



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – Comas – Lima - 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTOR:

Br. Erli Benzy, Valle Loyola (ORCID: 0000-0003-0346-6239)

ASESOR:

Mg. Ing. Pinto Barrantes Raúl Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

La presente tesis está dedicada a dios ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mis padres, Benzy Loyola vingula y José Alberto valle Osorio, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

A mis hermanos, mis tías, tíos y mis primos por su compañía y consejos

Al Ing. Pinto, por su incondicional apoyo como un segundo papa en la universidad

Agradecimiento

A mi madre por enseñarme que no debo de rendirme ante nada por más inconvenientes que tenga en el desarrollo de mi carrera profesional.

Finalmente, al Ing. Raúl pinto Barrantes por el apoyo brindado durante la elaboración de este proyecto.

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad



Declaratoria de Originalidad del Autor

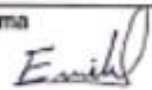
Yo, **VALLE LOYOLA, Erti Benzy** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

"Desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – Comas – Lima - 2019", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 20 de julio de 2019

Apellidos y Nombres del Autor VALLE LOYOLA, Erti Benzy	
DNI: 74966381	Firma 
ORCID: 0000-0003-0346-6239	



Índice	Pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	37
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	38
2.2. Operacionalización de variables.....	39
2.3. Población, muestra y muestreo.....	40
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	41
2.5. Método de análisis de datos.....	42
2.6. Aspectos éticos.....	43
III. RESULTADOS	44
IV. DISCUSIÓN	79
V. CONCLUSIONES	83
VI. RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS	88
ANEXOS	98

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Matriz de desempeño según FEMA 356</i>	22
Tabla 2. <i>Objetivos según FEMA 356</i>	22
Tabla 3. <i>Operacionalización de variables</i>	39
Tabla 4. <i>Factores de zona “Z”</i>	47
Tabla 5. <i>Factores de zona “Z”</i>	48
Tabla 6. <i>Factor de suelo “S”</i>	48
Tabla 7. <i>Periodo “TPI” Y “TI”</i>	48
Tabla 8. <i>Categoría de las edificaciones y factor “U”</i>	49
Tabla 9. <i>Sistemas estructurales E-030</i>	49
Tabla 10. <i>Fuerzas inerciales a aplicar para el análisis pushover</i>	52
Tabla 11. <i>Espectro de respuesta de aceleración espectral vs Desplazamiento espectral de la estructura en dirección X-X</i>	59
Tabla 12. <i>Espectro de respuesta de aceleración espectral vs Desplazamiento espectral de la estructura en dirección Y-Y</i>	60
Tabla 13. <i>Factores de nivel de demanda para cada sismo</i>	61
Tabla 14. <i>Espectros sísmicos de aceleraciones</i>	62
Tabla 15. <i>Espectro sísmico de aceleraciones (Sd)</i>	63
Tabla 16. <i>Expresiones utilizadas para el seccionamiento del espectro de capacidad</i>	66
Tabla 17. <i>Límites de desplazamiento según el nivel de desempeño para dirección X-X</i>	68
Tabla 18. <i>Límites de desplazamiento según el nivel de desempeño para dirección Y-Y</i>	69
Tabla 19. <i>Matriz de desempeño de la estructura para la dirección X-X</i>	76
Tabla 20. <i>Matriz de desempeño de la estructura para la dirección Y-Y</i>	77

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Pórticos de una estructura idealizada. 356	17
<i>Figura 2.</i> Pórtico especial resistente, combinando con muro estructurales.	18
<i>Figura 3.</i> Sistema muros Estructurales.	18
<i>Figura 4.</i> Análisis Modal.	19
<i>Figura 5.</i> Análisis pushover.	24
<i>Figura 6.</i> Esquema del Pushover.	25
<i>Figura 7.</i> Curva de capacidad.	26
<i>Figura 8.</i> Espectro de demanda.	28
<i>Figura 9.</i> Punto de desempeño sísmico.	29
<i>Figura 10.</i> Elementos de un sistema de un grado de libertad.	30
<i>Figura 11.</i> Espectro de Diseño.	32
<i>Figura 12.</i> AutoCAD 2016	45
<i>Figura 13.</i> Plano de ubicación	46
<i>Figura 14.</i> Zona sísmica	47
<i>Figura 15.</i> Tipos de distribución de cargas	53
<i>Figura 16.</i> Vista en 3D de la estructura a analizar	53
<i>Figura 17.</i> Asignación de rótulas plásticas a vigas, columnas y placas	54
<i>Figura 18.</i> Asignación de rótulas plásticas a vigas, columnas y placas eje “C”	54
<i>Figura 19.</i> Rótulas plásticas en dirección X-X.	55
<i>Figura 20.</i> Rótulas plásticas en dirección Y-Y	56
<i>Figura 21.</i> Cuerva de Capacidad en dirección X-X	57
<i>Figura 22.</i> Cuerva de Capacidad en dirección Y-Y	57
<i>Figura 23.</i> Espectro de Capacidad en dirección X-X	59
<i>Figura 24.</i> Espectro de Capacidad en dirección Y-Y	60
<i>Figura 25.</i> Espectros de demanda por nivel de daño	64
<i>Figura 26.</i> Espectros de capacidad de la estructura vs Espectros de demanda por nivel de daño para dirección X-X	64
<i>Figura 27.</i> Espectros de capacidad de la estructura vs Espectros de demanda por nivel de daño para dirección Y-Y	65

<i>Figura 28.</i> Aplicación de criterio de áreas iguales	67
<i>Figura 29.</i> Método de áreas iguales para dirección X-X.	67
<i>Figura 30.</i> Método de áreas iguales para dirección Y-Y.	68
<i>Figura 31.</i> Seccionamiento del espectro de capacidad en dirección X-X	69
<i>Figura 32.</i> Seccionamiento del espectro de <i>capacidad</i> en dirección Y-Y	70
<i>Figura 33.</i> Seccionamiento del espectro de capacidad y demanda en dirección X-X	70
<i>Figura 34.</i> Seccionamiento del espectro de capacidad y demanda en dirección Y-Y	71
<i>Figura 35.</i> Punto y nivel de desempeño en dirección X-X ante sismo frecuente	72
<i>Figura 36.</i> Punto y nivel de desempeño en dirección X-X ante sismo Ocasional	72
<i>Figura 37.</i> Punto y nivel de desempeño en dirección X-X ante sismo raro.	73
<i>Figura 38.</i> Punto y nivel de desempeño en dirección X-X ante sismo muy raro	73
<i>Figura 39.</i> Punto y nivel de desempeño en dirección Y-Y ante sismo frecuente	74
<i>Figura 40.</i> Punto y nivel de desempeño en dirección Y-Y ante sismo ocasional	74
<i>Figura 41.</i> Punto y nivel de desempeño en dirección Y-Y ante sismo	75
<i>Figura 42.</i> Punto y nivel de desempeño en dirección Y-Y ante sismo muy raro.	75
<i>Figura 43.</i> Matriz de desempeño FEMA.	76

Resumen

El contexto de la investigación contempla específicamente el Desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019 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 2018 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 edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila por los, precisando que la muestra que se tomó para la presente investigación es el edificio de 8 pisos y un sótano al ser el más representativo y el de mayor número de pisos, encontrarse en el lugar más estratégico del edificio. Para el desarrollo de la investigación se aplicó como herramienta computacional Structural software for Boulding Analysis and Desing (ETABS), 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, pushover; curva de capacidad, espectro de demanda.

Abstract

The context of the research specifically contemplates the seismic performance through a non-linear static analysis of a reinforced concrete building with 8 levels and a basement, Santa Luzmila - comas - Lima - 2019

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 capacity spectrum and the demand spectra that it is based on the E-030 2018 standard reaching the conclusion that the level of performance in the "X" sense satisfies the requirements of the FEMA (Federal Emergency Management Agency) code, however it did not cover said requirement in the "Y" sense. for an essential structure. The population is composed of an 8-level reinforced concrete building and a basement, Santa Luzmila, specifying that the sample that was taken for the present investigation is the building of 8 levels and a basement being the most representative and the largest of floors, to be in the most strategic place. For the development of the research, it was applied as a Structural software for Boulding Analysis and Desing (ETABS) computational tool, by 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.

Keywords: performance level, static analysis, pushover, capacity curve, demand spectrum

I. INTRODUCCIÓN

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

Asimismo, en la república de Chile hermano fronterizo fue participe de dicha actividad de sismos severos, por lo tanto, observamos la realidad y la gran demanda sísmica a la que conlleva que estamos expuestos, por encontrarnos en una zona altamente sísmica debido a que el Perú se encuentra en la zona de cinturón de juego, donde están las placas tectónicas de Nazca y la Sudamericana que ocasionan este fenómeno de sismos.

En el ámbito local el terremoto que se llevó acabo en la ciudad de Pisco - agosto del 2007 llegando ocasionar colapso total de 60% de viviendas en la mayoría de las estructuras según (INEI).

La provincia de lima no es ajena a la ocurrencia es estos eventos sísmicos, se han registrado 14 sismos de diferentes magnitudes a la fecha de 11-10-17 (IGP, 2017).

La presente investigación está ubicada geográficamente en el distrito de Comas, provincia y departamento de Lima.

Debido a la densificación poblacional en Comas ha generado un crecimiento inmobiliario inmoderado que se viene desarrollando de hace varios años atrás, nace la necesidad de evaluar uno de los edificios para evaluar su el desempeño capacidad y demanda de dicha estructura para un mejor futuro. motivo de estudio de la presenta investigación.

Esta tesis busca aportar en la línea de investigación sobre el desempeño sismorresistente, buscando predecir el comportamiento no lineal de una estructura existente en una edificación esencial siendo el caso específico de un edificio que llegara a contar con varias vidas humanas para así evitar el posible colapso o daños de consideración en los elementos estructurales de la edificación esencial ante un sismo severo, imposibilitando de llegar hacer un refugio durante y después de un sismo de gran demanda..

Orellana y Parra (2017) ***“Evaluación de desempeño sísmico de un edificio esencial a porticado de hormigón armado según la norma ecuatoriana de construcción (NEC-se-re, 2015)”***. Investigación para conseguir título, antepuesto a la preparación del título de Ingeniero Civil en la Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador. El fin principal de esta investigación es estimar el desempeño sísmico de una edificación fundamental a porticado de concreto armado que se encuentra en las normas ecuatorianas de construcción (NEC-SE-DS 2015) del mismo modo efectuar un análisis dinámico no lineal (ADNL) así como también el Análisis Estático No Lineal “Pushover” (AENL), así mismo encontrar el punto de desempeño así como el movimiento más grande que tendrá el edificio, con ello se efectuara una comparación hacia los dos métodos presentados internamente del propósito (AENL y ADNL), y por conclusión establecer una inventiva espontánea y apropiada para la elaboración de la estimación de desempeño sísmico de una edificación a porticado de concreto armado utilizando el programa SAP 2000. Atraves de ello se obtuvo las subsiguientes terminaciones, que el desempeño del edificio muestra la cabida de desenfreno de energía de la propia, Atraves de ello la alineación de las rótulas plásticas. Por medio de los análisis no lineales elaborados se visualizó que en el momento que la edificación logra su desplazamiento máximo o punto de desempeño las rótulas plásticas se constituyeron inicial en las vigas, y con esto se consuma que la construcción connota con el discernimiento viga débil - columna fuerte, y asimismo los puntos de desempeño conseguidos a través de los análisis no lineales almacenan conexión con el lenguaje; debido a que el deslizamiento grande del edificio y por lo tanto las derivas de entrepiso conseguidas por el Análisis dinámico no lineal (ADNL) son pequeñas que las alcanzadas por los análisis no lineales de espectro capacidad (ATC 40 y FEMA 440). Entonces es donde permanece el favor y el provecho de la diligencia del ADNL, ya que admite establecer con una más grande seguridad los desplazamientos en la construcción. Esto admite monopolizar mínimos secciones y refuerzos de las partes estructurales en la creación de nuevas construcciones, gracias a que el investigación es crecidamente puntual y minimiza y el aumento por estar seguro que posee el AENL (Análisis estático no lineal).

Sinisterra (2017) ***“Determinación del desempeño sísmico para edificios en pórticos de concreto reforzado diseñados bajo la norma de diseño sismo resistente C.C.C.S.R.84”***. Trabajo de Grado para optar al título de Magister en Ingeniería Civil en Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá-Colombia. Los objetivos de este estudio son establecer el nivel de desempeño sísmico de identificaciones en pórticos de concreto armado resistentes a flexión (PRM), por la aplicación del espectro de capacidad, y que estén siendo planteadas bajo el código C.C.C.S.R.-84, continuando con la producción de las curvas de demanda , espectro de demanda y espectro de capacidad sísmica conocido como (Pushover) para los distintas edificaciones de concreto armado (a porticado , dual , etc ...) , por lo cual esta averiguación conlleva por establecer la desviación completa para cada edificación, en las

dos trayectorias del sismo de diseño conocidas como , X e Y, y archivar del mismo modo los niveles de admisión determinados en el comité Visión 2000. La consecuente averiguación consiente consumir con que en gran cantidad de las edificaciones estructurales cimentada a través del reglamento de la C.C.C.S.R-84, debido a que no están intermediadas, tampoco reemplazadas en el reglamento N.S.R-10, pudieran existir, irrumpiendo en la categoría no lineal, en el proceso de la presentación de un movimiento sísmico ponderado a uno con gran severidad y exhibir potenciales errores en sus partes de la estructura; con ello se involucra que potendados de edificaciones, identidades privadas y públicas hurten como decisión el estudio y análisis de las construcciones no se hallen contenidas y permitidas a exactitud con los exigencias de la norma NSR-10, del mismo modo el número de edificaciones desarrollados suministra un específico antecedente que aprueba equilibrar los paralelismos de aprobación de acuerdo a los medidas del ATC-40 y Comité Visión 2000; las consecuencias conseguidas se establecen en la averiguación conseguida de los planos de la estructura así como de arquitectura.

Paredes (2016) “*Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de lima aplicando el análisis estático no lineal pushover*” tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil en la UPC. La sugerida investigación tiene como objetivo principal Ejecutar el esquema en estructuras con un predecible desempeño según pushover. Aplicando la sistemática: Pushover. Y consiguió las subsiguientes derivaciones: 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 existencia de los seres vivos y también estimar de modo más exacto potenciales declives de dinero en casos de de un movimiento de la tierra severos. 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 rangos operacionales de desempeño y seguridad de vida respectivamente. Del mismo modo en el caso de movimientos sísmicos grandemente raro dicha edificación consigue un rango 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. Así mismo en el caso de movimiento de la tierra grandemente raro dicha edificación logra 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

Chavesta (2019) “*Análisis Estático No lineal para estimar el desempeño Sísmico de una estructura aporticada de 5 pisos en la Ciudad de Lima*”. Investigación con el fin de optar el grado profesional de Ingeniero civil en la Universidad Federico Villareal Lima-Perú. Su fin mas grande es Estimar el desempeño sísmico, según el comité Visión 2000, de una edificación aporticada de cinco niveles en la localidad de Lima, aplicando la metodología de un pushover, también evaluar la demanda sísmica de la edificación aporticada de concreto armado en su zona de ubicación, evaluar la curva de capacidad de la edificación aporticada de concreto armado y estimar la ubicación del punto de desempeño de la edificación aporticada de concreto armado. Indican cierto aporte sobre la demanda sísmica muestra que el espectro de aceleraciones brinda un adecuado medio de comparación con el fin de valorar el desempeño sísmico de una edificación. Aun así, un adecuado estudio de microzonificación sísmica brindaría los parámetros necesarios para establecer una demanda sísmica con mayor certeza, por lo menos en estructuras esenciales o de importancia, asimismo la curva de capacidad de la estructura es perceptivo a los parámetros no lineales de los elementos, por lo que una adecuada construcción de las gráficas de momento – curvatura o momento – rotación de los elementos, brindaría una adecuada elaboración de la curva de capacidad y también que la ubicación del punto de desempeño varía directamente con la capacidad de la estructura, por lo que elementos más robustos, comparados a los iniciales, incrementaría la ductilidad de la estructura. Como conclusión de esta investigación se llegó que sea determinado, en relación con la demanda sísmica, que para un sismo de servicio, se tiene un tramo en meseta con una aceleración máxima espectral de 0.591g, para un sismo de diseño, se tiene un tramo en meseta con una aceleración máxima espectral de 1.181g y para un sismo máximo, se tiene un tramo en meseta con una aceleración máxima espectral de 1.772g. Considerando que en la zona 4 se espera una probable aceleración máxima horizontal de 0.45g, la cual comparada con la aceleración máxima del sismo de servicio esta es incrementada en un 131.33%, comparada con la aceleración máxima del sismo de diseño

esta es incrementada en un 262.44%, y comparada con la aceleración máxima del sismo máximo esta es incrementada en un 393.778%.

Calcina (2016). En su tesis titulada *“Evaluación del desempeño sísmico de un Edificio de once pisos utilizando análisis Estático y dinámico no-lineal*. Cuya Esta investigación tiene la finalidad determinar el grado de riesgo de sismicidad de las edificaciones en Cajamarca – 2015, Urb. Horacio Zevallos de aplicando la metodología de indagación mediante impresos, moldes y formularios y en cuales se anotaron las identificaciones. Finalmente concluye que el riesgo de sismicidad es muy elevado, y va de un grado medio a alto y a un alto riesgoso de sismicidad la vulnerabilidad, de este modo se confirma la hipótesis. Las edificaciones muestran una inseguridad de sismicidad de media a alta, requerido por lo que diversas de estas exhiben severos obstáculos de estructura, pueden dañar peligrosamente su desempeño frente la variabilidad de sismos, acarreando alcanzar un elevado peligro de daños de materiales y de muertes de personas. El riesgo de sismicidad el cual se encuentran mostradas las edificaciones se encuentra muy elevado, dependido al sismo, del mismo modo que la categoría del territorio y el espacio intermedio. Las causas desfavorables más frecuentes establecidas en las edificaciones vienen dadas por las fisuras en paredes, la aparición de erupción cutánea que deshace la albañilería y el desgaste del acero que se usó para reforzar en componentes arquitectónicos. Asimismo, consuma que los partes usados en el levantamiento de los domicilios investigados son de media a baja particularidad. Está presente una inapropiada inspección de calidad sobre los elementos. Los componentes de construcción informales usados en todos los domicilios, poseen una deficiente entereza, una aceptación de incertidumbre dimensional y una inmensa filtración de agua. Es producido por la insuficiente instrucción y limitada financiación de los dueños en mano de obra competente. Se contempla el escaso control en el desarrollo constructivo, incluso en los planos orientados por banmat, en el cual la inspección es insuficiente.

Flores (2015) *“Riesgo, peligro y vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas del distrito de Samegua, región Moquegua”*. Investigación para conseguir el grado profesional de Ingeniero Civil en la Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua – Perú. La indagación surge bajo la problemática del bajo nivel económico, muchos habitantes peruanos no poseen la probabilidad de emplear expertos y recurren al levantamiento irresponsable para construir sus domicilios en construcción confinada. El obstáculo frecuente de la generalidad de aquellas edificaciones por lo que poseen dificultades

organizadas peligrosas y serán de forma sísmica tremendamente frágiles. Donde concluye que la Fragilidad Sísmica hallado en aquel estudio de las edificaciones, es grande en un cincuenta y seis por ciento y Media en cuarenta y cuatro por ciento; estando los primordiales elementos predominantes la consistencia de paredes, el elemento utilizado que es mediano a escaso y la disposición de los operarios de obra mientras el procedimiento edificante. El Riesgo Sísmico encontrado en el estudio ejecutado, y es medio en el cien por ciento en los que existieron causas sobresalientes: la forma sísmica y el prototipo del terreno del territorio. El Riesgo del sismo hallado en el estudio estuvo de grande en un cincuenta y seis por ciento y media en un cuarenta y cuatro por ciento, habiendo este el producto del dominio de la peligrosidad y vulnerabilidad el sísmica. Finalmente, para el caso de la investigación la mayoría de las residencias de construcción confinada en el Distrito de Samegua son edificadas negligentemente y 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.

Paredes Morales Janiel (2014) “Nivel de Riesgo Sísmico en la I. E. San Marcos Provincia San Marcos - 2014”. Investigación para conseguir el grado profesional de Ingeniero Civil en la Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua – Perú. Sus objetivos más importantes son: Establecer el nivel de peligro ante un sismo en el colegio. “San Marcos”, 2014. Entre sus fines con mayor especificación tenemos: Comprobar la debilidad ante un sismo del colegio en mención. Así mismo todos los peligros que se presentan ante un movimiento en la tierra para la institución. En la contemporánea averiguación se utilizó una sistemática establecida en la igualdad de proposiciones presentada por, aquella igualdad de parámetros algebraicos la cual estuvo basada y aprovechada para construcciones de obra confinada por Tarque N. y consiente deducir de carácter numéricamente la vulnerabilidad, riesgo y peligro ante un sismo, consecutivamente fijar una valoración de mala, regular y buena. Esta sistemática estuvo conveniente por Mosqueira, 2012 para construcciones de ejemplo aporticadas y concerniente al conducta estructural, debido a que un método aporticado se soporta desigual a uno de albañilería. Se culminó en las subsiguientes consumaciones: Las áreas A y B de la del colegio “San Marcos” poseen vulnerabilidad

intermedia a procedencia de su conducta sísmica impropia, el área C posee vulnerabilidad grande, a procedencia de su proceder sísmico impropio, el mal estado de conservación y la falta de estabilidad de sus tabiques. El colegio “San Marcos”, asume riesgo sísmico alto, a origen de su gran sismicidad de la ubicación y las particularidades de su tierra de fundación. Las construcciones del colegio “San Marcos” frente a un movimiento de la tierra severo, sentirá y presentara desplazamientos referentes de piso entre piso más grande en el sentido “X” e “Y”, aunque se localizan en la categoría determinad y son mínimos a 0.007, MTC (2003). Las columnas y las vigas poseen una conducta tolerable ante cargas vivas y muertas (cargas de servicio), aunque inconvenientes frente a fuerzas sísmicas, obteniendo transportarlas al derrumbe. El colegio “San Marcos”, presenta peligro ante un sismo muy alto, en consecuencia, al peligro sísmico y la vulnerabilidad sísmica altos; de este modo si desempeña con la hipótesis utilizada en su proyecto.

Anis S. Shatnawi, Mazen Musmar, Laith I. Gharaibeh (2018) “Evaluation of Seismic Analysis Procedures for Concrete Moment-Resistant Frames with Horizontal Re-entrant Corners Irregularity”. Artículo de investigación en la revista IJIRSET. Este artículo aborda la evaluación de la Respuesta de concreto reforzado particular de momento-resistencia marco (SMRF) utilizando el programa de software ETABS v.15. los efectos de la esquina de reingreso como irregularidad del plan han sido evaluado para edificios que tienen (0%, 10%, 15%, 25% y 35%) de esquinas de reingreso y variando el número de historias de cuatro historias hasta treinta y dos historias de manera incremental Incrementado por cuatro historias en cada caso de estudio. Además, Los efectos de las categorías de diseño sísmico (SDC) B, C, D y E junto con diferentes procedimientos de análisis sísmico. También ha sido investigado. Las vistas en planta de los edificios con Se muestran diferentes porcentajes de la esquina de reingreso. El valor del período de transición (T_s) es el mismo en los SDC B, C y D, aunque difiere en SDC E. Los niveles de peligro entre los SDC B, C y D se pueden representar aproximadamente como sigue ($SDC B = 1/2 SDC C = 1/3 SDC D$). El n-s componente del registro de El-Centro de mayo de 1940 fue ajustado por utilizando la técnica de comparación espectral para permitir la comparación de su resultado en diferentes SDC, que a su vez no es uniforme escalamiento de un movimiento de terremoto de tierra para que coincida con su Espectro de respuesta con algún espectro objetivo, muestra la ilustración del componente N-S de mayo de 1940, El- Centro de registro. Además, la figura 5 muestra espectros de respuesta de registros de terremotos emparejados con su respuesta específica

Espectros homólogos además de diferentes diseños sísmicos categorías (SDC). Las siguientes conclusiones fueron hechas en base a los resultados. del estudio: teniendo en cuenta que ASCE / SEI 7-10 La fórmula da los mismos valores de los períodos para edificios con porcentaje diferente de la esquina de reingreso ya que solo depende en la altura de la estructura y no tiene en cuenta la efecto de las esquinas de reingreso, se encuentra que el porcentaje de períodos naturales de edificios con esquinas de reingreso en relación con estos con 0% de esquina de reingreso aumentan a medida que la altura del edificio se incrementa pero aumenta en la mayoría de los casos cuando se reentrada Se ha aumentado la esquina. El método ELF sobreestima el desplazamiento lateral máximo. y la relación de deriva para edificios en la mayoría de los casos. Por otra parte, y en términos generales, como la altura y la esquina de reingreso. Se incrementa el porcentaje de los edificios, su máxima lateralidad. Los desplazamientos y la relación de deriva también se incrementan.

Constantinos C. Repapis (2016) “Seismic Performance Evaluation of Existing RC Buildings Without Seismic Details. Comparison of Nonlinear Static Methods and IDA” In Department of Civil Engineering, Piraeus University of Applied Sciences, tiene como objetivo es la evaluación del rendimiento sísmico de edificios representativos de RC existentes, típicos del inventario de edificios existentes en los países del sur de Europa. La cual concluye lo siguiente: La evaluación del comportamiento sísmico de dos edificios de RC existentes de los años 60 y 80, desnudos y completamente llenos, es presentado en este estudio, basado en más de 1000 análisis estáticos y de historial de tiempo. Las conclusiones derivadas de este: El estudio se puede resumir de la siguiente manera: Tanto el pushover estático como los análisis dinámicos incrementales muestran que la construcción de los años 60 (K60) presenta deficiencias. El análisis pushover muestra que la falla de esta estructura ocurre en el desplazamiento del objetivo. La estructura también falla cuando sujeto a todos los registros escalados al espectro de diseño, por lo tanto, esta estructura exhibe un rendimiento sísmico inadecuado. Por otro lado, el edificio desnudo de los años 80 (K80) muestra un mejor comportamiento que el edificio desnudo de los años 60. Con una mayor resistencia y ductilidad, ya que está diseñado de acuerdo con las Disposiciones de Modificación Provisionales de 1984[35] que introdujo disposiciones de ductilidad de región crítica y un diseño de capacidad conjunta. Gracias a estos códigos requisitos, este edificio posee una mayor capacidad de deformación y resistencia, por lo que su demanda de puntos de rendimiento es cercana a su capacidad de deformación proporcionada. IDA proporciona

resultados similares, lo que demuestra que K80 no falla durante la mayoría de los casos. Los análisis dinámicos no lineales con registros escalados al espectro de diseño. Las paredes de relleno del perímetro, cuando se consideran, influyen en el comportamiento de la estructura. Marco completamente relleno de los años 60. exhibe un rendimiento significativamente mejor que el marco desnudo. Los rellenos aumentan tanto la rigidez como la resistencia excesiva de la Estructura, pero reducir su ductilidad global. La verificación de los criterios de límite en el desplazamiento objetivo muestra que la estructura rellena no fallar. Además, cuando se somete a registros escalados al espectro de diseño, la estructura no falla para la mayoría de los casos. Los resultados de IDA muestran una gran dispersión, pero los valores medios están razonablemente de acuerdo con las predicciones pushover. Objetivo el desplazamiento está en buena concordancia con el desplazamiento medio evaluado con análisis de historia de tiempo no lineal con Registros escalados al espectro de diseño. Sin embargo, las diferentes predicciones de análisis dinámicos no lineales con diferentes registros no son posibles de ser obtenido utilizando métodos estáticos solamente. Los análisis de IDA son, por lo tanto, una herramienta esencial para la evaluación de la vulnerabilidad de Estructuras existentes. Las curvas IDA medias también están de acuerdo con las curvas de empuje.

Mahdi Eghbali, Gholamreza Ghodrati Amiri y Morteza Raissi Dehkordi. (2015). *“Evaluation Of Modified Nonlinear Dynamic And Static Analyses For Seismic Behavior Of Steel Moment-Resisting Frames”* En la universidad de ciencia y tecnología de irán de la escuela de ingeniería civil. tiene como Objetivo determinar el comportamiento exacto de las estructuras y los métodos de análisis estático se utilizan para predecir el comportamiento estructural para fines de ingeniería. La cual, En esta investigación, se investigó la precisión de los resultados del análisis de IMP y MIDA como los nuevos métodos para predecir el comportamiento sísmico de los marcos SAC de 3 y 9 pisos como representación de los sistemas de resistencia de momento de acero típicos de altura media y baja. se obtuvieron las siguiente conclusión En esta investigación, la precisión de los resultados del análisis de IMP y MIDA como los nuevos métodos en la predicción del comportamiento sísmico de marcos SAC de 3 y 9 pisos como representación de baja típica y los sistemas de resistencia de momento de acero de mediana altura fueron investigados y las siguientes conclusiones fueron adquirido: 1) La aplicación de los métodos IMP y MIDA para el análisis del marco de 3 pisos ha llevado a Resultados adecuados y confiables para todos los diferentes registros

de movimiento de tierra seleccionados a cualquier intensidad medida, y los valores de medida de daño relacionados con el desplazamiento relativo máximo de historias y el máximo relativo de desplazamiento del techo ha sido con una muy buena aproximación a el método exacto es estimado por IDA. Por supuesto, los valores de desplazamiento previstos (sísmicos Las demandas) basadas en el método IMP son mayores que las de los otros dos métodos. Por lo tanto, Los resultados han sido presentados con un margen de seguridad. Sin embargo, las diferencias entre los resultados. no son significativos y el método IMP ha obtenido resultados aceptables para el marco de 3 pisos. 2) Los resultados obtenidos por el método MIDA tienen algunos errores considerables en relación con aquellos obtenido por el enfoque IDA; que junto con diversos cambios en la pendiente de la curva de resultados. Indique la sensibilidad de este método al efecto de los modos superiores en el marco de mediana altura estudiado. Aunque el método IMP genera una cantidad relativamente grande de errores, debido a la visualización de un comportamiento consistente y también teniendo cambios más pequeños de la pendiente de la curva, este método tiene menos Sensibles a los modos superiores y por lo tanto dan resultados más conservadores.3) La precisión de los resultados obtenidos por los análisis de IMP es inferior al método MIDA; Sin embargo, el IMP tiene resultados más conservadores. Además, debido a la relativa adecuada, simple y procesos rápidos del método IMP en el análisis estructural, por lo tanto, este método puede ser usado Para el diseño y evaluación de estructuras.

Mahdi Eghbali, Esmail Asadian, Gholamreza Ghodrati Amiri y Seyed Ali Razavian Amrei. (2016). *“Performance of steel frames equipped with buckling-restrained braces (BRBs) using nonlinear static and dynamic analyse”* En la universidad de ciencia y tecnología de irán de la escuela de ingeniería civil. tiene como Objetivo Este documento tiene como objetivo evaluar el rendimiento sísmico de los marcos planos de acero equipados con llaves de retención restringidas (BRB) que actúan como amortiguadores pasivos en comparación con concéntricos marcos reforzados (CBFs). Basado en los resultados del análisis estático y dinámico no lineal para marcos con refuerzo concéntrico (CBFs) y el marco reforzado restringido (BRBF), las siguientes conclusiones podrían ser expresado 1) Los marcos reforzados restringidos (BRBF) podrían proporcionar criterios de aceptación de los miembros en el nivel de rendimiento de seguridad de vida (LS) para el terremoto de seguridad básica 1 (BSE-1), mientras que algunos Los marcos con refuerzo concéntrico no logran este nivel de rendimiento. Además, el colapso Nivel de rendimiento de Prevención

(CP) en todos los modelos de marcos de refuerzo restringidos de pandeo (BRBF) Se satisface por los movimientos de tierra seleccionados del terremoto. 2) El valor de la disipación de energía en los bastidores reforzados restringidos de pandeo (BRBF) como uno de los dispositivos de disipación de energía pasiva según los registros de fallas cercanas y de campo lejano y también El número de historias ha cambiado. Por ejemplo, la disipación de energía por comportamiento no lineal. La mayoría de los modelos en marcos de poca altura de los modelos CBF se corresponden con modelos BRB similares. Sin embargo, debido a la rigidez y resistencia de las CBF de poca altura en condiciones de falla cercana y campo lejano En los registros, la tasa de disipación de energía en ellos es la misma que en los BRBF. Al aumentar la altura de los cuadros y más efectos de los modos superiores en el comportamiento no lineal de los cuadros, la velocidad de disipación de energía debida a un comportamiento no lineal aumenta, y la disipación de energía en Los BRBF son más que los CBF y aumentan considerablemente al aumentar la altura. Los la disipación de la energía de tensión es relativamente baja y despreciable en comparación con otros tipos de energía disipaciones. Su relación para los BRBF en compresión con los modelos CBF es notable que representa el Comportamiento reversible de BRBFs en comportamiento lineal y lleva a disminuir la demanda sísmica. Otros tipos de disipación de energía relacionados con la amortiguación viscosa y modal en los diferentes marcos. Han dedicado gran parte de la disipación de energía. Además, explorar los efectos de diferentes tipos de la amortiguación en los marcos reforzados restringidos de pandeo (BRBF) necesita más investigaciones. 3) Dado que, según los resultados, los valores de deriva entre pisos provienen de estática no lineal los análisis son superiores a los del análisis dinámico no lineal; Parece que usando lo no lineal. El análisis estático para los modelos BRBF estudiados no será apropiado. 4) Las curvas de capacidad de fuerza-deformación indican que, aunque los marcos BRB presentan menos elasticidad rigidez en la región lineal, proporcionan más ductilidad en las regiones no lineales lo que las hace disipar más energía en la excitación sísmica, especialmente en el caso de movimientos de tierra cercanos a fallas. 5) La evaluación general de este estudio sugiere que, al comparar las fuerzas de inercia en la estructura, relación de deriva entre pisos y relación de deriva residual de BRBFs y CBFs, se sugiere utilizar BRBs en Marcos de altura media y alta, en lugar de tirantes comunes para otorgar al edificio ductilidad y rigidez. y capacidad de disipación de energía.

Vishal Agrawal, Trilok Gupta and Ravi Kr. Sharma. (2018). *“Performance Based Analysis Of Structures Using Non-Linear Static Pushover Analysis”* Su objetivo es evaluar la adecuación de la resistencia de las estructuras RC enmarcadas para resistir movimientos de tierra fuertes. Llego a la siguiente conclusión El método exacto es estimado por IDA. Por supuesto, los valores de desplazamiento previstos (sísmicos Las demandas) basadas en el método IMP son mayores que las de los otros dos métodos. Por lo tanto, Los resultados han sido presentados con un margen de seguridad. Sin embargo, las diferencias entre los resultados. No son significativos y el método IMP ha obtenido resultados aceptables para el marco de 3 pisos.2) Los resultados obtenidos por el método MIDA tienen algunos errores considerables en relación con aquellos obtenidos por el enfoque IDA; que junto con diversos cambios en la pendiente de la curva de resultados. indique la sensibilidad de este método al efecto de los modos superiores en el marco de mediana altura estudiado. Aunque el método IMP genera una cantidad relativamente grande de errores, debido a la visualización de un comportamiento consistente y también teniendo cambios más pequeños de la pendiente de la curva, este método tiene menos Sensibles a los modos superiores y por lo tanto dan resultados más conservadores. 3) La precisión de los resultados obtenidos por los análisis de IMP es inferior al método MIDA; Sin embargo, el IMP tiene resultados más conservadores. Además, debido a la relativa adecuada, simpley procesos rápidos del método IMP en el análisis estructural, por lo tanto, este método puede ser usado Para el diseño y evaluación de estructuras. Resultados para diversas estructuras; mientras que la precisión del enfoque IMP en el análisis de altura Los edificios pueden disminuir debido al efecto de los modos más altos. Sin embargo, un comportamiento más consistente. Y se observa menor sensibilidad en los resultados obtenidos por el método IMP. 5) Debido al uso de un modelo de deformación lateral no lineal en el enfoque IMP, en algunos casos, la precisión de los resultados de IMP en el rango elástico no es tan satisfactoria en comparación con el Método MIDA; en cuyo caso, se puede utilizar un modelo de deformación lateral elástica para mejorar la exactitud de los resultados.

Peres Rita, Bento Rita & Castro José Miguel (2018). *“Nonlinear Static Seismic Performance Assessment of Plan-Irregular Steel Structures”* Cuyo objetivo es evaluar de un conjunto de Estática No Lineal.Procedimientos (NSPs), aplicados a grupos de plan regular e irregular. Este documento informa sobre la aplicación de un grupo de procedimientos estáticos no lineales (convencionales y métodos N2 extendidos, CSM con

las características de FEMA440 y ACSM) a un conjunto de ocho, estructuras de acero de tres pisos de altura, que consta de MRF y CBF como sísmica lateral Sistemas de resistencia, con configuraciones de planos regulares e irregulares. El objetivo principal era evaluar la efectividad de los NSP a través de una comparación con los resultados obtenidos por Análisis de tiempo no lineal (TH). El comportamiento global de las estructuras fue evaluado en base a la comparación de las Curvas de pushover obtenidas utilizando los métodos de pushover convencionales y adaptativos con el Resultados de los análisis de TH. Los NSP se evaluaron en términos de respuestas de traslación y torsión a través de la evaluación de las desviaciones entre pisos y la normalización de los desplazamientos de borde con Respecto al centro de desplazamientos masivos, respectivamente. En términos de respuesta traslacional, los resultados indican que, para estructuras con MRF como En los sistemas de resistencia sísmica lateral, todos los NSP sobreestiman la respuesta en ambas direcciones. Los métodos N2 y CSM son más precisos que el ACSM, excepto por los resultados. obtenido para el nivel de intensidad de diseño en la dirección z, donde los tres procedimientos proporcionó estimaciones muy cercanas de las derivas entre pisos. Respecto a las estructuras con CBF. como sistemas de resistencia sísmica lateral, los resultados indican que, en general, el N2 y el Los métodos de CSM proporcionan estimaciones muy precisas de la respuesta estructural en ambos planes direcciones. La efectividad del método ACSM proporciona aproximaciones precisas en Los primeros niveles de historia, en algunos casos mejor que los métodos N2 y CSM. sin embargo, el El método sobreestima la respuesta en el segundo y tercer nivel de la historia. Con referencia al comportamiento torsional, se encontró que, como se esperaba, torsional Se observaron desplazamientos en la dirección de las excentricidades (dirección z) en la Caso de estructuras plan-irregulares. El análisis de los resultados indica que, dependiendo de El tipo y la ubicación de los sistemas de resistencia laterales, se pueden extraer diferentes conclusiones. Sin embargo, en general, se muestra que el método de N2 extendido es apropiado para estimar la respuesta torsional de las estructuras de acero irregulares estudiadas, a excepción de la Estructura CBF-TR-PI en el borde flexible. Para superar esta limitación, una mejora de Se propone el método N2 extendido para estructuras rígidas a la torsión y plan irregular. Estructuras compuestas por marcos de refuerzo concéntrico. Consiste en la amplificación de Los desplazamientos obtenidos en el borde flexible a través de la aplicación de una corrección. factor que es una función de la respuesta torsional lineal del torsional equivalente equivalente estructura. Dado el número limitado de casos estudiados, análisis adicionales en plan irregular rígido torsionalmente rígido deberían

realizarse estructuras para extraer conclusiones definitivas sobre la Validez de este factor correctivo. Sin embargo, este trabajo contribuye al progreso. más allá del estado actual de la técnica, dando un paso más allá en la aplicación de pushover Análisis a estructuras plan-irregulares.

Carvalho G. and Peña L. (2015). “*Influence Of The Concrete Structural Configuration In The Seismic Response*” El objetivo es evaluar el comportamiento sísmico de una estructura de concreto reforzado con irregularidades estructurales horizontales observando su influencia en la pérdida de la capacidad de resistir cargas laterales y la disipación de energía. Que llega a la conclusión El diseño de una estructura de edificio implica el establecimiento de una combinación adecuada de los diversos elementos estructurales existentes y en la definición de las acciones para cumplir con los requisitos de seguridad, durabilidad, estética y funcionalidad, entre otros parámetros que deben presentar los edificios. Un gran diseño define la calidad estructural de una propiedad que es crucial para la resistencia a los terremotos. A menudo, los terremotos pequeños o moderados causan pérdidas severas si ocurren en un área cuyos edificios no fueron diseñados con las consideraciones de cálculo necesarias. Desde el análisis del comportamiento sísmico de una estructura simétrica y otros que presentan asimetría o irregularidad, se ha encontrado que la capacidad de la estructura para resistir cargas laterales en modelos con irregularidades es menor que en el modelo simétrico o de referencia. Se encontró que una estructura desigual podría operar en el régimen elástico, lo que se logra mediante el detalle apropiado, asegurando así que el mecanismo de disipación de energía funcione correctamente. En este caso, la capacidad de colapso estructural depende de la plasticidad de sus elementos. Es más importante prestar atención a los detalles que crean una buena redundancia estructural, lo que significa aumentar el número de para equilibrar las cargas aplicadas y disipar la energía generada por los terremotos. Si no es posible disipar la energía sísmica a través de la plasticidad de los componentes estructurales, sería necesario el uso de dispositivos externos que podrían ayudar en esta función.

Alghane T. [et al], (2016) en este artículo título “*Pushover Analysis Of Reinforced Concrete Buildings Using Full Jacket Technics: A Case Study On An Existing Old Building In Madinah*” su objetivo evaluar el Desempeño sísmico de edificios existentes en la ciudad de Madinah. KSA utilizando una técnica de vibración ambiental o basada en ASCE procedimientos llego a la siguiente conclusión Todas las técnicas de remodelación mejoraron

la ductilidad. Características de la estructura. Las columnas reequipadas. con chaquetas de acero completo utilizando placas de acero desarrollado el rendimiento estructural global en términos de ductilidad y Fuerza lateral más que eso mediante el uso reforzado. Chaquetas de hormigón. Usar chaquetas de hormigón de 150 mm de grosor, es más. Se pronuncia debido a secciones más grandes y adicionales Refuerzo longitudinal que el de 100 mm de espesor. Revestimiento de hormigón armado también es preferido adicional Una vez que las desviaciones laterales son necesarias para ser restringidas; además, Eso limita sucesivamente el daño. El diseño de todas las columnas con todos los tipos de reequipamiento. satisfacer los requisitos de diseño de seguridad, sin embargo, el factor de modificación de respuesta (R), no satisface el código Requisitos para algunos tipos de reequipamiento. Esto depende de La característica y dimensión de la modernización. chaqueta. En general, la retrofit estructural mejora la resistencia lateral. del edificio bajo los límites requeridos de cargas sísmicas y, por lo tanto, el riesgo de colapso estructural debajo de estas cargas. Este estudio muestra cómo se puede utilizar el análisis pushover en Para estimar la resistencia sísmica de las existentes o estructuras remodeladas, así como la forma en que el análisis lineal puede ser seguido de un análisis no lineal detallado de parte de la estructura. Uno de los principales beneficios del pushover no lineal. análisis más que los análisis lineales son que la probabilidad Para localizar el mecanismo de falla y el daño correspondiente. ubicaciones El análisis pushover proporcionará información valiosa Sobre el desempeño del edificio y su respuesta. Factor de modificación (R) en eventos sísmicos futuros esperados. Debe tenerse en cuenta que para ser más precisos y Resultados generalizados, esquemas de retrofit extra particularizados con Se deben examinar muchas condiciones de carga.

Kaushik y Dasgupta (2012). *“Assesment of Seismic Vulnerability of Structures in Sikkim, India, Base on Damage Obervation during Two Recent Earthquakes”*, American Society of Civil Engineers (ASCE Library). Se evaluaron los daños ocurridos como consecuencia de los sismos ocurridos el 14 de febrero del 2006 con una magnitud (MW=5.3) y el 18 de septiembre del 2011 con una magintud (MW=6.9), por las regiones montañosas cerca de la ciudad de Sikkim en la India, donde el artículo tuvo como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones construidas en la ciudad de Sikkim, en a India, obteniéndose como resultado en donde se aprovechó la información existente sobre los daños en la edificaciones que sufrieron ante el evento sísmico mencionado, encontrando que muchas de las edificaciones construidas en esa ciudad quedaron con daños significantes,

especialmente con el sismo ocurrido en el 2006, con una magnitud de $M_w=5.3$, que según la magnitud es moderado. Se concluyó en la investigación que se debían tomar medidas correctivas en las edificaciones existentes, ya que se observó que varias de esas edificaciones están propensas de sufrir daños significantes durante la ocurrencia de un evento similar.

Teorías relacionadas con el tema

Sistemas estructurales:

Es aquel conjunto de partes que conforman una guía física que se utiliza de base con la finalidad de dar un esquema a los elementos estructurales, que reflejan una forma de trabajo. Un objetivo que logra poseer en paralelo de una mezcla de estructurales formando un sistema.

❖ Sistemas porticados

Se maneja como organización para una sucesión de pórticos preparados en una sola dirección. Este procedimiento es el engrandecimiento manipulado en la actualidad en las regiones florecientes. Es autónoma de su arrastramiento, que logrará formar los pórticos transversales que podrá hacerse utilizando generalmente hormigón o madera. Las columnas y vigas forman parte de este sistema.

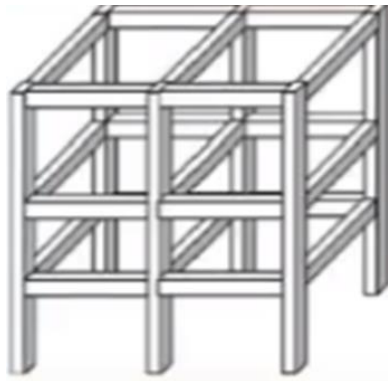


Figura 1. Pórticos de una estructura idealizada.

❖ Sistema dual

Sistema estructural que posee un pórtico especial resistente a momentos y sin diagonales, combinando con muro estructurales o pórtico con diagonales para que el sistema estructural se pueda clasificar como sistema dual se deben cumplir Enel que serie de requisito de manera

que las cargas son muy puntuales y divididas a igual forma. este sistema está conformado por placas, columnas y vigas de una manera equivalente

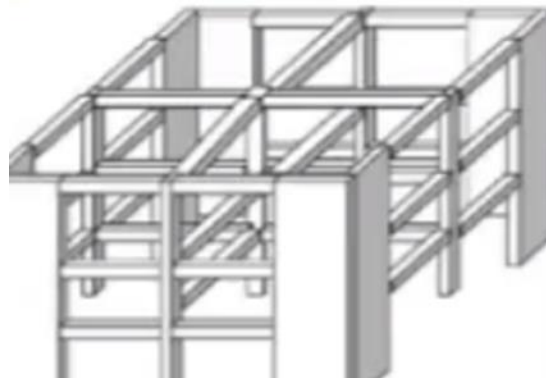


Figura 2. Pórtico especial resistente, combinando con muro estructurales.

❖ **Es un sistema muros Estructurales**

Es un sistema estructural que no dispone de un pórtico esencialmente completo y en el cual las cargas verticales son resistidas por los muros de carga y las fuerzas horizontales son resistidas en los muros estructurales. Este sistema está conformado por un 70% de placas en la estructura que columnas y vigas

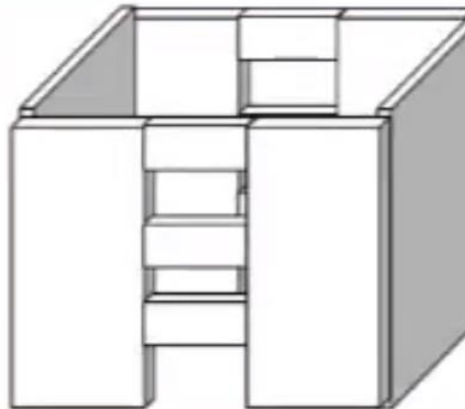


Figura 3. Sistema muros Estructurales.

Peligro sísmico en el Perú

Peligro sísmico en el Perú El peligro frente a un movimiento de sismo en una zona territorial terrestre, es aquella posibilidad de que la magnitud de evento sísmico pueda exceder de un valor prestablecido en determinado periodo de tiempo o periodo de retorno (Tito, 2018 p. 9),

este valor de la probabilidad de excedencia está asociado al nivel de sismicidad de la zona, por ello las zonas ubicados en lugares en donde se encuentran las fallas o zonas de interacción de placas sudamericana y nazca., de acuerdo con la norma E030 del 2016, en la costa peruana, se esperan niveles de aceleración del suelo del orden de los 0.45g, con una probabilidad de excedencia del 10% en 50 años (E 030, 2016, p. 4).

Demanda Sísmica

De acuerdo con la norma de diseño sismorresistente del Perú (E030, 2018: p.2), el tipo de suelo tiene un efecto directo sobre la acción sísmica, en específico en la magnitud de la aceleración, esta amplificación viene dada por el factor del suelo “S”, mientras que el efecto en el periodo de las características de vibración del suelo viene determinado por los parámetros T_p y T_l , un espectro característico de la norma E 030.

Análisis modal

Según (Ponce y Quinchuqui, 2018) menciona que: el análisis modal es empleado para definir los modos de vibración de una edificación. Por ello, estos modos son útiles para entender el comportamiento de la edificación. Así mismo, podemos emplear para dos casos como la base para una superposición modal en respuestas al espectro y también en casos de análisis modal en la historia del tiempo. (p. 19)

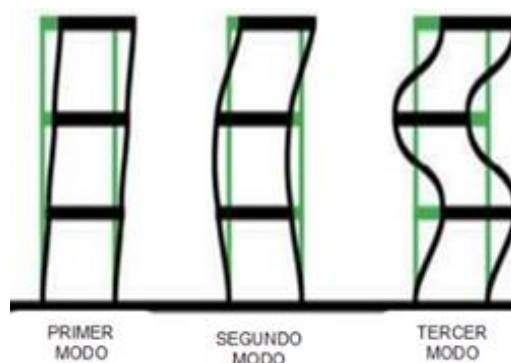


Figura 4. Análisis Modal.

Comportamiento sísmico

Según (Ponce y Quinchuqui, 2018) menciona que: en los últimos años se ha producido grandes pérdidas humanas, estructurales y a las ves económicas, esto se debe al tener un comportamiento sísmico inadecuado, puesto que, los movimientos horizontales que surgen

por fallas de la corteza terrestre causan mayor daño en un sismo, por lo tanto, estas deben diseñarse para resistir la cortante en la base de las estructuras a lo que se llama, la aceleración máxima horizontal. (p. 28)

Una manera de poder explicar el comportamiento sísmico de un edificio podría ser la experiencia del terremoto percibida desde un piso 15 que es de mayor altura, con relación a la que se vivió en un segundo o primer piso que es de menor altura, podemos decir, que es normal que un edificio se mueva, tiene que hacerlo. Por lo tanto, a mayor altura, mayor oscilación, si las energías de un terremoto buscan escapar por alguna parte, y en ese instante las ondas suben y bajan por la construcción.

Ductilidad

Según (Fernández, 2012, pág. 33) indica que: llamamos ductilidad a la propiedad que tiene algunos materiales en deformarse antes de que alcance su rotura, por ello, en ingeniería la ductilidad es muy importante dado que demuestra hasta qué cierto punto podría deformarse dicho material sin que esto pueda llegar a la rotura.

Es importante definir que la ductilidad, es la cualidad en la que ciertos materiales llegan a deformarse, por ejemplo, tenemos como el acero, este material llega a fallar cuando esta presenta una deformación inelástica notable, puesto que, al deformarse esta no vuelve a su posición inicial

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 Basualdo (2013, p. 12) “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”.

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 2018, 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.

Evaluación de Desempeño Sísmico

Según Sánchez y Terán indican que: dado que la evaluación del espectro de diseño inelástico basado en la amortiguación efectiva es indirecta y método ambiguo, este enfoque tiene algunos problemas como método de evaluación de la capacidad sísmica de una estructura. Recientemente, varios investigadores han implementado el concepto de ductilidad constante espectro de diseño ($R - \mu - T$) para la evaluación de un espectro de demanda y han demostrado que el uso de materiales inelásticos Los espectros de demanda conducen a estimaciones mucho mejores de la demanda de desplazamiento inelástica que las del Espectros de demanda elásticos basados en la amortiguación viscosa efectiva en el método de espectro de capacidad existente. Estimación del punto de rendimiento basado en respuestas de SDOF equivalentes (2008, p. 12)

El espectro de capacidad es la forma del sistema SDOF estimado considerando los parámetros dinámicos tales como Factor de participación modal y masa efectiva para el primer modo. La demanda sísmica del equivalente SDOF. El sistema se puede determinar usando el procedimiento gráfico. Tanto el espectro de demanda como el diagrama de capacidad. Se han trazado en la misma gráfica. La demanda de ductilidad del sistema se estima por la ratio de rendimiento. Desplazamiento en el espectro de capacidad hasta desplazamiento máximo inelástico en el punto de rendimiento.

Nivel de desempeño

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: de servicio, de diseño y máximo.

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:

Tabla 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
Prevencción 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:

Tabla 2. Objetivos según FEMA 356

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

Fuente. Adaptación del código FEMA 356.

Donde los objetivos básicos de seguridad se obtienen 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.

Análisis estático no lineal

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

Según Duarte, Martínez y Santamaria, mencionan que: 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. (2017, p. 25-26).

Según (Gueguen, 2013, pág. 121) indica que: realizar un análisis estático no lineal se va a determinar los patrones de cargas que se emplearan a la edificación, también se aplicara los modos de falla, lo que esto originará la curva de capacidad de la estructura’.

Según (Barrera, 2017, pág. 26) menciona que: es una herramienta que se basa en distribuir cargas laterales en toda la estructura en una sola dirección de forma incremental, sean de forma constante por fuerza o desplazamiento, hasta que la estructura llega su punto más crítico provocando un colapso, por ello, los puntos de control son evaluados desde la parte superior del edificio.

“El (AENL) nos permite decretar 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 (viva y muerta) según normativa E-030.
- Resistencia de los elementos estructurales: columnas, vigas y losas. Ubicación de las rotulas plásticas en las estructurales.
- La propiedad de esfuerzo-deformación de rotulas plásticas en función a la cantidad de acero longitudinal y transversal.
- Cargas laterales aplicadas en los centros de masa de las estructuras.

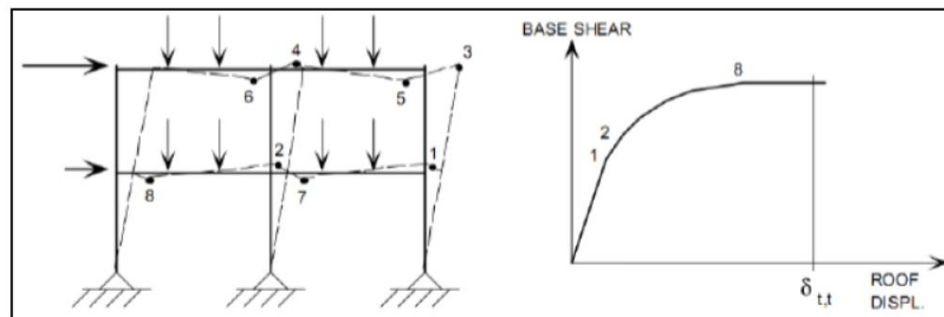


Figura 5. Análisis pushover.

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 ejemplo de análisis, el modelamiento estructural aplica claramente las características no lineales de los componentes en correlación fuerza-deformación.” Paredes (2016, p.27)

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

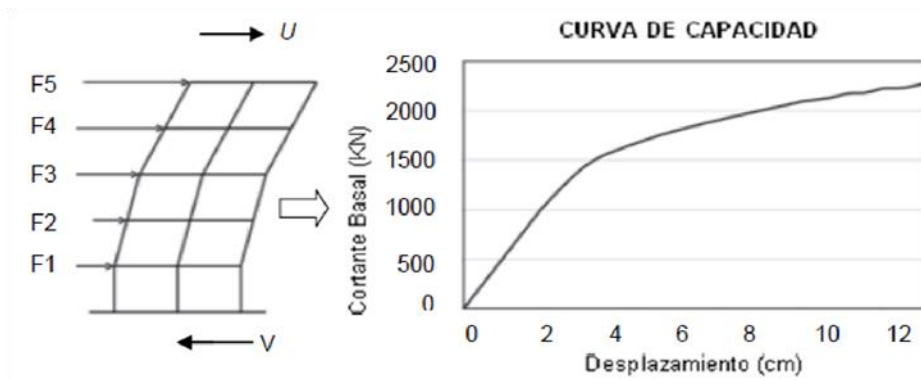


Figura 6. Esquema del Pushover.

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.

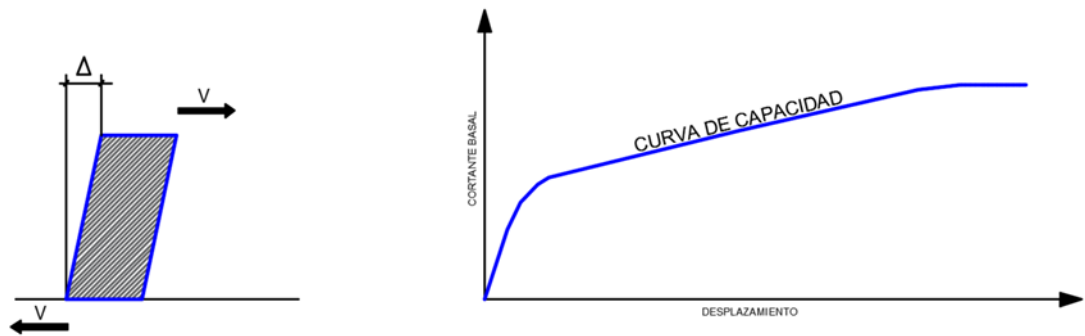


Figura 7. Curva de capacidad.

Evaluación del espectro capacidad (Método del ATC-40)

El procedimiento de análisis inelástico simplificado en ATC-40, una versión del Método de espectro de capacidad (CSM), es Basado en linealización equivalente. El supuesto básico en métodos lineales equivalentes es que el máximo desplazamiento de un sistema SDOF no lineal puede ser estimado a partir del desplazamiento máximo de un sistema elástico SDOF que tiene un periodo y una amortiguación relación que son más grandes que las de los valores iniciales para el sistema no lineal. El sistema SDOF elástico que es utilizado para estimar el desplazamiento inelástico máximo del sistema no lineal se conoce generalmente como el Sistema equivalente o sustituto. Del mismo modo, el período de la vibración y la relación de amortiguación del sistema elástico son comúnmente referidos como período equivalente y relación de amortiguación equivalente, respectivamente.

El concepto de amortiguamiento viscoso equivalente fue la primera propuesta por Jacobsen (1930, p. 23) para obtener aproximada Soluciones para la vibración forzada constante de amortiguado. Sistemas SDOF con desplazamiento lineal de fuerza relaciones, pero con fuerzas de amortiguamiento proporcionales a la potencia nth de la velocidad de movimiento cuando se somete a las fuerzas sinusoidales.

En este estudio pionero, la rigidez del sistema equivalente se estableció igual a la rigidez del sistema real y el viscoso equivalente relación de amortiguación se basó en igualar el disipado energía por ciclo de la fuerza de amortiguación real a la de la fuerza de amortiguación equivalente. Años después, el mismo autor extendió el concepto de amortiguamiento viscoso equivalente a rendimiento de sistemas SDOF (Jacobsen, 1960). Desde entonces, ha habido muchos métodos propuestos en la literatura. Revisión del anterior equivalente lineal. Los métodos se pueden encontrar en Jennings (1968), Iwan y Gates

(1979), Hadjian (1982), Fardis y Panagiatakos (1996), mientras que una revisión de algunos métodos recientes puede ser encontrada en Miranda y Ruiz-García (2003). Los métodos del espectro de capacidad como se documenta en ATC-40 se basa principalmente en el trabajo de Freeman et al. (1975, p. 65).

En métodos lineales equivalentes, el período equivalente es calculado a partir del período inicial de vibración del sistema no lineal y desde el máximo desplazamiento relación de ductilidad, μ . Del mismo modo, la amortiguación equivalente. La relación se calcula en función de la relación de amortiguación en el sistema no lineal y la relación de ductilidad de desplazamiento. Las principales diferencias entre los muchos equivalentes lineales. Métodos que están disponibles en la literatura principalmente de las funciones utilizadas para calcular el período equivalente y relación de amortiguamiento equivalente. Como se discutió en la Sección 2.4.2, la capacidad-espectro el método de acuerdo con ATC-40 usa la rigidez secante en desplazamiento máximo para calcular el período efectivo y relaciona la amortiguación efectiva con el área bajo la curva de histéresis. Estas suposiciones resultan en un período equivalente, T_{eq} , y equivalente relación de amortiguación (conocida como amortiguación viscosa efectiva, β_{eq} , en ATC-40) dado por Espectro de demanda (Freeman et al. 1975, p. 65).

Evaluación del método de coeficiente (FEMA 356)

La determinación del desplazamiento objetivo en el procedimiento estático no lineal simplificado (NSP) conocido como el método del coeficiente de desplazamiento es principalmente descrito en el documento FEMA 356. Según este documento, el objetivo, desplazamiento, δ_t , que corresponde al desplazamiento a nivel del techo, se puede estimar como en la ecuación:

$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g \quad (3.3)$$

Dónde:

C_0 = Factor de modificación para relacionar el desplazamiento espectral de un sistema SDOF equivalente a el desplazamiento del techo del edificio MDOF. sistema. Se puede calcular a partir de

- El primer factor de participación modal,
- El procedimiento descrito en la sección en FEMA 356
- El valor apropiado del FEMA 356.

$C1$ = Factor de modificación para relacionar lo esperado.

Desplazamientos máximos de un inelástico.

Oscilador SDOF con propiedades histéricas del EPP a desplazamientos calculados para el lineal. Respuesta elástica.

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).

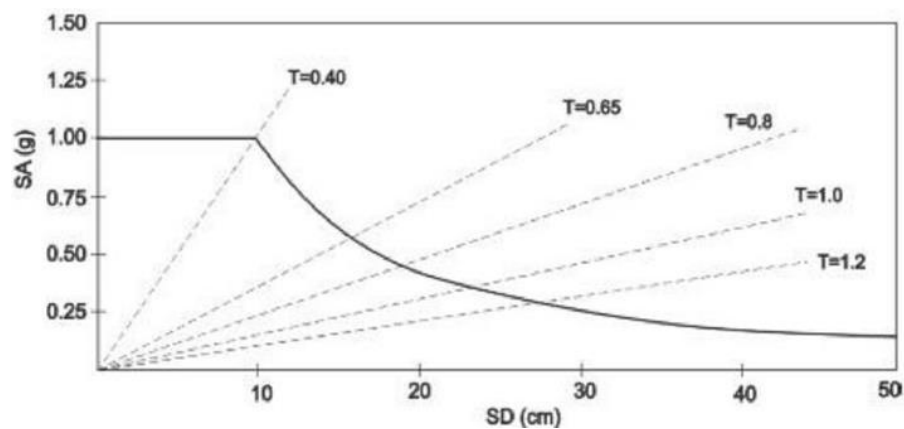


Figura 8. Espectro de demanda.

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 Taipei (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.

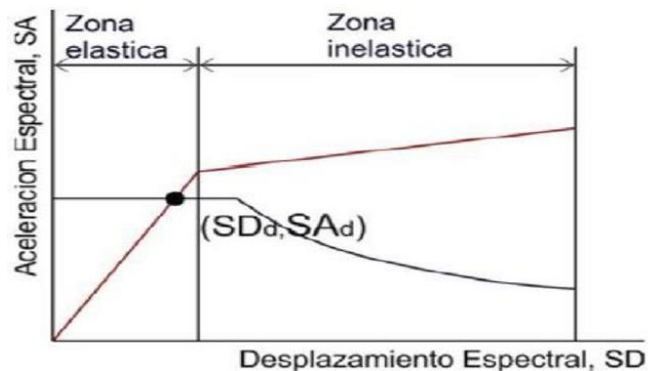


Figura 9. Punto de desempeño sísmico.

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. (ATC40).

Según Hakim, R., S. Alama, M. y Ashour, mencionan que: el análisis dinámico no lineal es un enfoque teóricamente correcto. Sin embargo, es muy complejo y no práctico para cada diseño. Se necesita el historial de tiempo de los datos de movimiento del suelo y el comportamiento histerético detallado del miembro estructural que es impredecible. El análisis es adecuado para la investigación y para importante estructura de diseño. Hoy en día, la ingeniería estructural. La profesión está utilizando el análisis pushover, una nueva técnica. Para resolver el problema expresado anteriormente. (2014, p. 7692)

- **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 2018).

MODELO DE UN GRADO DE LIBERTAD:

Según (De la Cruz, 2019, pág. 02): definimos al número de grados de libertad que poseen masa de translación o rotación momento de masa inercia, se basa al número de dimensiones en las que un punto pueda moverse libremente, es decir, si tenemos 1 grado de libertad puede moverse libremente en una dimensión por el largo, si tenemos 2 grados de libertad, estas tienen dos dimensiones en el que se pueden mover libremente por el largo y ancho estas van a tener 2 ejes X e Y, por lo consiguiente, tenemos 3 grados de libertad tendremos tres dimensiones que se pueden mover libremente por el largo, ancho y además por la altura, estas tienen 3 ejes X, Y e Z.

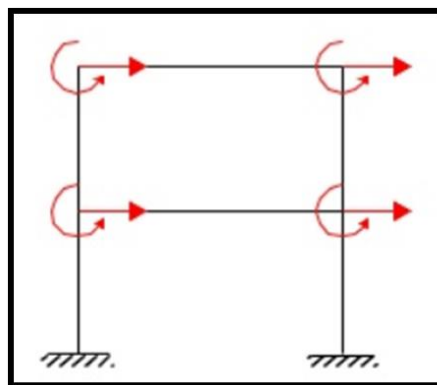


Figura 10. Elementos de un sistema de un grado de libertad.

Modelo estructural simplificado

Según (Justo, Delgado y Bascón, 2018, pág. 3): Una figura o un esquema simplificado de la estructura, es un modelo estructural, ya que, se define por analizar su comportamiento. El tipo de cálculo que se esté realizando dependerá mucho del grado simplificado, este cálculo que obtenga de la estructura no es una estructura real, es decir, solo será una aproximación.

Por lo tanto, analizar una estructura real es mucho más difícil, por ello, se elabora un modelo estructural que no sea real, la cual será mucho más fácil de estudiar su comportamiento de esta, es decir, llamamos modelo estructural al que denominamos esquema de cálculo o también como esquema estructural.

Modelamiento de la edificación

Según (Justo, Delgado y Bascón, 2018, pág. 9) indica que: la elaboración del modelo de una estructura completa se puede abordar siguiendo dos estrategias con distinto grado de complejidad: Modelo plano: descomponemos la estructura en varios modelos, todos ellos planos, lo cual facilita mucho el cálculo. En algunos casos, el comportamiento del modelo plano dista mucho del de la estructura real. Modelo completo: es un modelo tridimensional de la estructura completa, más difícil de representar y calcular, pero que representa más fielmente la estructura real.

Asignación de cargas y Espectro de diseño

Espectro de diseño:

Según (López, Pujades y Castillo, 2015, pág. 60): Los espectros de diseño sísmico se basan a las fuerzas que afectaran una estructura. Estos están definidos la probabilidad de intensidad que podría ocurrir un sismo en un lugar determinado desde intensidades muy pequeñas hasta muy altas.

El espectro de diseño se establece a partir de los métodos probabilísticos, ya que estas particularmente no cuentan con registros sísmicos, por el cual, estas permiten definir la actividad sísmica que se presenta en un lugar específico, las condiciones que obtendremos del suelo y además el periodo de vibración.

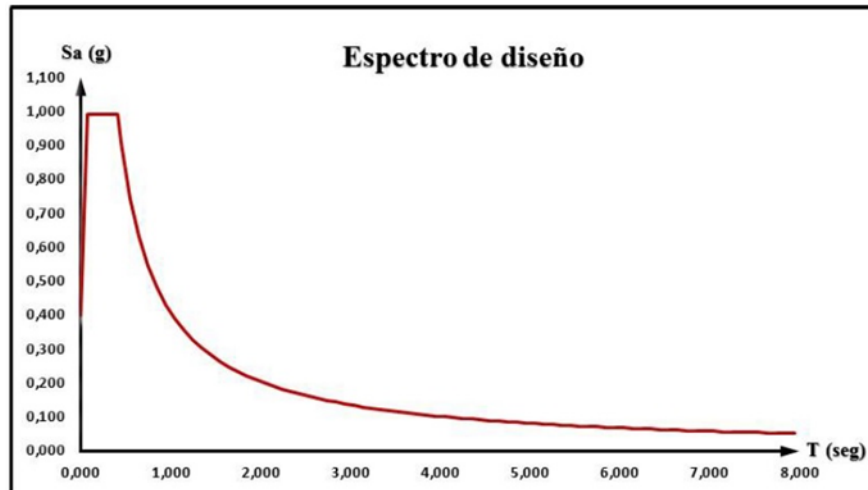


Figura 11. Espectro de Diseño.

Estabilidad sísmica

Según (Bruno & Pérez, 2017, pág. 69): La búsqueda de equilibrios inestables es un problema interesante a nivel teórico y fundamentalmente experimental dado que está vinculado a fenómenos de colapso por inestabilidad en estructuras.

Momentos máximos

El momento máximo que soporta la viga apoyada, se encuentra en el centro de su vano, ubicada en el punto más lejos de los apoyos, donde se reúnen las mayores tensiones a flexión, donde la estructura sufrirá daños.

Distorsiones entrepisos

El desplazamiento entrepiso, es conocido como el factor de ductilidad de entrepiso, por lo tanto, el desplazamiento máximo entrepiso antes de presentarse un colapso se relaciona con el desplazamiento de la primera fluencia en alguna sección

Comportamiento estructural

El comportamiento estructural según RNE (2016). “Es el análisis de la edificación para evaluar la vulnerabilidad ante daños funcionales”. Esto menciona que el comportamiento estructural es la determinación de imperfecciones de los elementos estructurales de una edificación.

Según Mercado y Sabogal (2016) define que: la conducta estructural es una variable confusa ya que tiene más de una extensión, [...] las dimensiones de estas variables son la distribución de fuerza momentos flectores, las deflexiones y la distribución de fuerzas cortantes” (p. 45).

Deflexiones: Las deflexiones nos acceden valorar el nivel de réplica de una losa frente a las cargas aplicadas, conjuntamente nos permite tasar si las losas se soportaran adecuadamente en contextos de servicio, Mercado y Sabogal (2016, p. 25)

Distribución de momento flector y fuerza cortante: La repartición de momentos flectores y fuerzas cortantes sobre la losa nos admite valorar el efecto de resquebrajadura y el flujo plástico en la losa, por lo que debido a estas medidas la inercia efectiva de las losas se notará afectada gravemente Mercado y Sabogal (2016, p. 25)

Formulación del problema

Para Hernández, Fernández y Batisa (2014, p36) la formulación de los problemas de esta investigación representa formalmente, la idea de investigar, en este sentido la presente investigación pretende resolver los siguientes problemas

Problema general

- ¿Cuál es el nivel de desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019?

Problemas específicos

- ¿Cuál será la curva de capacidad de desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019?
- ¿Cuáles serán los espectros de demanda para el desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019?

- ¿Cuál será el punto de fluencia para el seccionamiento del desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019?

Justificación del estudio

Justificación económica

Desde el punto de vista económico, se llega a obtener un gran ahorro puesto que el edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila al ser evaluada con el método de análisis estático no lineal, evitara costos innecesarios a reparaciones o reconstrucciones de elementos estructurales, y así también proteger vidas o accidentes de vidas humanas.

Justificación teórica

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 garantizando 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 del edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019, 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.

Justificación práctica

Así mismo la justificación práctica para la edificación de concreto armado de 8 pisos y un sótano en Santa Luzmila Comas se diseñará en el programa ETABS, para poder cumplir con el desempeño esperado que estipula la norma peruana sismorresistente E. 030 del 2018. Esto es posible debido a que en la actualidad ya existen diversidades de software que nos ayudan mediante modelamientos matemáticos y así también modelar edificaciones teniendo en

cuenta los sistemas de protección sísmica, lo que nos conlleva a tener resultados esperados, debido a los procesos de renovados que se pueden realizar.

Justificación académica

Así mismo , se justifica académicamente debido a que se tendrá un conocimiento mayor sobre los sistemas de protecciones modernas ante un sismo , la cual se deben utilizar para una edificación donde tenemos vidas humanas en este caso el edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano en santa Luzmila comas de esta manera encontraremos en concordancia con los requerimientos de la norma sismorresistente E0.30 del 2018, del mismo modo se tendrá los siguientes conocimientos referidos a la metodología que se utilizara para el tipo de edificación teniendo en cuenta la clasificación propia de los sistemas de protección sísmica, disposición del funcionamiento , así también son las principales empresas que hoy en día dominan el mercado

Hipótesis

Las hipótesis, en base de la indagación que se plantea en esta investigación se representa una posible conclusión la cual es tentativa, (Hernández, Fernández y Batista, 2014, p.107) según lo expuesto la investigación de este trabajo se plantea la siguientes hipotesis

Hipótesis general

- El nivel de desempeño sismorresistente través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019, cumple con los requerimientos para estructuras esenciales del código FEMA.

Hipótesis específicas

- La curva de capacidad de desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019, determina el desplazamiento máximo y llegar al colapso de la estructura.
- Los espectros de demanda para el desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa

Luzmila – comas – lima - 2019, cubren el rango del espectro de capacidad de la estructura.

- El punto de fluencia para el seccionamiento del desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019, determina el límite según el nivel de desempeño.

Objetivos

Objetivos generales

- Determinar el nivel de desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019.

Objetivos específicos

- Determinar la curva de capacidad de desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019.
- Elaborar los espectros de demanda para el desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019.
- Determinar el punto de fluencia para el seccionamiento del desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de la investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 128) expresar que “el diseño es una idea o táctica se explica para conseguir la siguiente información que se necesita en un estudio y responder al planteamiento”.

La presente investigación se ubicó en el diseño no experimental.

También Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 152) sostienen que “las investigaciones no experimentales son análisis que se efectúan sin la adulteración intencional de variables y en los que solo se analizan los fenómenos en su ambiente para estudiarlos”.

Tipo de investigación

Según con el fin que apremia la actual investigación es aplicada.

Según (Valderrama, 2013 p. 165) menciona que:

“La investigación aplicada busca mejorar la situación actual de los individuos o grupos de personas y para ello tiene que intervenir. La investigación aplicada empujada por el alma de la exploración esencial ha orientado el interés acerca de la resolución de problemas más que sobre la formulación de teorías [...]. Explica los valores inmediatos y ambiciona la mejora de los sujetos comprometidos en el desarrollo de la exploración”.

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.

2.2. Operacionalización de variables,

Variables

VARIABLE DEPENDIENTE

- Desempeño sismorresistente

VARIABLE INDEPENDIENTE

- Análisis estático no lineal

Operacionalización de variables

La matriz de Operacionalización.

Tabla 3. Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Análisis estático no lineal pushover	Calderón (2013, p. 13) menciona que: El análisis pushover se somete al modelo a un juego de acciones incrementales laterales. Estas acciones laterales pueden ser un sistema de fuerzas o un sistema de desplazamientos que mantienen una forma constante que se va incrementando proporcionalmente hasta alcanzar la capacidad máxima de desplazamiento o colapso de la estructura.	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	Hernández (2016) define que: La metodología de diseño aplicada en la mayoría de las normas considera un único nivel de sismo de diseño, que puede ser el mayor esperando en el lapso previsto de vida útil de la estructura, con una única intensidad o nivel de aceleración, sin considerar que la misma adicionalmente debe atender a condiciones de servicio y de prevención de colapso. Debido a esto se propone lo que se denomina “Diseño por Desempeño Sísmico”, donde se plantea la revisión de diferentes estados límite (servicio, diseño y máximo)”.	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
----------------------------	---	---	--------------------	---	-------

Fuente. Elaboración propia.

2.3. Población, muestra y muestreo

Población

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 174) explica que “es un conjunto de todos los casos que coinciden con establecidas definiciones”.

Por ello la población del actual estudio está conformado por la estructura de los edificios de concreto armado de 8 pisos y un sótano.

Muestra

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 173) “la muestra es una pequeña cantidad de la población de importancia sobre el cual se recogerán referencias, y que tiene que precisarse y limitarse anticipadamente con exactitud, además tiene que ser característico de la población”.

La muestra de la presente investigación está conformada por el edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila en el distrito de Comas. Dirección (Mz. D. Lte. 6 – Av. Carabayllo)

Muestreo

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 del investigador.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos

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 del edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – Comas – Lima. Será sometida a la aplicación al software ETABS 2017.

Instrumentos 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 aplicado 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 computación ETABS 2017, siendo este un software muy comercial en nuestro contexto de la construcción.

Validez de instrumento

Es el grado donde un instrumento siendo este el más conveniente para la investigación mide la variable, afirmando el instrumento asignado mide de forma aceptable en concordancia con los expertos en el tema (Hernández, y otros, 2010, p. 201)

El software ETABS, 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.

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.

2.5. Método de análisis de datos

Hernández Sampieri (2010) muestra que “con el fin de estudiar los fundamentos, en las metodologías mixtas el investigador confía en las programaciones cualitativos (evaluación temática y codificación) y estandarizados - cuantitativos (inferencial y estadística descriptiva) conjuntamente con investigaciones mezclados”.

La investigación se oriente al cumplimiento del objetivo general, que es Determinar el nivel de desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019., por ende, se acopio la información pertinente para el desarrollo de la investigación.

Se empleará el programa computacional ETABS, 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.

Así mismo contaremos con los siguientes estudios.

- a) Realizaremos el estudio de mecánica de suelos
- b) Los planos del proyecto (arquitectura, estructuras)
- c) Realizara el análisis en el programa ETABS 2017 Diseño por desempeño

2.6. Aspectos éticos

Torres (2014, p. 26) define que “la ética es el concepto (pensamiento filosófico y/o ciencia) que tiene un objeto de estudio y este es la moral”. El estudiante se encuentra con plena conciencia en la información obtenida en campo y asumiendo la veracidad de resultados conseguidos en el estudio de esta investigación, se tomó la recolección de datos sin alterar estos para su debida evaluación y cálculo. En la ficha de validación el ingeniero supervisor se identificó con su nombre completo, número de colegiatura, firma y grado académico. En el trabajo investigativo que se hizo, se cuidó en todo momento guardar los aspectos éticos de honestidad que demanda una investigación.

III. RESULTADOS

Alcances del proyecto

El edificio de concreto armado, cuenta con 8 (ocho) y un sótano, los cuales en esta investigación de tesis se consideró la estructura completa. La edificación está compuesta por un sistema estructural dual donde encontramos pórticos y placas en las direcciones "x" e "y", la cual será aplicado en el estudio de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal conocido como pushover de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019



Figura 12. AutoCAD 2016.

Localización

El edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, está ubicada en santa Luzmila distrito de comas departamento de lima -2019.

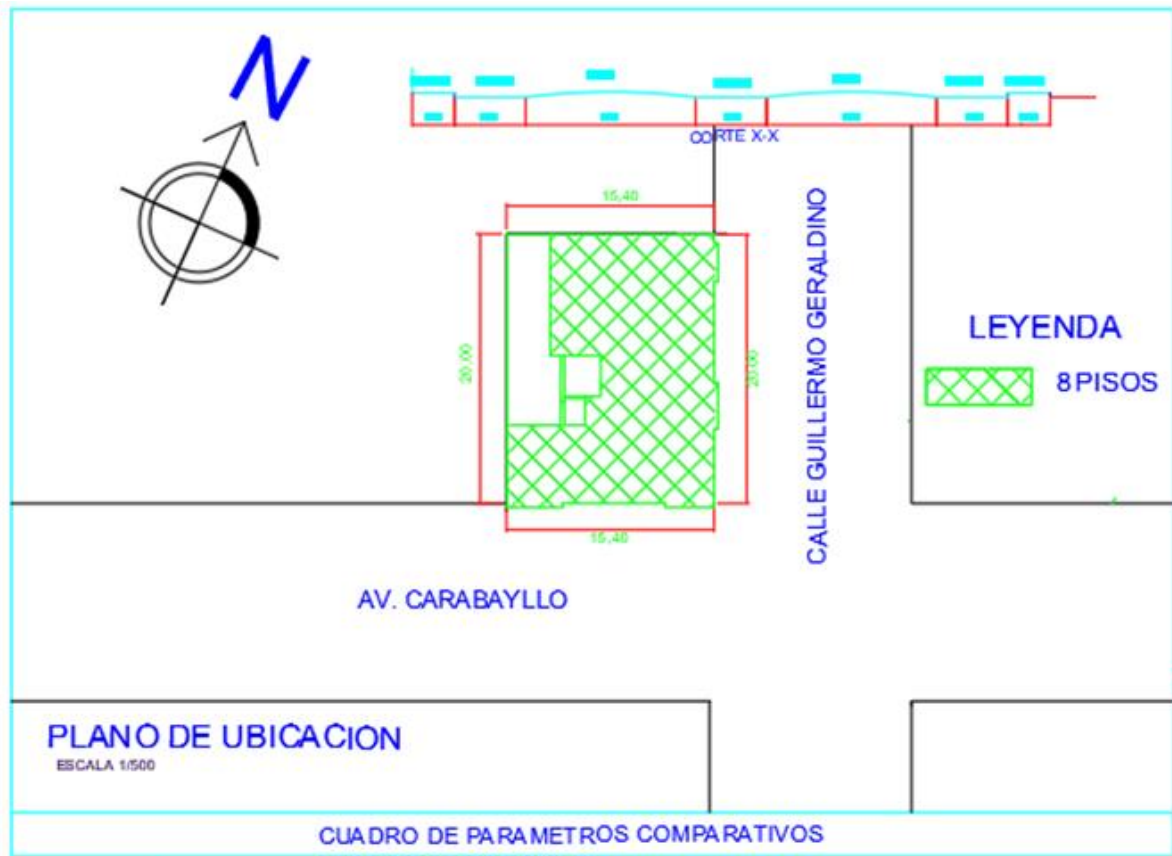


Figura 13. Plano de ubicación.

Características Arquitectónicas del Edificio

A continuación se muestran los planos de arquitectura que serán estudiadas según la estructura, teniendo en cuenta que en el primer nivel tenemos el sótano, y el 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Anexo 6.

El edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, tiene un ancho de 20.00m X 15.40m de largo siendo este el área efectiva de 308.00 m².

Análisis sísmico

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 sísmo Resistente: E- 030 RNE Versión 2018
- Norma de Suelos y cimentaciones: E- 050 RNE.

- FEMA 440 (Agencia Federal para el manejo de Emergencias) – Método “PUSHOVER”

PARÁMETROS DE DISEÑO

Factor De Zona

Se aplicó los parámetros sísmicos en base la normativa E-030 -2018.

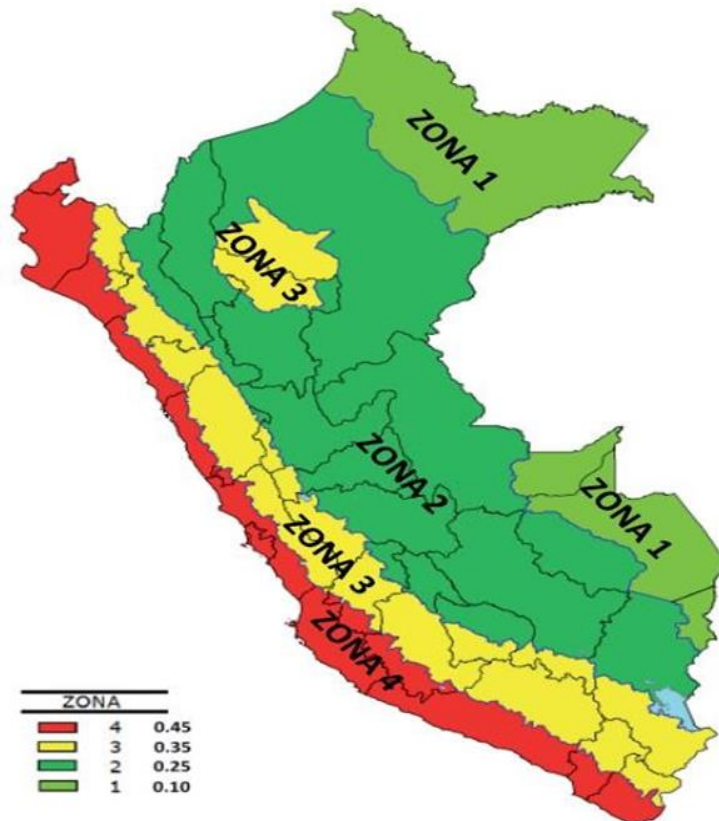


Figura 14. Zona sísmica.

Tabla 4. Factores de zona “Z”

FACTORES DE ZONA	
ZONA	FACTORES DE ZONA
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: E-030.

Suelo. - Según el estudio de suelos la clasificación del perfil del suelo se clasifica como tipo S1 = roca o suelos muy rígidos), en base a los resultados del estudio de suelo realizado en merito a ello corresponde un suelo de tipo S =1 y un periodo de vibración de $T_p = 0.4$ seg y $T_L = 2.5$

Tabla 5. Factores de zona "Z"

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN 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 6. 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 7. Periodo "Tp" Y "Tl"

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

Fuente. E-030.

Uso. - Por ser una edificación de vivienda se clasifica en la categoría C (Edificaciones comunes) y le corresponde un factor de $U = 1$

Tabla 8. *Categoría de las edificaciones y factor “U”*

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1

Fuente. E-030.

Factor de Reducción Sísmica. - En este caso particular la estructura en estudio corresponde a un sistema estructural compuesto básicamente Del sistema dual con los siguientes valores

Tabla 9. *Sistemas estructurales E-030*

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
SISTEMAS ESTRUCTURAL	Coefficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente. E-030.

(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en la que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de energía manteniendo la estabilidad de la estructura. Peso. - En la presente investigación se aplica sistema de muros estructurales que corresponde a una edificación común.

Análisis sísmico estático.

Para aplicar el método análisis estático no lineal (AENL) o pushover es necesario encontrar las fuerzas por piso, para ello, nos vimos en la necesidad de hacer el análisis estático lineal de donde obtuvimos las fuerzas inerciales de cada piso.

Parámetros sísmicos

$$T_p = 0.400 \text{ seg.}$$

$$T_L = 2.500 \text{ seg.}$$

$$T = 0.616 \text{ seg.}$$

$$U = 1.00 \text{ (vivienda)}$$

$$S = 1.00 \text{ (S1 y Z4)}$$

$$Z = 0.45 \text{ (Zona 4)}$$

$$\Rightarrow C = 1.62$$

$$R = R_o * I_a * I_p = 6.00 * 1.00 * 1.00 = 6.00$$

Cargas consideradas para el análisis estático lineal

CARGA MUERTA

Carga de tabiquería móvil: 210 kg/m²

Peso de losa aligerada: 280 kg/m²

Acabados: 120 kg/m²

Losa maciza: 480 kg/m²

CARGA VIVA

Vivienda: 200 kg/m²

Garaje 1er piso 250 kg/m²

Techo: 100 kg/m²

Características de materiales.

Concreto

- Resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (losas) $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ (columnas, placas, vigas)
- Módulo de elasticidad $(E_c) = 15000 \cdot \sqrt{f'c}$
- Módulo de poisson $(\nu) = 0.20$
- Peso específico $(\gamma_c) = 2400 \text{ kg/m}^3$

Acero (Gr 60)

- Resistencia a la fluencia $(f_y) = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad $(E_s) = 2\,000\,000 \text{ kg/cm}^2$

Peso de la edificación

Sótano =	352.157	Tn
Piso 1 =	300.672	Tn
Piso 2 =	291.846	Tn
Piso 3 =	291.846	Tn
Piso 4 =	291.846	Tn
Piso 5 =	291.846	Tn
Piso 6 =	291.846	Tn
Piso 7 =	211.431	Tn
T. E. =	21.378	Tn

$$P = 2344.868 \text{ Tnf.}$$

Comprobación C/R

$$C = 1.62$$

$$R = 6.00$$

$$C/R = 0.271 \geq 0.125 \text{ OK!}$$

Cortante en la base

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

$$V = 285.50 \text{ Tonf.}$$

Distribución de fuerza sísmica en la altura

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{i=1}^n P_i(h_i)^k}$$

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$K=T>0.50 \Rightarrow K=(0.75+0.50T) = 1.058$$

Tabla 10. Fuerzas inerciales a aplicar para el análisis pushover.

Piso	Pi (Tn)	hi	(hi) ^k	Pi*(hi) ^k	α _i	V (Tn)	F _i (Tn)
T. E.	21.378	26.65	32.24	689.23	0.02	285.50	4.96
7	211.431	24.80	29.88	6316.83	0.16	285.50	45.49
6	291.846	22.00	26.32	7681.34	0.19	285.50	55.31
5	291.846	19.20	22.79	6650.99	0.17	285.50	47.89
4	291.846	16.40	19.29	5629.35	0.14	285.50	40.54
3	291.846	13.60	15.82	4617.83	0.12	285.50	33.25
2	291.846	10.80	12.40	3618.39	0.09	285.50	26.06
1	300.672	8.00	9.03	2713.70	0.07	285.50	19.54
SOT.	352.157	4.50	4.91	1729.16	0.04	285.50	12.45
Σ	2344.868	39646.82	1.00	285.50

Fuente. Elaboración propia.

Análisis estático no lineal (AENL) o pushover

Es una técnica que ayuda a determinar la capacidad de la estructura bajo aplicación de fuerzas inerciales.

Curva de capacidad.

La curva de capacidad se obtiene al aplicar las cargas incrementales en los diferentes niveles de la edificación. Por otro lado, la curva de capacidad representa el comportamiento de la estructura (deterioro) ante acciones laterales. Las fuerzas laterales crecen hasta que la estructura alcance el máximo desplazamiento.

La distribución de cargas laterales puede ser de forma uniforme, triangular o parabólica. Para nuestro caso es de forma parabólica.

Figura 15. Tipos de distribución de cargas para un análisis pushover – Desempeño sísmico de un edificio aparcado de 5 pisos diseñado con el reglamento nacional de edificaciones

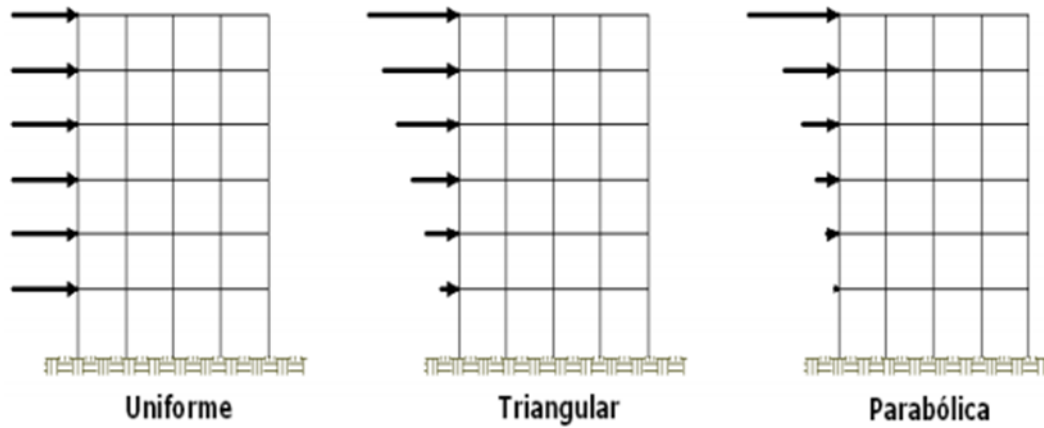


Figura 15. Tipos de distribución de cargas.

Pero aceptando una deriva máxima de 1%.

El método implica el control de un nodo, generalmente en el techo de la estructura, donde indica el desplazamiento máximo, en el proceso de que las acciones laterales crecen el desplazamiento varía y se va registrando también las fuerzas cortantes en la base de la estructura.

El modelamiento de la estructura se realizó con el programa Etabs 2017, en el cual primero se ingresó el tipo de material utilizado en la estructura, así como los refuerzos en cada elemento estructural.

Así mismo, se ingresó los parámetros sísmicos y cargas de uso (Carga viva - CV) Luego se realizó el análisis estático lineal, de donde se obtuvo las fuerzas inerciales.

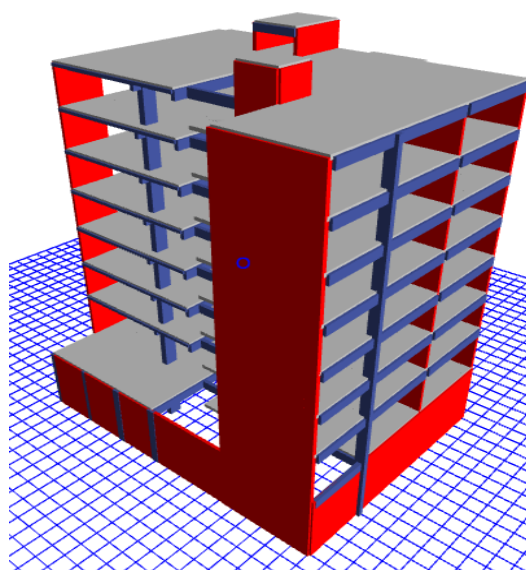


Figura 16. Vista en 3D de la estructura a analizar.

Para el análisis pushover se definió el nodo de control, el cual es el nodo 29 y está ubicado en el piso 8 + sótano.

Para la formación de rótulas plásticas en los elementos estructurales tales como vigas, columnas y placas, se asignó dichas rótulas plásticas al 5% y 95%, siendo tipo fuerza axial y flexión (M3) para las vigas, momento acoplado (P-M2-M3) para las columnas y fuerza axial y momento (P-M3) para las placas.

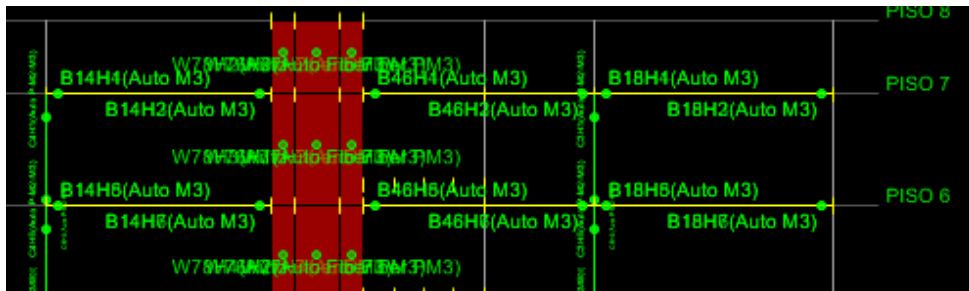


Figura 17. Asignación de rótulas plásticas a vigas, columnas y placas.

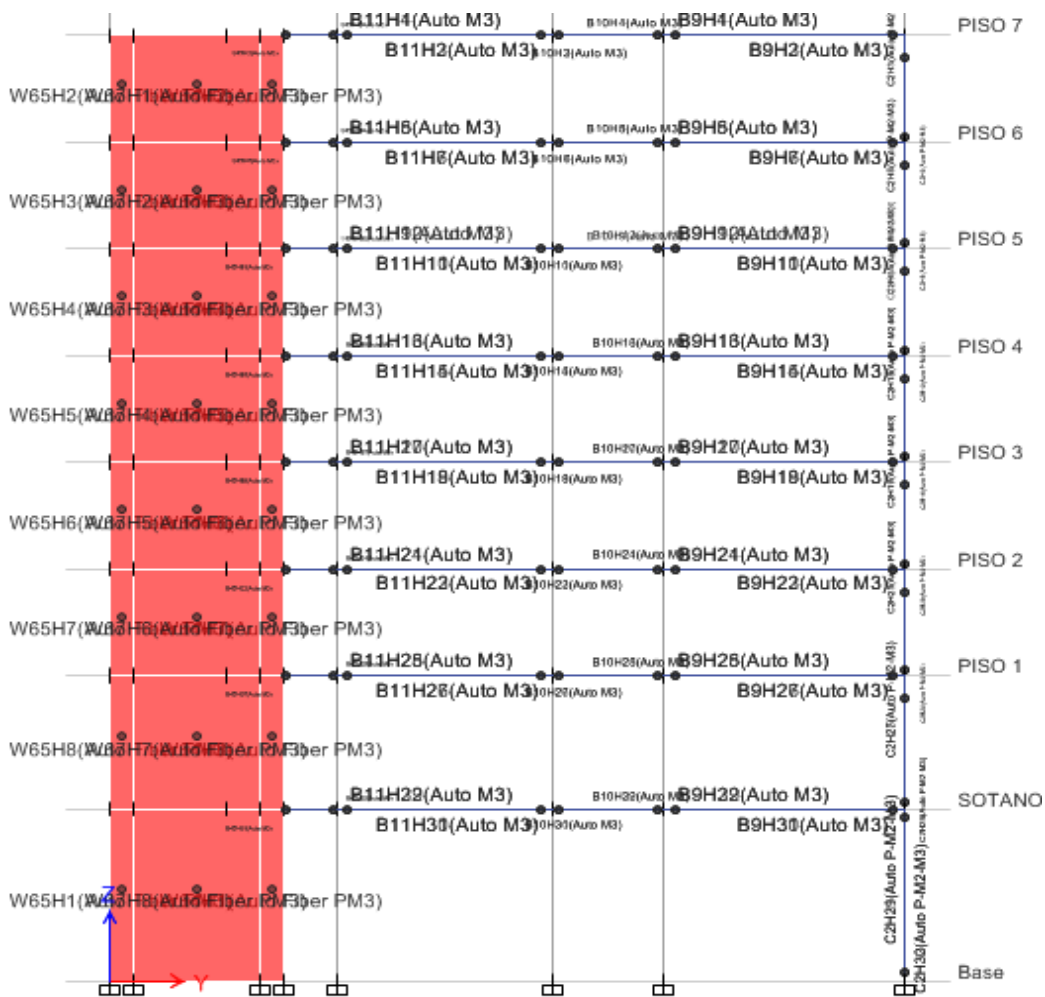


Figura 18. Asignación de rótulas plásticas a vigas, columnas y placas eje "C".

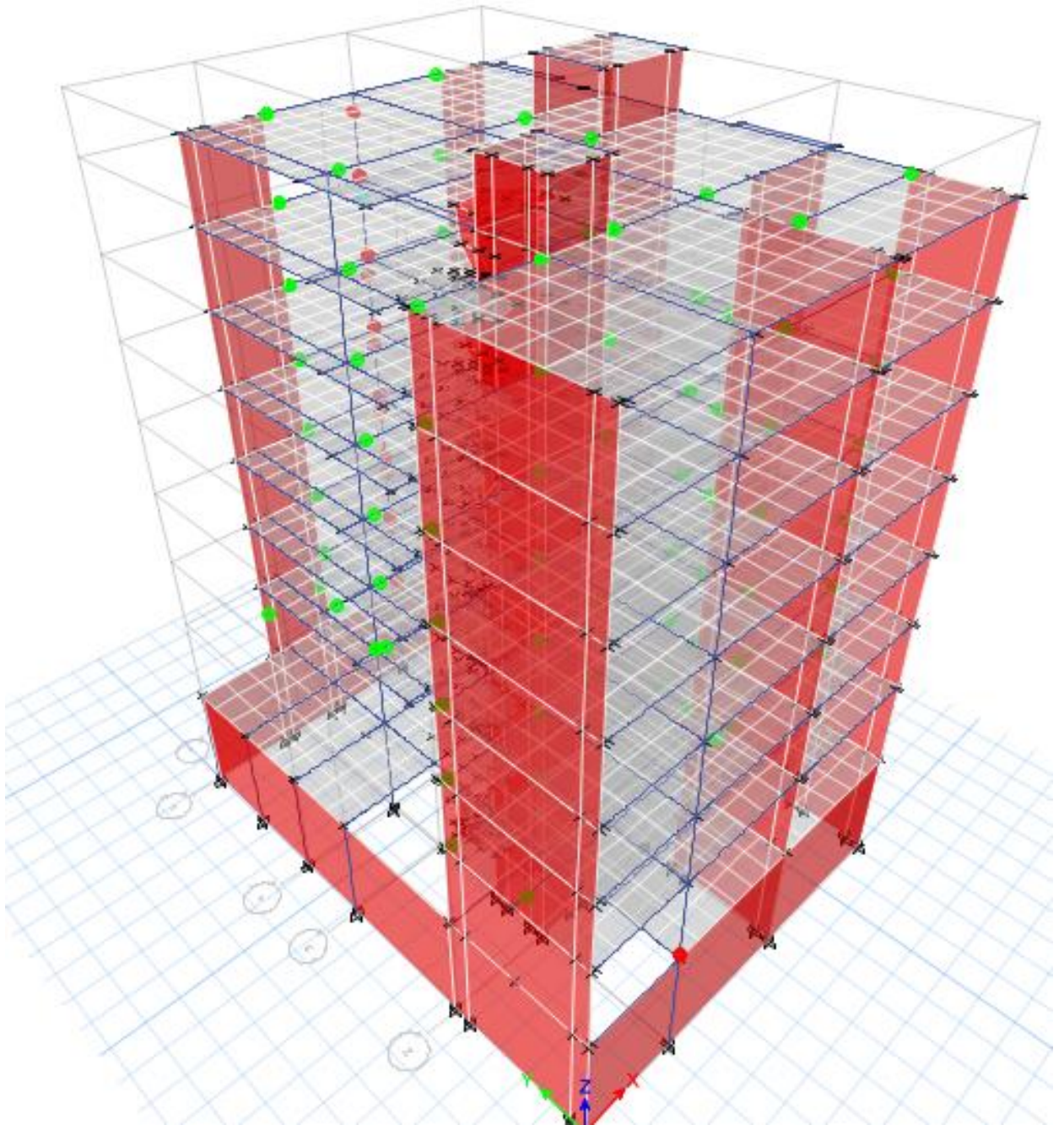


Figura 19. Rótulas plásticas en dirección X-X.

En la figura N° 19 se aprecia las rótulas plásticas en la estructura para la dirección X-X.

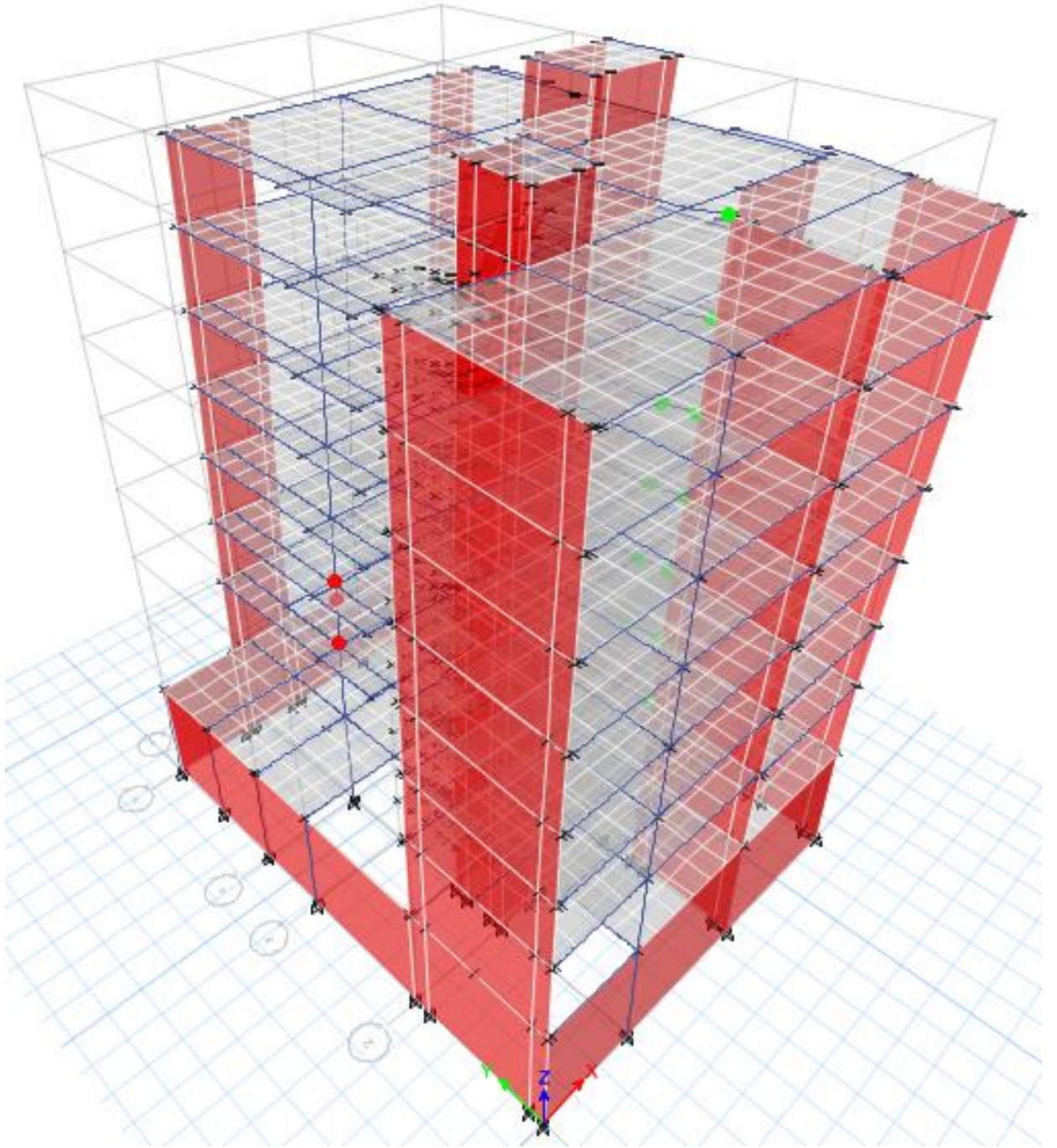


Figura 20. Rótulas plásticas en dirección Y-Y.

En la figura N° 20 se aprecia las rótulas plásticas en la estructura para la dirección Y-Y.

A continuación, se muestra la curva de capacidad tanto para la dirección X e Y.

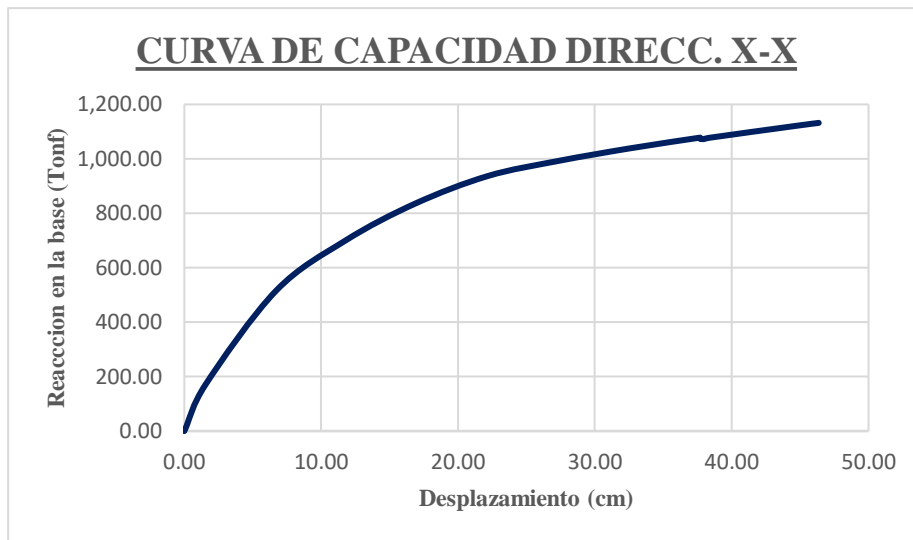


Figura 21. Cuerva de Capacidad en dirección X-X.

En la figura N° 21 se muestra la curva de capacidad de la estructura en la dirección X, cuya curva está en función del desplazamiento (cm) y de la reacción en la base de la estructura (Tonf).

Interpretación de la curva de capacidad de la estructura en la dirección X-X

La curva de capacidad indica que la estructura se desplaza 11.78 cm con una cortante en la base de aproximadamente 700 tonf. Así mismo se puede apreciar que el desplazamiento máximo de la estructura es 46.32 cm, para una cortante en la base de 1132.05 tonf.

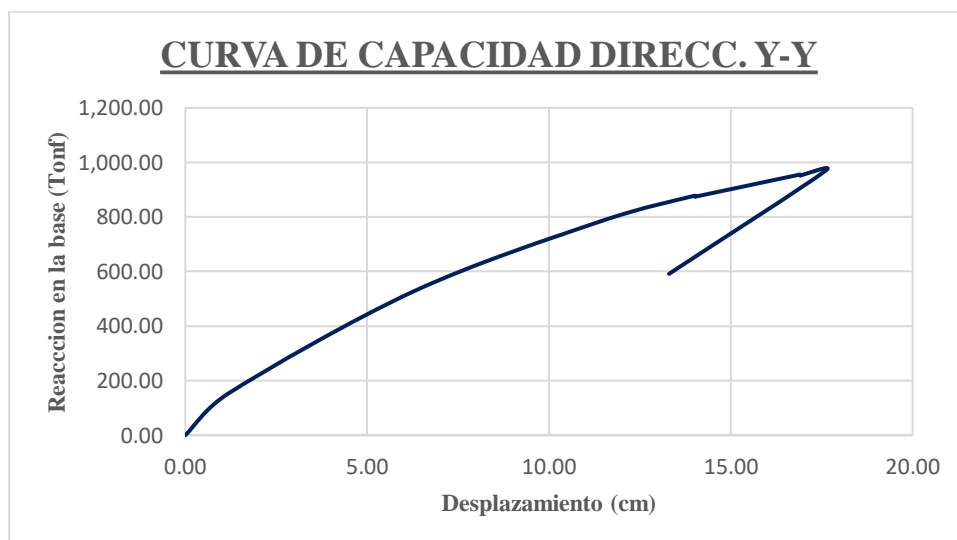


Figura 22. Cuerva de Capacidad en dirección Y-Y.

Interpretación de la curva de capacidad de la estructura en la dirección Y-Y

La curva de capacidad en la figura N° 07 indica que la estructura se desplaza 6.27 cm con una cortante en la base de aproximadamente 527 tonf. Así mismo se puede apreciar que el desplazamiento máximo de la estructura es 17.61 cm, para una cortante en la base última de 970.07 tonf. Del mismo modo la curva indica que de sobrepasar la cortante última la estructura colapsaría.

Conversión de la curva de capacidad a espectro de capacidad.

La finalidad de emplear este método es comparar de manera gráfica la capacidad de la estructura con el nivel de la amenaza sísmica. Se representará la capacidad con la demanda. Una vez obtenida la curva de capacidad se calculan las características dinámicas de la estructura que son representadas por el factor de participación del primer modo de vibración (FP1) y el coeficiente de masa modal (α_1).

$$PF_1 = \frac{\sum_{i=1}^N (\omega_i \Phi_{i,1}) / g}{\sum_{i=1}^N (\omega_i \Phi_{i,1}^2) / g} \quad \alpha_1 = \frac{[\sum_{i=1}^N (\omega_i \Phi_{i,1}) / g]^2}{[\sum_{i=1}^N (\omega_i) / g] \cdot [\sum_{i=1}^N (\omega_i \Phi_{i,1}^2) / g]}$$

$$S_d = \frac{\Delta_{techo}}{PF_1 \cdot \Phi_{techo,1}} \quad S_a = \frac{V/W}{\alpha_1}$$

Dónde:

PF_1 = Factor de participación modal para el primer modo natural

α_1 = Coeficiente modal de masa para el primer modo natural

g = Aceleración de la gravedad

w_i = Peso correspondiente al nivel "i"

$\Phi_{i,1}$ = Coeficiente de forma modal del nivel "i" en el modo "1"

v = Fuerza cortante en la base

w = Carga permanente más un porcentaje de la carga viva, total del edificio

Δ_{techo} = Desplazamiento en el tope de la estructura

S_a = Aceleración espectral

S_d = Desplazamiento espectral

Tabla 11. Espectro de respuesta de aceleración espectral vs Desplazamiento espectral de la estructura en dirección X-X.

Sd (cm)	Sa (g)
0.000	0.000
0.131	0.073
0.568	0.220
0.996	0.298
1.428	0.356
1.878	0.400
2.311	0.423
2.755	0.443
3.178	0.459
3.190	0.460
3.191	0.457
3.191	0.457
3.205	0.458
3.212	0.457
3.240	0.459
3.778	0.478
3.919	0.483
3.919	0.483
3.922	0.483

Fuente. Elaboración propia.

Entonces procedemos a graficar el espectro de capacidad de la estructura para la dirección X-X.

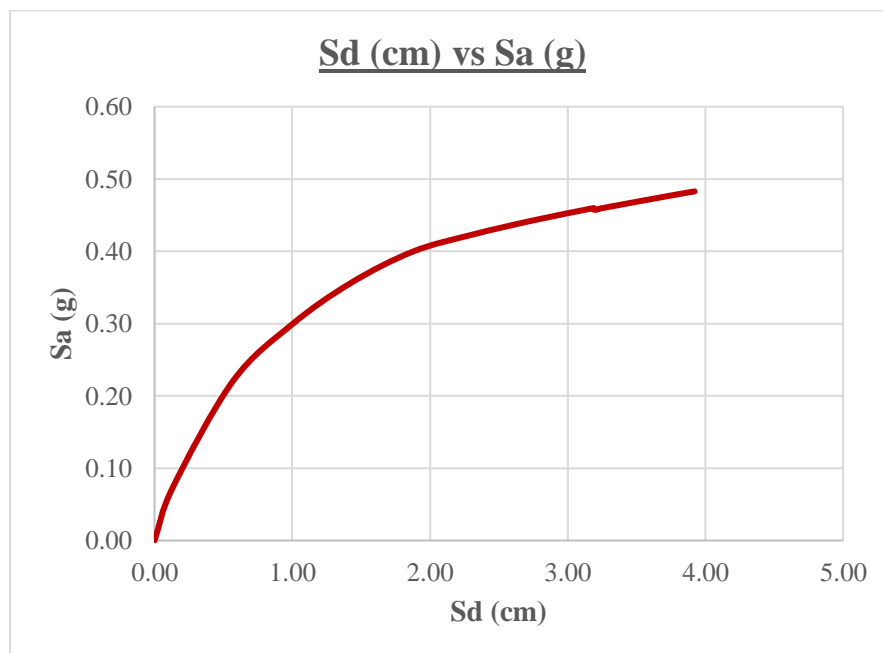


Figura 23. Espectro de Capacidad en dirección X-X.

Tabla 12. Espectro de respuesta de aceleración espectral vs Desplazamiento espectral de la estructura en dirección Y-Y.

Sd (cm)	Sa (g)
0.000	0.000
0.104	0.067
0.531	0.225
0.961	0.333
1.185	0.374
1.186	0.373
1.430	0.408
1.430	0.406
1.490	0.414
1.125	0.252

Fuente. Elaboración propia.

Por lo tanto, procedemos a graficar el espectro de capacidad de la estructura para la dirección Y-Y.

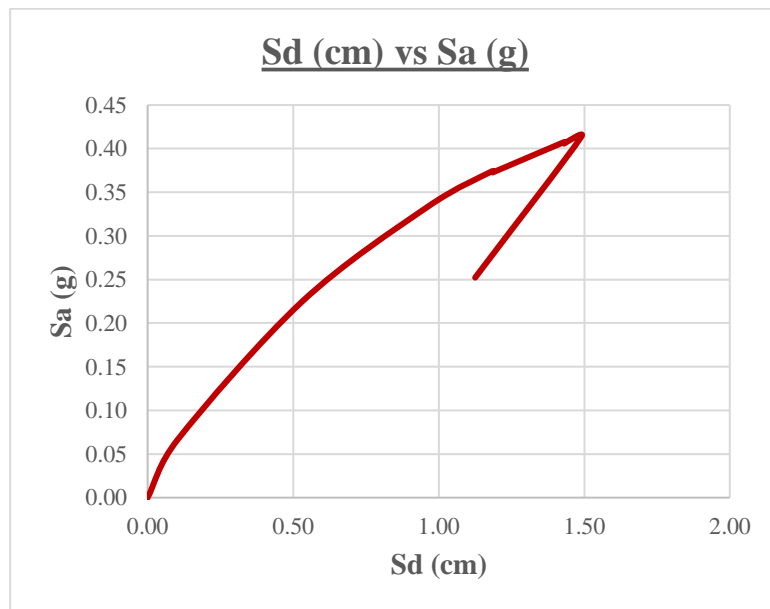


Figura 24. Espectro de Capacidad en dirección Y-Y.

Espectro de demanda.

Para obtener el espectro de demanda de la estructura es necesario conocer las condiciones de sitio donde se realizará la evaluación sísmica de la estructura. Por ende, el espectro de demanda se obtendrá a partir de la conversión de espectro sísmico E.030. De acuerdo a la norma E.030 Diseño Sismorresistente, el espectro sísmico es una relación de periodo versus aceleración. El código FEMA establece fórmulas para dicha conversión.

Conversión de espectro sísmico (norma E.030) a Espectro de demanda por nivel de daño.

El espectro de demanda debe construirse sin ningún tipo de reducción (R) y la familia de espectros se construirá a partir del primero.

En la tabla N° 12 se muestra los factores de nivel de demanda para cada sismo.

Tabla 13. Factores de nivel de demanda para cada sismo.

Sismo	Nivel de Demanda
Frecuente	$S_{af} = S_{ae} * 1/3$
Ocasional	$S_{ao} = S_{af} * 1.4$
Raro	$S_{ar} = S_{ae}$
Muy Raro	$S_{arm} = S_{ae} * 1.3$

Fuente. Visión 2000.

Donde S_{ae} es el espectro construido con los parámetros establecidos en la norma E.030, así mismo no se consideró el factor de reducción sísmico R, resultando equivalente a un sismo severo y raro.

$T_p = 0.40$ segundos, $T_L = 2.50$ segundos, $Z = 0.45$ (Zona 4), $U = 1.00$ (Cat. C – vivienda),

$R_o = 6.00$ (Sist. Muros estructurales), $I_a = 1.00$, $I_p = 1.00$, $S = 1.00$ (Suelo rígido).

Tabla 14. *Espectros sísmicos de aceleraciones*

T	C	Sae	Espectro sísmico de aceleraciones			
			Frecuente	Ocasional	Raro	Muy Raro
			Saf	Sao	Sar	Samr
0.10	2.50	1.13	0.38	0.53	1.13	1.46
0.20	2.50	1.13	0.38	0.53	1.13	1.46
0.30	2.50	1.13	0.38	0.53	1.13	1.46
0.40	2.50	1.13	0.38	0.53	1.13	1.46
0.50	2.00	0.90	0.30	0.42	0.90	1.17
0.60	1.67	0.75	0.25	0.35	0.75	0.98
0.70	1.43	0.64	0.21	0.30	0.64	0.84
0.80	1.25	0.56	0.19	0.26	0.56	0.73
0.90	1.11	0.50	0.17	0.23	0.50	0.65
1.00	1.00	0.45	0.15	0.21	0.45	0.59
1.10	0.91	0.41	0.14	0.19	0.41	0.53
1.20	0.83	0.38	0.13	0.18	0.38	0.49
1.30	0.77	0.35	0.12	0.16	0.35	0.45
1.40	0.71	0.32	0.11	0.15	0.32	0.42
1.50	0.67	0.30	0.10	0.14	0.30	0.39
1.60	0.63	0.28	0.09	0.13	0.28	0.37
1.70	0.59	0.26	0.09	0.12	0.26	0.34
1.80	0.56	0.25	0.08	0.12	0.25	0.33
1.90	0.53	0.24	0.08	0.11	0.24	0.31
2.00	0.50	0.23	0.08	0.11	0.23	0.29
2.10	0.48	0.21	0.07	0.10	0.21	0.28
2.20	0.45	0.20	0.07	0.10	0.20	0.27
2.30	0.43	0.20	0.07	0.09	0.20	0.25
2.40	0.42	0.19	0.06	0.09	0.19	0.24
2.50	0.40	0.18	0.06	0.08	0.18	0.23

Fuente. Elaboración propia.

Para la conversión se utilizará la siguiente expresión.

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

Donde:

S_{de}=desplazamiento espectral para cada punto.

T=Periodo de cualquier tipo de estructura.

S_{ae}=Aceleración espectral para cada punto

Tabla 15. *Espectro sísmico de aceleraciones (Sd)*

Frecuente	Ocacional	Raro	Muy Raro
Sdaf	Sdao	Sdar	Sdamr
0.01	0.01	0.03	0.04
0.04	0.05	0.11	0.15
0.09	0.12	0.26	0.33
0.15	0.21	0.46	0.59
0.19	0.27	0.57	0.74
0.23	0.32	0.68	0.89
0.27	0.37	0.80	1.04
0.30	0.43	0.91	1.19
0.34	0.48	1.03	1.33
0.38	0.53	1.14	1.48
0.42	0.59	1.25	1.63
0.46	0.64	1.37	1.78
0.49	0.69	1.48	1.93
0.53	0.74	1.60	2.07
0.57	0.80	1.71	2.22
0.61	0.85	1.82	2.37
0.65	0.90	1.94	2.52
0.68	0.96	2.05	2.67
0.72	1.01	2.17	2.82
0.76	1.06	2.28	2.96
0.80	1.12	2.39	3.11
0.84	1.17	2.51	3.26
0.87	1.22	2.62	3.41
0.91	1.28	2.74	3.56
0.95	1.33	2.85	3.70

Fuente. Elaboración propia.

Por lo tanto, a continuación, se presenta la gráfica de los espectros de demanda por nivel de daño frecuente, ocasional, raro y muy raro.

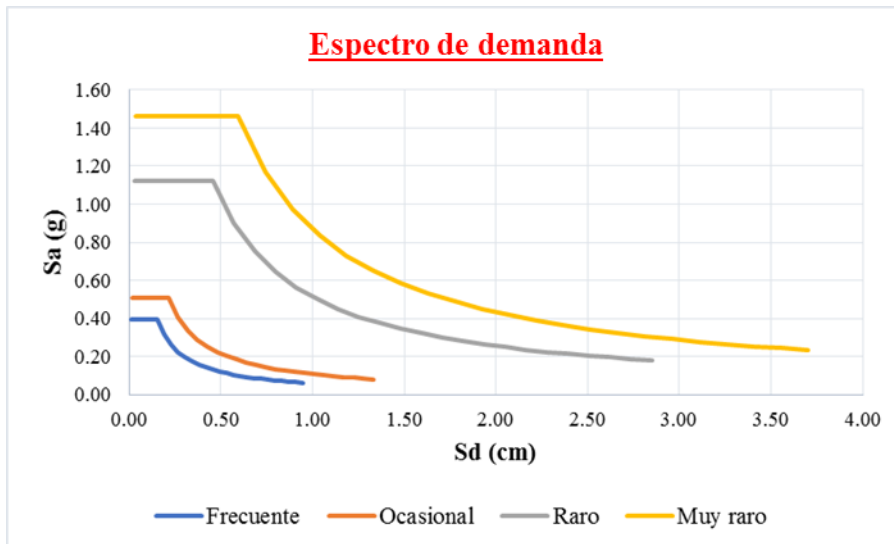


Figura 25. Espectros de demanda por nivel de daño.

Estos espectros con la intersección de la curva de capacidad indica el desempeño sismorresistente, el cual debe realizarse tanto para la dirección X e Y.

Espectro de capacidad vs espectros de demanda según el nivel de daño

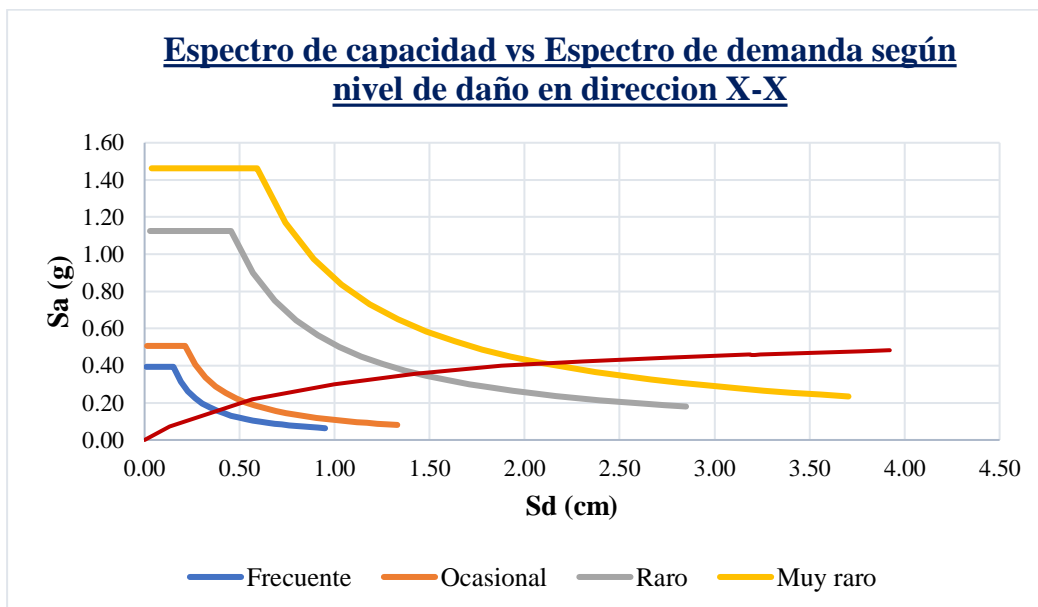


Figura 26. Espectros de capacidad de la estructura vs Espectros de demanda por nivel de daño para dirección X-X.

En la figura N° 26 se muestra los espectros de demanda por cada nivel de daño, siendo estos interceptados por el espectro de capacidad de la estructura en dirección X-X. Por lo tanto cada intersección indica los puntos de desempeño para cada nivel de daño.

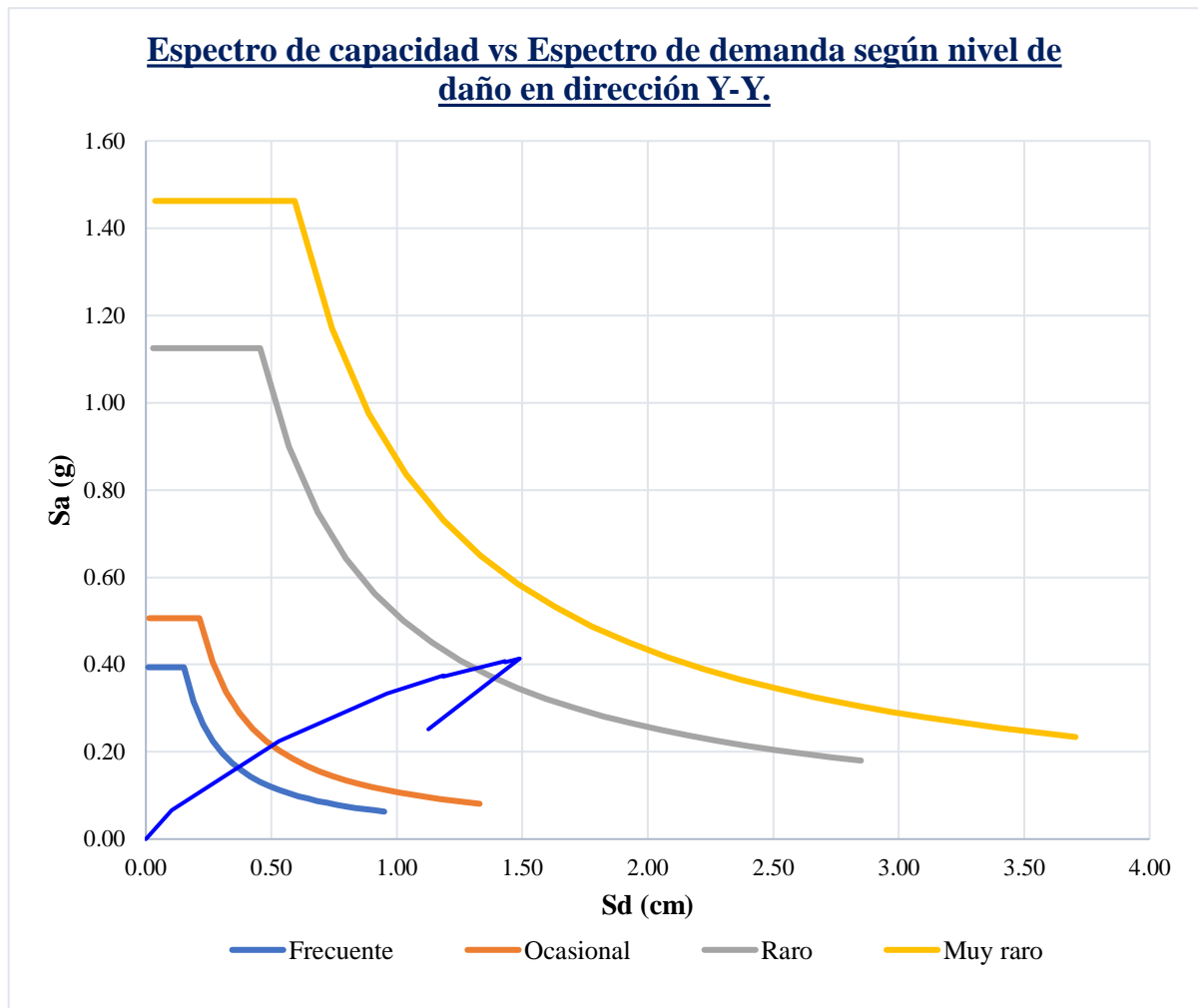


Figura 27. Espectros de capacidad de la estructura vs Espectros de demanda por nivel de daño para dirección Y-Y.

Seccionamiento del espectro de capacidad según VISION 2000.

Para seccionar la curva del espectro utilizaremos las expresiones del siguiente cuadro, de donde obtendremos los límites del desplazamiento espectral para cada nivel de daño.

Tabla 16. Expresiones utilizadas para el seccionamiento del espectro de capacidad.

Damage Grade	Definition	Displacement Limits (AUTH)	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.

Dónde:

D_u = Desplazamiento último de la estructura.

D_y =Desplazamiento de fluencia de la estructura.

El desplazamiento último se obtiene del espectro de capacidad de la estructura, por tanto.

D_{ux} = 3.922 cm (Dirección X-X)

D_{uy} =1.125 cm (Dirección Y-Y).

El desplazamiento de fluencia se determinó utilizando la representación bilineal en la curva de capacidad aplicando el criterio de áreas iguales.

Criterio de áreas iguales.

Consiste en trazar dos rectas casi tangenciales a la curva de capacidad con la finalidad de que las áreas internas a la curva sean igual a las externas. A continuación, se presenta la representación de dicha gráfica.

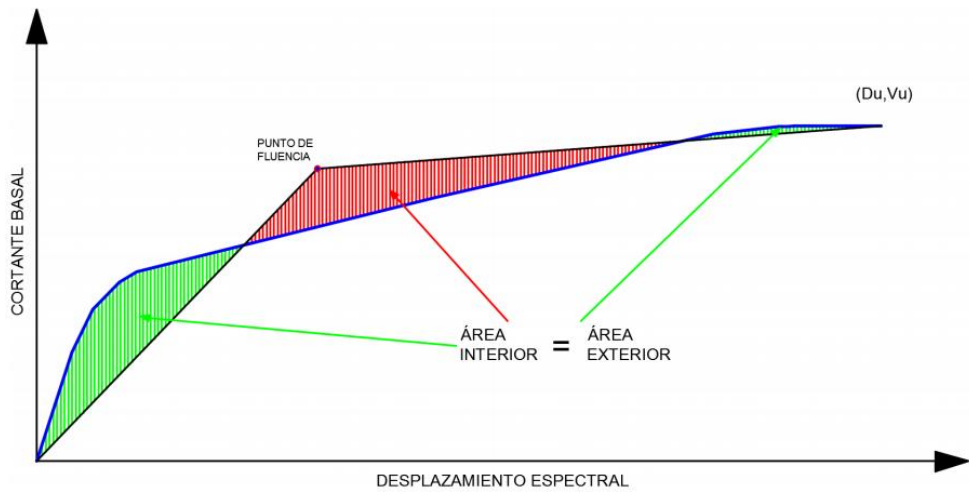


Figura 28. Aplicación de criterio de áreas iguales.

Entonces, utilizando dicho criterio calculamos el punto de fluencia de la curva de capacidad en estudio.

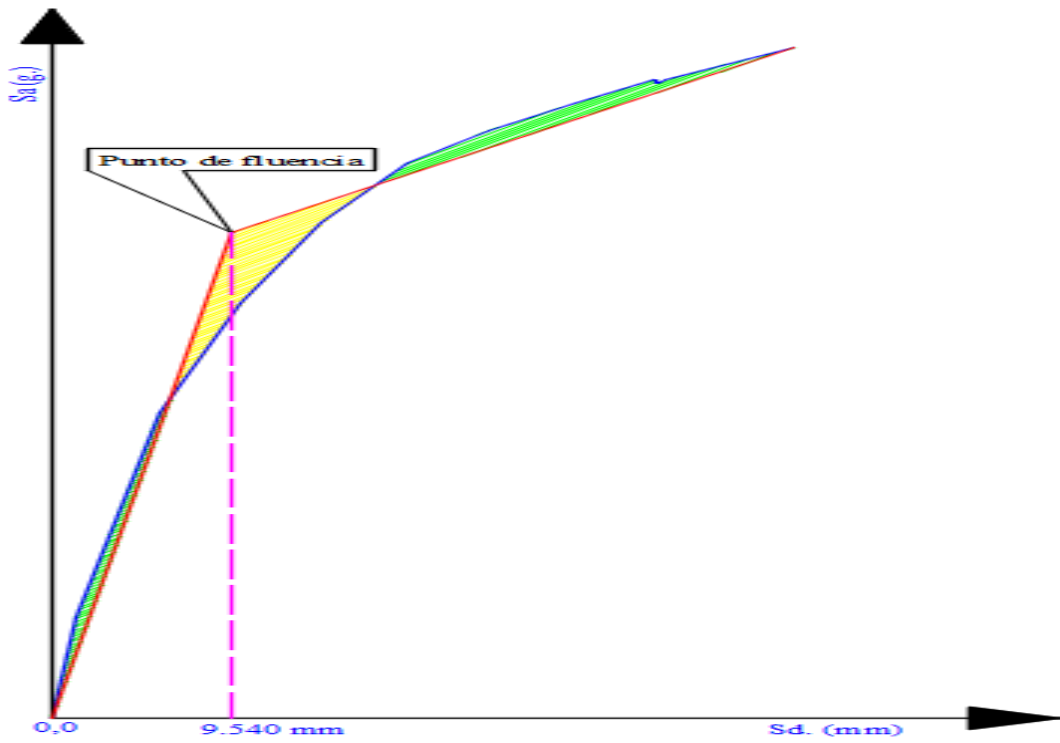


Figura 29. Método de áreas iguales para dirección X-X.

De acuerdo al criterio de áreas iguales se logró determinar el punto de fluencia de la estructura para la dirección X-X, cuyo desplazamiento es de $D_x=0.954$ cm.

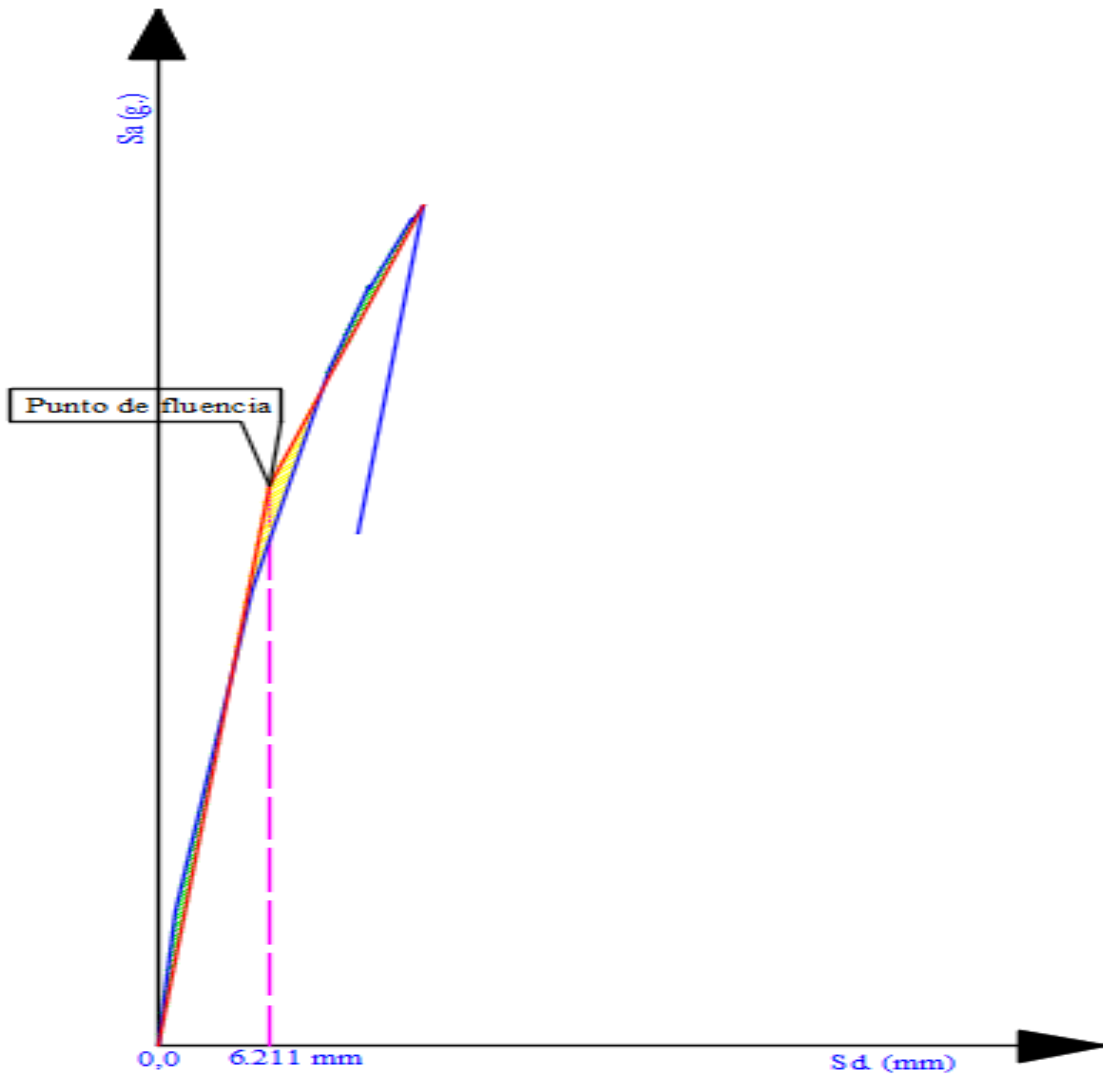


Figura 30. Método de áreas iguales para dirección Y-Y.

Utilizando el criterio de áreas iguales también se pudo determinar el punto de fluencia de la estructura para la dirección Y-Y, $D_y=0.621$ cm. Por tanto, calculamos los límites de desplazamiento de cada nivel de desempeño.

Tabla 17. Límites de desplazamiento según el nivel de desempeño para dirección X-X.

Límites de acuerdo al nivel de desempeño en dire c. X-		
Límite		X Tipo de nivel
Sd1 =	0.67	Operacional
Sd2 =	0.95	Ocupación inmediata
Sd3 =	1.69	Seguridad de vida
Sd4 =	3.92	Prevención de colapso

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 18. Límites de desplazamiento según el nivel de desempeño para dirección Y-Y.

Límites de acuerdo al nivel de desempeño en direc. Y-Y		
Límite		Tipo de nivel
Sd1 =	0.43	Operacional
Sd2 =	0.62	Ocupación inmediata
Sd3 =	0.84	Seguridad de vida
Sd4 =	1.49	Prevención de colapso

Fuente. Elaboración propia.

Una vez calculado los límites de desplazamiento según el nivel de desempeño, procedemos a graficar el seccionamiento del espectro de capacidad.

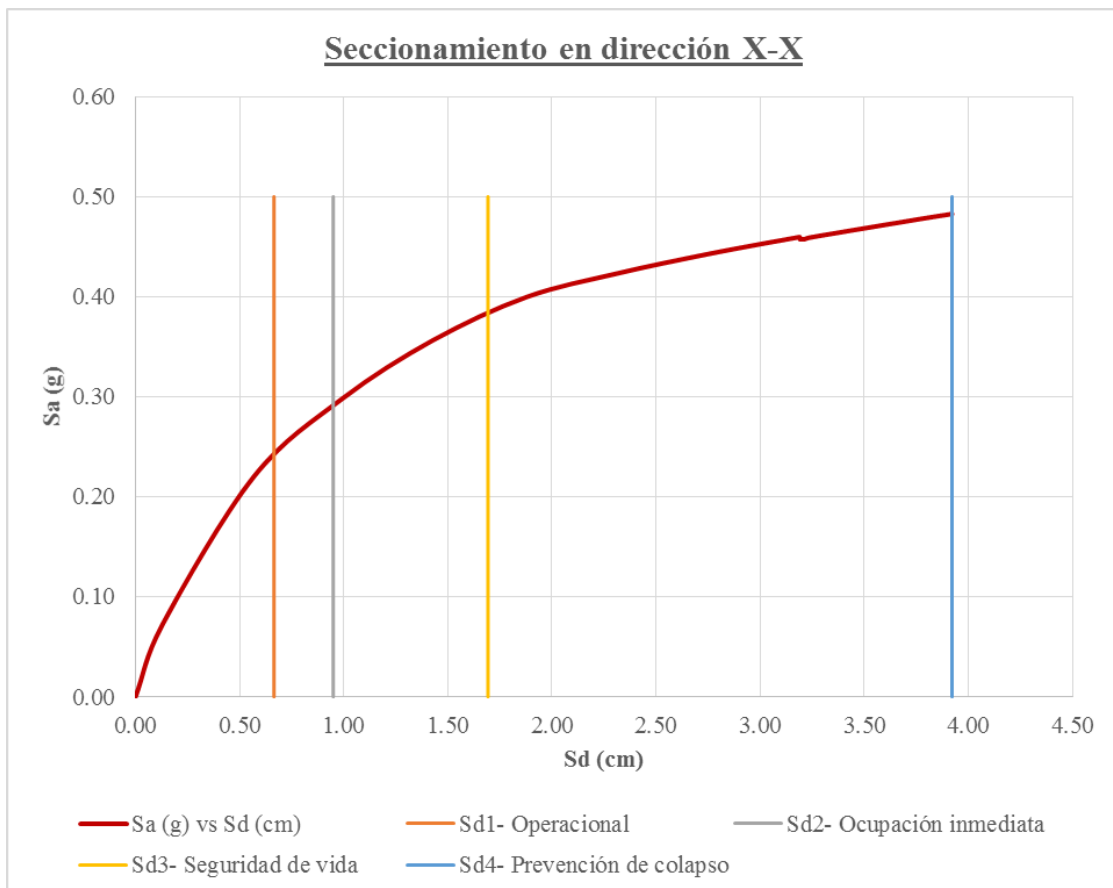


Figura 31. Seccionamiento del espectro de capacidad en dirección X-X.

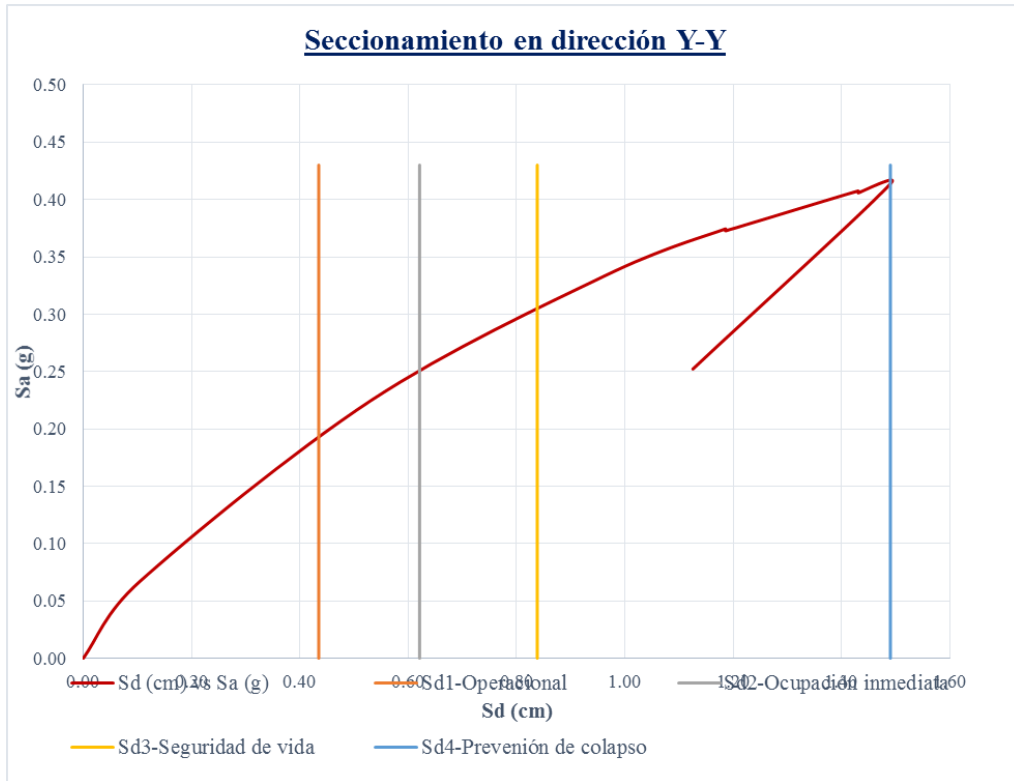


Figura 32. Seccionamiento del espectro de capacidad en dirección Y-Y.

Resumen de espectros y seccionamientos.

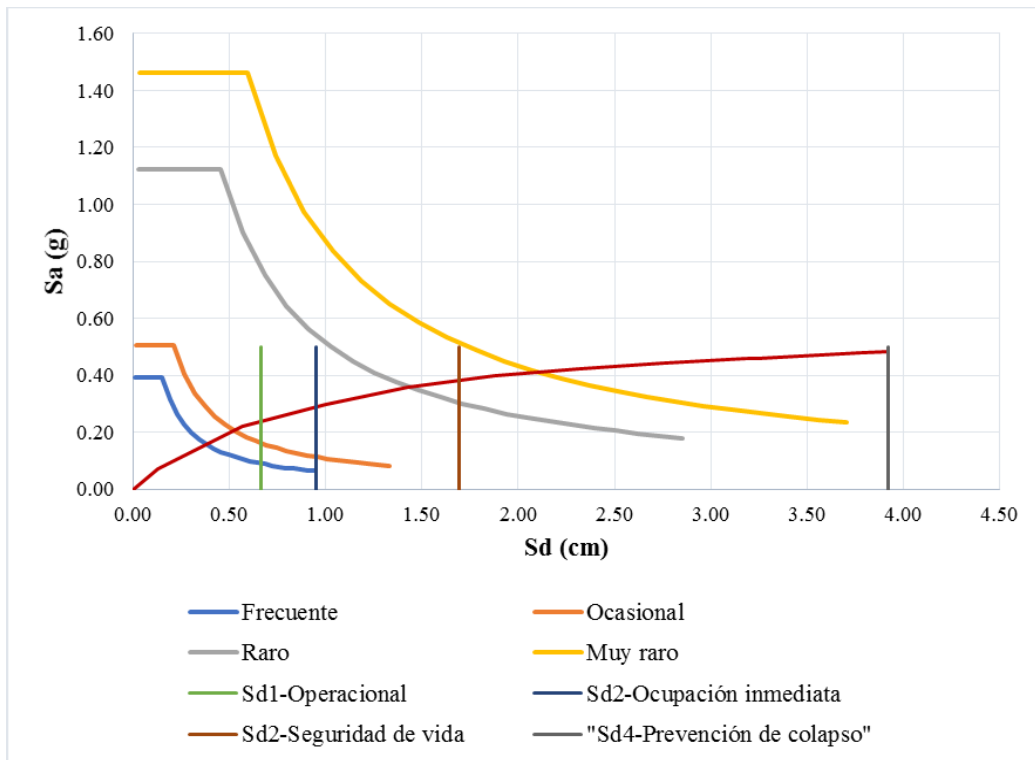


Figura 33. Seccionamiento del espectro de capacidad y demanda en dirección X-X.

Interpretación para el nivel de desempeño en dirección X-X

El grafico representa que para un sismo frecuente y ocasional el nivel de desempeño de la estructura es operacional, así mismo para un sismo raro el nivel de desempeño es seguridad de vida.

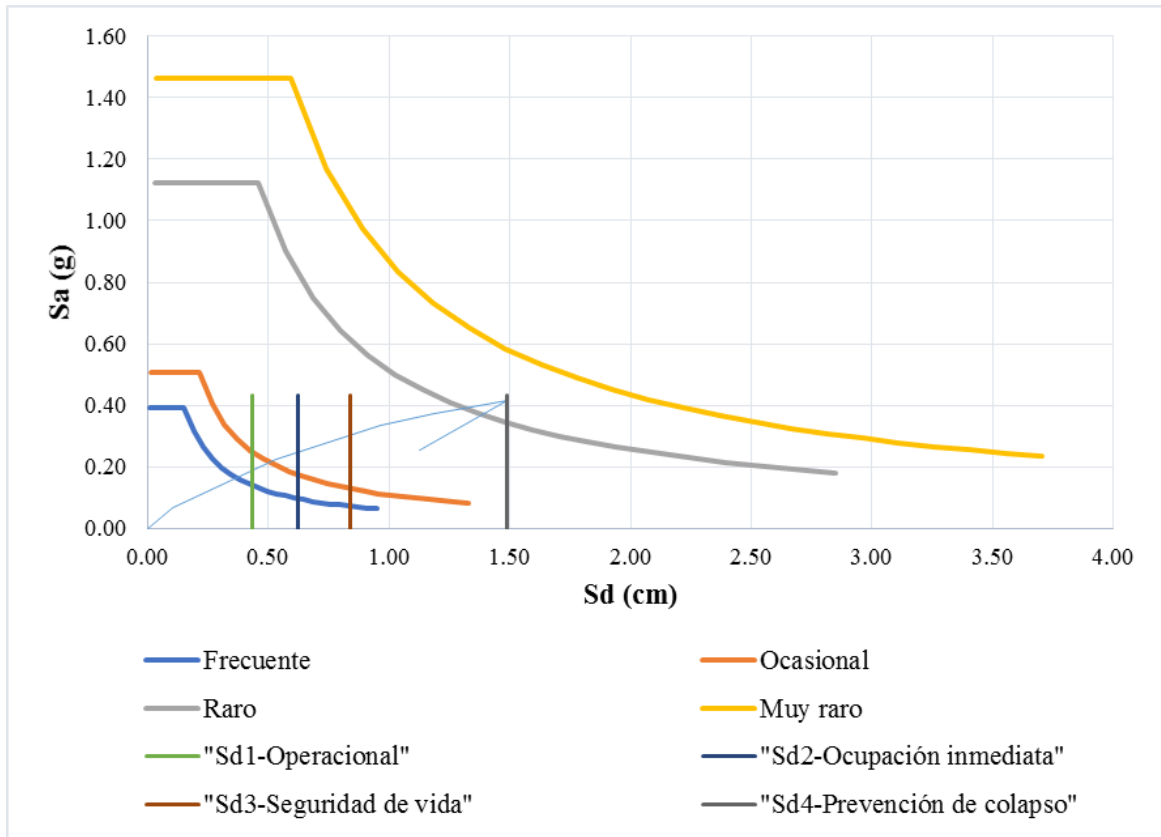


Figura 34. Seccionamiento del espectro de capacidad y demanda en dirección Y-Y.

Interpretación para el nivel de desempeño en dirección Y-Y

El grafico indica que para un sismo frecuente y ocasional el nivel de desempeño de la estructura será operacional, así también para un sismo raro la estructura puede colapsar.

Análisis de nivel y punto de desempeño.

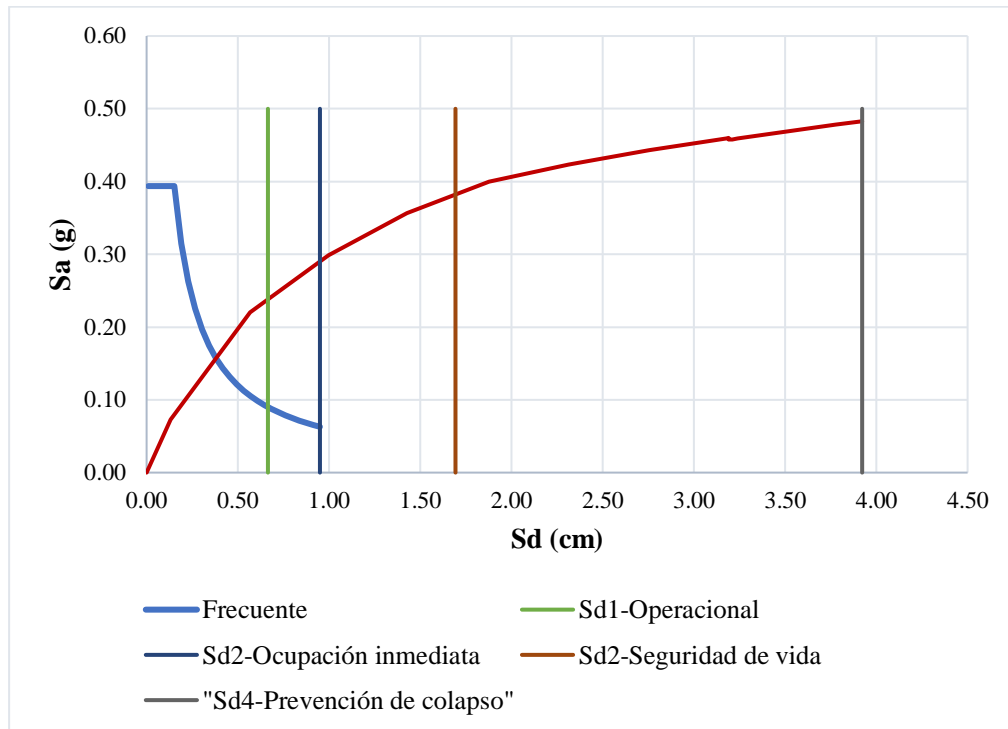


Figura 35. Punto y nivel de desempeño en dirección X-X ante sismo frecuente.

Como mencionamos anteriormente frente a un sismo frecuente el nivel de desempeño de la estructura será operacional.

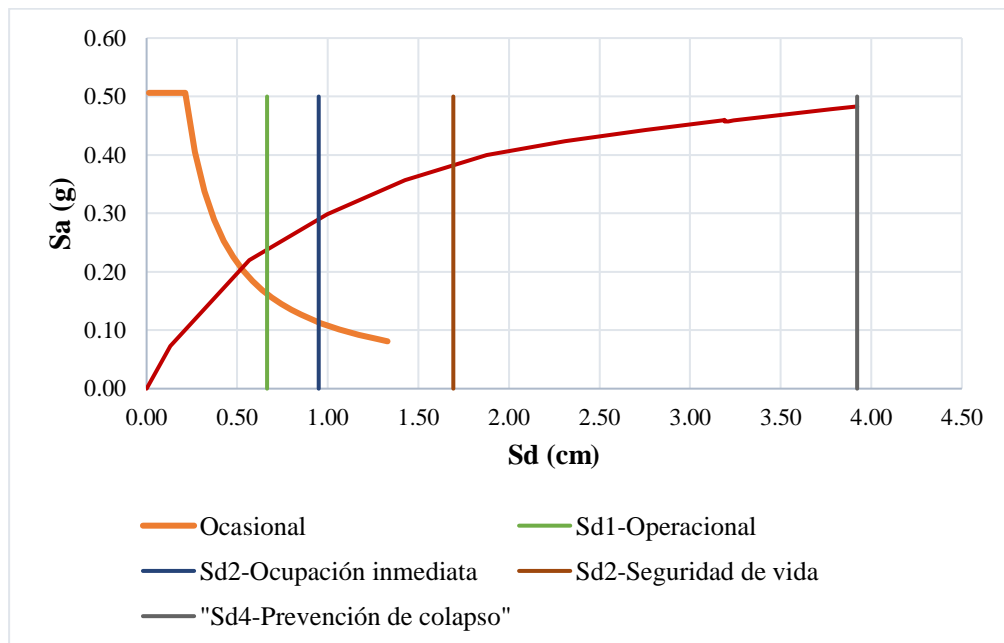


Figura 36. Punto y nivel de desempeño en dirección X-X ante sismo Ocasional.

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

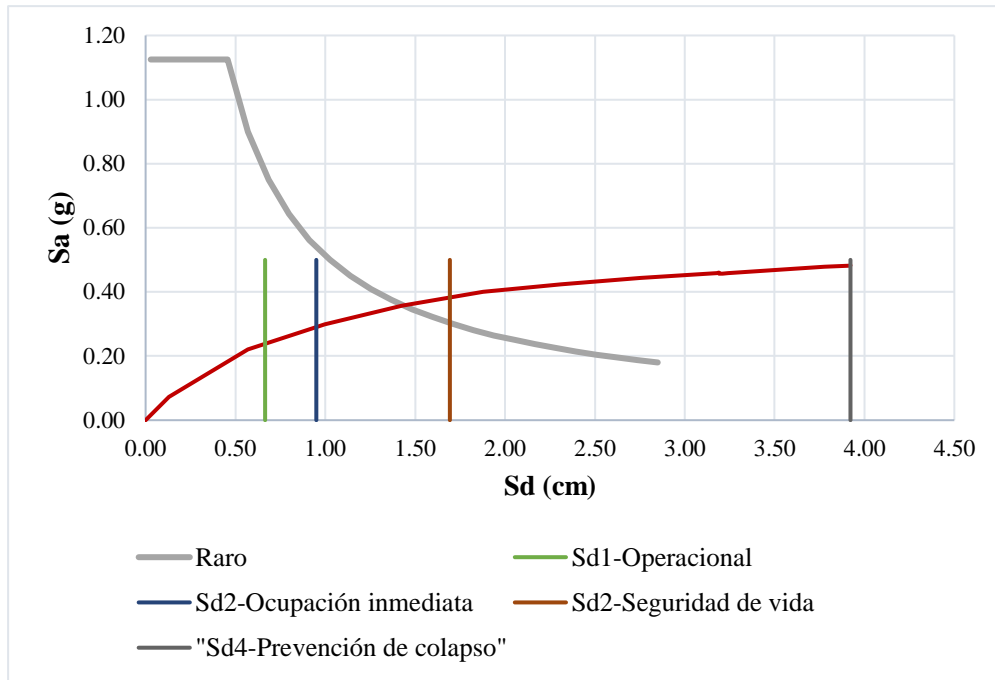


Figura 37. Punto y nivel de desempeño en dirección X-X ante sismo raro.

Frente a un sismo de tipo raro el nivel de desempeño de la estructura es seguridad de vida. Cumpliendo de esta manera con la categoría de estructuras comunes.

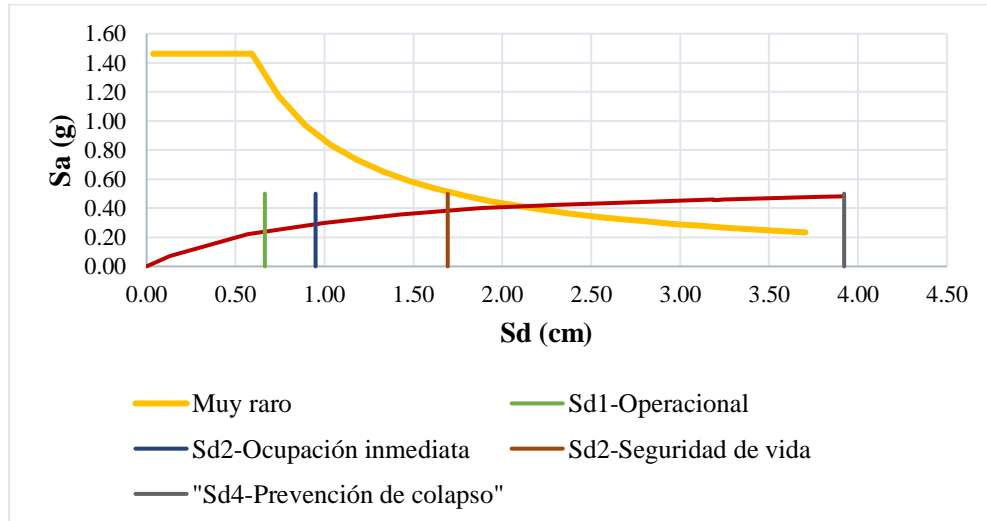


Figura 38. Punto y nivel de desempeño en dirección X-X ante sismo muy raro.

Frente a un acontecimiento sísmico muy raro el nivel de desempeño de la estructura es prevención del colapso. Para nuestro caso (viviendas multifamiliares) el nivel de desempeño está dentro de lo permitido del código FEMA por ser una estructura básica (común).

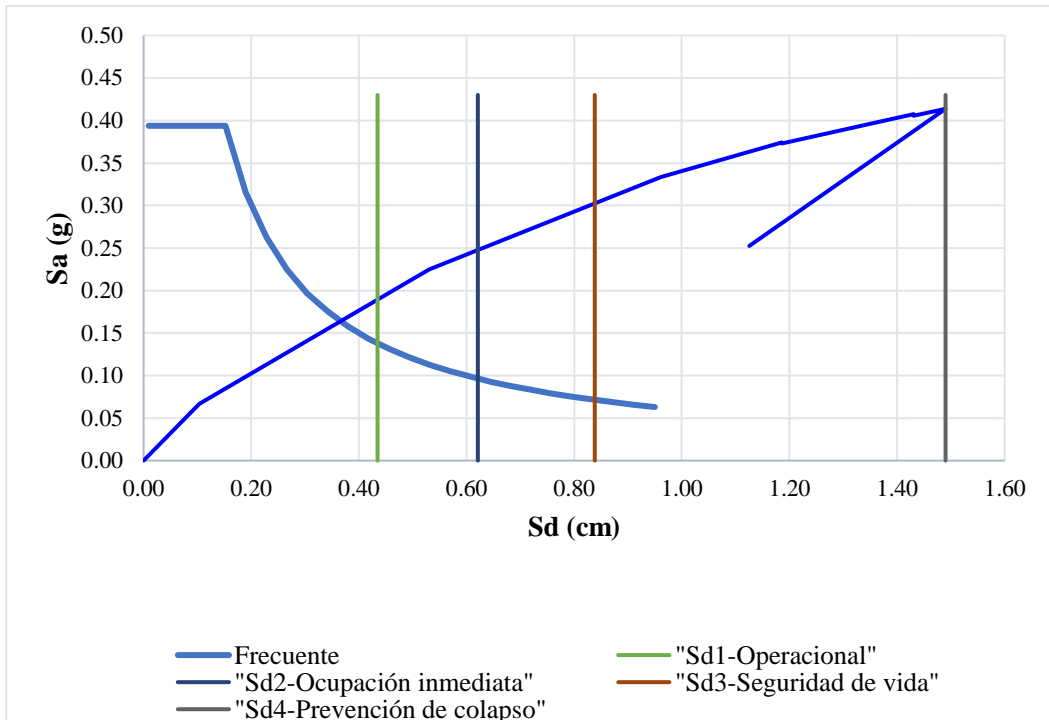


Figura 39. Punto y nivel de desempeño en dirección Y-Y ante sismo frecuente.

Ante un evento sísmico de tipo frecuente el nivel de desempeño de la estructura es operacional.

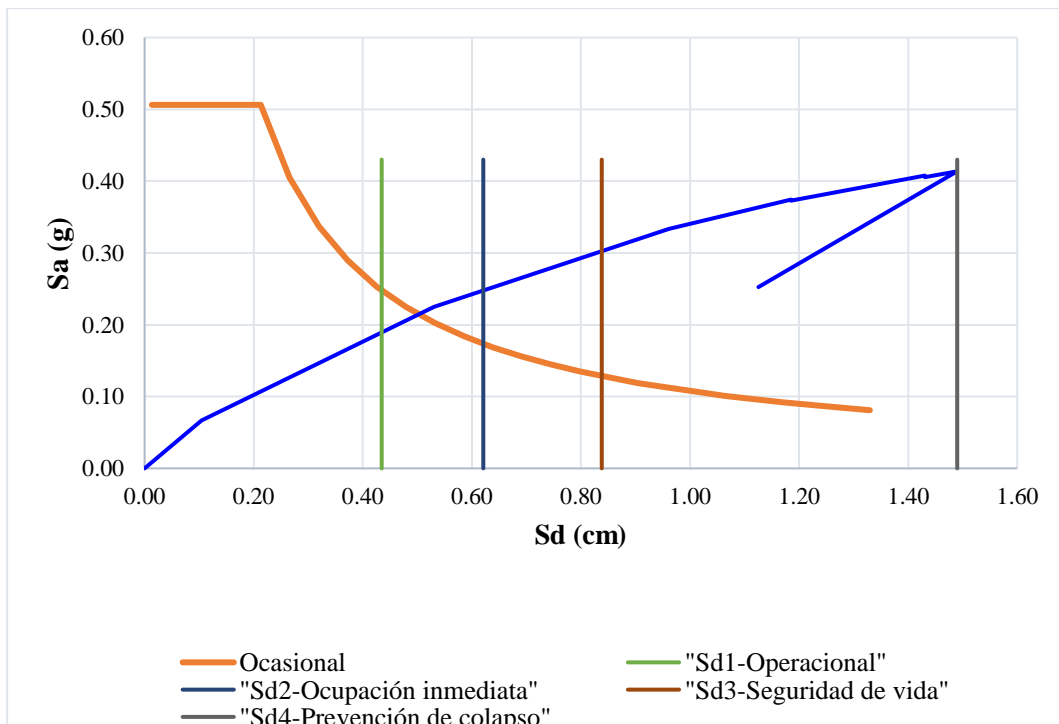


Figura 40. Punto y nivel de desempeño en dirección Y-Y ante sismo ocasional.

Para un sismo ocasional se espera un nivel de desempeño estructural ocupación inmediata.

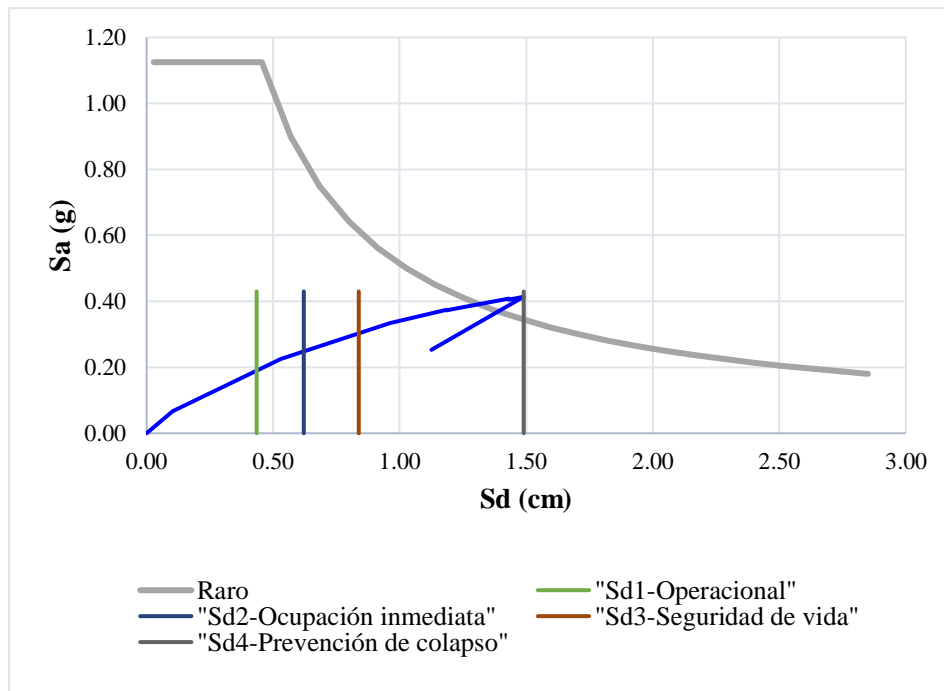


Figura 41. Punto y nivel de desempeño en dirección Y-Y ante sismo.

Para un evento sísmico de tipo raro se espera un nivel de desempeño estructura. Prevención de colapso, lo cual de acuerdo al código FEMA es un desempeño inaceptable para cualquier tipo de estructura (comunes, importantes o esenciales).

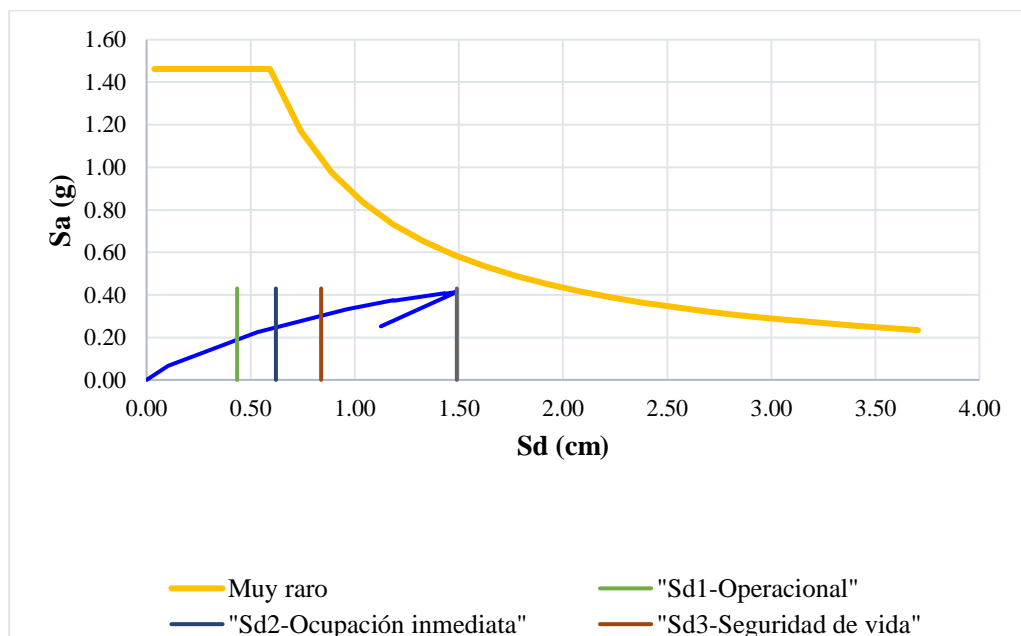


Figura 42. Punto y nivel de desempeño en dirección Y-Y ante sismo muy raro.

Para un evento sísmico tipo muy raro la estructura no obtiene un nivel de desempeño estructural prevención de colapso como lo estipula el código FEMA para estructuras básicas.

Nivel de desempeño de la estructura.

El nivel de desempeño de la estructura se evaluó en función al criterio mostrado en la siguiente tabla, establecido por el código FEMA 356.

		Operacional	Funcional	Resguardo de la vida	Cerca al colapso
Nivel de Peligro Sísmico	Sismo Frecuente (69% / 50 años)				
	Sismo Ocasional (50% / 50 años)				
	Sismo Raro (10% / 50 años)				
	Sismo Muy Raro (5% / 50 años)				

Comportamiento Aceptable	
Comportamiento Mínimo Aceptable	
Comportamiento Inaceptable	

Figura 43. Matriz de desempeño FEMA.

Tabla 19. Matriz de desempeño de la estructura para la dirección X-X.

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

Fuente. Elaboración propia.

Para estructuras básicas o comunes el nivel de desempeño esperado frente a sismos frecuentes, ocasionales, raros y muy raros es operacional, ocupación inmediata, seguridad de vida y prevención de colapso respectivamente, y como se aprecia en la tabla anterior la estructura analizada cumple con estos requerimientos establecidos en el código FEMA, esto para la dirección X.

Tabla 20. Matriz de desempeño de la estructura para la dirección Y-Y.

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

Fuente. Elaboración propia.

Para sismos frecuente, ocasional, raros y muy raros de acuerdo al código FEMA le correspondía un nivel de desempeño de operacional, ocupación inmediata, seguridad de vida y prevención de colapso respectivamente. Sin embargo, en la tabla mostrada se observa que solo dos cumplió con ello. Por ende, la estructura en la dirección Y-Y no satisface el nivel de desempeño esperado, por lo tanto, esta dirección requiere reforzamiento.

Contrastación de hipótesis

❖ Contrastación de hipótesis general

En consecuencia, no se acoge la hipótesis general, el cual sostiene que la estructura cumple con los requerimientos para estructuras comunes del código FEMA, esto en vista a que en nuestra investigación la estructura no posee un nivel de desempeño adecuado en la dirección Y-Y.

❖ Contrastación de hipótesis específicas.

Entonces, se acepta la hipótesis planteada en donde se especifica que con las curvas de capacidad se determina el desplazamiento máximo, así que de sobrepasar dicho

desplazamiento conllevaría al colapso de la estructura, para el caso de nuestra estructura es 46.36 cm y 13.30 cm en la dirección X e Y respectivamente.

No se acepta la hipótesis en donde se sostiene que los espectros de capacidad cubren la demanda para el desempeño, dado que solo se da para la dirección X-X en su totalidad, y para la dirección Y-Y solo alcanza al espectro de demanda del sismo raro, por lo que la estructura no presenta un nivel de desempeño adecuado.

Se acepta la hipótesis donde se indica que con el punto de fluencia se determina el límite según el nivel de desempeño, ya que el punto de fluencia, se pudo determinar utilizando el criterio de áreas iguales; es decir, que se logró el equilibrio entre las áreas externas e internas, una vez calculado el punto de fluencia, utilizamos el desplazamiento de fluencia para determinar el límite del espectro de desplazamiento para cada nivel, por ejemplo, para la dirección X-X tenemos 0.67, 0.95, 1.69 y 3.92 cm para nivel; operacional, ocupación inmediata, seguridad de vida y prevención de colapso respectivamente, mientras que para la dirección Y-Y dio 0.43, 0.62, 0.84 y 1.49 cm para nivel; operacional, ocupación inmediata, seguridad de vida y prevención de colapso respectivamente.

IV. DISCUSIÓN

De acuerdo a Paredes (2016), el desempeño sismorresistente de un estructura ayuda obtener información relevante para posteriormente poder reforzarla o brindarla al cliente de los peligros del inmueble. Para nuestra investigación se determinó que la estructura presenta un nivel de desempeño inaceptable en la dirección Y, por ello es necesario reforzar. Una de las maneras más adecuadas de hacerlo es implementando muros de corte (placas) dado que aportan gran rigidez a la estructura. Según un estudio realizado por Villalta, titulada Placas de concreto armado para la mejora del riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas del distrito de Carabaylo, Lima 2018, cuyo objetivo fue determinar de qué manera las placas de concreto armado disminuyen el riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas del distrito de Carabaylo. La vivienda analizada fue de dos pisos y se determinó, que la utilización de las placas de concreto armado de 1.00 m de longitud con espesor de 20 cm, reduce el desplazamiento máximo en un 47%.

Por otro lado, del análisis pushover ejecutado en el programa Etabs 2017, se obtuvo la curva de capacidad de la estructura siendo en la dirección X-X donde la estructura colapsa con mayor desplazamiento 46.36 cm, cuya cortante en la base de la estructura es 1132.04 Tonf. Mientras en la dirección Y-Y, la estructura colapsa con menor desplazamiento 13.30 cm, con una fuerza cortante en la base de 970.07 Tonf.

La norma ATC 40 establece, que la comparación de la curva de capacidad con el espectro de demanda sísmica, es una forma adecuada de evaluar edificios existentes, dado que la demanda es la representación del movimiento del suelo, mientras la capacidad es la habilidad que la estructura posee para resistir. Así también sostiene que la capacidad de la estructura depende de la resistencia y rigidez de los elementos estructurales.

El espectro de demanda de la estructura se obtuvo a partir de las condiciones de sitio donde se ubica el proyecto. Así mismo para la determinación de dicha aceleración no se consideró el factor de reducción sísmica R, por ende el sismo raro era equivalente al severo.

Mediante el criterio de áreas iguales se determinó el punto de fluencia, para la dirección X-X el desplazamiento de fluencia 0.95 cm, así mismo para la dirección Y-Y se obtuvo 0.62 cm. Del mismo modo se pudo apreciar en la gráfica que la carga con la que se llega al punto de fluencia en la dirección X-X es 820.064 Tonf y en la dirección Y-Y es 646.169 Tonf.

El desplazamiento último de la estructura se tomó del espectro de capacidad, en la dirección

X-X $D_{ux}=3.92$ cm, del mismo modo para la dirección Y-Y $D_{uy}=1.49$ cm.

Entonces observando tanto el desplazamiento último como el de fluencia, se aprecia que el desplazamiento último es casi 4.12 veces más que el de fluencia, eso nos da a entender que la estructura antes de colapsar se desplaza después del punto de fluencia aproximadamente 75% del total. Caso contrario ocurre con las fuerzas cortantes en la base, por ejemplo para la dirección X-X la cortante máxima de la estructura es casi 1.38 veces que con la que se llega al punto de fluencia, mientras que para la dirección Y-Y es casi 1.50 veces más con la que se llega al punto de fluencia, es decir que la carga una vez llegada al punto de fluencia crece aproximadamente en un 27.55% para la dirección X-X y 33.38% para la dirección Y-Y.

Por lo tanto, se concluye que la estructura presenta una mayor ductilidad global en la dirección X-X ($u=4.12$), mientras para la dirección Y-Y ($u=2.40$), recordemos que la ductilidad global no es más que el cociente del desplazamiento máximo entre el desplazamiento de fluencia efectiva.

De acuerdo a Calcina (2016), las edificaciones deben diseñarse de modo que las uniones de plástico se produzcan en todos los extremos de las vigas y columnas; es decir, que la estructura sea dúctil, como pudimos observar la ductilidad es baja en nuestra estructura, así como en la figura donde se aprecia la aparición de rótulas en la estructura (en el software ETABS), no hay uniformidad en la dirección Y-Y, dado que la columna posterior presenta un estado de colapso.

Determinando el punto de desempeño para la dirección X-X se aprecia en la gráfica que tanto para sismos frecuentes y ocasionales el nivel de desempeño es operacional, de la misma manera para un evento sísmico de tipo raro el nivel de desempeño de la estructura es seguridad de vida y ante un sismo muy raro el nivel de desempeño de la estructura es prevención de colapso, que como se indicó anteriormente el código FEMA permite este nivel solo para estructuras básicas.

Para la dirección Y-Y, ante el sismo frecuente el nivel de desempeño es el esperado ya que es operacional, del mismo modo para un sismo ocasional el nivel de desempeño también es el adecuado dado que es ocupación inmediata, sin embargo para los sismos raro y muy raro

el nivel de desempeño es inaceptable puesto que en el caso del sismo raro el nivel es prevención de colapso y para el sismo muy raro la estructura ya ha colapsado.

Es importante remarcar que se aplicó rótulas plásticas a un 5% y 95% de la longitud de cada elemento frame. Así también a las placas, el porcentaje se definió en base a que se utilizan de manera didáctica en diferentes investigaciones, aunque hay expresiones para calcular dicho porcentaje el cual está en función de la longitud del elemento, peralte y fluencia del acero, incluso del diámetro del refuerzo principal o longitudinal.

De la misma manera el punto de control para el análisis estático no lineal es el nodo 29 del piso 7, se eligió este nodo en vista a que las cargas laterales eran parabólicas porque en azotea la masa era menor a las demás y la estructura del tanque estaba en la parte central (Irregular).

En cuanto a la metodología empleada el análisis estático no lineal (Pushover) es confiable, dado que arroja resultados similares a otras metodologías, por ejemplo, Repapis (2016) hizo una evaluación del rendimiento sísmico a dos edificios, uno del año 60 y otro del año 80 los cuales están ubicados al sur de Europa, se utilizó el análisis pushover y dinámico incremental, resultando así que por ambos métodos, uno de los edificios presentaba deficiencias.

V. CONCLUSIONES

1. Se determinó la curva de capacidad de la estructura tanto para la dirección X e Y, con el apoyo del software Etabs 2017, donde se definió que el desplazamiento máximo de la estructura para la dirección X-X es de 46.36 cm con una cortante en la base de 1132.04 Tonf. Así mismo para la dirección Y-Y el desplazamiento máximo es 17.61 cm cuya cortante en la base máxima es 970.07 Tonf.

Una vez obtenida la curva de capacidad se hizo la conversión a espectro de capacidad para de esta manera ver el comportamiento frente a los espectros de demanda, los cuales se determinaron a partir de los parámetros de sitio del proyecto con la utilización de las expresiones establecidas en la norma E.030. En la construcción de espectro de respuesta elástica no se consideró el coeficiente de reducción sísmica.

2. Se determinó los puntos de fluencia para la dirección X e Y, por ejemplo en la dirección X-X el desplazamiento de fluencia es 0.95 cm y para la dirección Y-Y es 0.62 cm, la variación con respecto al desplazamiento último es alto para la dirección X, lo cual como, se mencionó en el capítulo de discusión la estructura presenta una mayor ductilidad en la dirección X ($u=4.12$) que la dirección Y ($u=2.40$).

Así también dentro del punto y nivel de desempeño, la estructura en dirección X-X, cumple con la matriz de desempeño propuesto por FEMA, donde se afirma que para estructuras comunes o básicas los eventos sísmicos frecuente, ocasional, raro y muy raro les corresponde un nivel de desempeño estructural operacional, ocupación inmediata, seguridad de vida y prevención de colapso respectivamente. Viendo los puntos de desempeño con los límites de desplazamiento espectral se concluye que para esta dirección de análisis (X-X) la estructura cumple los requerimientos establecidos por el código FEMA.

3. En lo que concierne al punto y nivel de desempeño para la dirección Y-Y la estructura solo presenta un nivel de desempeño estructural adecuado para eventos sísmicos frecuente y ocasional, mientras que para eventos sísmicos de tipo raro la estructura presenta un nivel de desempeño estructural prevención de colapso, el cual es inaceptable para las estructuras básicas de acuerdo al código FEMA.
4. Por lo tanto, se concluye que la estructura analizada presenta un adecuado nivel de desempeño para la dirección X y un nivel de desempeño estructural inadecuado para

la dirección Y, dando lugar así a realizar reforzamiento en dicha dirección. Una posible alternativa sería implementar placas de concreto armado en esa dirección y para posteriormente ver el efecto de este tendría que realizarse todo el proceso efectuado en la presente investigación.

VI. RECOMENDACIONES

1. Evaluar estudios de desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal pushover a edificaciones antiguas, públicas y privadas, con el fin de determinar su desempeño estructural y plantear algún tipo de reforzamiento.
2. 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.
3. Utilizar placas de concreto armado o disipadores para el reforzamiento y hacer un análisis del nivel de desempeño de la estructura.
4. Realizar el estudio del desempeño de la estructura, considerando el estado actual de los materiales y elementos estructurales en obra, para ello utilizar pruebas de diamantina.

VII. REFERENCIAS

ALGUHANE T. [et al]. *Pushover Analysis Of Reinforced Concrete Buildings Using Full Jacket Technics: A Case Study On An Existing Old Building In Madinah*. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Civil and Environmental Engineering. [online]. 10 (12): 2016, pp. 1670-1678. [Date of consultation: 24 de May 2019].

Available in: <http://waset.org/Publication/10006213>

ISSN: 9195-0263

AMORROS Barrantes, Cristhian Alberto. 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. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil.. 2015. 245 pp.

Disponible en <http://181.224.246.201/handle/UCV/637>

BASUALDO, Salinas. Evaluación del desempeño sísmico de sistemas estructurales innovadores. Tesis (Título en Ingeniería Civil). México Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. 2016. 176 pp.

Disponible en https://issuu.com/zentidos/docs/achisina_-_procedimiento_alternativ

BRAVO, D. Y FLORES, L. Análisis estático no lineal de paredes de ladrillo de las casas de Cuenca. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Cuenca: Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. 2015. 76 pp.

Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23119>

SHATNAWI, Anis, MUSMAR, Mazen y GHARAIBEH, Laith. Evaluation of Seismic Analysis Procedures for Concrete Moment-Resistant Frames with Horizontal Re-entrant Corners Irregularity. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology. [online]. 8 (3): December 2018, pp. 876-881. [Date of consultation: 24 de May 2019].

Available in DOI:10.18517/ijaseit.8.3.5851

ISSN: 2088-5334

CALCINA Peña, Ramón Manuel. Evaluación del desempeño sísmico de un Edificio de once pisos utilizando análisis Estático y dinámico no-lineal. Tesis (Maestro en Ingeniería

civil con mención en estructuras). Tacna: Universidad Privada de Tacna, Escuela de Postgrado. 2017. 133 pp.

Disponible en http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/UPT/499/1/Calcina_Pena_Ramon

CAPANI, Edward y HUAMANÍ, Jhon. Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albanilería confinada construidas informalmente en el distrito de Yauli, provincia de Huancavelica, región de Huancavelica. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingeniería de Minas-Civil-Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2018. 222 pp.

Disponible en <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1805>

CARVALHO G. and PEÑA L. Influence of the Concrete Structural Configuration In The Seismic Response. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais [online]. 8 (6): December 2015, pp. 800-812. [Date of consultation: 24 de May 2019].

Available in <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-41952015000600005>

ISSN: 1983-4195

CAZAU Pablo, INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS SOCIALES. 3.a ed. Buenos Aires: Edición del autor , 2006. [fecha de consulta 11 de mayo de 2019].

Disponible en <https://sites.google.com/site/pcazau/mi-obra-completa>

CHAVESTA Ruelas, Erick Pedro Adrian. Análisis Estático No lineal para estimar el desempeño Sísmico de una estructura aporticada de 5 pisos en la Ciudad de Lima. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Federico Villareal, Facultad de Ingeniería Civil. 2019. 190 pp.

Disponible en <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2810>

CHEN, X. Evaluation of cold recycled asphalt mixtures modified with conventional and polymer modified emulsion. Theses (Master of Science). Pennsylvania - EE.UU: The Pennsylvania State University, Department of Civil and Environmental Engineering. 2015. 126 pp.

Available in <https://etda.libraries.psu.edu/catalog/25055>

CONSTANTINOS C. Repapis. Seismic Performance Evaluation of Existing RC Buildings Without Seismic Details. Comparison of Nonlinear Static Methods and IDA.

The Open Construction & Building Technology Journal [online]. 10 (1): April 2016, Pages 158 - 179. [Date of consultation: 25 de May 2019].

Available in <https://benthamopen.com/ABSTRACT/TOBCTJ-10-158>

ISSN: 1874-8368

DECRETO SUPREMO N°003-2016-Vivienda. Decreto supremo que modifica la Norma Técnica E-030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por decreto supremo N°011-2006-Vivienda, modificada con decreto supremo N°002-2014-Vivienda. Normas Legales. Lima : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2018. 1266 pp.

Disponible en <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

DUARTE Bonilla, Cesar Eduardo, MARTINEZ Chavarria, Marlon Exequias y SANTAMARIA Diaz, Jose Jonathan. Análisis estático no lineal (pushover) del cuerpo central del edificio de la facultad de medicina de la Universidad de el Salvador. Tesis (Título en Ingeniería Civil). San Salvador: Universidad de el Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Civil. 2017. 190 pp.

Disponible en <https://docplayer.es/97759166-Analisis-estatico-no-lineal>

FERNÁNDEZ Cánovas, Manuel. Teoría y experiencias en el incremento de ductilidad de los hormigones de alta resistencia reforzados con fibras de acero. Revista ALCONPAT. [online]. 2 (3): Diciembre 2012, Pages 131 - 148. [Date of consultation: 25 de May 2019].

Disponible en <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v2i3.33>

ISSN: 2007-6835

FLORES, Rogelio. Vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico en viviendas autoconstruidas del distrito de Samegua, región Moquegua. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2015. 152 pp.

Disponible en <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/ujcm/159>

GARCÉS, José. Estudio de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de

Cali. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Bogotá D.C: Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Estudios a Distancia, Programa de Ingeniería Civil. 2017. 137 pp. Disponible en <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/16248>

HERNÁNDEZ, Roberto [et al.]. Metodología de la Investigación. [en línea]. 6.a ed. México D.F.: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2014. [fecha de consulta 12 de mayo de 2019].

Disponible en: https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
ISBN: 978-1-4562-2396-0

Hakim, R., S. Alama, M. y Ashour S. Seismic Assessment of RC Building According to ATC 40, FEMA 356 and FEMA 440. ARABIAN JOURNAL FOR SCIENCE AND ENGINEERING [online]. 39. November 2014. [Date of consultation: 19 de May 2019]. Available in <https://www.researchgate.net/publication/278104441>

JEDISO, Martin. Methods for Improving the Seismic Performance of Structures - A Review. Theses (Doctor of Science). Calgary : University of Calgary, Faculty of Graduate Studies. 2017. 238 pp. Available in <https://prism.ucalgary.ca/handle/11023/3024>

JUSTO, Enrique, DELGADO, Antonio y BASCO, Maria. Realidad y modelo estructural. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Mexico: Editorial Limusa. 2018. 126 pp. Disponible en <http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/handle/11227/3>

KAUSHIK y DASGUPTA. Assesment of Seismic Vulnerability of Structures in Sikkim, India, Base on Damage Obervation during Two Recent Earthquakes, American Society of Civil Engineers (ASCE Library). [online]. 27 (6): December 2013, Pages 4313 - 4324. [Date of consultation: 22 de May 2019]. Available in [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0000380](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000380)
ISSN: 2381-0688

MAHDI Eghbali, GHOLAMREZA Ghodrati Amiri and MORTEZA Raissi Dehkordi. Evaluation of Modified Nonlinear Dynamic And Static Analyses For Seismic Behavior

Of Steel Moment-Resisting Frames. Journal of Vibroengineering [online]. 17 (8): December 2015, Pages 4313 - 4324. [Date of consultation: 22 de May 2019].

Available in <https://www.jvejournals.com/article/16096>

ISSN: 2538-8460

MAHDI, Eghbali [et al.]. Performance of steel frames equipped with buckling-restrained braces (BRBs) using nonlinear static and dynamic analyse. Journal of Vibroengineering [online]. 12 (2): March, 2016, Pages 1131-1146. [Date of consultation: 21 de May 2019].

Available in <https://www.jvejournals.com/article/16578>

ISSN: 2538-8460

MERCADO, Luis y SABOGAL, Carlos. Analisis de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones aporricadas de concreto reforzado en la ciudad de Cartagena caso de estudio: Edificio Concasa y Banco del Estado. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Cartagena: Universidad de Cartagena, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2016. 126 pp.

Disponible en <http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/handle/11227/3490>

MONIRI, Hassan. Evaluation of seismic performance of reinforced concrete (RC) buildings under near-field earthquakes. Revista Internacional de Ingeniería Estructural Avanzada [online]. 9 (1): Marzo 2017, Pages 13-25. [Date of consultation: 19 de May 2019].

Available in <https://link.springer.com/article/10.1007/s40091-016-0145-6>

ISSN: 2008-3556

NTE-A 020. 2006. Norma Técnica de Edificaciones. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006.

LÓPEZ F., PUJADES G., CASTILLO A. Urban non-engineered buildings in Mérida, Venezuela. Seismic performance and proposals for retrofit and for new construction. CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS (CSIC) [online]. 67 (537): marzo 2015. [Date of consultation: 28 de may del 2019]

Available in <http://dx.doi.org/10.3989/ic.12.091>

ISSN: 0020-0883

ORELLANA Román, Gonzalo Andrés y PARRA Mora, Jonnathan Lizardo. Evaluación de desempeño sísmico de un edificio esencial a porticado de hormigón armado según la norma ecuatoriana de construcción (NEC-se-re, 2015). Tesis (Título en Ingeniería Civil). Cuenca: Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. 2017. 99 pp.

Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28524>

PALELLA, Santa y MARTINS, Feliberto. Metodología de la Investigación cuantitativa. 1.a reimpresión. Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2012. [fecha de consulta 12 de mayo de 2019].

Disponible en <https://es.calameo.com/books/000628576f51732890350>

ISBN: 980-273-445-4

PAREDES Azaña, Miguel Ángel. Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal pushover. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil. 2016. 152 pp.

Disponible en <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/620673>

PAREDES, Janiel. Nivel de riesgo sísmico en la I.E. San Marcos Provincia San Marcos - 2014. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2015. 123 pp.

Disponible en <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6661>

PERES Rita, BENTO Rita & CASTRO José Miguel. Nonlinear Static Seismic Performance Assessment of Plan-Irregular Steel Structures. *Journal of Earthquake Engineering* [online]. 22 (6): May 2018, 30 p. [Date of consultation: 24 de May 2019].

Available in <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13632469.2018.1469438>

ISSN: 1559-808X

PONCE Burgos, Jonathan Rene y QUINCHUQUI, Cachimuel Luis Hernán. Estudio comparativo de respuestas estructurales en edificaciones en estructura metálica de 6 y 16 pisos con sistema de pórticos especiales a momento (SMF), implementando paneles de losas con sistema M2 frente a losas con placa colaborante. Tesis (Título de Especialista en Ingeniería Estructural). Quito: universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática, Carrera de Ingeniería Civil. 2019. 386 pp.

Disponible en file:///D:/users/HP/Downloads/T-UCE-0011-ICF-136.pdf

QUIROZ, Luis y VIDAL, Lindaura. Evaluation of the degree of structural seismic vulnerability in buildings made up of contributed systems and masonry confined in the Esperanza sector. Theses (Master of Science). Pennsylvania: The Pennsylvania State University, The Graduate School, Department of Civil and Environmental Engineering. 2015. 126 pp.

Available in <https://etda.libraries.psu.edu/catalog/25055>

RAMÍREZ Parisca, Carolina. Estimación de la capacidad sismo-resistente en edificaciones de concreto armado modeladas con acero comercial aplicando el método análisis estático no lineal pushover. Tesis (Título de Especialista en Ingeniería Estructural). Caracas: Universidad Católica Andrés Bello, Facultad de Ingeniería Civil. 2013. 139 pp.

Disponible

en

<http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS8609.pdf>

RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) Norma E-030: Diseño Sismorresistente. Sencico. Lima – Perú: INN, 2018. 1266 pp.

Disponible en <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

SÁNCHEZ Badillo, Alberto y TERÁN Gilmore, Amador. Diseño por desempeño de estructuras dúctiles de concreto reforzado ubicadas en la zona del lago del distrito federal: ejemplo de aplicación. Revista de Ingeniería Sísmica [online]. 78: Jun 2008, pp. 47-71. [fecha de consulta: 24 de May 2019].

Available in <http://www.scielo.org.mx/pdf/ris/n78/n78a3.pdf>

ISSN: 0185-092X

SÁNCHEZ, María. Vulnerabilidad sísmica de construcciones patrimoniales históricas de mampostería en Chile: aplicación a los Torreones Españoles de Valdivia. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil en Obras Civiles. 2013). 151 pp.

Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfcis211v/doc/bmfcis211v.pdf>

SINISTERRA Bonilla, Helmer. Determinación del desempeño sísmico para edificios en pórticos de concreto reforzado diseñados bajo la norma de diseño sismo resistente

C.C.C.S.R.84. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Santiago de Cali: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería. 2017. 101 pp.

Disponible en <http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/8723>

SLEBI, C. Y VARGAS, D. Análisis y aplicación del método estático no lineal en columnas reforzadas con disipación especial de energía. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad de Ingeniería. 2014. 153 pp.

Disponible en http://biblioteca.upbbga.edu.co/docs/digital_27335.pdf

SOTO Orrillo, José Termófilo. Evaluación Del Desempeño Sismorresistente del Edificio del Centro Pre Universitario de La Universidad Nacional de Cajamarca. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil. 2015. 47 pp.

Disponible en <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/95>

Taípe Carbajal, Javier Francisco. Criterios de diseño por desempeño para la norma peruana de diseño sismorresistente. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2003. 161 pp.

Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/776>

TITO Vargas, Karolyn. Vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas mediante la aplicación del modelo estático no lineal en la Av. El Parral, Comas. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2018. 161 pp.

Disponible en <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/95>

Torres Hernandez, Zacarias. Introducción a la ética. Mexico: Instituto Politécnico Nacional. 2014. 47 pp.

Disponible en <https://editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074381481.pdf>

VALDERRAMA, Mendoza Santiago. Pasos para Elaboración Proyectos y Tesis de Investigación Científica. 2.a ed. Lima: San Marcos, 2013. [fecha de consulta 11 de mayo de 2019].

Disponible en <http://biblioteca.utea.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl>

ISBN: 9786123028787

VASQUEZ, Jimi. Evaluación y propuesta de solución ante la vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería en Los Pueblos Jóvenes Florida Baja y Florida Alta - Chimbote - 2016. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa - Chimbote - Perú, Facultad de Ingeniería, Ingeniería Civil. 2017. 130 pp.

Disponible en <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2716>

VERGARA, Alberto. Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la ciudad de Trujillo, La Libertad. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería. 2014. 84 pp.

Disponible en <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/585>

VIROTE Boonyapinyo, NORATHAPE Choopoo and PENNUNG Warnitchai. Seismic performance evaluation of reinforced-concrete buildings by static pushover and nonlinear dynamic analyses. The 14 World Conference on Earthquake Engineering [online]. 8 (6): October 2008, pp. 12-17. [Date of consultation: 24 de May 2019].

Available in <ftp://ftp.ecn.purdue.edu/spujol/Andres/files/05-01-0272.PDF>

ISSN: 1398-3856

VISHAL Agrawal, TRILOK Gupta and RAVI Kr. Sharma. Performance Based Analysis Of Structures Using Non-Linear Static Pushover Analysis. International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES) [online]. 7 (6): Jun 2018, Pages 14-22. [Date of consultation: 23 de May 2019].

Available in <http://www.irjes.com/volume7issue6.html>

ISSN: 2319-183X

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Título: “Desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019							
Autor: Valle Loyola Erli Benzy							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN				
<p>Problema general: ¿Cuál es el nivel de desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019?</p> <p>Problemas específicos: ¿Cuál será la curva de capacidad de desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 niveles y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019?</p> <p>¿Cuáles serán los espectros de demanda para el desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019?</p> <p>¿Cuál será el punto de fluencia para el seccionamiento del desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019?</p>	<p>Objetivo general: Determinar el nivel de desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019</p> <p>Objetivos específicos: Determinar la curva de capacidad de desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019.</p> <p>Elaborar los espectros de demanda para el desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019.</p> <p>Determinar el punto de fluencia para el seccionamiento del desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019.</p>	<p>Hipótesis general: El nivel de desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019 cumple con los requerimientos para estructuras esenciales del código FEMA</p> <p>Hipótesis específica: La curva de capacidad de desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019, determina el desplazamiento máximo y llegar al colapso de la estructura.</p> <p>Los espectros de demanda para el desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019, cubren el rango del espectro de capacidad de la estructura.</p> <p>El punto de fluencia para el seccionamiento del desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – comas – lima - 2019, determina el límite según el nivel de desempeño.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Análisis estático no lineal</p>		<p>METODOLOGÍA</p> <p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Descriptivo</p> <p>Diseño de investigación: No experimental</p> <p>Población: Edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – 2019</p> <p>Muestra: Mz. D Lt. 6 Urb. Santa Luzmila – Av. Caraballo</p> <p>Diseño muestral: No probabilístico o dirigido</p>		
			DIMENSIONES	INDICADORES		Normativa E.030	Parámetros sísmicos
						Curva de capacidad	Espectro de capacidad
						Curva de demanda	Espectro de demanda
			VARIABLE DEPENDIENTE: Desempeño sismorresistente			DIMENSIONES	INDICADORES
						Punto de desempeño	Intersección de los espectros de capacidad y demanda.

Anexo 2: ficha de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
PROYECTO: “Desempeño Sismorresistente A Través Del Análisis Estático No Lineal De Un Edificio De Concreto Armado De 8 Pisos Y Un Sótano, Santa Luzmila – Comas – Lima - 2019”				
AUTOR: Valle Loyola Erli Benzy				
I. INFORMACIÓN GENERAL				
	Ubicación			
	Distrito		Altitud	
	Provincia		Latitud	
	Región		Longitud	Evaluación
ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (VARIABLE INDEPENDIENTE)				
II.	Normativa E 0.30 – 2018 (DIMENSIÓN)			
	Parámetros sísmicos (Indicador)			
III.	Curva de capacidad (DIMENSIÓN)			
	Espectro de capacidad (Indicador)			
IV	Curva de demanda (DIMENSIÓN)			
	Espectro de demanda (Indicador)			
DESEMPEÑO SISMORESISTENTE (VARIABLE DEPENDIENTE)				
V.	Punto de Desempeño (DIMENSIÓN)			
	Intersección de los espectros de capacidad y demanda. (Indicador)			
Apellidos y Nombres				
Profesión				
Registro CIP N°				
Email				
Teléfono				

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
PROYECTO: “Desempeño Sismorresistente A Través Del Análisis Estático No Lineal De Un Edificio De Concreto Armado De 8 Pisos Y Un Sótano, Santa Luzmila – Comas – Lima - 2019” AUTOR: Valle Loyola Erli Benzy				
I. INFORMACIÓN GENERAL				
	Ubicación			
	Distrito		Altitud	
	Provincia		Latitud	
	Región		Longitud	Evaluación
ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (VARIABLE INDEPENDIENTE)				
II.	Normativa E 0.30 – 2018 (DIMENSIÓN)			
	Parámetros sísmicos (Indicador)			
III.	Curva de capacidad (DIMENSIÓN)			
	Espectro de capacidad (Indicador)			
IV	Curva de demanda (DIMENSIÓN)			
	Espectro de demanda (Indicador)			
DESEMPEÑO SISMORESISTENTE (VARIABLE DEPENDIENTE)				
V.	Punto de Desempeño (DIMENSIÓN)			
	Intersección de los espectros de capacidad y demanda. (Indicador)			
Apellidos y Nombres				
Profesión				
Registro CIP N°				
Email				
Teléfono				

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
PROYECTO: “Desempeño Sismorresistente A Través Del Análisis Estático No Lineal De Un Edificio De Concreto Armado De 8 Pisos Y Un Sótano, Santa Luzmila – Comas – Lima - 2019” AUTOR: Valle Loyola Erli Benzy				
I. INFORMACIÓN GENERAL				
	Ubicación			
	Distrito		Altitud	
	Provincia		Latitud	
	Región		Longitud	Evaluación
ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (VARIABLE INDEPENDIENTE)				
II.	Normativa E 0.30 – 2018 (DIMENSIÓN)			
	Parámetros sísmicos (Indicador)			
III.	Curva de capacidad (DIMENSIÓN)			
	Espectro de capacidad (Indicador)			
IV	Curva de demanda (DIMENSIÓN)			
	Espectro de demanda (Indicador)			
DESEMPEÑO SISMORESISTENTE (VARIABLE DEPENDIENTE)				
V.	Punto de Desempeño (DIMENSIÓN)			
	Intersección de los espectros de capacidad y demanda. (Indicador)			
Apellidos y Nombres				
Profesión				
Registro CIP N°				
Email				
Teléfono				

Anexo 3: Estudio de suelos



BRAVE INVERSIONES & SERVICIOS GENERALES S.A.C.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

PROYECTO : Desempeño Sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un Edificio de Concreto
 SOLICITANTE : Eri Benzy Valle Loyola
 UBICACIÓN : Av. Carabayllo Urb. Santa Luzmila Mz. SIII - Comas

REFERENCIAS DE LA MUESTRA :
 PROCEDENCIA : Muestra de Campo proporcionado por el Solicitante
 MUESTRA : C-1 / M-01 PROF.(m) : 0.10 - 0.50
 ING. RESP. : Y. Ortiz R.
 TÉCNICO : G.B.V.
 FECHA : Junio/2019

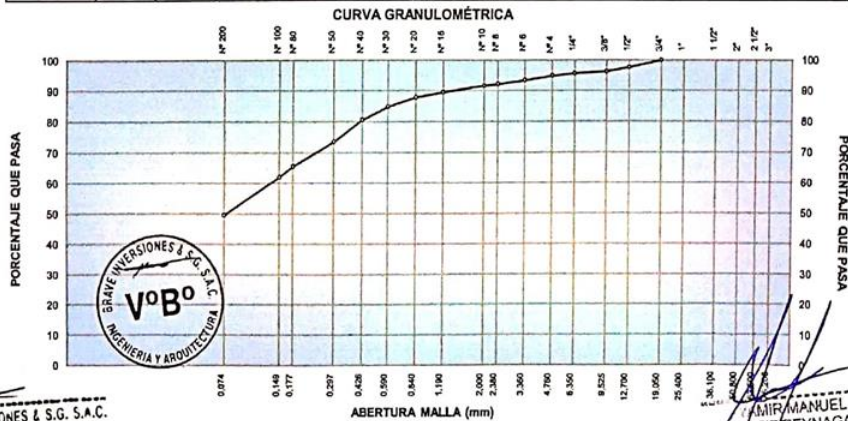
GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)					DESCRIPCIÓN	
MALLAS		RETENIDOS			PASA (%)	
SERIE AMERICANA	ASERT. (mm)	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)		
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					100.0
1/2"	12.700	15.0	2.3	2.3		97.7
3/8"	9.525	9.1	1.4	3.7		96.3
1/4"	6.350	3.8	0.6	4.3		95.7
N° 4	4.760	5.3	0.8	5.1		94.9
N° 6	3.360	9.3	1.4	6.5		93.5
N° 8	2.380	8.7	1.3	7.8		92.2
N° 10	2.000	3.2	0.5	8.3		91.7
N° 16	1.190	14.1	2.2	10.5		89.5
N° 20	0.840	10.6	1.6	12.1		87.9
N° 30	0.590	19.4	3.0	15.1		84.9
N° 40	0.426	28.2	4.3	19.4		80.6
N° 50	0.297	46.2	7.1	26.5		73.5
N° 80	0.177	51.9	8.0	34.5		65.5
N° 100	0.149	23.0	3.5	38.0		62.0
N° 200	0.074	80.8	12.4	50.4		49.6
-N° 200	-	323.0	49.6	100.0		-

CARACTERIZACIÓN				
Limite líquido, %	NTP 339 129 (99) : 24.7			
Limite plástico, %	NTP 339 129 (99) : 24.1			
Índice plástico, %	NTP 339 129 (99) : 0.6			
Clasificación SUCS	NTP 339 135 (99) : SM			
Clasificación AASHTO	NTP 339 134 (99) : A-4 (0)			
Contenido de humedad, %	NTP 339 127 (98) : 7.3			
D ₁₀ : 0.074	D ₃₀ : 0.074	D ₆₀ : 0.133	C _U : 1.797	C _C : 0.566
FINOS : 49.6 %	ARENA : 45.3 %	GRAVA : 5.1 %		

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO		
- PESO TOTAL, g	651.7	100.0 %
- PESO GRAVA, g	33.2	5.1 %
- PESO ARENA, g	618.5	94.9 %
- PESO GLOBAL EMPLEADO, g	651.7	

DESCRIPCIÓN: Arena limosa. Con 5.1% de piedra chica a mediana, tamaño máx. de 3/4"; con un 45.3% de arena de grano fino a medio; fracción fina pasante la malla N°200 en un 49.6%, ligeramente plástico (LL= 24.7%, IP= 0.6%); poco húmedo a húmedo, medianamente compacto a compacto, color beige. Origen aluvial.

OBSERVACIONES: Muestreado e identificado por personal técnico de Brave SAC.



GINO E. BRAZZINI VEGA
 BRAVE INVERSIONES & S.G. S.A.C.
 GINO E. BRAZZINI VEGA
 TÉCNICO DE SUELOS

MANUEL CARTIZ REYNAGA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 197820

Domicilio: Calle Hipólito de la Melena N° 218 Distrito de Chorrillos – Lima
 Correos: brave.inversiones10@gmail.com, ginobrazzini@hotmail.com, Tel: 959138732, 995990164



**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS**
NTP 339.129 (99)

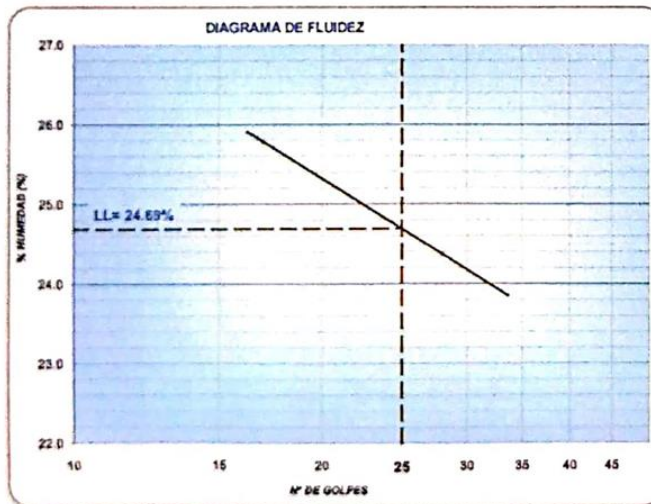
PROYECTO : Desempeño Sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un Edificio de Concreto
SOLICITANTE : Erli Benzy Valle Loyola
UBICACIÓN : Av. Carabayllo Urb. Santa Luzmila Mz. SIII - Comas

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

- PROCEDENCIA : Muestra de Campo proporcionado por el Solicitante
- MUESTRA : C-I / M-01 - PROF. (m) : 0.10 - 0.50

ING. RESP. : Y. Ortiz R.
TÉCNICO : G.B.V.
FECHA : Junio/2019

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	1	2
ENSAYO No.	1	2	1	2
CÁPSULA No.	31	16	14	3
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	28.38	28.72	23.11	21.28
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.81	25.62	21.35	19.51
PESO AGUA, g	2.57	3.10	1.76	1.77
PESO DE LA CÁPSULA, g	15.84	12.90	14.11	12.11
PESO SUELO SECO, g	9.97	12.72	7.24	7.40
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	25.78	24.37	24.31	23.92
NÚMERO DE GOLPES	17	28		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	24.7
LÍMITE PLÁSTICO, %	24.1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	0.6

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0.425 mm).
Muestreado e identificado por personal técnico de BRAVE S.A.C.

BRAVE INVERSIONES & S.G. S.A.C.
GINO E. BRAZZINI VEGA
TÉCNICO DE SUELOS



MANUEL
ORTIZ REYNAGA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 197820

Domicilio: Calle Hipólito de la Melena N° 218 Distrito de Chorrillos - Lima
Correos: brave.inversiones10@gmail.com, ginobrazzini@hotmail.com, Tel: 959138732, 995990164



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

PROYECTO : Desempeño Sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un Edificio de Concreto
 SOLICITANTE : Eri Benzy Valle Loyola
 UBICACIÓN : Av. Carabayllo Urb. Santa Luzmila Mz. SIII - Comas

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : Muestra de Campo proporcionado por el Solicitante
 MUESTRA : C-1 / M-02 PROF. (m) : 0.50 - 7.00

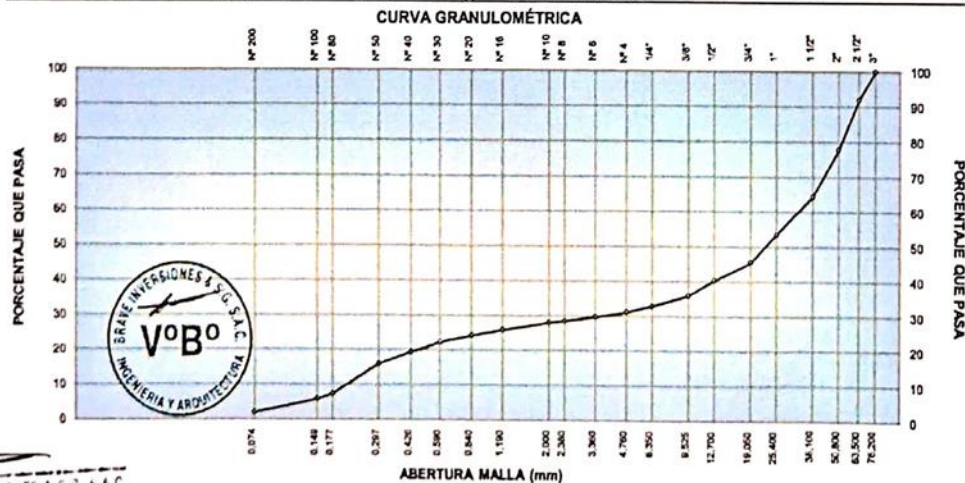
ING. RESP. : Y. Ortiz R.
 TÉCNICO : G.B.V.
 FECHA : Junio/2019

GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)						DESCRIPCIÓN
MALLAS	ABERT. (mm)	RETENIDOS			PASA (%)	
		PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)		
3"	76.200				100.0	Grava mal gradada. Con 68.8% de piedra grande a mediana, forma redondeada a sub redondeada, dura, textura rugosa a lisa, tamaño máx. de 3"; con un 29.2% de arena de grano fino a medio, con poco o nada de finos, no plástico (LL= --, IP= NP); poco húmedo, semi compacto, color grisáceo. Un 18% de cantos rodados de hasta 12" de dimensión máxima. Origen aluvial.
2 1/2"	63.500	833.2	8.0	8.0	92.0	
2"	50.800	1485.1	14.2	22.2	77.8	
1 1/2"	38.100	1387.2	13.3	35.5	64.5	
1"	25.400	1147.0	11.0	46.5	53.5	
3/4"	19.050	836.7	8.0	54.5	45.5	
1/2"	12.700	533.2	5.1	59.6	40.4	
3/8"	9.525	459.8	4.4	64.0	36.0	
1/4"	6.350	324.5	3.1	67.1	32.9	
N° 4	4.750	181.2	1.7	68.8	31.2	
N° 6	3.350	23.6	1.4	70.2	29.8	
N° 8	2.360	22.0	1.3	71.5	28.5	
N° 10	2.000	7.8	0.5	72.0	28.0	
N° 16	1.190	35.2	2.1	74.1	25.9	
N° 20	0.840	29.0	1.7	75.8	24.2	
N° 30	0.590	31.8	1.9	77.7	22.3	
N° 40	0.425	50.0	3.0	80.7	19.3	
N° 50	0.297	55.2	3.3	84.0	16.0	
N° 80	0.177	143.2	8.6	92.6	7.4	
N° 100	0.149	24.7	1.5	94.1	5.9	
N° 200	0.074	64.8	3.9	98.0	2.0	
- N° 200	-	32.6	2.0	100.0	-	

CARACTERIZACIÓN					
Limite líquido, %	NTP 339.129 (99) :				--
Limite plástico, %	NTP 339.129 (99) :				NP
Índice plástico, %	NTP 339.129 (99) :				NP
Clasificación SUCS	NTP 339.135 (99) :				GP
Clasificación AASHTO	NTP 339.134 (99) :				A-1-a (0)
Contenido de humedad, %	NTP 339.127 (98) :				1.8
D ₁₀ : 0.207	D ₃₀ : 0.024	D ₆₀ : 32.277	C _U : 155.928	C _C : 0.000	
FINOS : 2.0 %	ARENA : 29.2 %	GRAVA : 68.8 %			

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO		
- PESO TOTAL, g	10450.0	100.0 %
- PESO GRAVA, g	7189.6	68.8 %
- PESO ARENA, g	3260.4	31.2 %
- PESO ARENA EMPLEADA, g	520.4	

OBSERVACIONES: Muestreado e identificado por personal técnico de Brave SAC.



Signature
 BRAVE INVERSIONES & S.G.S.A.C.
 GINO E. BRAZZINI VEGA
 TÉCNICO DE SUELOS

Domicilio: Calle Hipólito de la Melena N° 218 Distrito de Chorrillos - Lima
 Correos: brave.inversiones10@gmail.com, ginobrazzini@hotmail.com, Tel: 959 38720 - 995990164

Signature
 MANUEL
 REYNAGA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 197820



**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS**

NTP 339.129 (99)

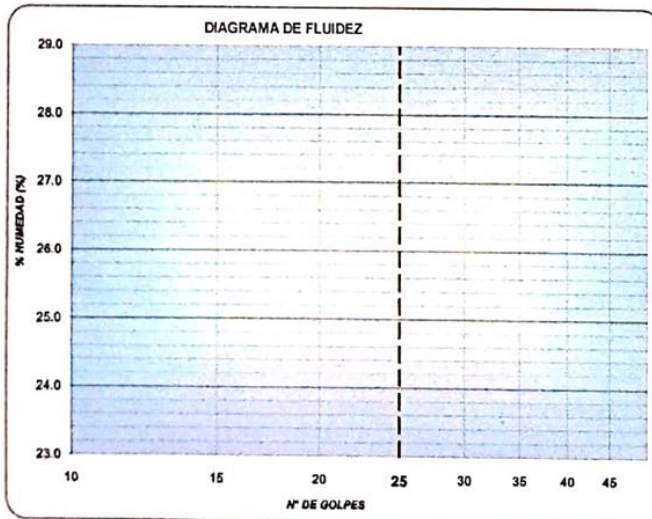
PROYECTO : Desempeño Sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un Edificio de Concreto
SOLICITANTE : Eri Benzy Valle Loyola
UBICACIÓN : Av. Carabaylo Urb. Santa Luzmila Mz. SIII - Comas

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

- PROCEDENCIA : Muestra de Campo proporcionado por el Solicitante
- MUESTRA : C-1 / M-02 - PROF. (m) : 0.50 - 7.00

ING. RESP. : Y. Ortiz R.
TÉCNICO : G.B.V.
FECHA : Junio/2019

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
CÁPSULA No.		
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g		
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g		
PESO AGUA, g	NO PLÁSTICO	
PESO DE LA CÁPSULA, g		
PESO SUELO SECO, g		
CONTENIDO DE HUMEDAD, %		
NÚMERO DE GOLPES		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	--
LÍMITE PLÁSTICO, %	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	NP

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).
Muestreado e identificado por personal técnico de BRAVE S.A.C.

[Signature]
BRAVE INVERSIONES & S.G. S.A.C.
GIMO E. BRAZZINI VEGA
TÉCNICO DE SUELOS



[Signature]
MANUEL
ORTIZ REYNAGA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 197820

Domicilio: Calle Hipólito de la Melena N° 218 Distrito de Chorrillos – Lima
Correos: brave.inversiones10@gmail.com, ginobrazzini@hotmail.com, Tel: 959138732, 995990164



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

PROYECTO : Desempeño Sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un Edificio de Concreto
 SOLICITANTE : Eri Benzy Valle Loyola
 UBICACIÓN : Av. Carabayllo Urb. Santa Luzmila Mz. SIII - Comas

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : Muestra de Campo proporcionado por el Solicitante
 MUESTRA : C-II / M-01 PROF. (m) : 0.05 - 0.40

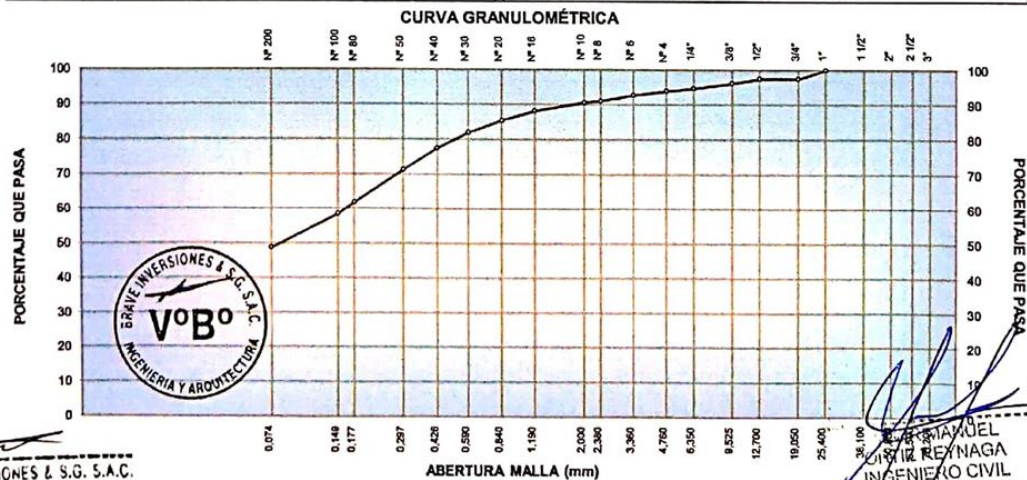
ING. RESP. : Y. Ortiz R.
 TÉCNICO : G.B.V.
 FECHA : Junio/2019

GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)					DESCRIPCIÓN	
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERT. (mm)	RETENIDOS			PASA (%)	
		PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)		
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400				100.0	
3/4"	19.050	17.2	2.5	2.5	97.5	
1/2"	12.700	-	-	2.5	97.5	
3/8"	9.525	9.0	1.3	3.8	96.2	
1/4"	6.350	10.0	1.5	5.3	94.7	
N° 4	4.750	4.5	0.7	6.0	94.0	
N° 6	3.350	7.9	1.2	7.2	92.8	
N° 8	2.380	11.6	1.7	8.9	91.1	
N° 10	2.000	3.1	0.5	9.4	90.6	
N° 16	1.190	16.6	2.4	11.8	88.2	
N° 20	0.840	19.3	2.8	14.6	85.4	
N° 30	0.590	23.8	3.5	18.1	81.9	
N° 40	0.426	29.8	4.4	22.5	77.5	
N° 50	0.297	42.3	6.2	28.7	71.3	
N° 80	0.177	65.2	9.5	38.2	61.8	
N° 100	0.149	23.2	3.4	41.6	58.4	
N° 200	0.074	66.1	9.7	51.3	48.7	
- N° 200	-	333.7	48.7	100.0	-	

CARACTERIZACIÓN			
Límite líquido, %	NTP 339.129 (99) :		23.4
Límite plástico, %	NTP 339.129 (99) :		22.9
Índice plástico, %	NTP 339.129 (99) :		0.5
Clasificación SUCS	NTP 339.135 (99) :		SM
Clasificación AASHTO	NTP 339.134 (99) :		A-4 (0)
Contenido de humedad, %	NTP 339.127 (98) :		6.7
$D_{10} : 0.074$ $D_{30} : 0.074$ $D_{60} : 0.162$ $C_U : 2.189$ $C_C : 0.457$			
FINOS : 48.7 %		ARENA : 45.3 %	
GRAVA : 6.0 %			

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO		
- PESO TOTAL, g	684.7	100.0 %
- PESO GRAVA, g	41.1	6.0 %
- PESO ARENA, g	643.6	94.0 %
- PESO GLOBAL EMPLEADO, g	684.7	

OBSERVACIONES: Muestreado e identificado por personal técnico de Brave SAC.



[Signature]
 BRAVE INVERSIONES & S.G. S.A.C.
 GINO E. BRAZZINI VEGA
 TÉCNICO DE SUELOS

[Signature]
 MANUEL
 REYNAGA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 197820

Domicilio: Calle Hipólito de la Melena N° 218 Distrito de Chorrillos – Lima
 Correos: brave.inversiones10@gmail.com, ginobrazzini@hotmail.com, Tel: 959138732, 995990164



**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS**
NTP 339.129 (99)

PROYECTO : Desempeño Sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un Edificio de Concreto
SOLICITANTE : Eri Benzy Valle Loyola
UBICACIÓN : Av. Carabayllo Urb. Santa Luzmila Mz. SIII - Comas

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

- PROCEDENCIA : Muestra de Campo proporcionado por el Solicitante

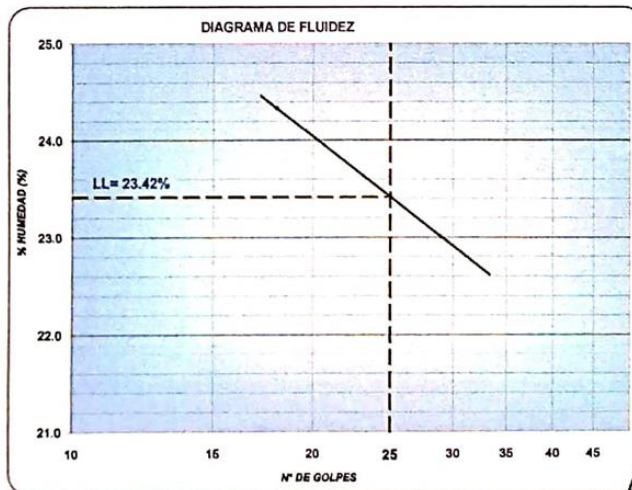
ING. RESP. Y. Ortiz R.

TÉCNICO : G.B.V.

- MUESTRA : C-II / M-01 - PROF. (m) : 0.05 - 0.40

FECHA : Junio/2019

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2		1	2
ENSAYO No.					
CÁPSULA No.	34	37		4	1
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	30.26	29.44		23.21	20.52
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	27.25	26.73		21.62	19.02
PESO AGUA, g	3.01	2.71		1.59	1.50
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.88	14.95		14.77	12.37
PESO SUELO SECO, g	12.37	11.78		6.85	6.65
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	24.33	23.01		23.21	22.56
NÚMERO DE GOLPES	18	29			



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	23.4
LÍMITE PLÁSTICO, %	22.9
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	0.5

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).
Muestreado e identificado por personal técnico de BRAVE S.A.C.

[Signature]
BRAVE INVERSIONES & S.G. S.A.C.
GIMO E. BRAZZINI VEGA
TÉCNICO DE SUELOS



[Signature]
MANUEL
ORTIZ REYNAGA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 197820

Domicilio: Calle Hipólito de la Melena N° 218 Distrito de Chorrillos – Lima
Correos: brave.inversiones10@gmail.com, ginobrazzini@hotmail.com, Tel: 959138732, 995990164



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

PROYECTO : Desempeño Sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un Edificio de Concreto
 SOLICITANTE : Erii Benzy Valle Loyola
 UBICACIÓN : Av. Carabayllo Urb. Santa Luzmila Mz. SIII - Comas

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : Ver Plano de Ubicación de Calicatas
 MUESTRA : C-II / M-02 PROF. (m) : 0.40 - 7.00

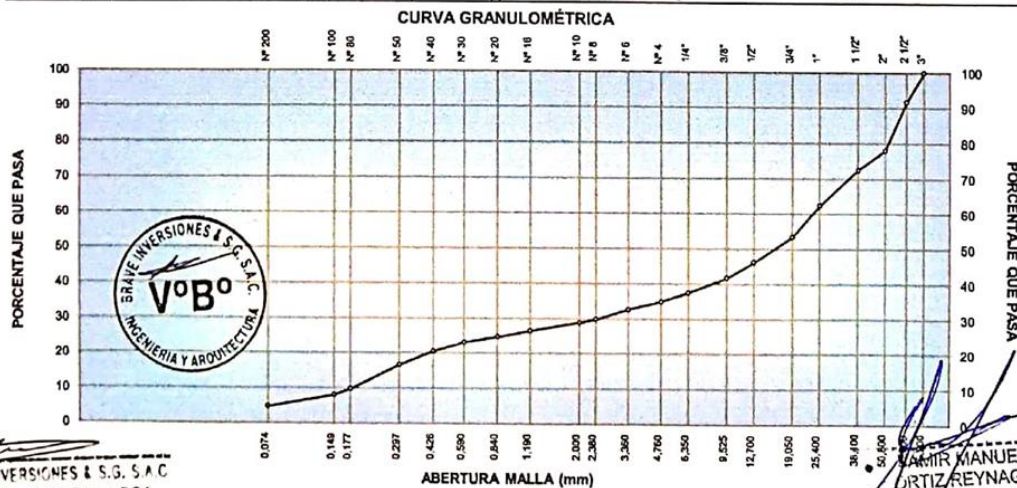
ING. RESP. : Y. Ortiz R.
 TÉCNICO : G.B.V.
 FECHA : Junio/2019

GRANULOMETRÍA					DESCRIPCIÓN	
NTP 339.128 (99)						
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERT. (mm)	RETENIDOS			PASA (%)	
		PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)		
3"	76.200				100.0	
2 1/2"	63.500	1027.5	8.2	8.2	91.8	
2"	50.800	1714.6	13.7	21.9	78.1	
1 1/2"	38.100	702.8	5.6	27.5	72.5	
1"	25.400	1261.9	10.1	37.6	62.4	
3/4"	19.050	1127.1	9.0	46.6	53.4	
1/2"	12.700	901.6	7.2	53.8	46.2	
3/8"	9.525	557.2	4.5	58.3	41.7	
1/4"	6.350	530.2	4.2	62.5	37.5	
N° 4	4.760	323.6	2.6	65.1	34.9	
N° 6	3.360	32.9	2.2	67.3	32.7	
N° 8	2.380	42.6	2.8	70.1	29.9	
N° 10	2.000	15.3	1.0	71.1	28.9	
N° 16	1.190	37.1	2.5	73.6	26.4	
N° 20	0.840	25.5	1.7	75.3	24.7	
N° 30	0.590	24.4	1.6	76.9	23.1	
N° 40	0.426	37.5	2.5	79.4	20.6	
N° 50	0.297	58.9	3.9	83.3	16.7	
N° 80	0.177	103.0	6.9	90.2	9.8	
N° 100	0.149	24.8	1.7	91.9	8.1	
N° 200	0.074	51.4	3.4	95.3	4.7	
- N° 200	-	70.4	4.7	100.0	-	

CARACTERIZACIÓN		
Límite líquido, %	NTP 339.129 (99) :	--
Límite plástico, %	NTP 339.129 (99) :	NP
Índice plástico, %	NTP 339.129 (99) :	NP
Clasificación SUCS	NTP 339.135 (99) :	GP
Clasificación AASHTO	NTP 339.134 (99) :	A-1-a (0)
Contenido de humedad, %	NTP 339.127 (98) :	2.0
D ₁₀ : 0.160	D ₃₀ : 0.205	D ₆₀ : 23.524
C _U : 130.689	C _C : 0.010	
FINOS : 4.7 %	ARENA : 30.2 %	GRAVA : 65.1 %

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO		
- PESO TOTAL, g	12515.0	100.0 %
- PESO GRAVA, g	8147.3	65.1 %
- PESO ARENA, g	4367.7	34.9 %
- PESO ARENA EMPLEADA, g	524.4	

OBSERVACIONES: Muestreado e identificado por personal técnico de Brave SAC.



[Signature]
 BRAVE INVERSIONES & S.G. S.A.C
 GINO E. BRAZZINI VEGA
 TÉCNICO DE SUELOS

[Signature]
 JAMIR MANUEL
 ORTIZ REYNAGA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 197820

Domicilio: Calle Hipólito de la Melena N° 218 Distrito de Chorrillos – Lima
 Correos: brave.inversiones10@gmail.com, ginobrazzini@hotmail.com, Tel: 959138732, 995990164



**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS**
NTP 339.129 (99)

PROYECTO : Desempeño Sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un Edificio de Concreto
SOLICITANTE : Eri Benzy Valle Loyola
UBICACIÓN : Av. Carabaylo Urb. Santa Luzmila Mz. SIII - Comas

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

- PROCEDENCIA : Muestra de Campo proporcionado por el Solicitante

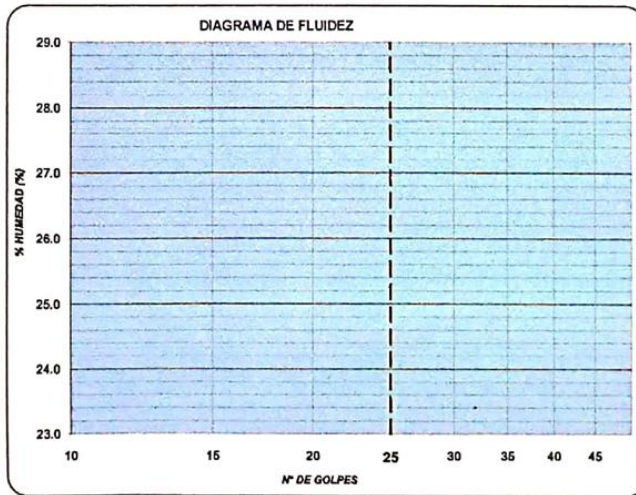
ING. RESP. : Y. Ortiz R.

TÉCNICO : G.B.V.

- MUESTRA : C-II / M-02 - PROF. (m) : 0.40 - 7.00

FECHA : Junio/2019

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
ENSAYO No.						
CÁPSULA No.						
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g						
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g						
PESO AGUA, g				NO PLÁSTICO		
PESO DE LA CÁPSULA, g						
PESO SUELO SECO, g						
CONTENIDO DE HUMEDAD, %						
NÚMERO DE GOLPES						



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	-.-
LÍMITE PLÁSTICO, %	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	NP

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).
Muestreado e identificado por personal técnico de BRAVE S.A.C.

BRAVE INVERSIONES & S.G. S.A.C.
GINO E. BRAZZINI VEGA
TÉCNICO DE SUELOS



YAMIR MANUEL
ORTIZ REYNAGA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 197820

Domicilio: Calle Hipólito de la Melena N° 218 Distrito de Chorrillos – Lima

Correos: brave.inversiones10@gmail.com, ginobrazzini@hotmail.com, Tel: 959138732, 995990164



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

PROYECTO : Desempeño Sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un Edificio de Concreto
SOLICITANTE : Eri Benzy Valle Loyola
UBICACIÓN : Av. Carabaylo Urb. Santa Luzmila Mz. SIII - Comas

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
PROCEDENCIA : Muestra de Campo proporcionado por el Solicitante
MUESTRA : C-III / M-01 PROF. (m) : 0.13 - 0.47

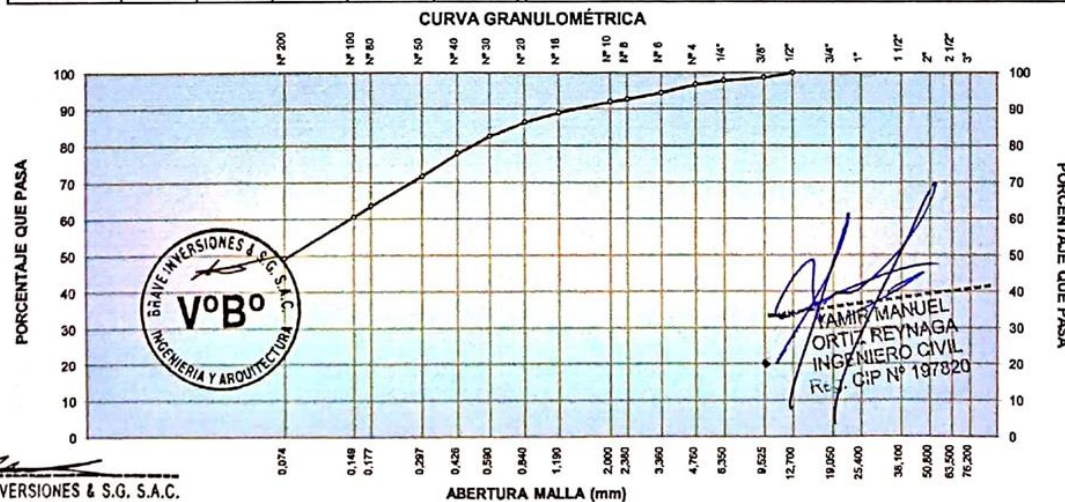
ING. RESP. : Y. Ortiz R.
TÉCNICO : G.B.V.
FECHA : Junio/2019

GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)					DESCRIPCIÓN	
MALLAS		RETENIDOS			PASA (%)	
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)		
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700				100.0	
3/8"	9.525	6.9	1.3	1.3	98.7	
1/4"	6.350	4.2	0.8	2.1	97.9	
N° 4	4.760	5.6	1.1	3.2	96.8	
N° 6	3.360	12.0	2.3	5.5	94.5	
N° 8	2.380	8.7	1.7	7.2	92.8	
N° 10	2.000	3.6	0.7	7.9	92.1	
N° 16	1.190	15.5	3.0	10.9	89.1	
N° 20	0.840	14.1	2.7	13.6	86.4	
N° 30	0.590	19.9	3.8	17.4	82.6	
N° 40	0.426	24.1	4.7	22.1	77.9	
N° 50	0.297	32.0	6.2	28.3	71.7	
N° 80	0.177	41.7	8.1	36.4	63.6	
N° 100	0.149	15.5	3.0	39.4	60.6	
N° 200	0.074	58.8	11.4	50.8	49.2	
- N° 200	-	254.0	49.1	99.9	0.1	

CARACTERIZACIÓN				
Limite líquido, %	NTP 339.129 (99) :	22.7		
Limite plástico, %	NTP 339.129 (99) :	NP		
Índice plástico, %	NTP 339.129 (99) :	NP		
Clasificación SUCS	NTP 339.135 (99) :	SM		
Clasificación AASHTO	NTP 339.134 (99) :	A-4 (0)		
Contenido de humedad, %	NTP 339.127 (98) :	8.0		
D ₁₀ : 0.074	D ₃₀ : 0.074	D ₆₀ : 0.144	C _U : 1.946	C _C : 0.544
FINOS : 49.2 %	ARENA : 47.6 %	GRAVA : 3.2 %		

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO		
- PESO TOTAL, g	517.8	100.0 %
- PESO GRAVA, g	16.6	3.2 %
- PESO ARENA, g	501.2	96.8 %
- PESO GLOBAL EMPLEADO, g	517.8	

OBSERVACIONES: Muestreado e identificado por personal técnico de Brave SAC.



BRAVE INVERSIONES & S.G. S.A.C.
GINO E. BRAZZINI VEGA
TÉCNICO DE SUELOS

Domicilio: Calle Hipólito de la Melena N° 218 Distrito de Chorrillos – Lima
Correos: brave.inversiones10@gmail.com, ginobrazzini@hotmail.com, Tel: 959138732, 995990164



**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS**
NTP 339.129 (99)

PROYECTO : Desempeño Sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un Edificio de Concreto
SOLICITANTE : Eri Benzy Valle Loyola
UBICACIÓN : Av. Carabayllo Urb. Santa Luzmila Mz. SIII - Comas

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

- PROCEDENCIA : Muestra de Campo proporcionado por el Solicitante

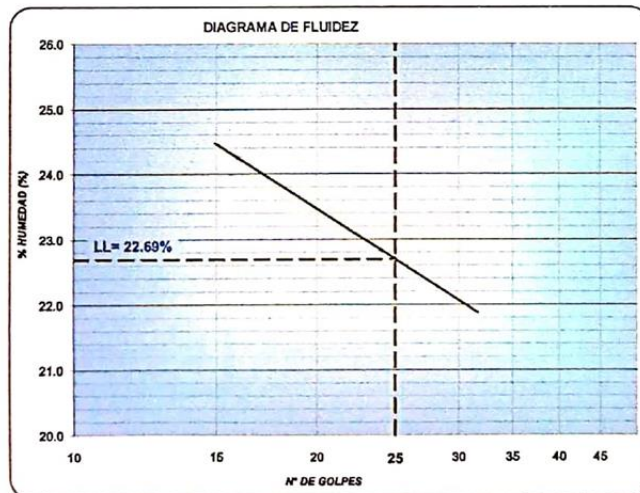
ING. RESP. : Y. Ortiz R.

TÉCNICO : G.B.V.

FECHA : Junio/2019

- MUESTRA : C-III / M-01 - PROF. (m) : 0.13 - 0.47

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	1	2
ENSAYO No.	1	2		
CÁPSULA No.	4	2		
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	28.25	28.23		
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.62	25.67		
PESO AGUA, g	2.63	2.56		
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.77	14.46		
PESO SUELO SECO, g	10.85	11.21		
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	24.24	22.84		
NÚMERO DE GOLPES	16	24		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	22.7
LÍMITE PLÁSTICO, %	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	NP

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).
Muestreado e identificado por personal técnico de BRAVE S.A.C.

[Signature]
YAMIR MANUEL
ORTIZ REYNAGA
INGENIERO CIVIL
N.º. CIP 11º 197820

[Signature]
BRAVE INVERSIONES & S.G. S.A.C.
GIMO E. BRAZZINI VEGA
TÉCNICO DE SUELOS



Domicilio: Calle Hipólito de la Melena N° 218 Distrito de Chorrillos – Lima
Correos: brave.inversiones10@gmail.com, ginobrazzini@hotmail.com, Tel: 959138732, 995990164



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

PROYECTO : Desempeño Sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un Edificio de Concreto
 SOLICITANTE : Eri Benzy Valle Loyola
 UBICACIÓN : Av. Carabayllo Urb. Santa Luzmila Mz. SIII - Comas

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
 PROCEDENCIA : Muestra de Campo proporcionada por el Solicitante
 MUESTRA : C-III / M-02 PROF. (m) : 0.47 - 7.00

ING. RESP. : Y. Ortiz R
 TÉCNICO : G.B.V.
 FECHA : Junio/2019

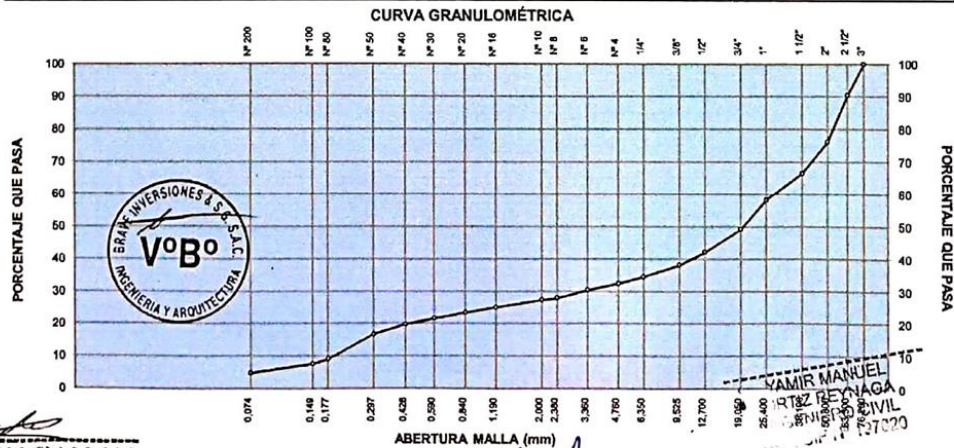
GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)					DESCRIPCIÓN	
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERT. (mm)	RETENIDOS			PASA (%)	
		PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)		
3"	76.200				100.0	
2 1/2"	63.500	955.0	9.5	9.5	90.5	
2"	50.800	1432.1	14.3	23.8	76.2	
1 1/2"	38.100	975.9	9.7	33.5	66.5	
1"	25.400	828.0	8.3	41.8	58.2	
3/4"	19.050	902.5	9.0	50.8	49.2	
1/2"	12.700	705.4	7.0	57.8	42.2	
3/8"	9.525	396.7	4.0	61.8	38.2	
1/4"	6.350	362.5	3.6	65.4	34.6	
N° 4	4.760	207.6	2.1	67.5	32.5	
N° 6	3.360	32.0	2.0	69.5	30.5	
N° 8	2.380	40.6	2.6	72.1	27.9	
N° 10	2.000	9.5	0.6	72.7	27.3	
N° 16	1.190	35.7	2.3	75.0	25.0	
N° 20	0.840	24.7	1.6	76.6	23.4	
N° 30	0.590	27.9	1.8	78.4	21.6	
N° 40	0.426	28.7	1.8	80.2	19.8	
N° 50	0.297	48.9	3.1	83.3	16.7	
N° 80	0.177	120.4	7.6	90.9	9.1	
N° 100	0.149	23.6	1.5	92.4	7.6	
N° 200	0.074	44.8	2.8	95.2	4.8	
- N° 200	-	76.2	4.8	100.0	-	

CARACTERIZACIÓN				
Limite líquido, %	NTP 339.129 (99) : -.-			
Limite plástico, %	NTP 339.129 (99) : NP			
Índice plástico, %	NTP 339.129 (99) : NP			
Clasificación SUCS	NTP 339.135 (99) : GP			
Clasificación AASHTO	NTP 339.134 (99) : A-1-a (0)			
Contenido de humedad, %	NTP 339.127 (98) : 1.9			
D ₁₀ : 0.188	D ₃₀ : 0.222	D ₆₀ : 27.735	C _U : 147.527	C _C : 0.009
FINOS : 4.8 %	ARENA : 27.7 %	GRAVA : 67.5 %		

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO		
- PESO TOTAL, g	10025.0	100.0 %
- PESO GRAVA, g	6766.9	67.5 %
- PESO ARENA, g	3258.1	32.5 %
- PESO ARENA EMPLEADA, g	513.7	

DESCRIPCIÓN: Grava mal gradada. Con 67.5% de piedra grande a mediana, forma angular a sub angular, poco dura, textura rugosa, tamaño máx. de 3"; con un 27.7% de arena de grano fino a medio; poco material fino pasante la malla N°200 en un 4.8%, no plástico (LL= --, IP= NP); poco húmedo, semi compacto, color beige oscuro. Un 16% de cantos rodados de hasta 12" de dimensión máxima. Origen aluvial.

OBSERVACIONES: Muestreado e identificado por personal técnico de Brave SAC.



[Signature]
 BRAVE INVERSIONES & S.G. S.A.C.
 GIMO E. BRAZZINI VEGA
 TÉCNICO DE SUELOS

Domicilio: Calle Hipólito de la Melena N° 218 Distrito de Chorrillos – Lima
 Correos: brave_inversiones10@gmail.com, gimov@braveinversiones.com, Tel: 959138732, 995990164

[Signature]
 YAMIR MANUEL
 ORTIZ REYNAGA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 197820



**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS**
NTP 339.129 (99)

PROYECTO : Desempeño Sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un Edificio de Concreto
SOLICITANTE : Eri Benzy Valle Loyola
UBICACIÓN : Av. Carabaylo Urb. Santa Luzmila Mz. SIII - Comas

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

- PROCEDENCIA : Muestra de Campo proporcionado por el Solicitante

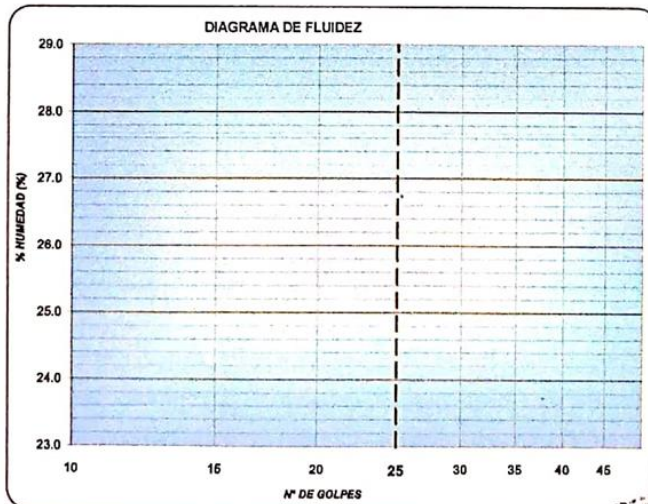
ING. RESP. : Y. Ortiz R.

TÉCNICO : G.B.V.

- MUESTRA : C-III / M-02 - PROF. (m) : 0.47 - 7.00

FECHA : Junio/2019

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
CÁPSULA No.		
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g		
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g		
PESO AGUA, g	NO PLÁSTICO	
PESO DE LA CÁPSULA, g		
PESO SUELO SECO, g		
CONTENIDO DE HUMEDAD, %		
NÚMERO DE GOLPES		



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO, %	--
LÍMITE PLÁSTICO, %	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	NP

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).
Muestreado e Identificado por personal técnico de BRAVE S.A.C.

GINO E. BRAZZINI VEGA
BRAVE INVERSIONES & S.G. S.A.C.
GINO E. BRAZZINI VEGA
TÉCNICO DE SUELOS



YAMIR MANUEL ORTIZ REYNAGA
YAMIR MANUEL ORTIZ REYNAGA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 197820

YAMIR MANUEL ORTIZ REYNAGA
YAMIR MANUEL ORTIZ REYNAGA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 197820

Domicilio: Calle Hipólito de la Melena N° 218 Distrito de Chorrillos – Lima
Correos: brave.inversiones10@gmail.com, ginobrazzini@hotmail.com, Tel: 959138732, 995990164

