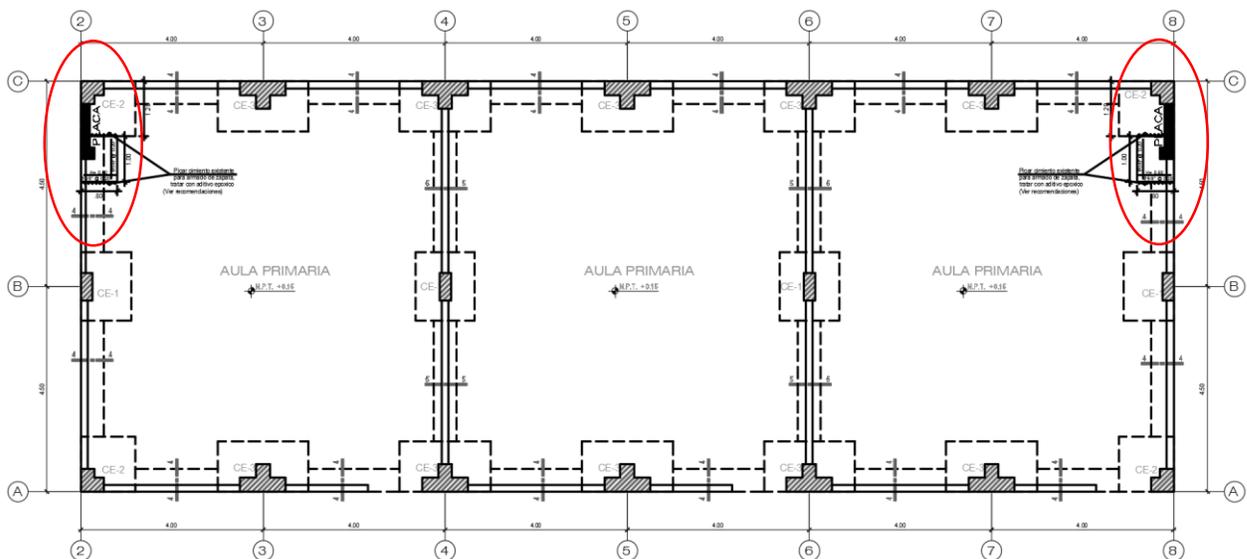
Para los sismos ocasional, raro y muy raro les correspondería un nivel de desempeño estructural operacional, ocupación inmediata y seguridad de vida respectivamente, en la tabla N°23 matriz de desempeño en Y, se aprecia que no cumple con los requerimientos para estructuras esenciales según el código FEMA.

3.13. Propuesta de reforzamiento con placas como aporte

3.13.1. Planteamiento estructural

La estructura existente tiene un sistema estructural compuesto de pórticos en las dos direcciones y realizado el análisis correspondiente a los objetivos de la presente investigación, se llega a la conclusión que la estructura no satisface el nivel de desempeño esperado en el sentido "Y". En virtud a la conclusión se plantea un reforzamiento con placas en el sentido "Y" aplicadas en los ejes 2 y 8, con un espesor de 20 cm y núcleos de 20x25 y 25x30cm.

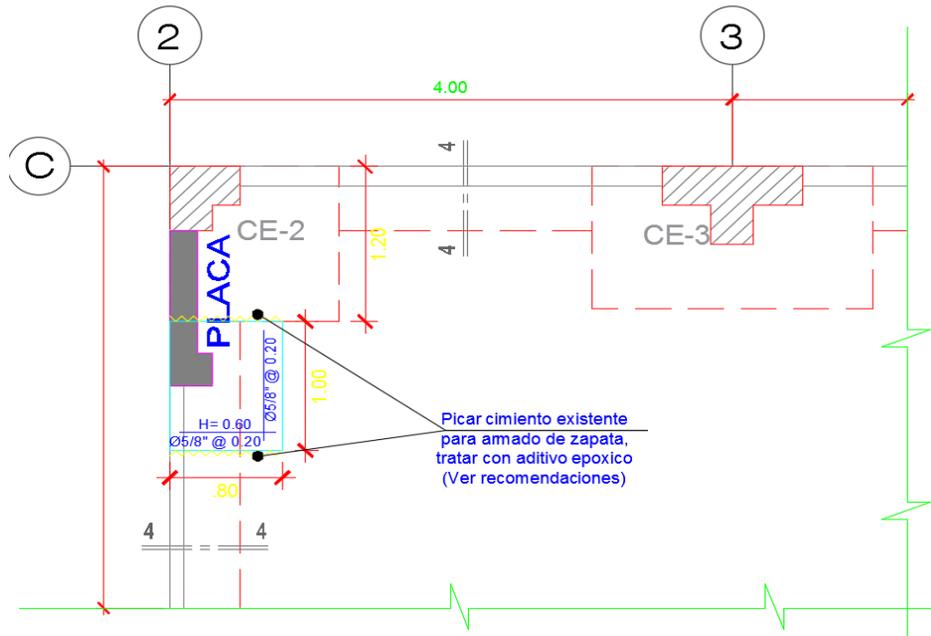
Figura N° 47: Plano de cimentación con proyección de placas



Fuente: Elaboración personal

En la figura N° 48 se muestra la vista en planta del reforzamiento con placas de 20cm de ancho y 2 núcleos para confinarlo, dichos núcleos son de 20x25 y 25x30 los cuales se detallan en la figura N°49, se precisa que el reforzamiento se aplica en los ejes 2 y 8 con continuidad vertical en los 3 niveles.

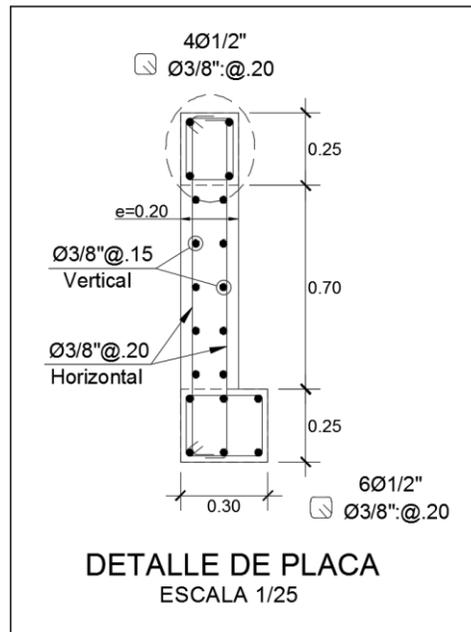
Figura N° 48: Plano de cimentación con proyección de placas



Fuente: Elaboración personal

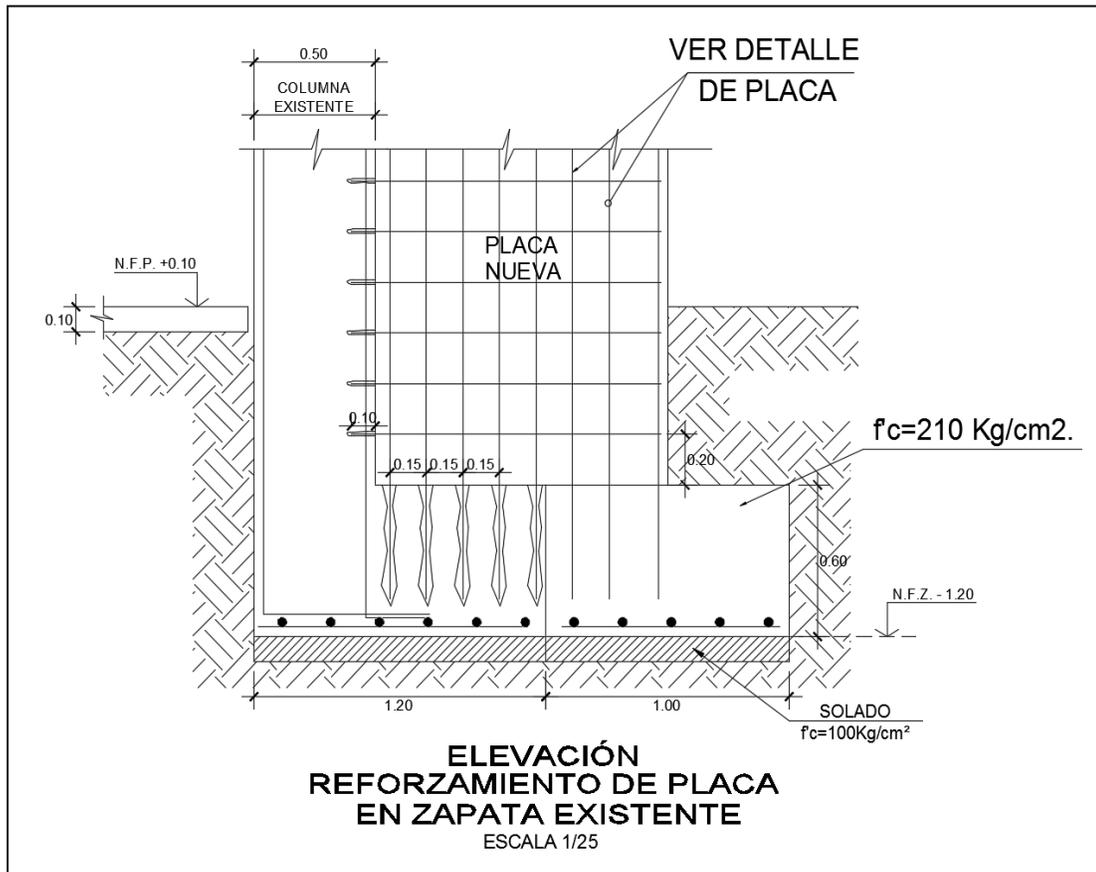
3.13.2. Detalle de reforzamiento con placas

Figura N° 49: Detalle de placa



Fuente: Elaboración personal

Figura N° 50: Detalle de placa en zapata existente



Fuente: Elaboración personal

3.13.3. Desarrollo de la Curva de Capacidad para Pushover

Para el desarrollo de la Curva de Capacidad en los sentidos “X” e “Y” se tiene en consideración el procedimiento antes trabajado en el punto 3.4. A continuación se presenta la figura N° 48 y N° 49, siendo estos la curva de capacidad en los sentidos “X” y “Y” respectivamente, teniendo la relación de desplazamiento (cm) versus reacción en la base (ton), siendo esta el resultado final de haberse generado las rotulas plásticas en los elementos frame (vigas y columnas).

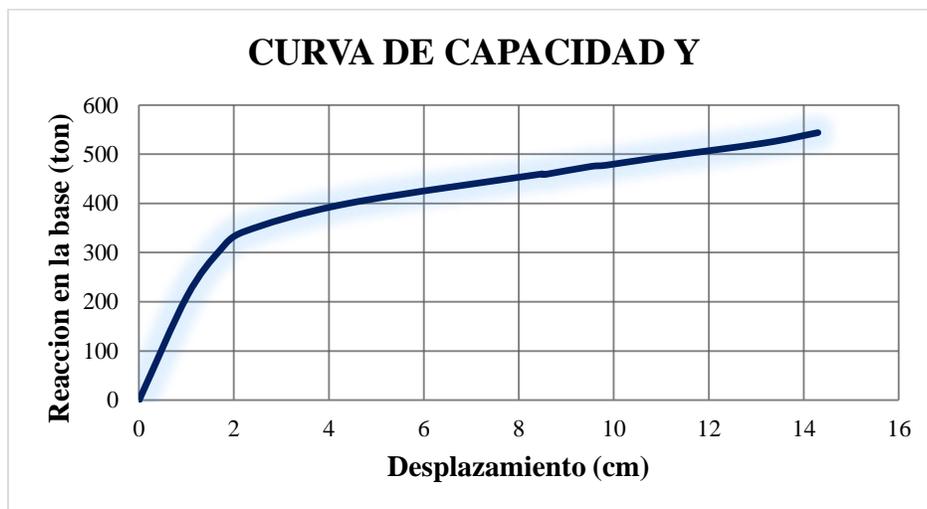
Figura N° 51: Curva de Capacidad en X



Fuente: Elaboración personal

La curva de capacidad tiende a desplazarse 0.85 cm una fuerza cortante de 245.98 Ton aproximadamente, y se muestra la capacidad ultima de la estructura en el sentido X con un desplazamiento máximo de 18.01 cm con una cortante basal de 660.01 Ton. Por ende se concluye que la estructura llegaría al final del análisis cuando tenga un desplazamiento máximo de 18.01 cm que significa el colapso.

Figura N° 52: Curva de Capacidad en Y

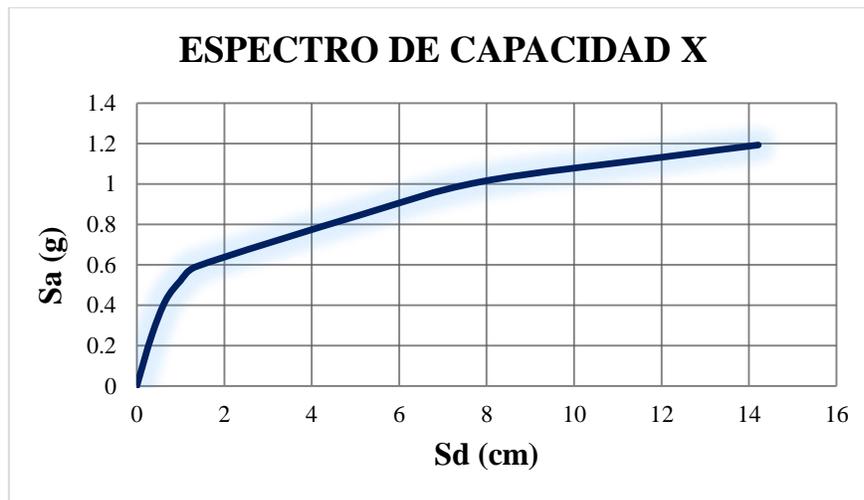


Fuente: Elaboración personal

La curva de capacidad tiende a desplazarse 0.85 cm una fuerza cortante de 245.98 Ton aproximadamente, y se muestra la capacidad ultima de la estructura en el sentido X con un desplazamiento máximo de 18.01 cm con una cortante basal de 660.01 Ton. Por ende se concluye que la estructura llegaría al final del análisis cuando tenga un desplazamiento máximo de 18.01 cm que significa el colapso.

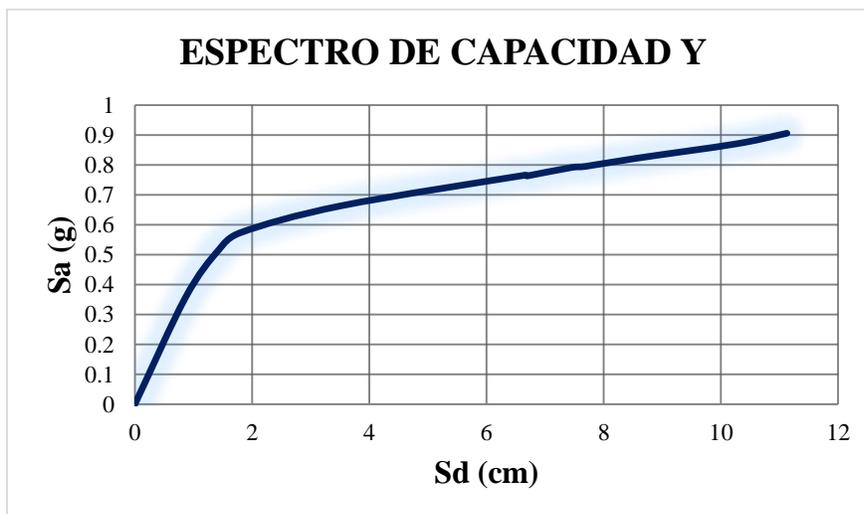
3.13.4. Espectro de Capacidad

Figura N° 53: Espectro de Capacidad en X



Fuente: Elaboración personal

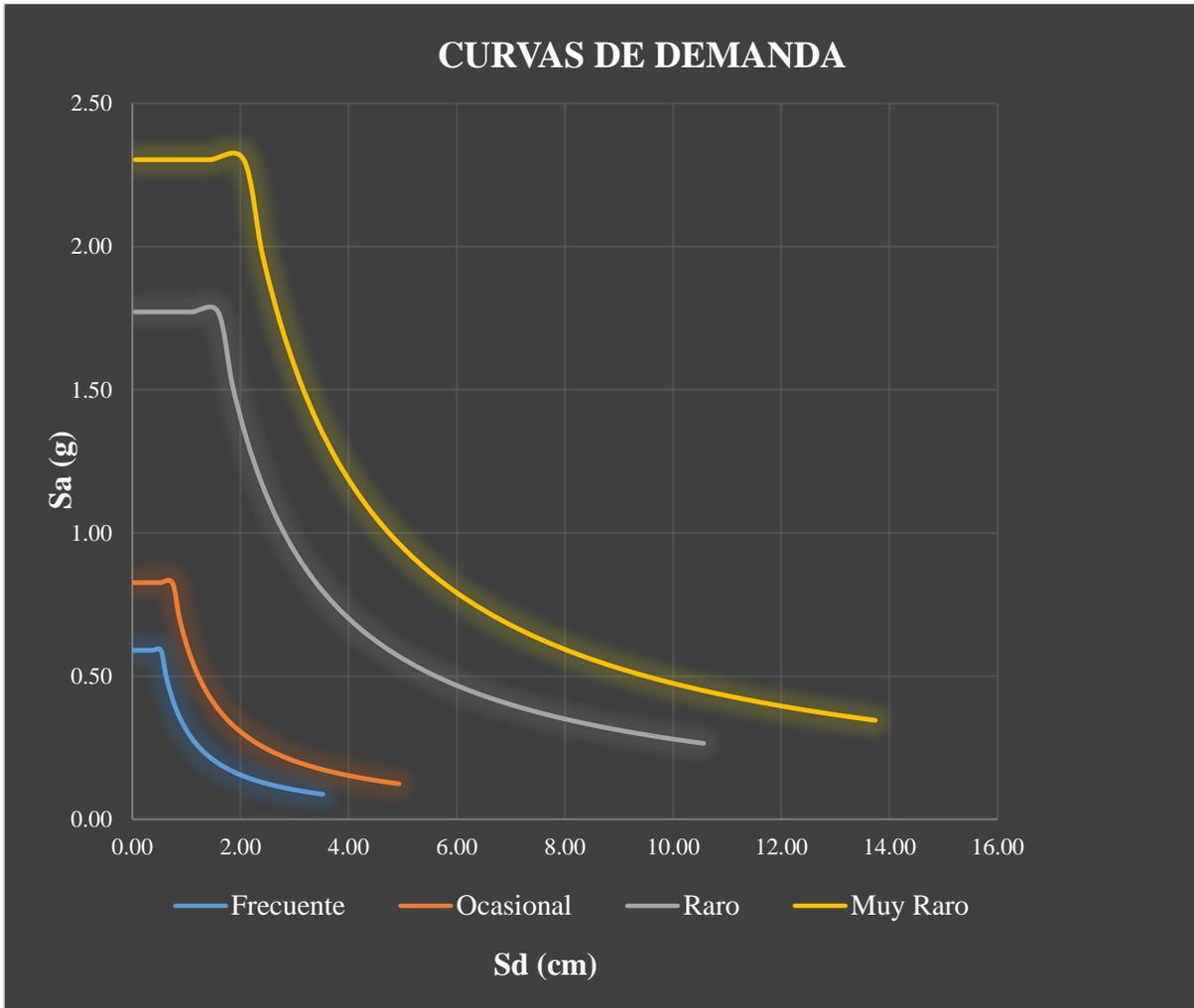
Figura N° 54: Espectro de Capacidad en Y



Fuente: Elaboración personal

3.13.5. Espectros de Demanda

Figura N° 55: Espectro de Demanda por nivel de daño

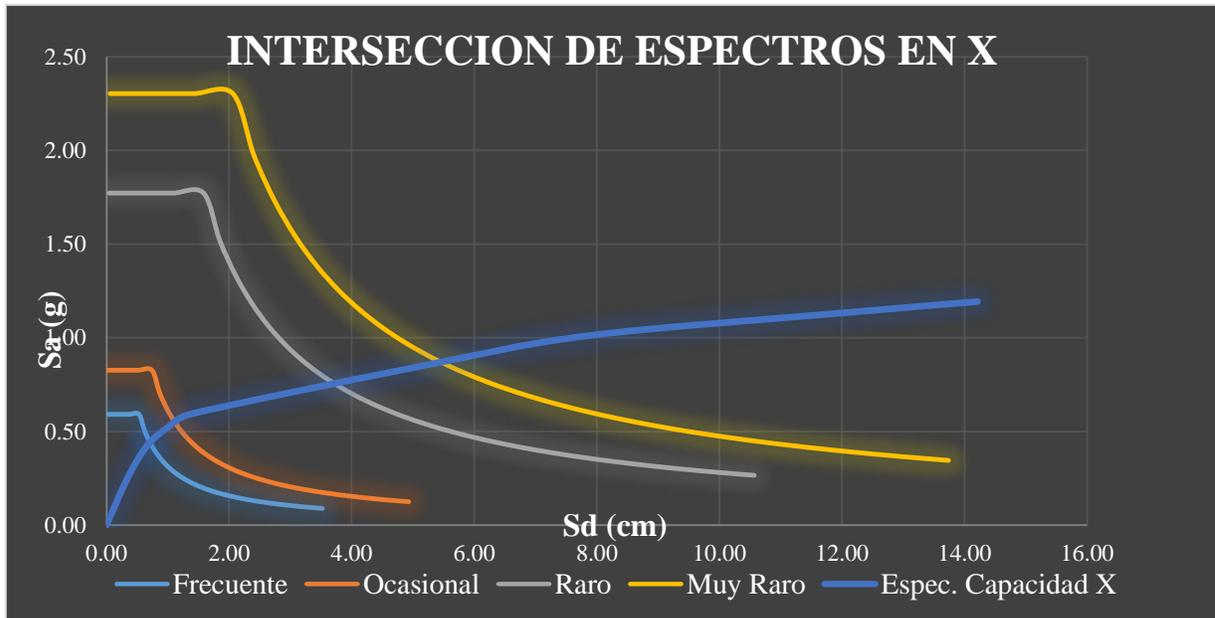


Fuente: Elaboración personal

Los espectros de demanda por nivel de daño nos indicaran la intersección el punto de desempeño sismorresistente al intersectar al espectro de capacidad de la I.E. JCM N°2048, el cual será aplicada en las direcciones X e Y.

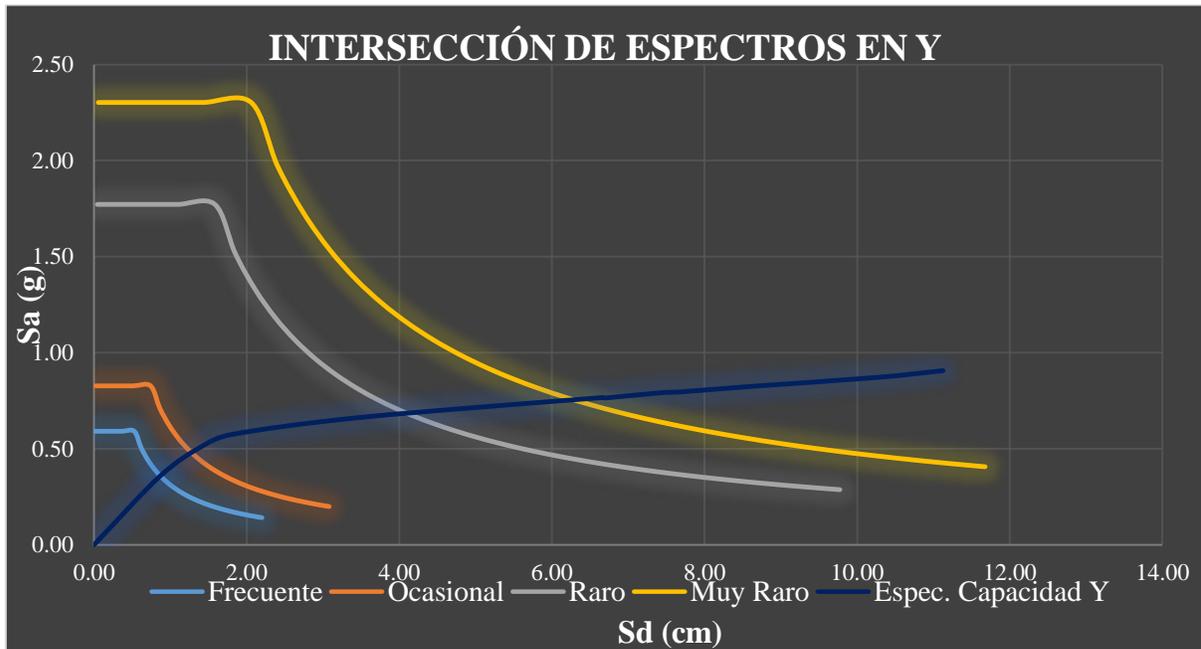
3.13.6. Espectros de Demanda y Capacidad

Figura N° 56: Espectro de Capacidad Vs. Espectro de Demanda por nivel de daño en X



Fuente: Elaboración personal

Figura N° 57: Espectro de Capacidad Vs. Espectro de Demanda por nivel de daño en Y



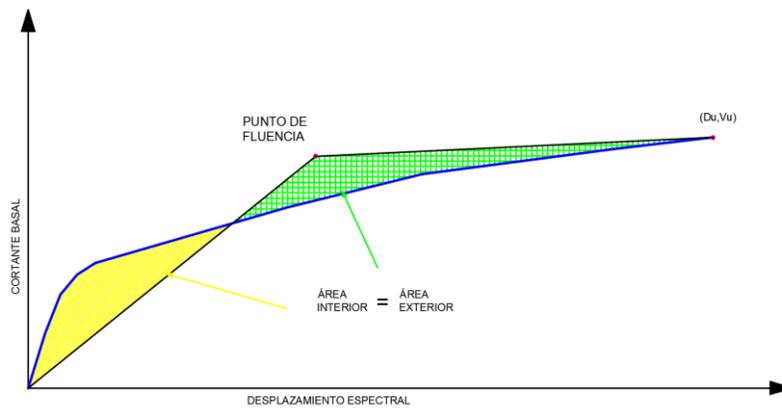
Fuente: Elaboración personal

En la figura N°56 se representa los espectros de demanda por nivel de daño, siendo estos los niveles frecuente, ocasional, raro y muy raro, intersectada con el espectro de capacidad en dirección X se obtienen los puntos de desempeño para cada nivel de daño.

En la figura N°57 se representa los espectros de demanda por nivel de daño, siendo estos los niveles frecuente, ocasional, raro y muy raro, intersectada con el espectro de capacidad en dirección Y.

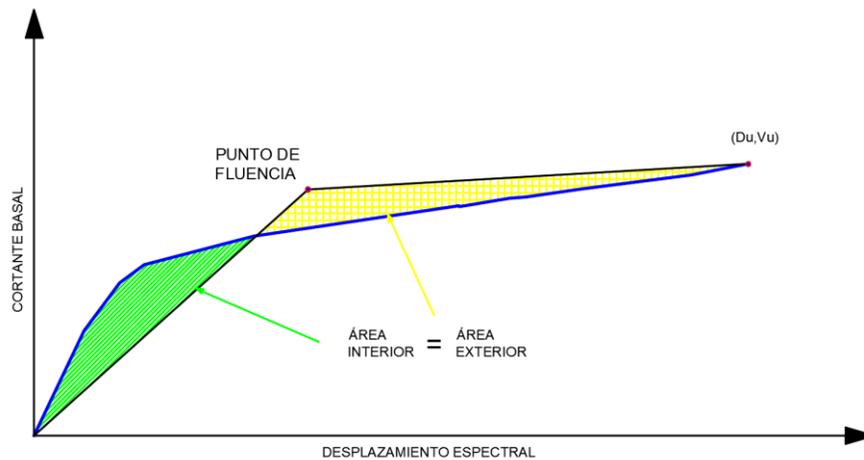
3.13.7. Calculo del Punto de Fluencia

Figura N° 58: Criterio de áreas iguales en X



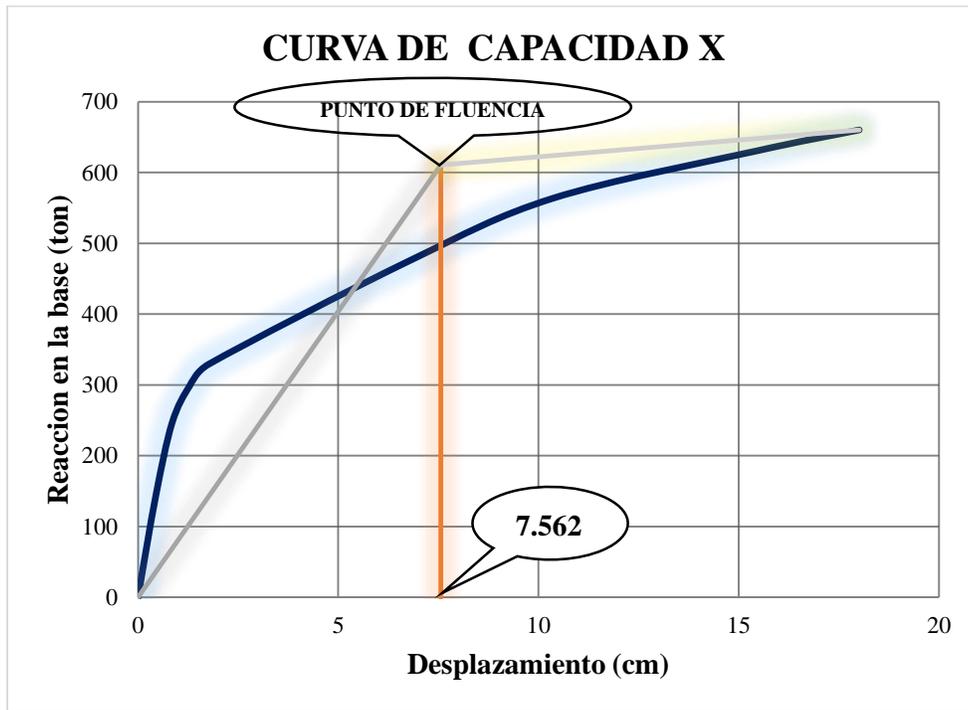
Fuente: Elaboración personal

Figura N° 59: Criterio de áreas iguales en Y



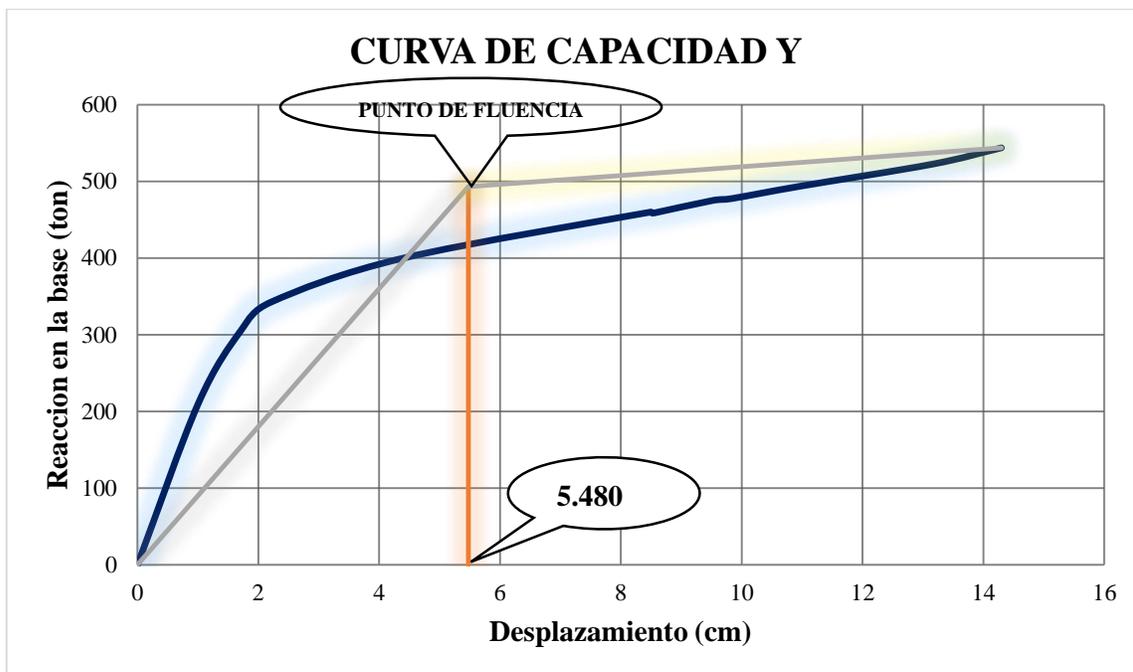
Fuente: Elaboración personal

Figura N° 60: Método de áreas iguales en sentido X



Fuente: Elaboración personal

Figura N° 61: Método de áreas iguales en sentido Y



Fuente: Elaboración personal

Tabla N° 24: Límites según el nivel de desempeño en X

Límites según el nivel de desempeño en X		
Límites		Tipo de nivel
Sd1 =	5.29	Operacional
Sd2 =	7.56	Ocupación Inmediata
Sd3 =	9.22	Seguridad de Vida
Sd4 =	14.21	Prevención de colapso

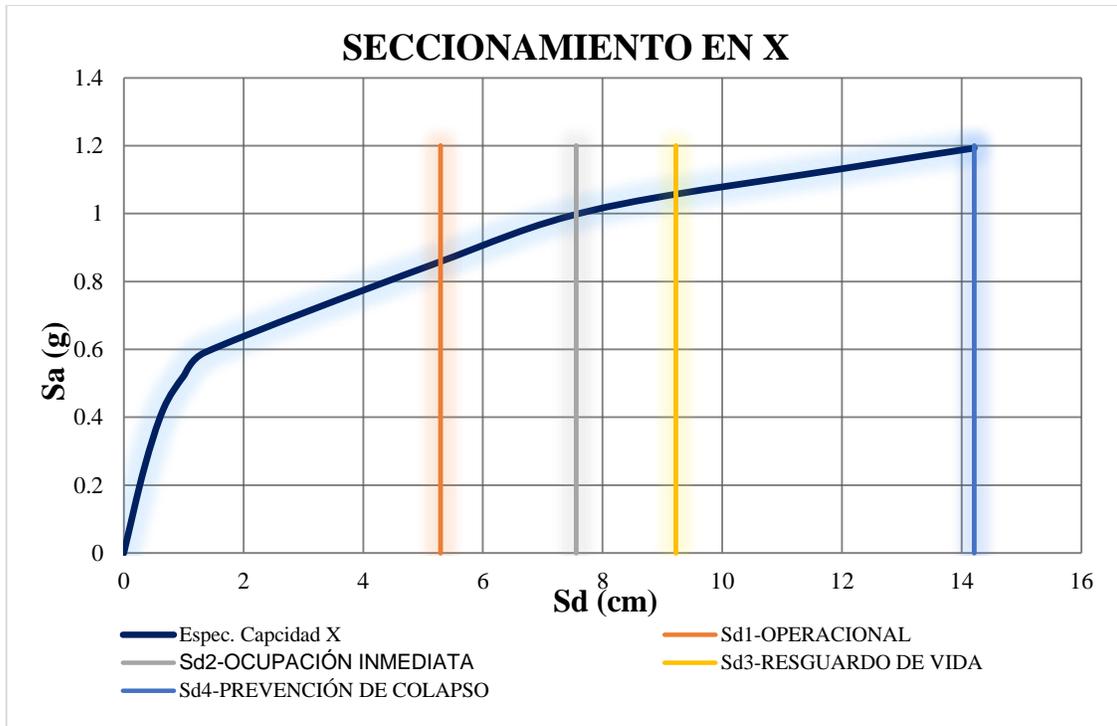
Fuente: Elaboración personal

Tabla N° 25: Límites según el nivel de desempeño en Y

Límites según el nivel de desempeño en Y		
Límites		Tipo de nivel
Sd1 =	3.84	Operacional
Sd2 =	5.48	Ocupación Inmediata
Sd3 =	6.89	Seguridad de Vida
Sd4 =	11.13	Prevención de colapso

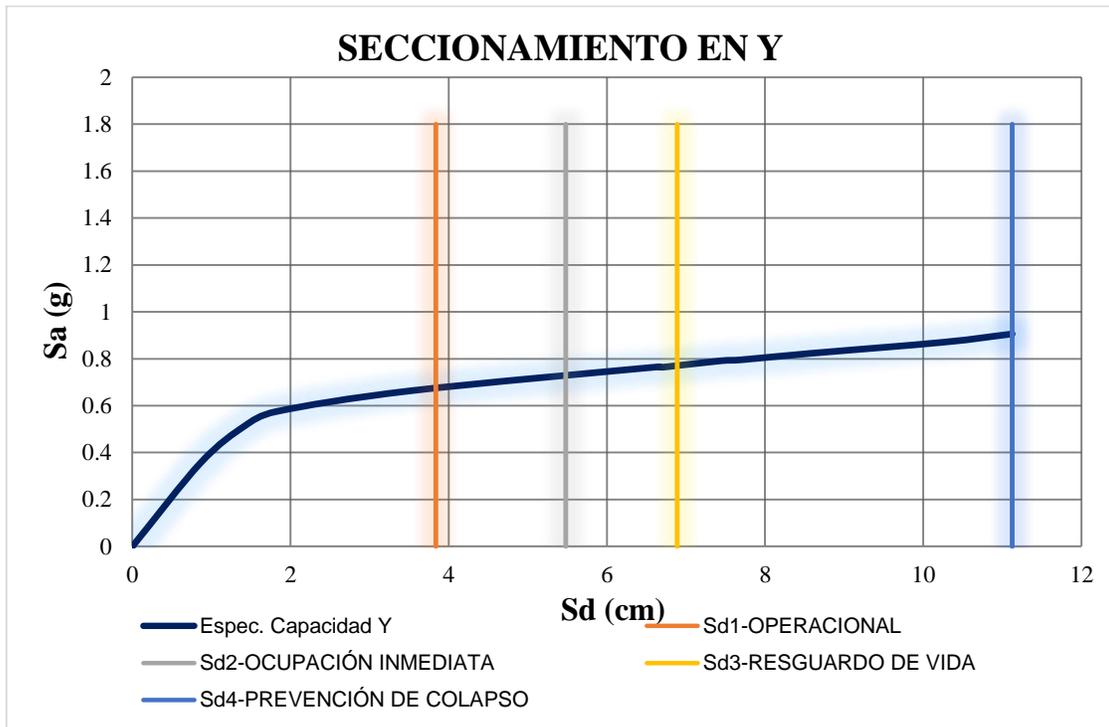
Fuente: Elaboración personal

Figura N° 62: Seccionamiento del espectro de capacidad en X



Fuente: Elaboración personal

Figura N° 63: Seccionamiento del espectro de capacidad en Y

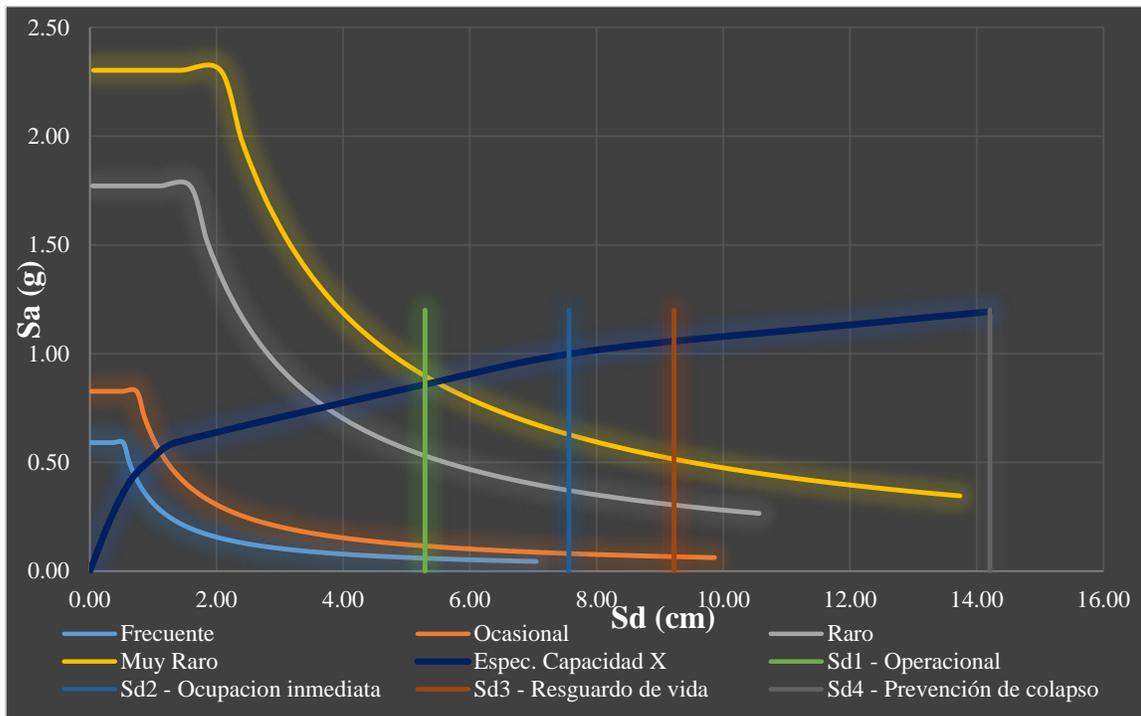


Fuente: Elaboración personal

3.13.8. Resumen de Espectros y Seccionamientos

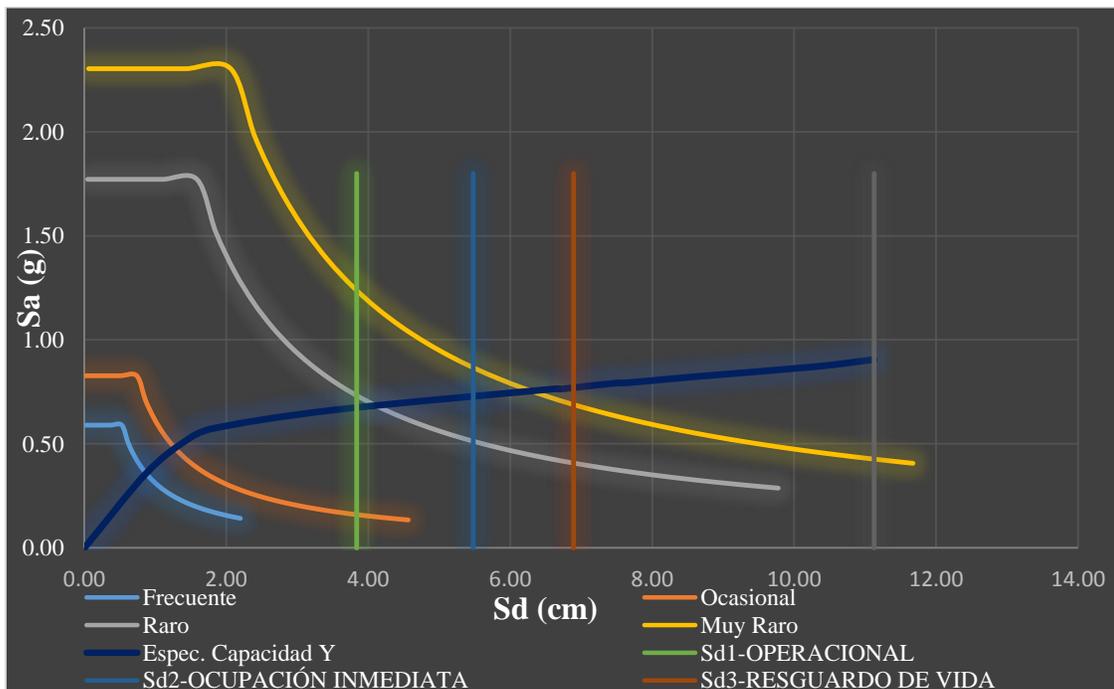
En las figuras N°64 y N°65 se muestran los 3 requerimientos para el desarrollo de la presente investigación, siendo estos como primer requerimiento el espectro de capacidad, segundo requerimiento los espectros de demanda para los niveles de sismos Frecuente, Ocasional, Raro y Muy Raro y como tercer requerimiento los seccionamiento para los niveles de daño Operacional, Ocupación Inmediata, Seguridad de Vida y Prevención del Colapso.

Figura N° 64: Seccionamiento del espectro de capacidad y demanda en X



Fuente: Elaboración personal

Figura N° 65: Seccionamiento del espectro de capacidad y demanda en Y



Fuente: Elaboración personal

3.13.9. Matriz de desempeño como resultado del reforzamiento (aporte)

Tabla N° 26: Matriz de desempeño en sentido X

MATRIZ DE DESEMPEÑO EN X					
SISMO DE DISEÑO	NIVEL DE AMENAZA SÍSMICA	NIVEL DE DESEMPEÑO DE LA ESTRUCTURA			
		OPERACIONAL	OCUPACIÓN INMEDIATA	SEGURIDAD DE VIDA	PREVENCIÓN DEL COLAPSO
FRECUENTE	50% EN 50 AÑOS	-	-	-	-
OCASIONAL	20% EN 50 AÑOS	OK	-	-	-
RARO	10% EN 50 AÑOS	-	OK	-	-
MUY RARO	2% EN 50 AÑOS	-	-	OK	-

Fuente: Elaboración personal

Para estructuras esenciales que contemplan los sismos ocasional, raro y muy raro le corresponde el nivel de desempeño estructural operacional, ocupación inmediata y seguridad de vida respectivamente, en la tabla N°26 matriz de desempeño en X, da fe del cumplimiento de estos requerimientos para estructuras esenciales según el código FEMA.

Tabla N° 27: Matriz de desempeño en sentido Y

MATRIZ DE DESEMPEÑO EN Y					
SISMO DE DISEÑO	NIVEL DE AMENAZA SÍSMICA	NIVEL DE DESEMPEÑO DE LA ESTRUCTURA			
		OPERACIONAL	OCUPACIÓN INMEDIATA	SEGURIDAD DE VIDA	PREVENCIÓN DEL COLAPSO
FRECUENTE	50% EN 50 AÑOS	-	-	-	-
OCASIONAL	20% EN 50 AÑOS	OK	-	-	-
RARO	10% EN 50 AÑOS	-	OK	-	-
MUY RARO	2% EN 50 AÑOS	-	-	OK	-

Fuente: Elaboración personal

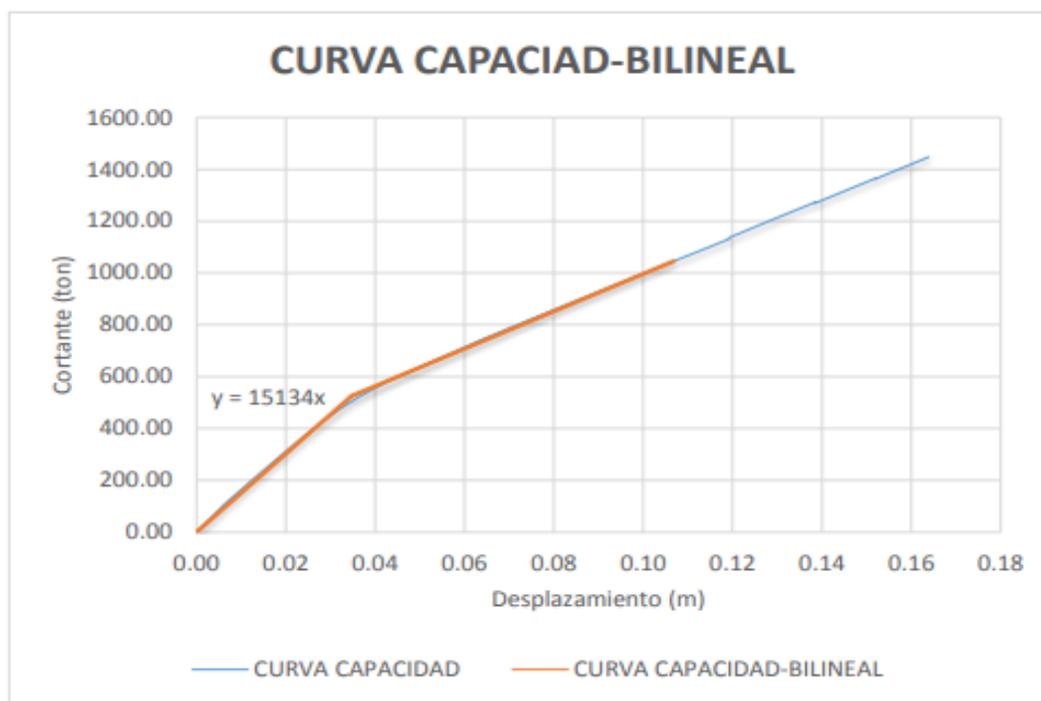
Para los sismos ocasional, raro y muy raro les correspondería un nivel de desempeño estructural operacional, ocupación inmediata y seguridad de vida respectivamente, en la tabla N°27 matriz de desempeño en Y, da fe del cumplimiento de estos requerimientos para estructuras esenciales según el código FEMA.

IV Discusión

4.1. Discusión

- (Luna, 2013, p.4-70). En la tesis titulada “Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la ciudad de Trujillo, la libertad”, llegando a la conclusión que mediante el análisis estático no lineal, permite entender el comportamiento de la estructura en estudio ante un sismo, porque muestra las rotulas plásticas de manera secuencial hasta llevarlo al colapso.

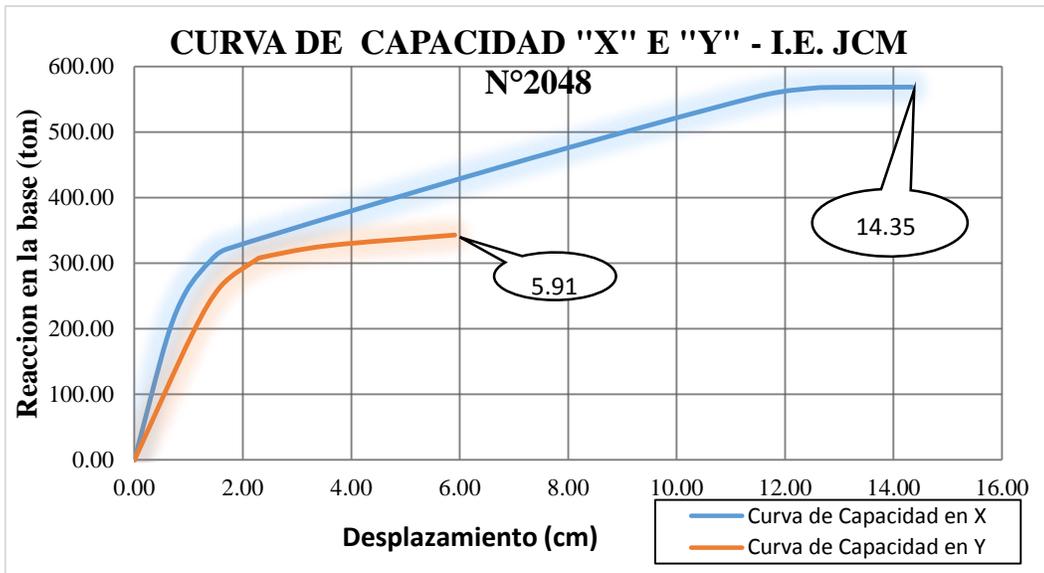
Figura N° 66: Curva de capacidad bilineal en X



Fuente: (Luna, 2014, p.62)

El las finuras N°66 se precisa el desplazamiento de colapso en 16.03 cm. Asimismo se determino en el contexto de la presente investigación las curvas de capacidad de la estructura en “X” e “Y” sera tal como se muestra a continuación.

Figura N° 67: Curva de Capacidad en "X" e "Y"



Fuente: Elaboración personal

Se concluyó que la curva de capacidad que tiende a desplazarse 1.40 cm con una fuerza cortante de 304.09 Ton aproximadamente, y se muestra la capacidad última de la estructura en el sentido "X" con un desplazamiento máximo de 14.35 cm con una fuerza de cortante basal de 568.80 Ton. Por ende se concluye que la estructura llegaría al final del análisis cuando tenga un desplazamiento máximo de 14.35 cm que significaría el colapso.

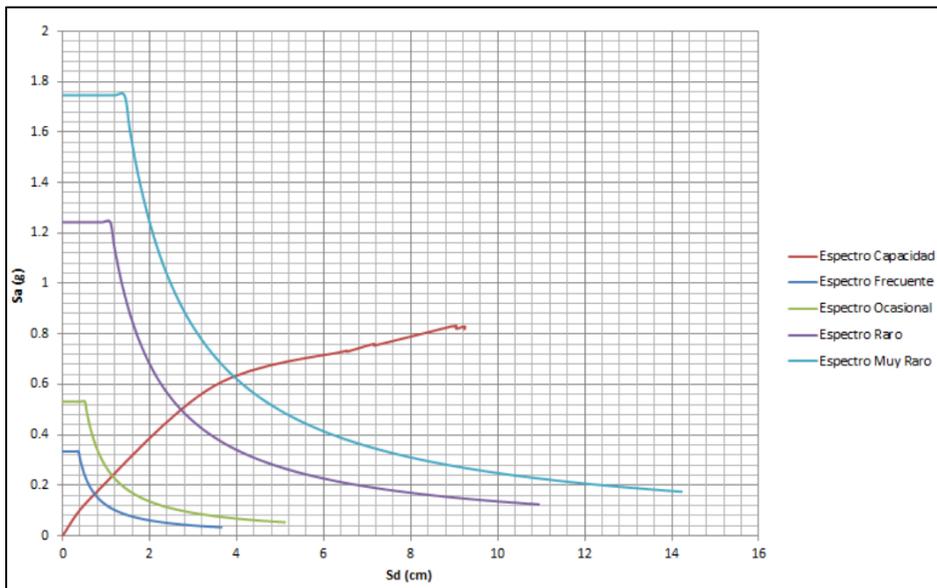
Se concluyó que la curva de capacidad que tiende a desplazarse 1.60 cm con una fuerza cortante de 265.05 Ton aproximadamente, y se muestra la capacidad última de la estructura en el sentido "Y" con un desplazamiento máximo de 5.91 cm con una fuerza de cortante basal de 342.99 Ton. Por ende se concluye que la estructura llegaría al final del análisis cuando tenga un desplazamiento máximo de 5.91 cm que significaría el colapso.

Se acepta la hipótesis específica N°1 que afirma lo siguiente: La curva de capacidad de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no

lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017, determina el desplazamiento máximo y llegar al colapso de la estructura.

- (Azaña, 2016, p.8-146). En la tesis titulada “Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de lima aplicando el análisis estático no lineal pushover”, llegando a la conclusión que el desempeño sismorresistente de la edificación si cumple los requerimientos de la normativa peruana E.030, con respecto al contexto de no colapso al obtener el nivel en desempeño de seguridad de vida.

Figura N° 68: Intersección del espectro de capacidad y espectro de demanda en “X”

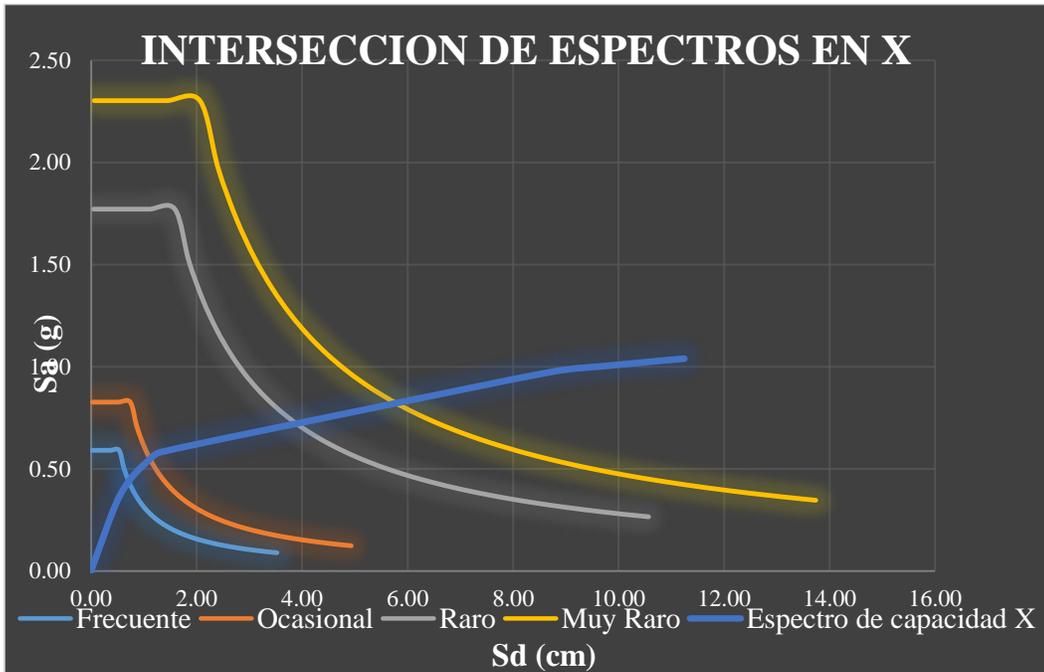


Fuente: (Azaña, 2016, p.8-146)

El nivel de desempeño de seguridad de vida está garantizando que los espectros de demanda cubren el rango del espectro de capacidad de la estructura apreciados en la figura N° 68.

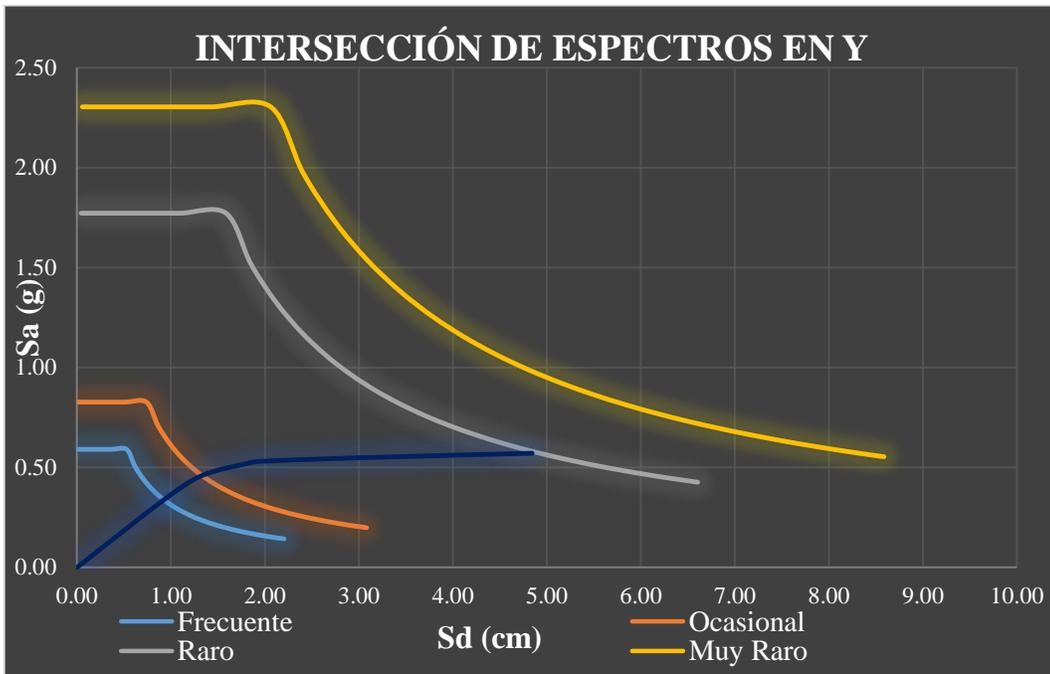
Asimismo se determinó en el contexto de la presente investigación los espectros de demanda y espectro de capacidad de la estructura en “X” e “Y” será tal como se muestra a continuación.

Figura N° 69: Espectro Capacidad vs. Espectro de Demanda en "X"



Fuente: Elaboración personal

Figura N° 70: Espectro Capacidad vs. Espectro de Demanda en "Y"



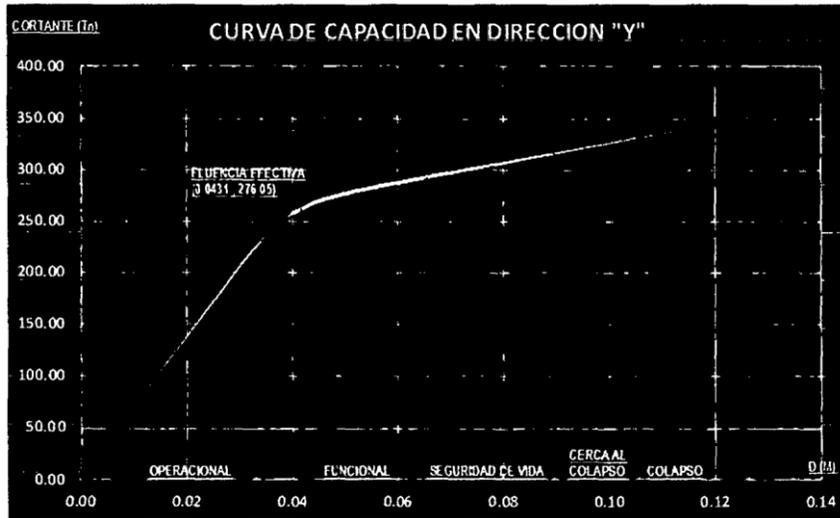
Fuente: Elaboración personal

Se concluyó que el espectro de demanda de los sismos frecuente, ocasional, raro y muy raro que contempla el código FEMA, confirmado que estos si cubren el rango del espectro de capacidad en “X”, sin embargo los espectros de demanda raro y muy raro no cubren el rango del espectro de capacidad en “Y”, en la figura N°5 Y N°6 respectivamente.

Se rechaza la hipótesis que afirma lo siguiente: Los espectros de demanda para el desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017, cubren el rango del espectro de capacidad de la estructura.

- (Orrillo, 2015, p.16-99). En la tesis titulada “Evaluación Del Desempeño Sismorresistente del Edificio del Centro Pre Universitario de La Universidad Nacional de Cajamarca”, llegando a la conclusión que para los sismos aplicados en Y el espectro calculado según normativa peruana E.030 y los sismos ocasional y raro, la estructura tiene los niveles de desempeño operacional y seguridad de vida respectivamente. Y para el caso de sismo muy raro dicha estructura alcanza un nivel de desempeño de seguridad de vida. Para los sismos aplicados en X el espectro calculado según normativa peruana E.030 y los sismos ocasional y raro, la estructura tiene los niveles de desempeño operacional y funcional respectivamente. Y para el caso de sismo muy raro dicha estructura alcanza un nivel de desempeño de seguridad de vida.

Figura N° 71: Seccionamiento de la curva de Capacidad Y

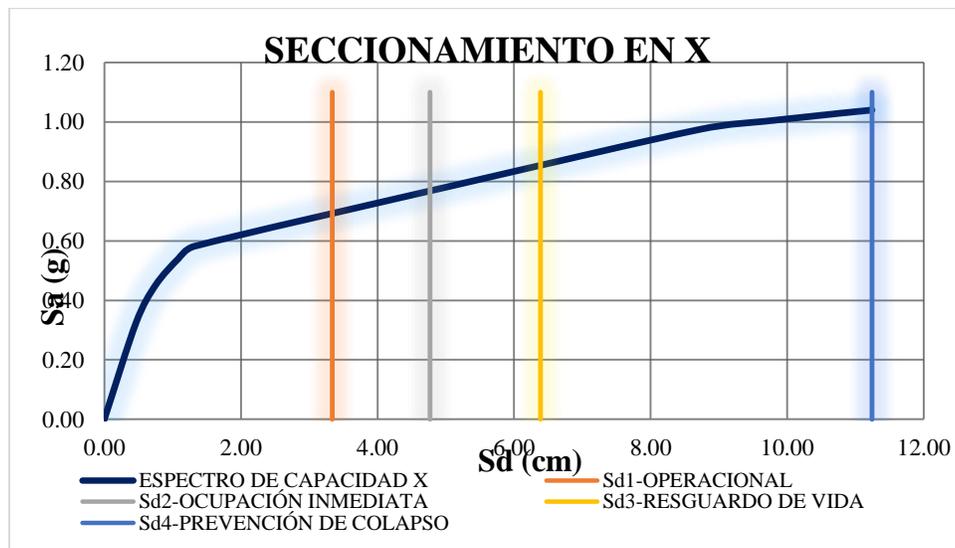


Fuente: (Orrillo, 2015, p.16-99)

En la figura N° 71 se aprecia los seccionamientos que corresponden a los niveles de desempeño operacional, ocupación inmediata, seguridad de vida y prevención del colapso.

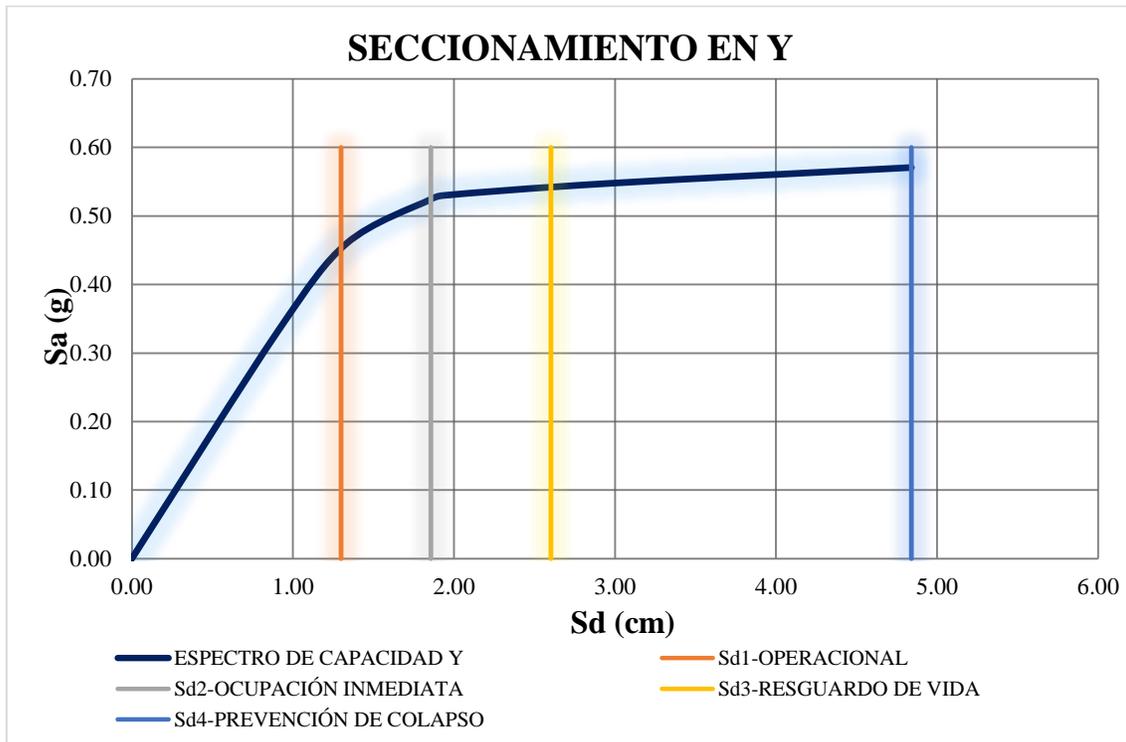
Asimismo se determino en el contexto de la presente investigación el punto de fluencia para el seccionamiento del espectro de capacidad.

Figura N° 72: Seccionamiento del Espectro Capacidad en "X"



Fuente: Elaboración personal

Figura N° 73: Seccionamiento del Espectro Capacidad en “Y”



Fuente: Elaboración personal

Se concluyó que en base al criterio de áreas iguales se logró determinar el punto de fluencia que se aprecia en la figura N°33, por ende se tendrá un desplazamiento de 4.769 cm para realizar el seccionamiento en “X”, bajo el mismo criterio se logró determinar el punto de fluencia que se aprecia en la figura N°34, con un valor de 1.857 cm de desplazamiento para realizar el seccionamiento correspondiente en “Y”, mostrados en la figura N°72 Y N°73 respectivamente.

Se acepta la hipótesis que afirma lo siguiente: El punto de fluencia para el seccionamiento del desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017, determina el limite según el nivel de desempeño.

- En base a la ubicación de los puntos de desempeño, permiten determinar el nivel de desempeño para cada espectro de demanda que contempla el código FEMA, precisando que satisface el nivel de desempeño en la dirección "X", pero no cubre el nivel de desempeño en la dirección "Y", sin embargo en la tesis de Azaña (2016) los resultados del desempeño sismorresistente de la edificación si cumple los requerimientos con respecto al contexto de no colapso al obtener el nivel de desempeño de seguridad de vida.
- En virtud al contexto sísmico de hoy en día nace la necesidad del desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover, siendo ello el modelamiento de la estructura con mayor acercamiento a lo real, haciendo uso de normativa internacional FEMA, en virtud a la carencia de filosofía de desempeño en la normativa peruana. Así como: Luna (2014), Orrillo (2015) y Azaña (2016), hacen uso de normativa internacional FEMA y ATC40 y aplican el análisis estático no lineal pushover y obtener el desempeño sismorresistente.

V Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

- En la matriz de desempeño propuesto por FEMA en la tabla N°22 se afirma que para estructuras esenciales que contempla el sismo ocasional, raro y muy raro le corresponde el nivel de desempeño estructural operacional, ocupación inmediata y seguridad de vida respectivamente, por ende la estructura de la I.E.JCM N°2040 en dirección “X” si cumple los requerimientos para estructuras esenciales según el código FEMA.
- Así mismo se determinó los niveles de desempeño sismorresistente en la dirección “Y” como se observa en la tabla N° 23, que para los sismos ocasional, raro y muy raro les correspondería un nivel de desempeño estructural operacional, ocupación inmediata y seguridad de vida respectivamente, se aprecia que no cumple con los requerimientos para estructuras esenciales según el código FEMA.
- Se determinó la curva de capacidad que tiende a desplazarse 1.40 cm con una fuerza cortante de 304.09 Ton aproximadamente, y se muestra la capacidad última de la estructura en el sentido “X” con un desplazamiento máximo de 14.35 cm con una fuerza de cortante basal de 568.80 Ton. Por ende se concluye que la estructura llegaría al final del análisis cuando tenga un desplazamiento máximo de 14.35 cm que significaría el colapso.
- Se determinó la curva de capacidad que tiende a desplazarse 1.60 cm con una fuerza cortante de 265.05 Ton aproximadamente, y se muestra la capacidad última de la estructura en el sentido “Y” con un desplazamiento máximo de 5.91 cm con una fuerza de cortante basal de 342.99 Ton. Por ende se concluye que la estructura llegaría al final del análisis cuando tenga un desplazamiento máximo de 5.91 cm que significaría el colapso.

- Se elaboró el espectro de demanda de los sismos frecuente, ocasional, raro y muy raro que contempla el código FEMA, confirmado que estos si cubren el rango del espectro de capacidad en “X”, sin embargo los espectros de demanda raro y muy raro no cubren el rango del espectro de capacidad en “Y”.
- En base al criterio de áreas iguales se logró determinar el punto de fluencia que se aprecia en la figura N°33, por ende se tendrá un desplazamiento de 4.769 cm para realizar el seccionamiento en “X”, bajo el mismo criterio se logró determinar el punto de fluencia que se aprecia en la figura N°34, con un valor de 1.857 cm de desplazamiento para realizar el seccionamiento correspondiente en “Y”.

5.2. Recomendaciones

- Realizar estudios de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover a estructuras esenciales más antiguas en los colegios públicos de Comas, con el fin de determinar su desempeño estructural y plantear algún tipo de reforzamiento.
- Realizar un estudio de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover como recurso adicional al diseño de cualquier edificación de concreto armado, considerando los parámetros propios del terreno de fundación de la estructura.
- Realizar el estudio de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover a colegios construidos con una antigüedad no mayor a 2 años, los cuales cumplen todos los requerimientos de las normas E-030 y E-060, con el fin de obtener una mayor comprensión del comportamiento estructural con un enfoque por desempeño.
- Realizar un reforzamiento mediante placas de concreto armado en la direcciones “Y” para el estudio de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover.

VI Referencias

Referencias bibliográficas

- Amorros Barrantes, Cristhian Alberto. 2015. Análisis sísmico usando sap2000 para evaluar la efectividad del comportamiento sismorresistente de la infraestructura de la I.E 82109, San Antonio Plan Tual – centro poblado - Huambocancha alta, prov.de Cajamarca, región Cajamarca. Cajamarca : s.n., 2015.
- Basualdo, Salinas. 2013. Evaluación del desempeño sísmico de sistemas estructurales innovadores. México : Universidad Nacional Autónoma de México, 2013.
- Carvallo, Haindl. 2014. Evaluación del Desempeño Sísmico de una vivienda de muros de Hormigón Armado. Santiago de Chile : Pontificie Universidad Catolica de Chile, 2014.
- Cazau, Pablo. 2006. Introducción a la investigación en ciencias sociales. Buenos Aires : s.n., 2006.
- Duarte Bonilla, Cesar Eduardo, Martinez Chavarria, Marlon Exequias y Santamaria Diaz, Jose Jonathan. 2017. Análisis estático no lineal (pushover) del cuerpo central del edificio de la facultad de medicina de la Universidad de el Salvador. San Salvador : s.n., 2017.
- Guevara Morales, Osorio Rodriguez. 2006. Evaluación de la capacidad estructural del edificio de la biblioteca de las ingenierias y arquitectura, utliando analisis estatico no lineal (pushover). San Salvador : Universidad de el salvador , 2006.
- Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, María del Pilar. 2010. Metodología. Santa fe : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2010.

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2016. Diseño sismorresistente. Lima : s.n., 2016.
- Paredes Azaña, Miguel Ángel. 2016. Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destino a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal pushover. Lima : s.n., 2016.
- Peralta Alvarez, Máximo G. 2012. Análisis estático no lineal y análisis dinámico no lineal del hospital de Vielha. Barcelona : s.n., 2012.
- Ramírez Parisca, Carolina. 2013. Estimación de la capacidad sismo-resistente en edificaciones de concreto armado modeladas con acero comercial aplicando el método análisis estático no lineal “pushover”. Caracas : s.n., 2013.
- Santana Tapia, Roland Daniel. 2012. Diseño sísmico por Desempeño de Estructuras de Albañilería Confinada. Lima (Perú) : Universidad Nacional de Ingeniería , 2012.
- Soto Orrillo, José Termófilo. 2015. Evaluación del desempeño sismorresistente del edificio del centro pre universitario de la Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca : s.n., 2015.
- Taipe Carbajal, Javier Francisco. 2003. Criterios de diseño por desempeño para la norma peruana de diseño sismorresistente. Lima : s.n., 2003.
- Valderrama, S. 2013. Pasos para elaborar proyecto de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta. 2da ed. Lima : Editorial San Marcos E.I.R.L. 469, 2013. pág. 469.
- Vergara Luna, Victoria Iberto y Zevallos Esquivel, Mario Cesar. 2014. Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la ciudad de Trujillo, La Libertad. Trujillo : s.n., 2014.
- Villanueva Mohr, Guillermo Osvaldo. 2009. Diseño sísmico por desempeño aplicado a un edificio de hormigón armado. Valdivia : s.n., 2009.

VII Anexos

ANEXO 1: Matriz operacional

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES					
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Análisis estático no lineal pushover	Es un método numérico donde se tiene que determinar cargas horizontales para determinar sus desplazamientos de la estructura en estudio en el rango no lineal, teniendo en cuenta las características propias de los componentes estructurales.	Referido a la aplicación de cargas de manera incremental, donde también se toma en cuenta el peso propio de la estructura.	Norma E.030	Parámetros sísmicos	Razón
			Curva de capacidad	Espectro de capacidad	Intervalo
			Curva de demanda	Espectro de Demanda	Intervalo
Desempeño sismorresistente	Capacidad sismorresistente de los componentes estructurales al ser sometidos a un nivel de sismo determinado.	Limita las consecuencias que se podrían presentar ante un evento sísmico de gran demanda.	Punto de desempeño	Intersección de espectro de capacidad y espectro de demanda	Razón

ANEXO 2: Matriz de consistencia

Título: “DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE MEDIANTE EL ANALISIS ESTÁTICO NO LINEAL PUSHOVER DE LA I.E. JCM N°2048 – PABELLON “G” – COMAS – 2017”						
Autor: ALEXANDER EULOGI MEZA CARRION						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN			
			VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál será el nivel de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G” – Comas – 2017?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>¿Cuál será la curva de capacidad de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017?</p> <p>¿Cuáles serán los espectros de demanda para el desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017?</p> <p>¿Cuál será el punto de fluencia para el seccionamiento del desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar el nivel de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar la curva de capacidad de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017.</p> <p>Elaborar los espectros de demanda para el desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017.</p> <p>Determinar el punto de fluencia para el seccionamiento del desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>El nivel de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017, cumple con los requerimientos para estructuras esenciales del código FEMA.</p> <p>Hipótesis específica:</p> <p>La curva de capacidad de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017, determina el desplazamiento máximo y llegar al colapso de la estructura.</p> <p>Los espectros de demanda para el desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017, cubren el rango del espectro de capacidad de la estructura.</p> <p>El punto de fluencia para el seccionamiento del desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover de la I.E. JCM N°2048 – pabellón “G”– Comas – 2017, determina el límite según el nivel de desempeño.</p>	V1: Independiente	Normativa E.030	Parámetros sísmicos	Tipo de investigación: Aplicada
			Análisis estático no lineal pushover	Curva de capacidad	Espectro de capacidad	Nivel de investigación: Descriptivo
				Curva de demanda	Espectro de demanda	Diseño de investigación: No experimental
			V2: Dependiente			Población: Pabellones “A, B, C, D, E, F y G” de la I.E. JCM N° 2048 colegio público del distrito de Comas.
			Desempeño sismorresistente	Punto de desempeño	Intersección de los espectros de capacidad y demanda.	Muestra: Pabellón “G” de la I.E. JCM N° 2048 – Comas.
						Diseño muestral: No probabilístico o dirigido

ANEXO 3: Fotografías de estudio de suelos in situ



ANEXO 4: Reporte de ensayos de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

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



INFORME N° S18 - 298-1

SOLICITANTE : MEZA CARRIÓN ALEXANDER EULOGIO
 PROYECTO : DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL
 PUSHOVER DE LA I.E. JCM N° 2048 - PABELLÓN "G" - COMAS - 2017
 UBICACIÓN : TERRENO CON FRENTE AL JR. EDUARDO CORREA MZ. V - LTE. 38
 URB. SANTA LUZMILA - COMAS
 FECHA : 24 DE ABRIL 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1
 Prof. (m.) : 3.00

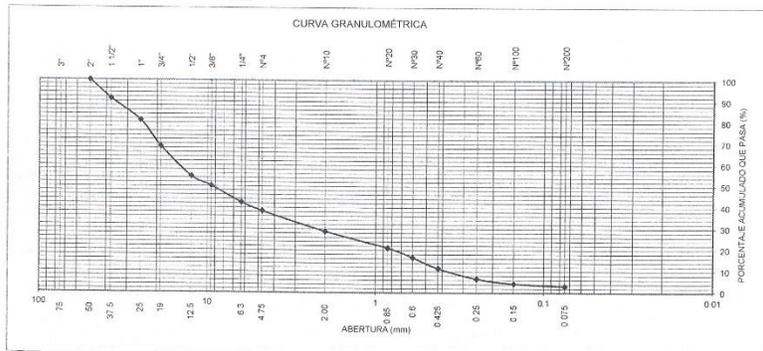
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(%)		Pasa
		Parcial Retenido	Retenido	
3"	75.000	-	-	
2"	50.000	-	-	100.0
1 1/2"	37.500	8.8	8.8	91.2
1"	25.000	10.3	19.1	80.9
3/4"	19.000	12.2	31.3	68.7
1/2"	12.500	14.1	45.3	54.7
3/8"	9.500	4.5	49.9	50.1
1/4"	6.300	7.7	57.6	42.4
N°4	4.750	4.0	61.6	38.4
N°10	2.000	9.6	71.2	28.8
N°20	0.850	7.7	78.9	21.1
N°30	0.600	4.5	83.5	16.5
N°40	0.425	5.0	88.5	11.5
N°60	0.250	4.9	93.4	6.6
N°100	0.150	2.3	95.7	4.3
N°200	0.075	1.3	96.9	3.1
FONDO		3.1		

% Grava :	61.6
% Arena :	35.3
% Finos :	3.1

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318		
Límite Líquido (%) :		NP
Límite Plástico (%) :		NP
Índice Plástico (%) :		NP

Clasificación SUCS ASTM D2487 : GP



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante
 Ejecutado por: Téc. G. Quico Z.
 Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.D.



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) del Laboratorio N°2 UNI - FIC

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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

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



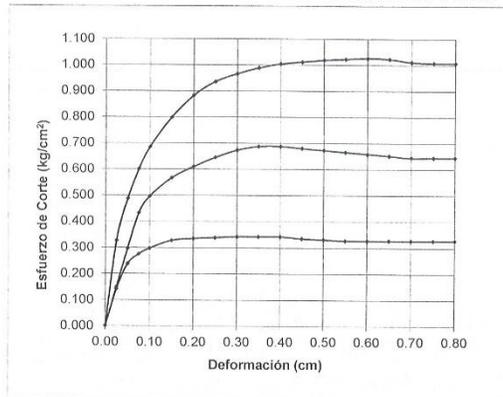
INFORME N° S18 - 298-1

SOLICITANTE : MEZA CARRIÓN ALEXANDER EULOGIO
 PROYECTO : DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL
 PUSHOVER DE LA I.E. JCM N° 2048 - PABELLÓN "G" - COMAS - 2017
 UBICACIÓN : TERRENO CON FRENTE AL JR. EDUARDO CORREA MZ. V - LTE. 38
 URB. SANTA LUZMILA - COMAS
 FECHA : 24 DE ABRIL 2018

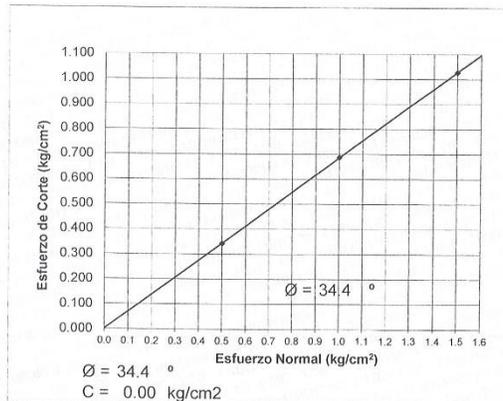
ENSAYO DE CORTE DIRECTO - ASTM D3080

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
 Calicata : C-1
 Prof. (m.) : 3.00

DEFORMACIÓN TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

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



INFORME N° S18 - 298-1

SOLICITANTE : MEZA CARRIÓN ALEXANDER EULOGIO
PROYECTO : DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL
PUSHOVER DE LA I.E. JCM N° 2048 - PABELLÓN "G" - COMAS - 2017
UBICACIÓN : TERRENO CON FRENTE AL JR. EDUARDO CORREA MZ. V - L.TE. 38
URB. SANTA LUZMILA - COMAS
FECHA : 24 DE ABRIL 2018

ENSAYO DE CORTE DIRECTO - ASTM D3080

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
Calicata : C-1
Prof. (m.) : 3.00

Especimen N°	I	II	III
Lado del molde (cm.)	5.97	5.97	5.97
Altura Inicial de la muestra (cm.)	1.79	1.79	1.79
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)	1.899	1.899	1.899
Densidad seca inicial (gr/cm ³)	1.874	1.874	1.874
Cont. de humedad inicial (%)	1.3	1.3	1.3
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm.)	1.783	1.767	1.757
Altura final de la muestra (cm.)	1.775	1.755	1.746
Densidad húmeda final (gr/cm ³)	2.219	2.239	2.243
Densidad seca final (gr/cm ³)	1.891	1.912	1.922
Cont. de humedad final (%)	17.4	17.1	16.7
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.342	0.687	1.026
Angulo de fricción interna :	34.4 °		
Cohesión (Kg/cm ²) :	0.00		

Nota : Los especímenes se remoldearon con la densidad proporcionada por el cliente.
Muestra remitida e identificada por el solicitante.

Realizado por : Téc. G. Quico Z.
Revisado por : Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) del Laboratorio N°2 UNI - FIC

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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

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



INFORME N° S18 - 298-2

SOLICITANTE : MEZA CARRIÓN ALEXANDER EULOGIO
 PROYECTO : DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL
 PUSHOVER DE LA I.E. JCM N° 2048 - PABELLÓN "G" - COMAS - 2017
 UBICACIÓN : TERRENO CON FRENTE AL JR. EDUARDO CORREA MZ. V - LTE. 38
 URB. SANTA LUZMILA - COMAS
 FECHA : 24 DE ABRIL 2018

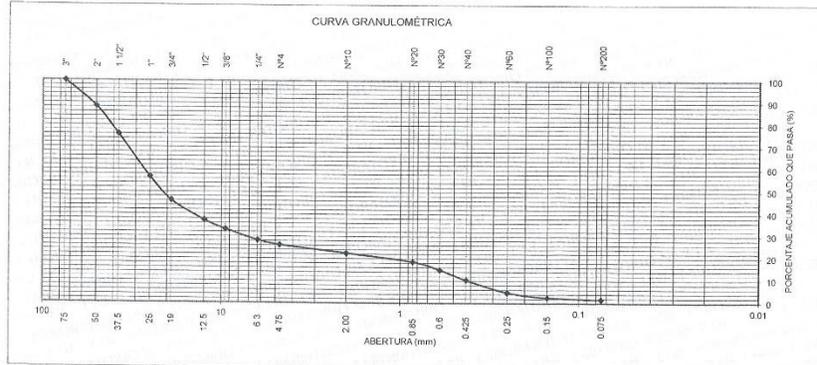
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-2
 Prof. (m.) : 3.00

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	75.000	-	-	100.0
2"	50.000	11.7	11.7	88.3
1 1/2"	37.500	12.5	24.1	75.9
1"	25.000	19.2	43.3	56.7
3/4"	19.000	10.6	53.9	46.1
1/2"	12.500	8.9	62.8	37.2
3/8"	9.500	4.0	66.8	33.2
1/4"	6.300	5.0	71.8	28.2
N°4	4.750	2.1	73.9	26.1
N°10	2.000	3.7	77.5	22.5
N°20	0.850	3.9	81.5	18.5
N°30	0.600	3.6	85.1	14.9
N°40	0.425	4.6	89.6	10.4
N°60	0.250	5.6	95.2	4.8
N°100	0.150	2.2	97.4	2.6
N°200	0.075	1.0	98.4	1.6
FONDO		1.6		

% Grava	: 73.9
% Arena	: 24.6
% Finos	: 1.6



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutado por : Téc. G. Quico Z
 Revisado por : Ing. D. Basurto R. / I.B.R.P.



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) del Laboratorio N°2 UNI - FIC

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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

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



INFORME N° S18 - 298-3

SOLICITANTE : MEZA CARRIÓN ALEXANDER EULOGIO
 PROYECTO : DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL
 PUSHOVER DE LA I.E. JCM N° 2048 - PABELLÓN "G" - COMAS - 2017
 UBICACIÓN : TERRENO CON FRENTE AL JR. EDUARDO CORREA MZ. V - LTE. 38
 URB. SANTA LUZMILA - COMAS
 FECHA : 24 DE ABRIL 2018

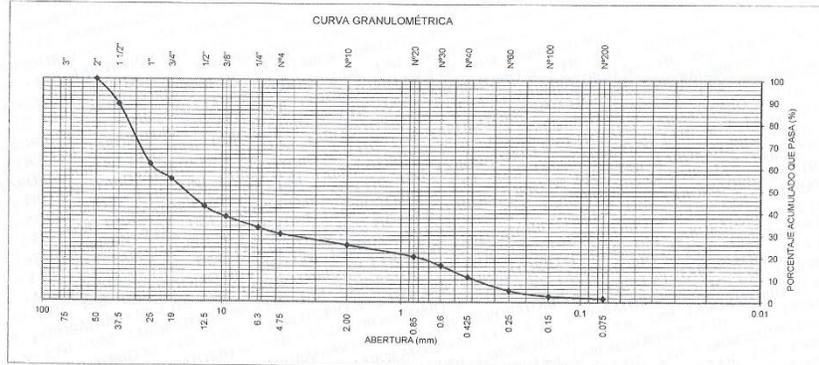
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-3
 Prof. (m.) : 3.00

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	Parcial Retenido (%)	Acumulado (%)	
			Retenido	Pasa
3"	75.000	-	-	100.0
2"	50.000	-	-	100.0
1 1/2"	37.500	11.3	11.3	88.7
1"	25.000	27.0	38.3	61.7
3/4"	19.000	6.7	45.0	55.0
1/2"	12.500	12.3	57.3	42.7
3/8"	9.500	4.6	61.9	38.1
1/4"	6.300	4.7	66.6	33.4
N°4	4.750	2.8	69.4	30.6
N°10	2.000	4.9	74.4	25.6
N°20	0.850	5.1	79.5	20.5
N°30	0.600	4.1	83.6	16.4
N°40	0.425	5.2	88.8	11.2
N°60	0.250	6.0	94.8	5.2
N°100	0.150	2.4	97.2	2.8
N°200	0.075	1.0	98.3	1.7
FONDO		1.7		

% Grava : 69.4
 % Arena : 28.9
 % Finos : 1.7



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

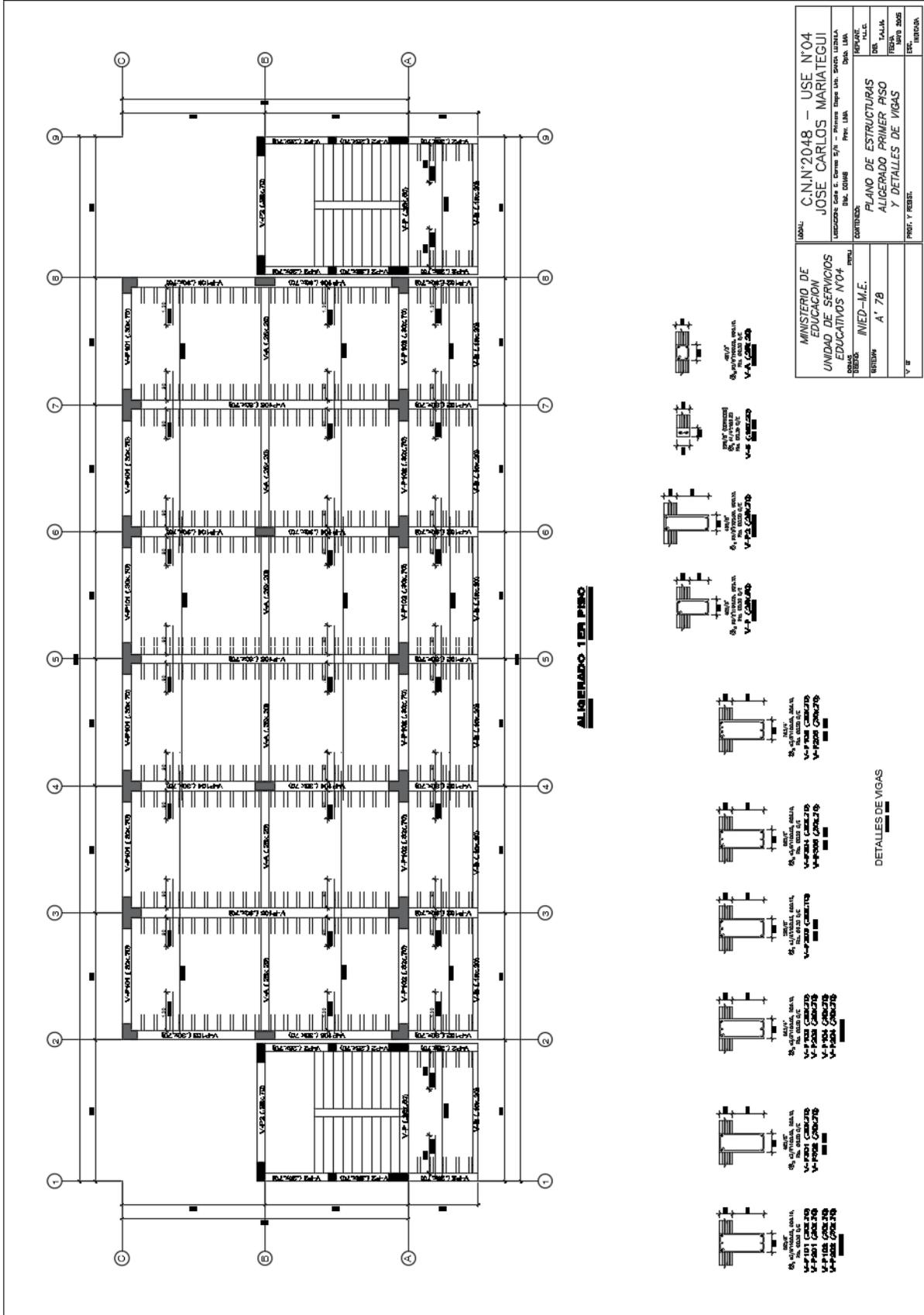
Ejecutado por : Téc. G. Quico Z.

Revisado por : Ing. D. Basurto R. / B.R.P.

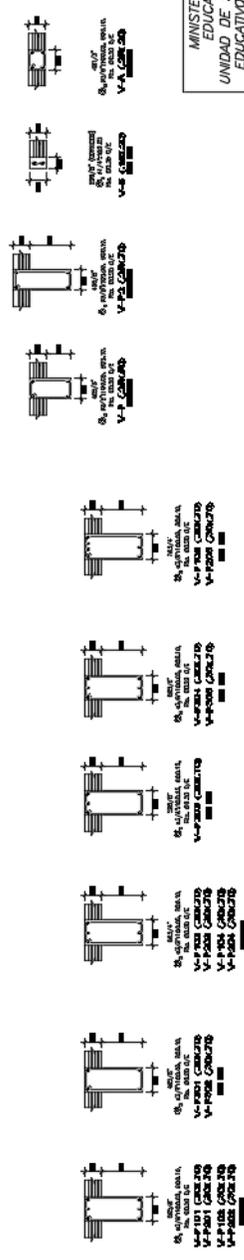


Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) del Laboratorio N°2 UNI - FIC

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

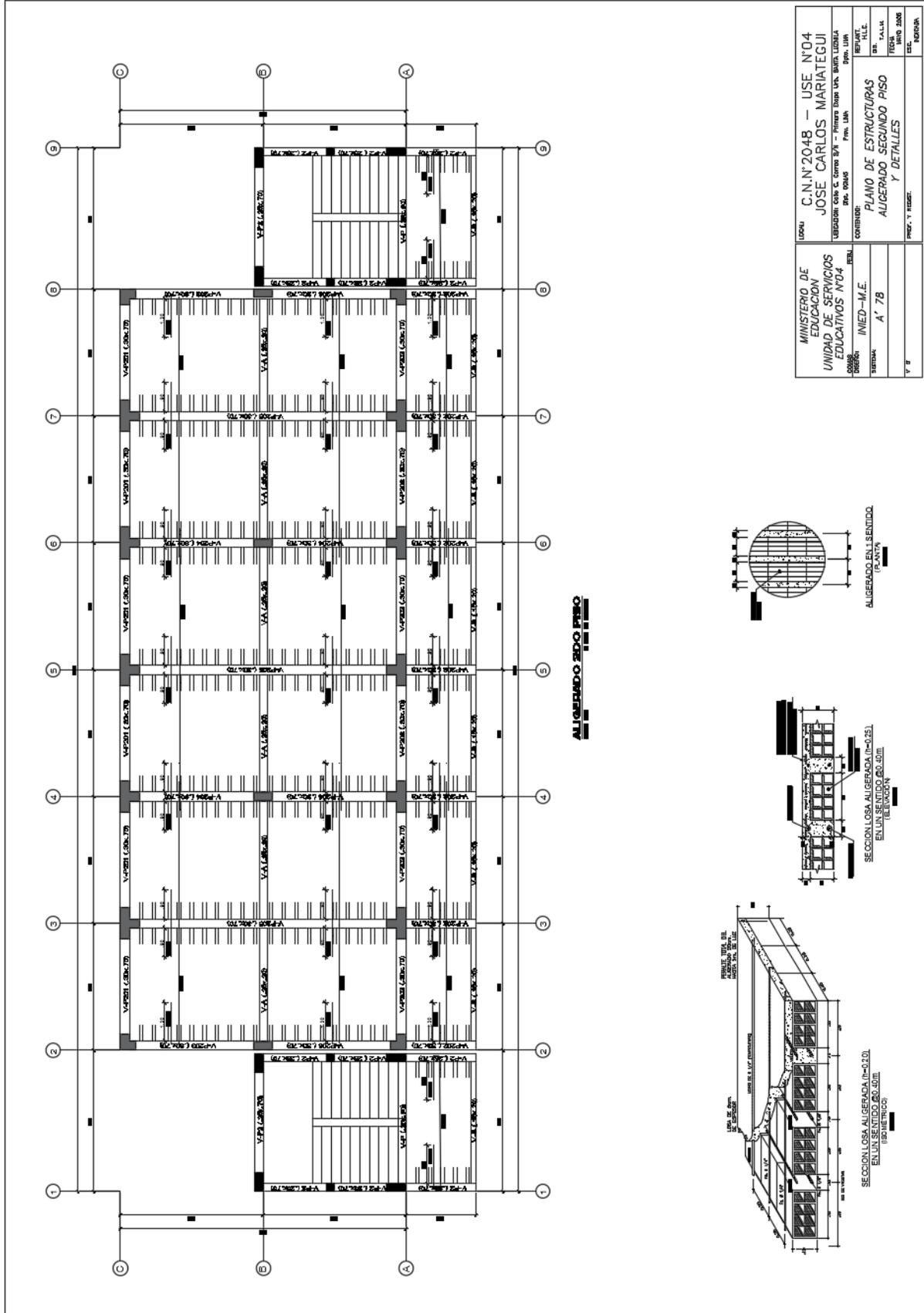


ALBERGADO 1ER PISO

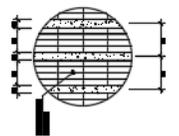


DETALLES DE VIGAS

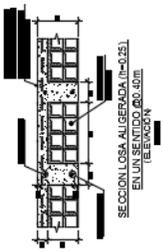
MINISTERIO DE EDUCACION UNIDAD DE SERVICIOS EDUCATIVOS N°04		USUO: C.N.N°2048 - USE N°04 JOSE CARLOS MARIATEGUI	
INSTITUCION: INED-M.E.		CONTENIDO: PLANO DE ESTRUCTURAS ALIGERADO PRIMER PISO Y DETALLES DE VIGAS	
ESCALA: A' 78		PROYECTANTE:	
V B		DE:	
V B		TALLA:	
V B		FECHA:	
V B		IMPRESION:	
V B		DISEÑO:	
V B		REVISOR:	
V B		APROBADO:	



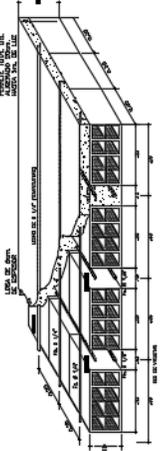
MINISTERIO DE EDUCACION UNIDAD DE SERVICIOS EDUCATIVOS N°04		C.N. N° 204B - USE N° 04 JOSE CARLOS MARIATEGUI	
UBICACION: CAS. E. Centro 8° N. - Barrio: Días Vta. María Teresa Pto. LMA. DOBOS		Pto. LMA. DOBOS	
CONTRATO: INMED-M.E.		REP/ART. H.L.E.	
DISEÑO: A' 7B		DIB. T.A.L.A.	
FECHA: A' 7B		FECHA: MARZO 2008	
P. N.		C.	
P. N.		C.	



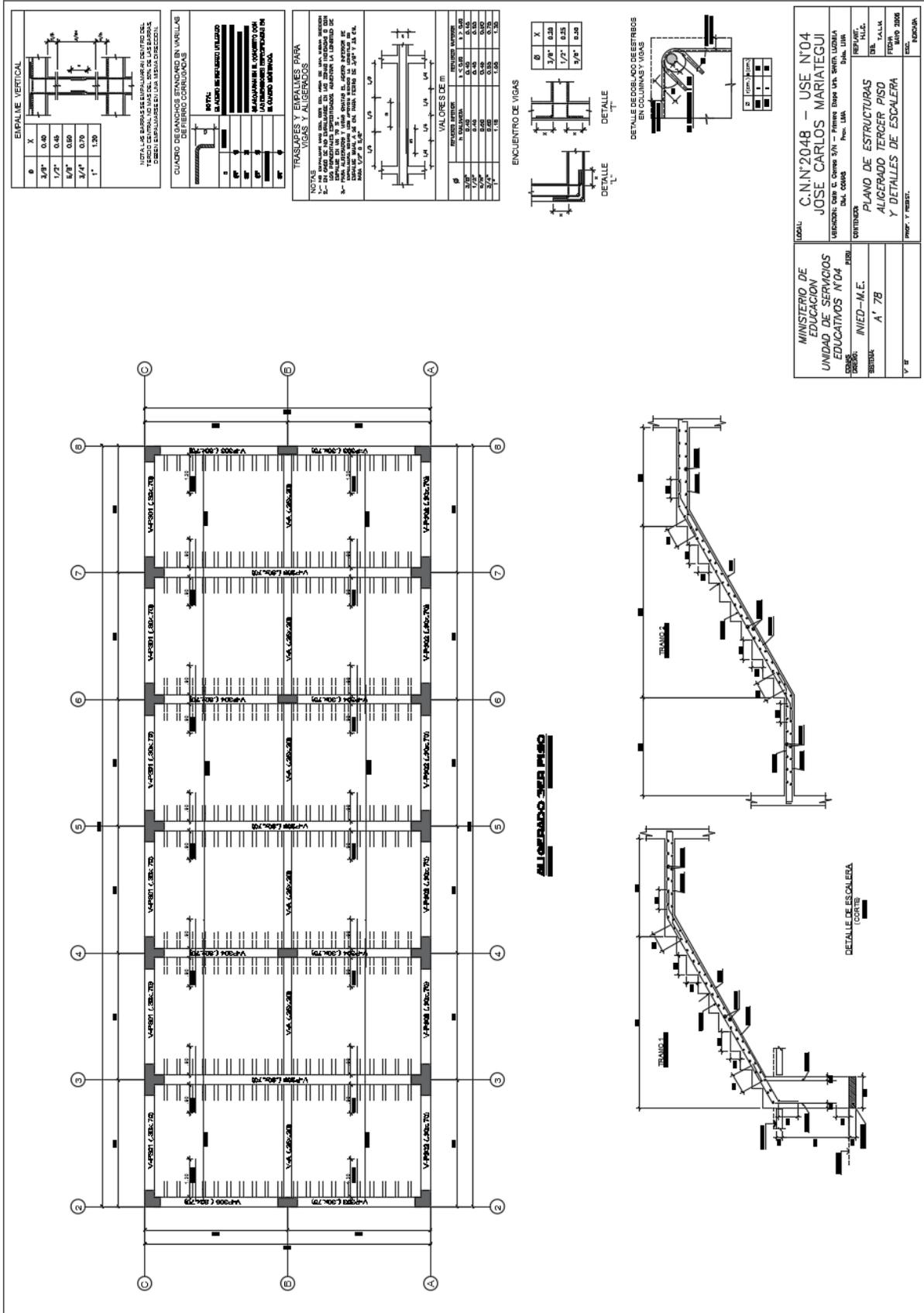
ALIGERADO EN SENTIDO (PLANTA)



SECCION LOSA ALIGERADA (I=0.25) EN UN SENTIDO (D.O. 0.01) TELEVISION



SECCION LOSA ALIGERADA (I=0.25) EN UN SENTIDO (D.O. 0.01) (D.O. 0.02)



EMPALME VERTICAL

Ø	X
3/8"	0.40
1/2"	0.45
5/8"	0.50
3/4"	0.70
1"	1.20

NOTA: LAS BARRAS SE EMPALMAN EN EL CENTRO DEL TERCIER CARRILLO DE BARRAS DEL ORO DE LAS BARRAS DEBEN EMPALMARSE EN LOS CARRILLOS.

CUADRO DE GANCHOS STANDARD EN VARILLAS DE FIERRO CORRUGADAS

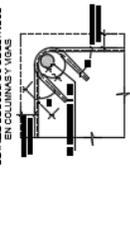
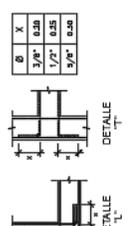
Ø	LONGITUD
3/8"	1.50
1/2"	1.75
5/8"	2.00
3/4"	2.25
1"	2.50

TRASLAPES Y EMPALMES PARA VIGAS Y ALIGERADOS

NOTAS:
 1- EN LOS CASOS DE LAS BARRAS DE FIERRO CORRUGADAS EN LAS VIGAS DE FIERRO CORRUGADAS, EL TRASLAPADO DEBE SER EN EL CENTRO DE LOS CARRILLOS DE BARRAS.
 2- EN LOS CASOS DE LAS BARRAS DE FIERRO CORRUGADAS EN LOS ALIGERADOS, EL TRASLAPADO DEBE SER EN EL CENTRO DE LOS CARRILLOS DE BARRAS.
 3- EN LOS CASOS DE LAS BARRAS DE FIERRO CORRUGADAS EN LOS ALIGERADOS, EL TRASLAPADO DEBE SER EN EL CENTRO DE LOS CARRILLOS DE BARRAS.
 4- EN LOS CASOS DE LAS BARRAS DE FIERRO CORRUGADAS EN LOS ALIGERADOS, EL TRASLAPADO DEBE SER EN EL CENTRO DE LOS CARRILLOS DE BARRAS.
 5- EN LOS CASOS DE LAS BARRAS DE FIERRO CORRUGADAS EN LOS ALIGERADOS, EL TRASLAPADO DEBE SER EN EL CENTRO DE LOS CARRILLOS DE BARRAS.

VALORES DE M

Ø	M
3/8"	1.50
1/2"	1.75
5/8"	2.00
3/4"	2.25
1"	2.50



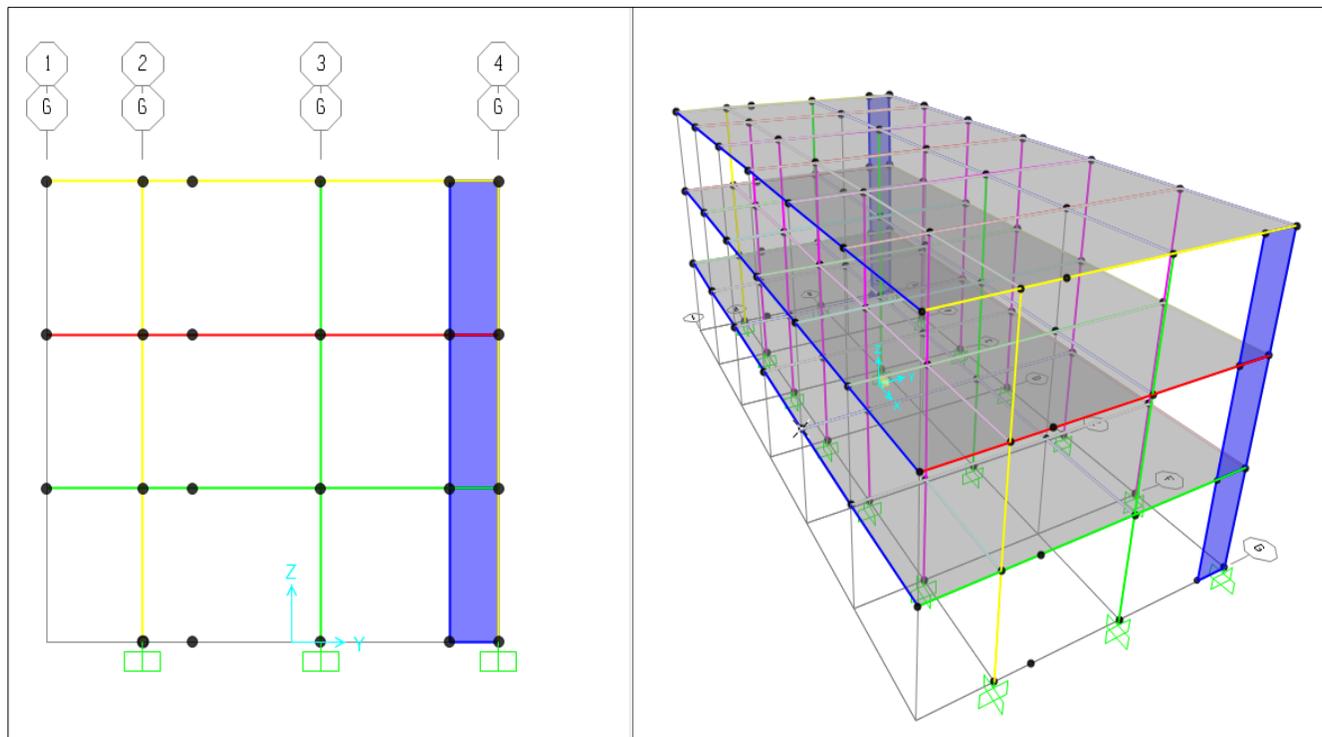
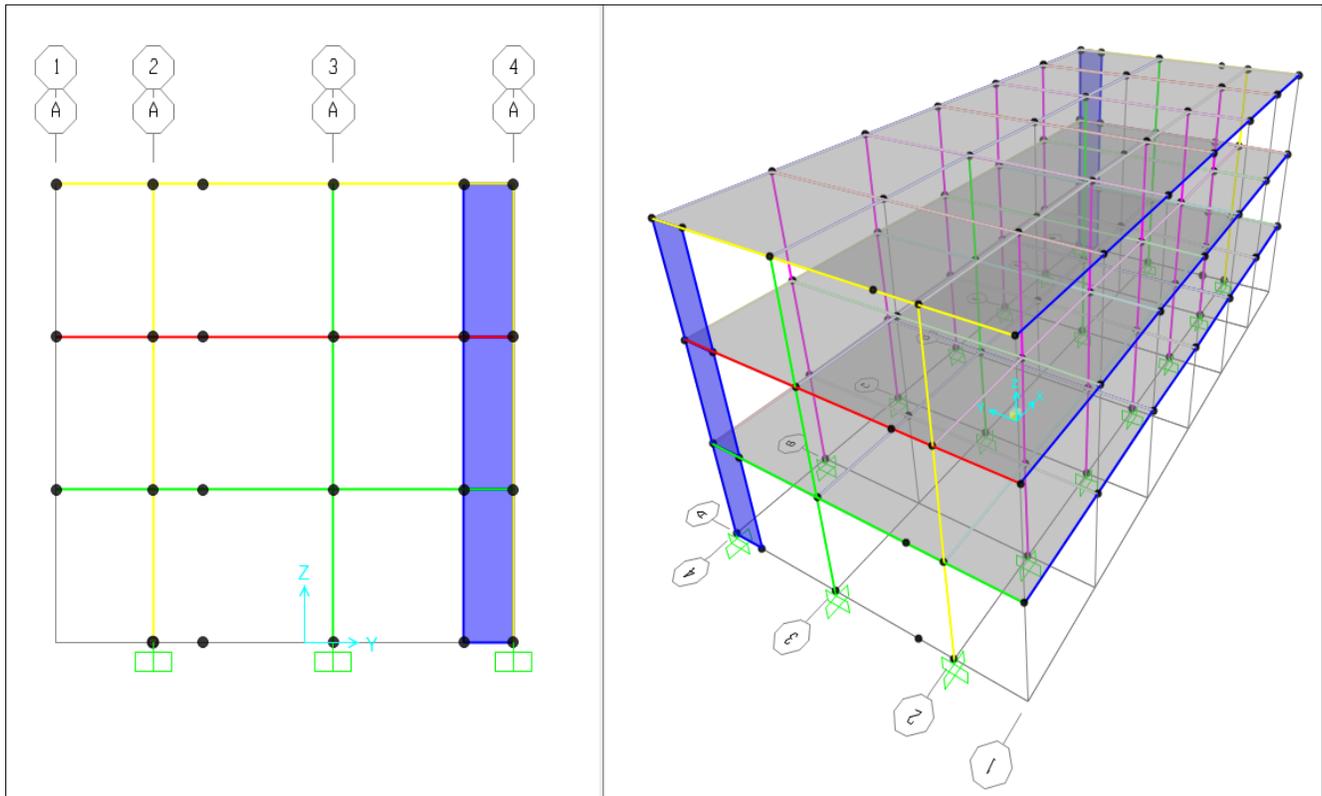
MINISTERIO DE EDUCACION
UNIDAD DE SERVICIOS EDUCATIVOS N°04
PROYECTO: INIED-M.E.
BOITACA A' 78

LOCAL: C.N.N°2048 - USE N°04
JOSE CARLOS MARIATEGUI
PROY. DISEÑO
PROY. DISEÑO

PLANO DE ESTRUCTURAS ALIGERADO TERCER PISO Y DETALLES DE ESCALERA

REP. INT. DEL PLAN
FECHA: 1978
ESCALA: 1/20

ANEXO 6: MODELAMIENTO ESTRUCTURAL CON REFORZAMIENTO (PLACAS)



ANEXO 7: REQUERIMIENTOS SEGÚN E-030

Story	DERIVA INELASTICA	ACTUAL SIN REFORZAR	Menor a 0.007?	REFORZADO CON PLACAS	Menor a 0.007?
Techo	DriftX*.75Rx	0.00199	OK	0.00255	OK
Piso 2		0.00310	OK	0.00372	OK
Piso 1		0.00246	OK	0.00254	OK
Techo	DriftX*.75Ry	0.00447	OK	0.00388	OK
Piso 2		0.00687	OK	0.00513	OK
Piso 1		0.00541	OK	0.00337	OK

Mode	SIN REFORZAMIENTO			REFORZADO CON PLACAS		
	Period	UX	UY	Period	UX	UY
1	0.3489	0.00	85.35	0.2990	0.00	82.20
2	0.2863	19.37	0.00	0.2591	69.11	0.00
3	0.2410	66.09	0.00	0.2200	16.41	0.00
4	0.1075	0.00	11.50	0.0861	0.00	13.31
5	0.0890	2.18	0.00	0.0783	10.48	0.00
6	0.0743	9.37	0.00	0.0643	1.04	0.00
7	0.0596	0.00	3.15	0.0435	2.91	0.00
8	0.0505	0.48	0.00	0.0419	0.00	4.49
9	0.0419	2.51	0.00	0.0315	0.05	0.00
	Σ=	100.00	100.00	Σ=	100.00	100.00

Story	Load	ACTUAL SIN REFORZAR	REFORZADO CON PLACAS
		V - Ton	V - Ton
Techo	SX	71.55	72.32
Piso 2		127.49	129.24
Piso 1		155.46	157.70
Techo	SDX	52.81	55.40
Piso 2		94.84	98.76
Piso 1		115.26	119.92
Techo	SY	71.55	72.32
Piso 2		127.49	129.24
Piso 1		155.46	157.70
Techo	SDY	61.72	63.45
Piso 2		110.46	110.32
Piso 1		133.97	131.50

ANEXO 8: VERIFICACIÓN DEL FACTOR DE REDUCCIÓN SSMICA

Ton										
Story	Pier	Load	Loc	P	V2	V3	T	M2	M3	
PISO 1	P1	SY	Bottom		24.68	30.48	0	0.017	0.021	67.547
PISO 1	P2	SY	Bottom		32.46	38.57	0.04	0.02	0.072	85.491

Cortante que absorben los muros en Y **69.05 Ton**
% del V basal **43.79%**

Ton										
Story	Column	Load	Loc	P	V2	V3	T	M2	M3	
PISO 1	C584	SY		0	-9.07	4.13	0.33	0.063	1.147	10.834
PISO 1	C585	SY		0	-14.15	5.25	0.67	0.063	1.51	12.339
PISO 1	C586	SY		0	-7.34	4.54	0.67	0.063	1.504	11.825
PISO 1	C587	SY		0	-15.32	5.68	0.65	0.063	1.488	13.356
PISO 1	C588	SY		0	-10.6	4.83	1.07	0.063	1.927	12.69
PISO 1	C590	SY		0	7.17	-4.19	0.66	0.063	1.541	-10.906
PISO 1	C591	SY		0	14.2	-5.25	0.69	0.063	1.577	-12.336
PISO 1	C592	SY		0	7.33	-4.54	0.7	0.063	1.581	-11.831
PISO 1	C593	SY		0	15.39	-5.68	0.7	0.063	1.577	-13.352
PISO 1	C594	SY		0	8.04	-4.91	0.71	0.063	1.589	-12.781
PISO 1	C596	SY		0	-66.01	-2.08	-0.65	0.038	-0.953	-8.469
PISO 1	C598	SY		0	13.77	4.18	-0.21	0.038	-0.472	9.487
PISO 1	C602	SY		0	14.87	-0.33	-5.32	0.038	-12.038	-0.604
PISO 1	C604	SY		0	-53.13	0.08	1.65	0.038	6.69	-0.142
PISO 1	C605	SY		0	16.63	6.34	0	0.013	-0.001	10.369
PISO 1	C606	SY		0	0	5.78	0	0.013	-0.001	10.059
PISO 1	C607	SY		0	0	6.26	0	0.013	-0.001	10.889
PISO 1	C608	SY		0	21.1	8.04	0	0.013	-0.004	13.144

Cortante que absorben las columnas en Y **14.065 Ton**
% del V basal **8.92%**

ANEXO 9: PRESUPUESTO DE REFORZAMIENTO (PLACAS)

PRESUPUESTO DE OBRA

OBRA : "REFORZAMIENTO CON PLACAS DEL I.E. JCM N°2048 "
 PROPIET. : REPÚBLICA DEL PERÚ
 UBICACIÓN : SANTA LUZMILA - COMAS

PART.	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO	PARCIAL	SUB-TOTAL
01	ESTRUCTURAS					
01.01.00	MOVIMIENTOS DE TIERRA					148.13
	EXCAVACIÓN DE ZANJAS P/CIMENTOS Y/O ZAPATAS	M3	2.08	37.97	78.98	
	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	M3	0.96	21.00	20.16	
	NIVELACIÓN Y APISONADO	M2	1.60	9.50	15.20	
	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	0.96	35.20	33.79	
01.02.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					37.92
	SOLADO PARA ZAPATA	M2	0.80	22.00	17.60	
	CONCRETO FALSO PISO e=4"	M2	0.80	25.40	20.32	
01.03.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					
	ZAPATAS					1,754.19
	CONCRETO FC=210KG/CM2 - ZAPATAS	M3	0.96	491.00	471.36	
	ACERO DE REFUERZO - ZAPATAS	M2	21.03	61.00	1,282.83	
	PLACAS					11,648.82
	CONCRETO FC=210KG/CM2 - COLUMNAS	M3	5.57	491.00	2,734.87	
	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO - COLUMNAS	M2	56.70	61.00	3,458.70	
	ACERO DE REFUERZO - COLUMNAS	KG	1,136.51	4.80	5,455.25	

COSTO DIRECTO	S/.	13,589.06
GASTOS GENERALES Y UTILIDADES (5%)	S/.	679.45
SUB TOTAL	S/.	14,268.51
IGV (18%)	S/.	2,568.33
PRESUPUESTO TOTAL	S/.	16,836.84



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

MEZA CARRIÓN, ALEXANDER EULOGIO

INFORME TÍTULADO:

*DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE MEDIANTE EL ANÁLISIS
ESTÁTICO NO LINEAL PUSHOUTER DE LO IE JCM N° 2048 -
PABELLÓN "G" - COMDS - 2017*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

10/07/2018

NOTA O MENCIÓN :

17 (Diez y Siete)



[Signature]
Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE
TESIS

Código : FO6-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, CANCHO ZUÑIGA, GERARDO ENRIQUE docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima- Norte, revisor (a) de la tesis titulada:

“DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL PUSHOVER DE LA I.E. JCM N°2048 – PABELLÓN “G” – COMAS – 2017”, del estudiante Meza Carrion Alexander Eulogio, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/La suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima, 10 de Julio de 2018

Firma

Dr. CANCHO ZUÑIGA, GERARDO ENRIQUE

DNI:07239750.....

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

Resumen de coincidencias

23 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

- 1 repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet 3 %
- 2 repositorio.cadenico... Fuente de Internet 3 %
- 3 repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet 2 %
- 4 repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet 1 %
- 5 tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet 1 %
- 6 Entregado a Universidad Trabajo de Embarque 1 %
- 7 www.vivienda.gob.pe Fuente de Internet 1 %
- 8 cybertesis.uach.cl Fuente de Internet 1 %
- 9 display.es Fuente de Internet 1 %
- 10 Entregado a Universidad Trabajo de Embarque 1 %
- 11 Entregado a Pontificia... 1 %



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Título
 "DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO LINEAL PUSHOVER DE LA I.E. JCM N°2048 - PABELLÓN "G" - COMAS - 2017"

TESIS PARA OBTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
 ALEXANDER FELICIANO MEZA CARRION
 ASESOR:
 DR. GERARDO ENRIQUE CANCHO ZUÑIGA

LINEA DE INVESTIGACIÓN
 DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL
 LIMA-PERÚ

Año: 2018