



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando diagonales de pandeo restringido según su disposición, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Santiago Huamancha, Jhonny ([ORCID: 0000-0003-0098-1358](https://orcid.org/0000-0003-0098-1358))

ASESOR:

Dr. Muñoz Paucarmayta, Abel Alberto ([ORCID: 0000-0002-1968-9122](https://orcid.org/0000-0002-1968-9122))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2022

Dedicatoria

En primer lugar, quiero dedicar la siguiente investigación a Dios, a mis padres y a mi pareja por el apoyo incondicional a lo largo de mis estudios, gracias por apoyarme a cumplir mis metas como persona y profesional.

Agradecimientos

Agradecer a Dios, a mis padres Francisco y Maura quienes con su esfuerzo y ejemplo formaron un profesional con perseverancia, valores, carácter y principios morales, ellos son el motivo por el cual continuo mejorando cada día más.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	ix
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y Operacionalización	22
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5. Procedimientos	25
3.6. Métodos de Análisis de datos	27
3.7. Aspectos éticos	54
IV. RESULTADOS.....	55
4.1. Descripción de la zona de estudio.....	55
4.2. Resultados de los métodos de análisis de datos	56
4.3. Contrastación de hipótesis	65
V. DISCUSIÓN	75
VI. CONCLUSIONES	78
VII. RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS.....	81
ANEXOS:	85

Índice de tablas

Tabla 1. Nivel de daño estructural en función del drift de entrepiso (E.030).....	19
Tabla 2: Rango de validez	24
Tabla 3: Validez	24
Tabla 4: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión en testigos diamantinos.....	26
Tabla 5: Ensayo de laboratorio de suelos.....	26
Tabla 6: Parámetros sísmicos.....	27
Tabla 7: Fuerza cortante basal del edificio sin CRP en la dirección X-X	32
Tabla 8. Fuerza cortante basal del edificio sin CRP en la dirección Y-Y	33
Tabla 9. Fuerza cortante basal del edificio con refuerzo en la dirección X-X. CRP dispuestos en paralelo en la misma dirección.....	34
Tabla 10. Fuerza cortante basal del edificio con refuerzo en la dirección Y-Y. CRP dispuestos en paralelo en la misma dirección.....	34
Tabla 11. Fuerza cortante basal del edificio con refuerzo en la dirección X-X. CRP dispuestos en zigzag.....	35
Tabla 12. Fuerza cortante basal del edificio con refuerzo en la dirección Y-Y. CRP dispuestos en zigzag.....	35
Tabla 13. Fuerza cortante basal del edificio con refuerzo en la dirección X-X. CRP dispuesto en multinivel X.....	36
Tabla 14. Fuerza cortante basal del edificio con refuerzo en la dirección Y-Y. CRP dispuesto en multinivel X.....	36
Tabla 15. Cálculo de las distorsiones de entrepiso para sismo en la dirección X-X, edificio sin CRP.....	38
Tabla 16. Verificación de las distorsiones de entrepiso y nivel de daño en la dirección X-X, según la Norma E.030 del RNE y de la tabla 1.....	38
Tabla 17. Calculo de las distorsiones de entrepiso para sismo en la dirección Y-Y, edificio sin CRP.....	39

Tabla 18. Verificación de las distorsiones de entrepiso y nivel de daño en la dirección Y-Y, según la Norma E.030 del RNE y de la tabla 1.	39
Tabla 19. Calculo de las distorsiones de entrepiso para sismo en la dirección X-X. Edificio reforzado con CRP dispuestos en paralelo en la misma dirección.	40
Tabla 20. Verificación de las distorsiones de entrepiso y nivel de daño en la dirección X-X, según la Norma E.030 del RNE y de la tabla 1.	40
Tabla 21. Calculo de las distorsiones de entrepiso para sismo en la dirección Y-Y. Edificio reforzado con CRP dispuestos en paralelo en la misma dirección.	41
Tabla 22. Verificación de las distorsiones de entrepiso y nivel de daño en la dirección Y-Y, según la Norma E.030 del RNE y de la tabla 1.	41
Tabla 23. Calculo de las distorsiones de entrepiso para sismo en la dirección X-X. Edificio reforzado con CRP dispuestos en zigzag.	42
Tabla 24. Verificación de las distorsiones de entrepiso y nivel de daño en la dirección X-X, según la Norma E.030 del RNE y de la tabla 1.	42
Tabla 25. Calculo de las distorsiones de entrepiso para sismo en la dirección Y-Y. Edificio reforzado con CRP dispuestos en zigzag.	43
Tabla 26. Verificación de las distorsiones de entrepiso y nivel de daño en la dirección Y-Y, según la Norma E.030 del RNE y de la tabla 1.	43
Tabla 27. Calculo de las distorsiones de entrepiso para sismo en la dirección X-X. Edificio reforzado con CRP dispuestos en multinivel X.	44
Tabla 28. Verificación de las distorsiones de entrepiso y nivel de daño en la dirección X-X, según la Norma E.030 del RNE y de la tabla 1.	44
Tabla 29. Calculo de las distorsiones de entrepiso para sismo en la dirección Y-Y. Edificio reforzado con CRP dispuestos en multinivel X.	45
Tabla 30. Verificación de las distorsiones de entrepiso y nivel de daño en la dirección Y-Y, según la Norma E.030 del RNE y de la tabla 1.	45
Tabla 31. Fuerzas internas de corte. Sismo en X en pórtico eje 1. Edificio sin refuerzo de CRP.	47
Tabla 32. Fuerzas internas de corte. Sismo en Y en pórtico Eje A. Edificio sin refuerzo de CRP.	48

Tabla 33. Fuerzas internas de corte. Sismo en X en pórtico Eje 1. Edificio con refuerzo de CRP dispuestos en paralelo en la misma dirección.	49
Tabla 34. Fuerzas internas de corte. Sismo en Y en pórtico Eje A. Edificio con refuerzo de CRP dispuestos en paralelo en la misma dirección.	50
Tabla 35. Fuerzas internas de corte. Sismo en X en pórtico Eje 1. Edificio con refuerzo de CRP en arreglo tipo zigzag.	51
Tabla 36. Fuerzas internas de corte. Sismo en Y en pórtico Eje A. Edificio con refuerzo CRP dispuestos en zigzag.	52
Tabla 37. Fuerzas internas de corte. Sismo en X en pórtico Eje 1. Edificio con refuerzo de CRP dispuesto en multinivel X.	53
Tabla 38. Fuerzas internas de corte. Sismo en Y en pórtico Eje A. Edificio con refuerzo CRP dispuestos en multinivel X.	54
Tabla 39. Respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando CRP según su disposición.	54
Tabla 40. Cortante de entrepiso acumulada en la dirección X-X.	57
Tabla 41. Cortante de entrepiso acumulada en la dirección Y-Y.	58
Tabla 42. Distorsiones angulares de entrepiso para sismo en X.	59
Tabla 43. Distorsiones angulares de entrepiso para sismo en Y.	60
Tabla 44. Fuerzas internas de corte en la columna C21, bajo la acción del sismo severo en X.	62
Tabla 45. Fuerzas internas de corte en la columna C11, bajo la acción del sismo severo en Y.	63
Tabla 46. Respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando CRP según su disposición.	64
Tabla 47. Análisis de los resultados descriptivos de las cortantes de entrepiso. .	67
Tabla 48. Prueba de normalidad para las cortantes de entrepiso.	67
Tabla 49. Prueba de homogeneidad de varianzas aplicando el método estadístico de Levene para valores de la cortante de entrepiso.	68
Tabla 50. Prueba de hipótesis ANOVA.	68

Tabla 51. Análisis de los resultados descriptivos de las distorsiones angulares..	69
Tabla 52. Prueba de normalidad para las distorsiones angulares.	69
Tabla 53. Prueba de homogeneidad de varianzas aplicando el método estadístico de Levene para valores de las distorsiones angulares.....	69
Tabla 54. Prueba de hipótesis ANOVA.....	70
Tabla 55. Comparaciones múltiples de los resultados de las distorsiones angulares de entrepiso.....	70
Tabla 56. Subconjuntos homogéneos de Tukey.....	71
Tabla 57. Análisis de los resultados descriptivos de cortante en columna.	72
Tabla 58. Prueba de normalidad de las cortantes en las columnas.....	72
Tabla 59. Prueba de homogeneidad de varianzas aplicando el método estadístico de Levene para valores de las cortantes en las columnas.....	72
Tabla 60. Pruebas de hipótesis ANOVA.....	73
Tabla 61. Comparaciones múltiples de los resultados de cortante en columna...	73
Tabla 62. Subconjuntos homogéneos de Tukey.....	74

Índice de figuras

Figura 1. Sistema de pandeo restringido.....	10
Figura 2. Estructura convencional Vs. Dual.....	11
Figura 3. Disposiciones de BRB.....	11
Figura 4. Flujo conceptual del análisis sísmico de estructuras y la respuesta sísmica.....	12
Figura 5. Deformaciones de una edificación durante la acción de un sismo,	13
Figura 6. Rigidez lateral debido a las columnas y a los diagonales CRP.....	13
Figura 7. Diferentes tipos de pórticos con arriostramientos diagonales concéntricos.....	14
Figura 8. Configuración de un arreglo tipo Chevron BRBF, respuesta histerética y drift.....	15
Figura 9. Influencia de la relación de aspecto (longitud de la diagonal / ancho) en su resistencia a carga axial.....	16
Figura 10. Modelo de masas concentradas.....	17
Figura 11. Calculo de derivas de entrepiso.....	18
Figura 12. Desplazamientos relativos de entrepiso / altura de entrepiso (drift)...	19
Figura 13. Esfuerzos de corte inducidos por cargas laterales en los elementos estructurales de la edificación.....	20
Figura 14. Diagrama de flujo del procedimiento.....	25
Figura 15. Análisis sísmico – Dinámico modal espectral con ETABS V16.....	28
Figura 16. Agregar un nuevo elemento tipo link.....	29
Figura 17. Propiedades de los disipadores Dampo Dual Protect.....	30
Figura 18. Definición de la propiedad axial del elemento “link” y modelo “Wen”.	31
Figura 19. Cortante basal en dirección X-X, para el edificio sin CRP ($V_b = 76.46$ tonf).....	32

Figura 20. Cortante basal en dirección Y-Y, para el edificio sin CRP ($V_b = 57.16$ tonf).....	33
Figura 21. Edificio reforzado con CRP dispuesto en paralelo en la misma dirección.....	34
Figura 22. Edificio reforzado con CRP dispuestos en zigzag.	35
Figura 23. Edificio reforzado con CRP dispuesto en multinivel X.	36
Figura 24. Vista en planta y 3D del edificio sin CRP.	37
Figura 25. Resultados de deriva de entrepiso, edificio sin CRP.....	39
Figura 26. Resultados de deriva de entrepiso, edificio con refuerzo de CRP dispuestos en paralelo en la misma dirección.....	41
Figura 27. Resultados de deriva de entrepiso, edificio con refuerzo de CRP dispuestos en zigzag.....	43
Figura 28. Resultados de deriva de entrepiso, edificio con refuerzo de CRP dispuestos en multinivel X.....	45
Figura 29. Esfuerzos internos de corte, elevación pórticos eje 1 (Sismo en X), para el edificio sin CRP.....	46
Figura 30. Esfuerzos internos de corte. Elevación pórtico Eje A (Sismo en Y), para el edificio sin CRP.....	47
Figura 31. Esfuerzos internos de corte. Elevación pórticos Eje 1 (Sismo en X). Edificio con refuerzo de CRP dispuestos en paralelos en la misma dirección.	48
Figura 32. Esfuerzos internos de corte. Elevación pórtico Eje A (Sismo en Y). Edificio con refuerzo de CRP dispuestos en paralelo en la misma dirección.	49
Figura 33. Esfuerzos internos de corte. Elevación pórticos Eje 1 (Sismo en X). Edificio con refuerzo de CRP dispuestos en zigzag.....	50
Figura 34. Esfuerzos internos de corte. Elevación pórtico Eje A (Sismo en Y). Edificio con refuerzo de CRP dispuestos en zigzag.....	51
Figura 35. Esfuerzos internos de corte. Elevación pórticos Eje 1 (Sismo en X). Edificio con refuerzo de CRP dispuestos en multinivel X.....	52

Figura 36. Esfuerzos internos de corte. Elevación pórtico Eje A (Sismo en Y). Edificio con refuerzo de CRP dispuestos en multinivel X.	53
Figura 37. Mapa político del Perú.....	55
Figura 39. Mapa de la provincia de Lima.....	55
Figura 41. Distribución de las fuerzas de corte de entrepiso acumulada hasta la base del edificio en la dirección X.	57
Figura 42. Distribución de las fuerzas de corte de entrepiso acumulada hasta la base del edificio en la dirección X.	58
Figura 43. Nivel de daño estructural esperado para una edificación de uso comercial, bajo la acción de sismo severo en X-X.	60
Figura 44. Nivel de daño estructural esperado para una edificación de uso comercial, bajo la acción de sismo severo en Y-Y.	61
Figura 45. Fuerzas internas de corte en la columna C21, para el sismo en X-X.	62
Figura 46. Fuerzas internas de corte en la columna C11, para el sismo en Y-Y.	63
Figura 47. Tabla de distribución F_c	65

Resumen

La presente investigación **titulada:** Respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando diagonales de pandeo restringido según su disposición, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021”, fijo por **objetivo:** Determinar la respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando diagonales de pandeo restringido según su disposición, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021. Como **metodología**, tipo: aplicada, nivel: descriptivo y diseño: no experimental.

Los **resultados** obtenidos fueron: la cortante sísmica de diseño que ingresa al edificio varía debido a la implementación de los CRP en la dirección X-X muestra un incremento de 18% y en la dirección Y-Y incremento 52%. Sin embargo, de los resultados de los esfuerzos internos en las columnas se observó a pesar del incremento de la carga lateral, estos son asumidas por los CRP, además el nivel de daño esperado paso de severo (sin CRP) a nivel de daño moderado al implementar los CRP, debido a no superar la deriva admisibles de 0.7%.

La investigación muestra como **conclusión** que al implementar los CRP según su disposición, el edificio permanece dentro de los parámetros permitidos de la norma técnica peruana E.030 diseño sismorresistente, por lo tanto, la respuesta sísmica del edificio Revolución es positiva.

Palabras clave: Respuesta sísmica, diagonales de pandeo restringido (CRP).

Abstract

The present investigation **entitled:** seismic response of commercial buildings implementing restricted buckling diagonals according to their layout, Revolution building, Villa el Salvador 2021". Which I set as an objective: Determine the seismic response of commercial buildings by implementing restricted buckling diagonals according to their layout, Revolution building, Villa el Salvador 2021. As a **methodology**, type: applied, level: descriptive and design: no experimental.

The **results** obtained were: the design seismic shear entering the building will vary due to the implementation of the CRPs in the X direction shows an increase of 18% and in the Y direction an increase of 52%. However, the results of the internal efforts in the columns decreased despite the increase in the lateral load, these are assumed by the CRP, in addition, the expected damage level went from severe (without CRP) to a moderate damage level after to implement the CRP, due to being below the admissible drift of 0.7%.

The investigation shows as a **conclusion** that when implementing the CRP according to its layout, the building remains within the permitted parameters of the Peruvian technical standard E.030 seismic resistant design, therefore, the seismic response of the Revolution building is positive.

Keywords: Seismic response, restrained buckling diagonals (CRP).

I. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas se registraron enormes pérdidas relacionadas con una gran cantidad de desastres naturales en el mundo. En particular, se produjeron numerosos eventos sísmicos que produjeron enormes pérdidas económicas y sociales con el consecuente impacto territorial, tanto en áreas directamente afectadas por terremotos como en áreas relacionadas económicamente con el área dañada.

Mora (2014), Un evento sísmico puede producir un impacto notable en una ciudad, como el retraso en la respuesta de emergencia y la consiguiente inoperancia de las líneas de vida. Los eventos sísmicos también pueden tener un gran impacto negativo en la economía nacional. Un ejemplo de este impacto es el caso ocurrido en L'Aquila un terremoto el 6 de abril de 2009. Los efectos del terremoto fueron desastrosos. En este contexto es necesario implementar sistemas de control de respuesta sísmica, que sean lo suficiente eficientes para reducir el riesgo sísmico de las edificaciones, para evitar las consiguientes pérdidas económicas y sociales. La mitigación de riesgos se considera fundamental para la gestión urbana. El enfoque más común para la mitigación del riesgo sísmico se caracteriza solo por estrategias que reducen la vulnerabilidad de edificios individuales, a través de intervenciones estructurales.

Tavera (2014), Perú no es ajena a esta realidad de los sismos de gran intensidad, por ser parte del cinturón de fuego. Las zonas con mayor ocurrencia y presencia de sismos de gran magnitud, a lo largo de todo el borde occidental en el Perú fueron registrados o documentados por una serie de estudios realizados por instituciones de investigación internacional e nacional como el Instituto de Investigación de Francia (IRD), Instituto Geofísico del Perú (IGP), entre otros. Esta metodología se basa en los análisis de las áreas de ruptura de sismos ocurridos anteriormente y sus consecuentes lagunas sísmicas, las cuales definimos como zonas de áreas donde en el pasado ocurrieron eventos de gran magnitud y se espera en cualquier momento la ocurrencia de otro de semejantes características. Se identificó la presencia de una laguna sísmica en la región central del Perú que vendría

acumulando energía sísmica desde el año 1746. El 15 de agosto del año 2007, a las 6:40 pm hora local, se produjo un terremoto con una magnitud de 7.9 Mw que sacudió la costa de Perú, aproximadamente a 60 kilómetros al sur de Pisco, Región Ica, Perú. Como resultado provocó la interrupción del servicio eléctrico y telefónico dentro de Perú y en la ciudad capital de Lima. Con informes de edificaciones colapsadas en las ciudades de Ica y Cañete, con miles de damnificados.

Allcca y Ccerare (2020), Villa el Salvador es uno de los distritos más vulnerables de Lima, debido a la inestabilidad de su suelo y a la informalidad de la construcción de sus edificaciones y estas podrían sufrir daños severos o colapsarían ante un sismo severo, es por ello que se plantean propuestas de reforzamiento.

Por lo expuesto líneas arriba, no podemos formular la siguiente pregunta, El **problema general** será: ¿Cómo es la respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando diagonales de pandeo restringido según su disposición, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021?, como **problemas específicos**: la **primera** ¿Cuánto varía la cortante basal por la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificaciones comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021?, la **segunda** ¿Cuánto varia el nivel de daño estructural por la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificaciones comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021? y la **tercera** ¿Cuánto varia las fuerzas internas de la estructura por la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificaciones comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021?

Como **justificación teórica**, la investigación comprende el control de la respuesta sísmica de una edificación aporricada de cuatro pisos destinadas a usos comerciales, con la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición. Como **justificación práctica**, esta tesis servirá como guía para aplicación por los profesionales en la especialidad de estructuras y para investigaciones posteriores por lo que se debe tener en cuenta las variantes actuales. Como **justificación metodológica**, se emplea el análisis lineal para el análisis sísmico con el método modal espectral para el reforzamiento de la

estructura con la implementación de las diagonales de pandeo restringido. Como **justificación social**, esta tesis comprende el análisis sísmico modal espectral de una edificación implementando CRP de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente la Norma de Diseño Sismorresistente, con el cual se pretende fomentar una nueva alternativa de sistema de refuerzo sísmico, de mayor practicidad constructiva y menos invasivo como es el caso de los sistemas tradicionales a base de placas de concreto armado.

Como **objetivo general**, se pretende determinar la respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando diagonales de pandeo restringido según su disposición, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021. Como **objetivos específicos**; la **primera**: Estimar la variación de la cortante basal por la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021, la **segunda**: Calcular la variación del nivel de daño estructural por la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales, edificio revolución, Villa el Salvador 2021 y la **tercera**: Cuantificar la variación de las fuerzas internas por la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.

Planteado los problemas y fijado los objetivos se formula la hipótesis, teniendo como **hipótesis general**: La respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando diagonales de pandeo restringido según su disposición es positiva, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021, como **hipótesis específicas**; la **primera**: La cortante basal se incrementara levemente debido a la implementación de las diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021, la **segunda**: El nivel de daño estructural será reducido significativamente por la implementación de las diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021 y la **tercera**: Las fuerzas internas serán reducidas considerablemente por la implementación de las diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.

II. MARCO TEÓRICO

En los trabajos de **antecedentes nacionales**, según Orellana (2020) en su estudio **titulado** “Análisis de factibilidad de la aplicación de arriostres de pandeo restringido como sistema de control de respuesta”, para optar el grado académico de magister en ingeniería civil con mención en estructuras sismoresistentes, que fijo como **objetivo**: el rediseño de una edificación de acero estructural utilizando los arriostres de pandeo restringido como sistema de control de respuesta. La **metodología** empleada tuvo un enfoque cuantitativo, tipo y nivel de investigación aplicada. La población fueron los edificios de marcos rígidos de acero, de mediana altura ubicados en la ciudad de Lima, Perú. La muestra de la investigación fue un edificio de marcos rígidos de 5 pisos y el muestreo fue no probabilístico. Los instrumentos empleados fueron las fichas de recolección de datos. El cual obtuvo los siguientes **resultados**, los desplazamientos laterales inelásticos fueron considerablemente reducidos (28.3%), cumpliendo holgadamente con los requisitos de la Norma (E.030) de Diseño Sismorresistente. Además, se observó que los sistemas CRP incrementaron la rigidez lateral de toda la edificación. Como **conclusiones**, los sistemas de CRP pueden implementarse en estructuras tanto de acero como de concreto, pues puede adaptarse a la rigidez y resistencia de la edificación. Sobredimensionar los BRB es innecesario, debido a su excelente eficiencia, además generaría sobrecostos y las fuerzas de transferencia hacia las vigas, columnas y conexiones también sufrirían un incremento considerable. Finalmente, se logró observar del análisis sísmico no lineal, que los sistemas BRB son las que en primer lugar toman la energía sísmica y se plastifican, de esta manera se logra que las columnas y vigas se mantengan en el rango elástico con daño mínimo o nulo. De esta forma se ha comprobado que los sistemas BRB tienen un buen desempeño sísmico.

Luego se tiene a Tapia (2014), en la tesis de grado **titulado**: “Diseño sismorresistente de una edificación de estructura metálica de 4 pisos para uso comercial”, fijo como **objetivo**: recopiló el estado del arte en diseño estructural y cuanto análisis que utilizan perfiles de acero, además desarrollo un análisis de costos para un edificio de acero de 4 pisos, así como un análisis comparativo de

tipos de arriostres laterales y sus ventajas entre las mismas. Como **Metodología**, fue un estudio de tipo aplicada y descriptivo. Se tomó como población los edificios de baja altura. La muestra de la investigación fue una edificación de acero de 4 niveles en la Zona Huancayo y el muestreo elegido fue no probabilístico, también denominado por conveniencia. Se tomó como instrumentos las fichas de recolección de datos. Los principales **resultados** fueron, las estructuras de concreto fueron más económicas (S/ 399,534.03) en comparación a la estructura de acero (S/ 592,938.67); esto representa una diferencia del 32.62%. Sin embargo, en tiempos de ejecución la estructura de acero se puede ejecutar en 94 días hábiles, mientras que la estructura de concreto en 178 días hábiles, casi el doble del tiempo. Como **conclusiones**, si se considera el ahorro en tiempo de ejecución la estructura metálica se vuelve ventajosa frente a la estructura de concreto. Con respecto a la disposición del arriostre lateral, se observó que las disposiciones en “V invertida” generan un mayor control de desplazamiento, en comparación de los arreglos en “X”.

Seguidamente, Bernabe y Paredes (2021) en su tesis **titulada**: “Diseño estructural en acero de un edificio de diez niveles para oficinas, usando riostras de pandeo restringido; en la ciudad de Trujillo-La Libertad”, para obtener el título profesional, que tuvo como **objetivo**: realizar el diseño estructural en acero de un edificio de diez niveles para oficinas, usando riostras de pandeo restringido. La **metodología** empleada tuvo un enfoque cuantitativo, tipo aplicada y nivel de investigación no experimental, como población fueron edificios de marcos rígidos de acero en la ciudad de Trujillo, la muestra de la investigación fue un edificio de marcos rígidos de diez niveles para oficina en la ciudad de Trujillo-La Libertad, se tomó como instrumentos la ficha de recolección de datos, los principales **resultados** fueron del análisis modal se obtuvieron los siguientes resultados que en la dirección X el movimiento queda definido por el modo 2, mientras que en la dirección Y el movimiento se define por el modo 1. los periodos fundamentales quedan definidos por aquellos en los que se presenta el mayor porcentaje de masa participativa, así el periodo en la dirección X es de 0.706 segundos con un porcentaje de masa de 80.83% y para la dirección Y el periodo es de 0.813 segundos y una masa participativa de 78.41%. Como **conclusiones** el periodo de

la edificación para la dirección X es de 0.706 (s) con un 78.41% de masa participativa, mientras que para la dirección Y es de 0.813 (s) con un porcentaje de masa participativa del 81.83%. Las derivas para la dirección X y Y, son 0.0051 y 0.00771 respectivamente, estos valores son menores al límite de distorsión de entre piso. (0.01) para estructuras de acero, establecido en la norma E 0.30 de diseño sismorresistente. Las riostras de pandeo restringido, son de acero estructural ASTM – A36, y debido al sistema de funcionamiento estructural, tienen el mismo funcionamiento tanto en tracción como en compresión.

En los trabajos previos como **antecedentes internacionales**, según Palencia y Pastor (2012), en su tesis **titulado**: “Rehabilitación Sísmica de Estructuras por medio de Contravientos Restringidos contra Pandeo y Muros de Concreto Reforzado: Una Metodología Basada en el Control de Desplazamientos”. En esta tesis el **objetivo**: propone dos metodologías de diseño basadas en el control de desplazamientos. Estas metodologías son de carácter integral y sistemático, que permitan reforzar ante cargas sísmicas edificios de baja altura estructurados como pórticos de concreto armado. Como **metodología**, utilizo un estudio tipo aplicada y descriptivo. Dicha población fueron los edificios de marcos de concreto armado, de mediana altura situados en la ciudad de México. La muestra de la investigación fueron dos edificios de marcos de concreto de mediana altura y el muestreo fue no probabilístico. Los instrumentos empleados fueron las fichas de recolección de datos. Los principales **resultados** fueron, los sistemas de contraviento restringido son capaces de controlar adecuadamente los desplazamientos laterales de entrepiso del edificio; pues incrementan considerablemente la rigidez lateral del edificio. Asimismo, incrementan de manera sustancial la resistencia lateral del edificio y generan una mejor distribución de los drift en todo lo alto del edificio. También se observó que los sistemas de pandeo restringido incrementan considerablemente la ductilidad del edificio. Como **conclusiones**, los sistemas de CRP son capaces de controlar los desplazamientos laterales de entrepiso de manera eficiente; sin embargo, en términos de aceleraciones de entrepiso, se observó que no son capaces de controlar adecuadamente las demandas de aceleraciones de entrepiso, ya que estas aceleraciones sufren incrementos significativos. Este aumento en las aceleraciones de entrepiso puede llegar a poner

en riesgo los sistemas secundarios o no estructurales que sean susceptibles a aceleraciones.

Luego, Ballinas (2017), desarrolla la tesis **titulada**: Propuesta de Reforzamiento de una Estructura de Hospital con Disipadores de Energía del Tipo CRP, en esta tesis se tuvo como **objetivo**: proponer el reforzamiento del hospital del IMSS San Alejandro en Puebla, con disipadores del tipo CRP. Evaluar sus beneficios y el efecto de su configuración en la altura del edificio. Como **metodología** empleada tuvo un enfoque cuantitativo, tipo aplicada y nivel de investigación no experimental, Los **resultados** muestran que con el diseño por conceptos de estructura rígida se presenta una mayor disipación de energía por parte de los CRP, una mejor distribución de esfuerzos en los elementos estructurales, reducción de la respuesta dinámica ante los terremotos simulados, y menores demandas en la cimentación. Para esa alternativa, se requieren CRP con menores núcleos, lo que reduce su costo y permite un refuerzo de la estructura más económico, se **concluye** que las tres propuestas de reforzamiento disminuyen las probabilidades de colapso de la estructura y se cumple con los objetivos de diseño.

Seguidamente, Coeto (2008) , en la tesis **titulada**: “Control de la respuesta sísmica de edificios altos pro medio de un sistema de contravientos restringidos contra pandeo”, fijo como **objetivo**: establecer una metodología de prediseño por desempeño para edificios altos rigidizados con un sistema de contravientos desadheridos restringidos contra pandeo. Donde, se consideró un edificio que soporta el 100% de sus cargas verticales mediante marcos resistentes a momentos con detallado no dúctil, y el 100% de las cargas laterales debidas a sismo por medio del sistema de contraventeo. El enfoque fue por control de desplazamientos laterales y se consideraron explícitamente dos estados límite: seguridad de vida y servicio. La aplicación de la metodología se ilustra para un edificio de acero de 24 pisos desplantado en la Zona del Lago del D.F. A partir de los resultados arrojados por una serie de análisis no lineales, tanto estáticos como dinámicos, se concluye que la metodología da lugar a un nivel de diseño sísmico adecuado. Como **Metodología**, fue un estudio de tipo aplicada y descriptivo. La población fueron los edificios de marcos de concreto armado. La muestra de la investigación fue un edificio de acero de 24 pisos en la Zona del Lago D.F y el muestreo fue no

probabilístico. Los instrumentos empleados fueron las fichas de recolección de datos. Los principales **resultados** fueron, en edificio de 24 niveles reforzado con los sistemas CRP han logrado que la estructura sea capaz de satisfacer satisfactoriamente los objetivos de diseño exigidos por las Normas De Diseño Sismorresistente, de la ciudad de México. Como **conclusiones**, La ubicación y distribución de los contravientos es muy importante para la respuesta del sistema estructural integrado (marcos gravitacionales y contravientos).

En los trabajos previos de **antecedentes de artículos científicos internacionales**, según Rodríguez et al (2015), desarrolla la investigación **titulada**: “Desempeño Sísmico de Edificios a Base de Contravientos Restringidos Contra Pandeo”, en dicha investigación se estima el desempeño sísmico de edificaciones de acero a base de contravientos restringidos contra pandeo y se comparan con el de edificaciones tradicionales a base de marcos resistentes a momento, los **resultados** muestran ventajas de utilizar contravientos restringidos contra pandeo en edificaciones; además, en el caso de que una estructura requiera rehabilitación por la ocurrencia de un sismo, dado que en los sistemas innovadores en daño se concentra en los contravientos, estos serán los únicos elementos que requerirán reemplazarse, lo que simplificará la rehabilitación estructural. De dicha investigación se **concluyó** que las demandas de distorsión máxima de entrepiso fueron mayores para las estructuras tradicionales

Seguidamente, Terán et al (2017), en su artículo de investigación **titulado**: “Ventajas sismorresistentes y ambientales del Sistema de rejillas rígidas diagrid para edificios en zonas de alta sismicidad”. En este artículo de investigación se presenta como **objetivo**: un análisis comparativo de la respuesta sísmica, así como del potencial ambiental, de dos sistemas estructurales en base arriostramientos diagonales. El primer edificio fue en base a un sistema tradicional, con marcos compuestos de concreto reforzado y acero estructural resistentes a momento y contravientos restringidos al pandeo. El segundo edificio, estructurado con rejillas rígidas perimetrales y marcos de acero. Como **Metodología**, Se usó el tipo aplicada y descriptivo. La población fueron los edificios de marcos de concreto armado. La muestra de la investigación fueron dos edificios de 24 pisos y 114 metros de altura, ubicados en la Zona del Lago de la Ciudad de México y el muestreo fue no

probabilístico. Los instrumentos empleados fueron las fichas de recolección de datos. Los principales **resultados** fueron, aún con menor peso, rigidez y resistencia lateral, el sistema de rejillas rígidas mostró un mejor desempeño sísmico en contraste al sistema tradicional, con un daño incipiente del 8% de sus elementos sismorresistentes. Como **conclusiones**, La construcción del sistema de rejillas rígidas redujo a un tercio las emisiones de gases de efecto invernadero, comparado con el sistema tradicional.

Finalmente, Guerrero et al (2016), en su artículo de investigación **titulado**: “Un metodo para el diseño sísmico preliminar y la evaluacion de estructuras de baja altura protegidas con arriostramientos restringidos por pandeo”. Este artículo de investigación presenta como **objetivo**: proponer un método para el diseño sísmico basado en el desempeño preliminar (PBSD) de estructuras de poca altura, reforzadas con arriostres restringidos al pandeo (BRB). Estas estructuras con arriostres laterales son denominados sistemas duales, el autor presenta un método simplificado empleando un oscilador de solo grado de libertad (SDOF) y su validación se realizó a través de la comparación de las respuestas entre estructuras convencionales y duales. Como **Metodología**, fue un estudio de tipo aplicada y descriptivo. La población fueron los edificios de marcos de concreto armado. La muestra de la investigación fueron edificios de baja altura con y sin refuerzos diagonales de pandeo restringido, representados por sistemas SDOF y el muestreo fue no probabilístico. Los instrumentos empleados fueron las fichas de recolección de datos. Los principales **resultados** fueron, se observó que: (1) la distribución en altura de las derivas de entre pisos para la respuesta lineal-elástica (PGA = 0,05 g y 0,10 g) fue diferente a la de la respuesta no lineal (PGA = 0,20 g y 0,30 g); y (2) a medida que aumentaba la no linealidad, la media y la dispersión de las derivas aumentaban de manera más significativa en los pisos inferiores. Estas observaciones justifican los valores de los factores de deriva no uniformes entre pisos sugeridos en el Paso 4 del procedimiento propuesto por el autor. Como **conclusiones**, teniendo en cuenta las hipótesis presentadas por el autor, la aplicación de la filosofía PBSD se puede facilitar utilizando el método propuesto, si bien son métodos simplificados, pero con resultados muy precisos para estructuras de poca altura y de geometría regular.

La teoría de la variable independiente: (Diagonales de pandeo restringido según su disposición), Teran et al (2017), la literatura define a los sistemas de arriostramiento lateral de pandeo restringido, como sistemas de control de respuesta, que generan niveles de arriostramiento lateral importante, debido al incremento sustancial de la rigidez lateral de la estructura. Como muestra la Fig.1, estos sistemas reciben la denominación de pandeo restringido debido a la presencia de camisas que confinan al brazo metálico, esta solución permite a la barra inclinada, poder desarrollar niveles de compresión que lleguen a su plastificación de manera estable sin la presencia de falla por pandeo local. Además, esto permite incrementar la capacidad de disipar energía sísmica por la fluencia o histéresis de los brazos metálicos, como se muestra en los modelos histéricos.

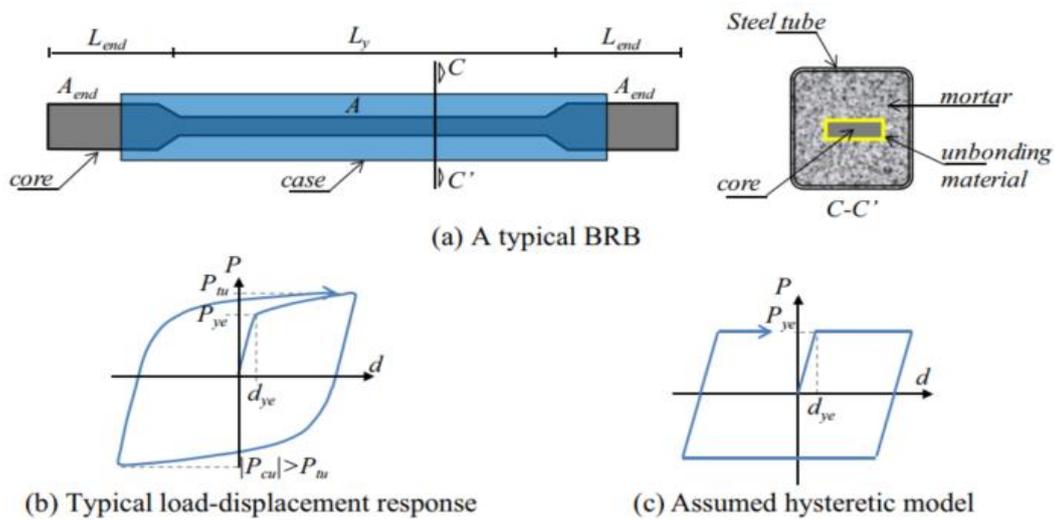


Figura 1. Sistema de pandeo restringido.

Fuente: Guerrero (2016)

Además, es conveniente diferenciar entre estructuras no arriostradas (Fig. 2.a) y estructuras arriostradas (Fig. 2.b). La estructura no arriostrada, o sistema convencional atribuye su resistencia al desplazamiento lateral netamente a la rigidez de las columnas y las vigas, que mayor número de pisos estas crecen en dimensiones, considerablemente; siendo impráctico su uso en edificaciones de mediana o gran altura. Por otro lado, a medida que la rigidez lateral otorgada, por columnas y vigas no son suficientes es necesario añadir sistemas de control de respuesta, para reducir los niveles de deformación que se puedan generar en los

entrepisos, tal es el caso de las placas de concreto armado o como en este caso los diagonales de pandeo restringido.

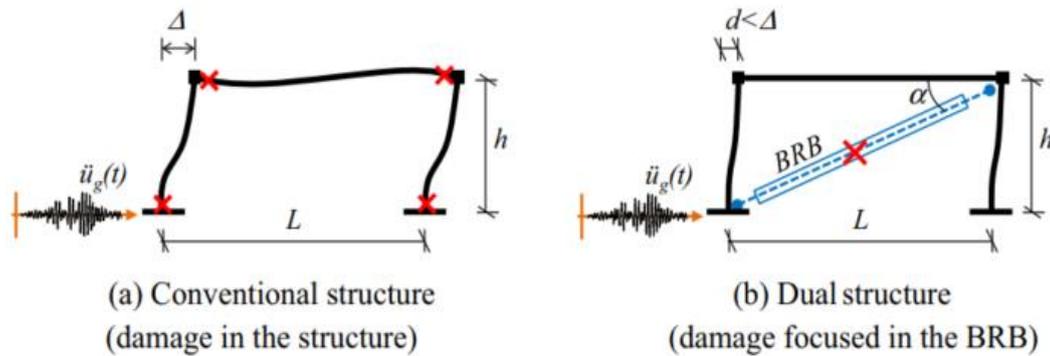


Figura 2. Estructura convencional Vs. Dual.

Fuente: Guerrero (2016)

Consideraciones de elección según su disposición: Deulkar et al (2010), La elección del tipo de disposición debe incidir fácilmente en el funcionamiento del sistema de respuesta sísmica, así como en la economía. En general, al tener un comportamiento similar en compresión y tracción hace que se requieren menos cantidad de BRB que otros métodos convencionales pórticos concéntricamente arriostrados. Asimismo, se debe considerar la transmisión de fuerzas elevadas a otros elementos, cimentaciones, derivas límite de entrepiso, así como minimizar los efectos negativos de torsión sobre el edificio. Existen diferentes configuraciones para implementar en BRB, algunas de estas son:

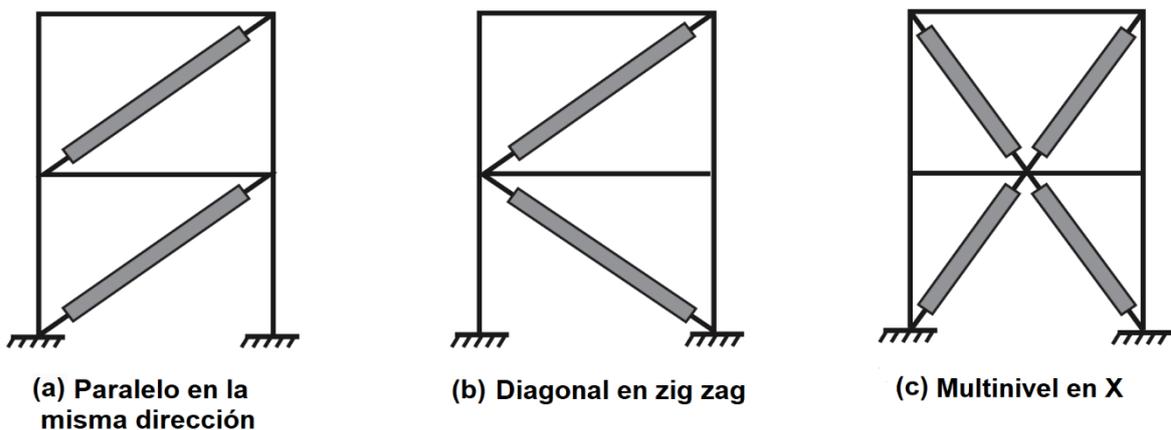


Figura 3. Disposiciones de BRB.

Fuente: Kersting et al (2015)

La teoría de la Variable Dependiente: (Respuesta sísmica de edificaciones), Elnashai y Di Sarno (2015), la teoría de la dinámica de estructuras, define a la respuesta sísmica, como las deformaciones o desplazamientos laterales de las masas inerciales en cada entrepiso. En los modelos para edificaciones, que son los modelos de masas concentradas, las respuestas se registran en las masas y estas respuestas pueden ser: desplazamientos, velocidades o aceleraciones. En la Figura 4 se presenta un esquema conceptual del procedimiento del análisis sísmico, donde los datos de ingreso son las cargas de gravedad y sísmica, también el sistema estructural; además de definir el método de análisis, finalmente lo que se busca obtener como resultado es la respuesta sísmica o también denominado deformaciones (desplazamientos, velocidades, aceleraciones de entrepiso), estas deformaciones generan los esfuerzos internos en los elementos estructurales que luego serán los parámetros de diseño, (p.212).

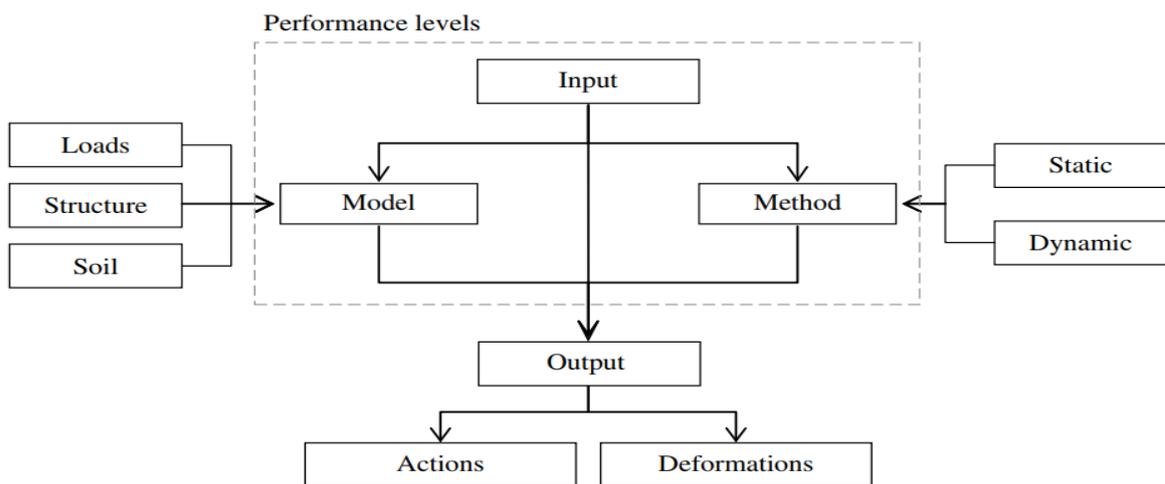


Figura 4. Flujo conceptual del análisis sísmico de estructuras y la respuesta sísmica.
Fuente: Elnashai y Di Sarno (2015)

Murty et al (2016), muestra de manera gráfica la respuesta sísmica como las deformaciones que sufre la estructura al estar sometida a la acción sísmica. Esta acción sísmica inicia en el punto focal a una distancia epicentral de la edificación, esta energía liberada viaja como ondas sísmicas que aceleran las partículas del suelo hasta llegar al suelo sobre el cual esta cimentada la edificación. Por tanto, la edificación recibe una aceleración de las partículas del suelo en su base y la estructura de manera inercial responde con deformaciones, o como se conocen en la teoría de la dinámica de las estructuras, como modos de vibración. Estos modos

de vibración son las deformaciones impuestas en las masas de los entrepisos, entre las más importantes son los desplazamientos laterales de entrepiso.

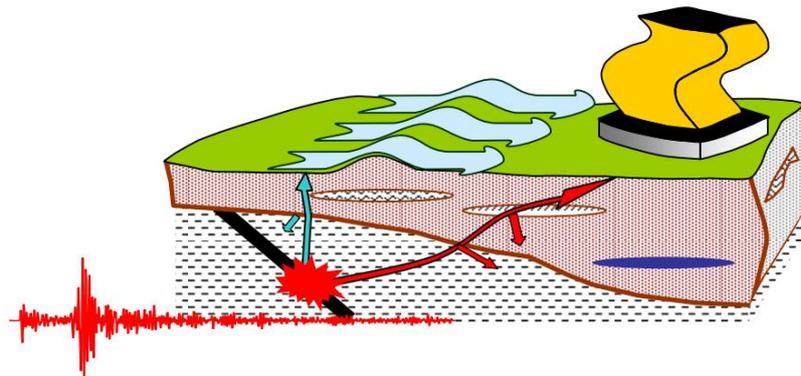


Figura 5. Deformaciones de una edificación durante la acción de un sismo,
Fuente: Murty et al (2016)

Enfoques conceptuales de la variable independiente: Como dimensiones se consideraron las disposiciones de estos sistemas de arriostramiento y entre sus indicadores se consideraron: I1) Rigidez lateral; I2) Inclinación de las diagonales; I3) Resistencia a compresión de las diagonales; I4) Longitud de los diagonales.

Rigidez lateral: Razak et al (2017), es la resistencia de la estructura al desplazamiento lateral, que tiene como indicador a la rigidez lateral del sistema estructural. En la Fig. 6 se muestra que la deformación lateral de la estructural depende la rigidez lateral del sistema y ésta depende de la contribución de las columnas y vigas, así como también de la contribución de los diagonales de pandeo restringido. Estas se pueden representar por un modelo de resortes en serie.

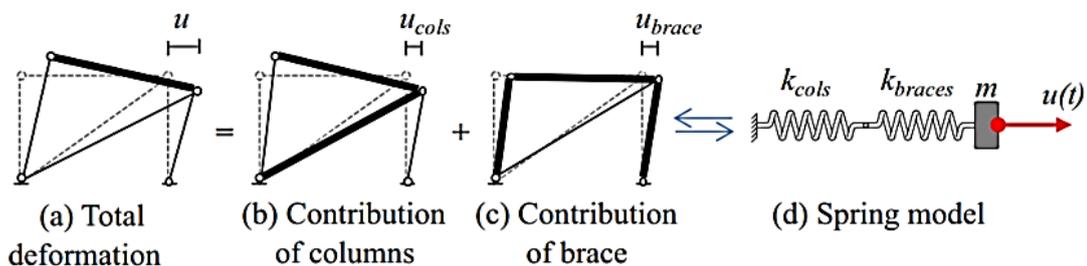


Figura 6. Rigidez lateral debido a las columnas y a los diagonales CRP.
Fuente: Guerrero (2016)

Inclinación de barras diagonales: Brandonisio et al (2012), en los años 80, muchos investigadores decidieron investigar las características y la importancia del pórtico arriostrado concéntricamente. Buscando que la realización de la mejora de la resistencia del diseño estructural no solo debe conducir a mejorar la capacidad de carga de la estructura, si no también en mejorar su capacidad de deformación o ductilidad, cuando estén sometidos a sismos, este objetivo se pudo lograr con añadir las diagonales de arriostramiento a las estructuras. Sabelli et al (2013) en la actualidad, los pórticos arriostrados concéntricamente se clasifican comúnmente en tres tipos principales: pórticos arriostrados en diagonal, pórticos arriostrados en V y pórticos arriostrados en forma de Chevron. Kanyilmaz (2017), los pórticos arriostrados concéntricamente resisten eficazmente la excitación sísmica. Esto significa que están resistiendo la aceleración sísmica lateral principalmente a través de las fuerzas axiales (tracción y compresión) y deformación de los arriostramientos, columnas y vigas. Además, es importante resaltar que la resistencia a carga lateral de la estructura debe ir acompañada con un incremento en su rigidez lateral y el nivel de amortiguamiento. En este caso, la inclinación de los diagonales de pandeo restringido, influyen directamente en la magnitud de la rigidez lateral de la estructura y las fuerzas axiales que puedan tomar como parte de la carga inducida por el sismo en la estructura.

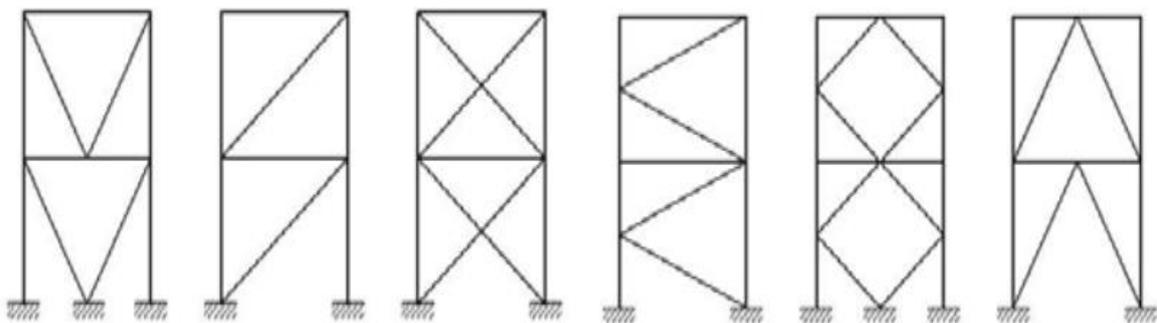


Figura 7. Diferentes tipos de pórticos con arriostramientos diagonales concéntricos.

Fuente: Razak et al (2017)

Resistencia a compresión de las diagonales: Es la capacidad del elemento de soportar cargas axiales en compresión hasta alcanzar la falla por aplastamiento. En este caso son materiales dúctiles y se desarrolla una plastificación del material por fuerzas de compresión.

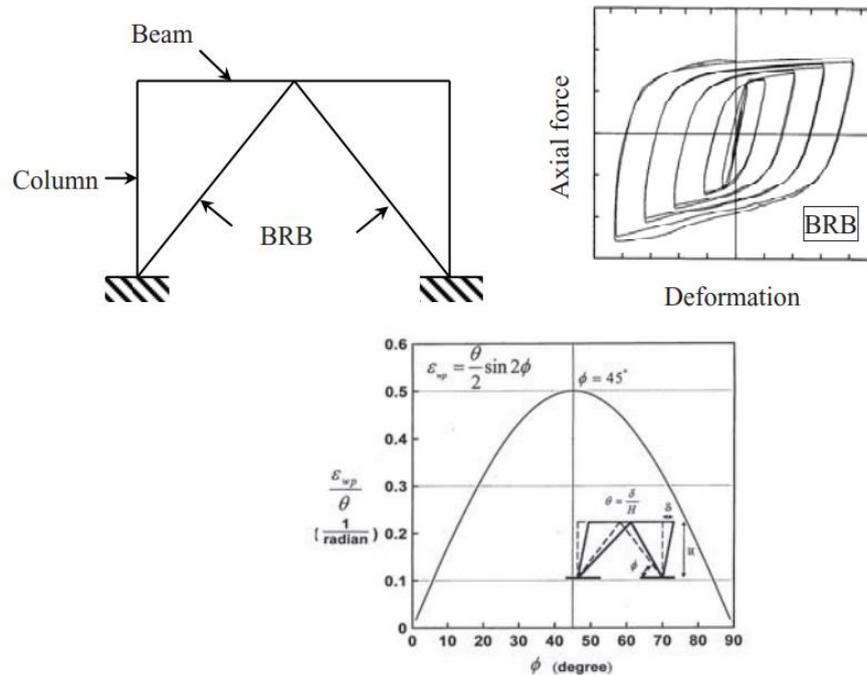


Figura 8. Configuración de un arreglo tipo Chevron BRBF, respuesta histerética y drift.
Fuente: Coeto (2008)

En la Fig. 8 se muestra como ejemplo la respuesta mecánica de un BRB sometido a fuerzas axiales vs. deformación y este diagrama es lo que se conoce como diagrama de histéresis del material. De este diagrama se puede observar que los sistemas de BRB tienen un rango elástico bien definido y luego desarrollan plastificación, pero con incremento de su resistencia a compresión. Por tanto, la resistencia a la compresión del material también es un factor importante en el diseño estructural de estos sistemas.

Longitud de las diagonales: la geometría del elemento estructural influye directamente en su capacidad de carga y forma de falla Lu et al (2018).

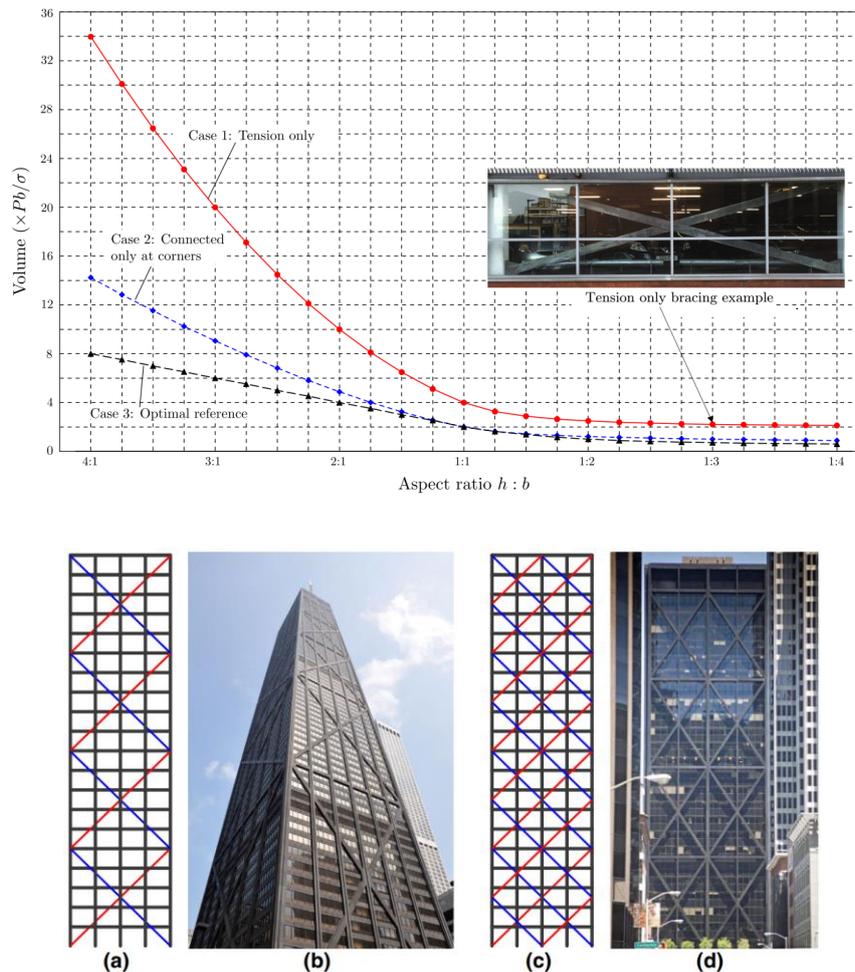


Figura 9. Influencia de la relación de aspecto (longitud de la diagonal / ancho) en su resistencia a carga axial.

Fuente: Lu et al (2018)

La Figura 9 nos muestra un diagrama de la capacidad de carga de la diagonal vs. su relación de aspecto. Esta relación de aspecto lo que mide es la esbeltez del elemento diagonal; por tanto, a mayor esbeltez de la diagonal mejor resistencia a carga axial desarrolla, caso contrario, mientras menos esbelto sea la diagonal mayor capacidad de carga desarrolla. Este efecto es considerando dentro de los diseños estructurales y en los casos a y c de la Fig. 9, se muestran arreglos constructivos distintos; específicamente el caso c muestra elementos menos esbeltos y por tanto desarrollarán un mejor desempeño estructural, en comparación al caso a.

Enfoques conceptuales de la variable dependiente: Como dimensiones se consideró el nivel de daño estructural, las fuerzas internas que se desarrollan en los elementos estructurales, y la cortante basal. Como indicadores se ha considerado: I1) Masa sísmica; I2) Coeficiente sísmico; I3) Desplazamientos laterales; I4) Drift; I5) Momento flector, fuerza cortante y fuerza axial.

Masa sísmica: Chopra (2014) Podemos apreciar en la Fig. 10 se tienen que concentrar masas al nivel de cada entrepiso. El metrado de los pesos, de estos elementos horizontales (losas y vigas), no sufre ninguna variación a un metrado de cargas normal. En cambio los elementos verticales (muros y columnas), tenemos que considerar la mitad de los elementos verticales superiores al entrepiso más la mitad de la altura de los elementos verticales inferiores. Por consiguiente, en el último nivel sólo se considerará la mitad de la altura de los elementos verticales inferiores, debido que no se tienen elementos superiores; y tampoco se estaría considerando el peso de la mitad de la altura de los elementos verticales del primer nivel. Esto debido a que las masas inerciales se concentran en las losas de los entrepisos y estas son las masas que se aceleran.

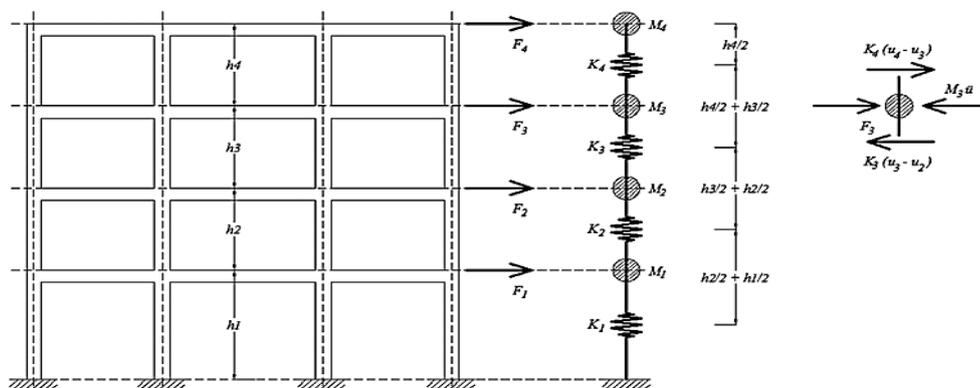


Figura 10. Modelo de masas concentradas.

Fuente: Cassano (2009)

Coeficiente sísmico: Muñoz (2020), para ello es necesario caracterizar esta demanda sísmica actuante en la base de la estructura. Con este propósito recurrimos al código de diseño sismorresistente (E.030), que permite el uso de espectros de diseño para edificaciones peruanas. Este espectro sísmico intenta uniformizar el peligro sísmico en el diseño de obras civiles, incorporando el comportamiento inelástico de los suelos durante sismos severos y el efecto de la

distancia epicentral en la atenuación de las diferentes ordenadas espectrales. Esta caracterización se realiza en la base de la estructura, como un coeficiente sísmico y la que determina la cortante basal (V) producida por los sismos y se expresa como:

$$V = \frac{Z * U * S * C}{R} * (P \acute{o}g)$$

Dónde: V es la cortante basal; Z es el factor de zona; U es el factor de uso; S es el factor de suelo; C es el factor de amplificación sísmica y R es el factor de reducción sísmica.

Nivel de daño estructural: Muñoz (2020), los desplazamientos laterales son las deformaciones impuestas en la estructura debido a la acción sísmica. Estas deformaciones laterales son medidas en los techos de los entrepisos, donde se concentra la mayor parte de la masa sísmica y es donde actúan las fuerzas inerciales por las aceleraciones impuestas a la estructura en cada nivel. En la actualidad uno de los parámetros que nos permiten estimar el nivel de daño estructural son las distorsiones angulares de entrepiso o también denominadas como drift. Estas distorsiones de entrepiso, miden la relación entre el desplazamiento lateral del techo del entrepiso con respecto a la altura del entrepiso (desplazamiento lateral / altura del entrepiso). Donde, a mayor sea del drift, entonces mayor será el nivel de daño que sufra la estructura.

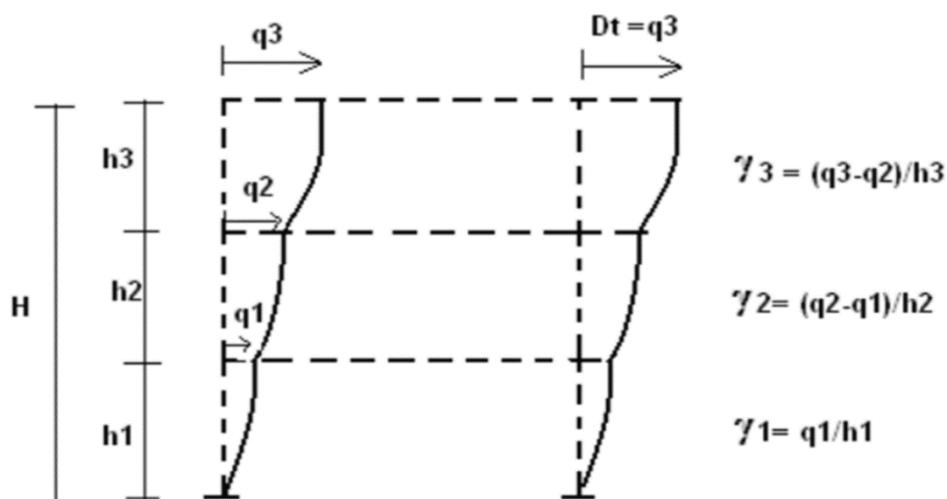


Figura 11. Cálculo de derivas de entrepiso.

Fuente: Aguiar (2006)

En la Fig. 12 se puede observar que para edificios aporcionados estos drift son mayores en los primeros pisos, siendo estos lo pisos más sobreforzados y por tanto requiere de elementos complementarios para reforzarlos y reducir el nivel de daño estructural que se pueda producir.

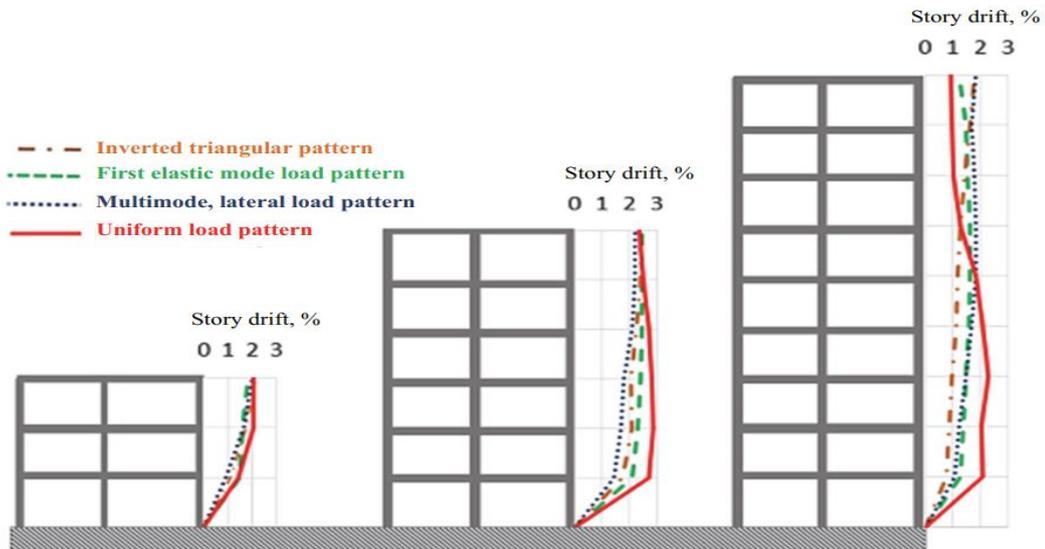


Figura 12. Desplazamientos relativos de entrepiso / altura de entrepiso (drift).

Fuente: Murty (2016)

Para ello, por lo expuesto de Muñoz (2020) se interpreta y elabora la matriz de daño que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Nivel de daño estructural en función del drift de entrepiso (E.030).

Drift \ Nivel daño	Daño Leve	Daño Moderado	Daño Severo
0% - 0.175%			
0.175% - 0.7%			
0.7% - más			

Fuente: Muñoz (2020)

Fuerzas internas: Delgado (2010) son el resultado de las acciones externas sobre el elemento estructural; donde estas acciones o cargas externas generan deformaciones del elemento estructural y estas generan esfuerzos internos que luego de un proceso de integración numérica obtenemos las fuerzas internas que son las que hacen equilibrio con las fuerzas externas. Estas fuerzas internas se pueden medir su magnitud de manera numérica y se pueden representar con diagramas vectoriales, como mostramos en la Figura 13. Estos diagramas varían según la acción de la carga externa y pueden ser momentos flectores, fuerzas cortantes, fuerzas axiales.

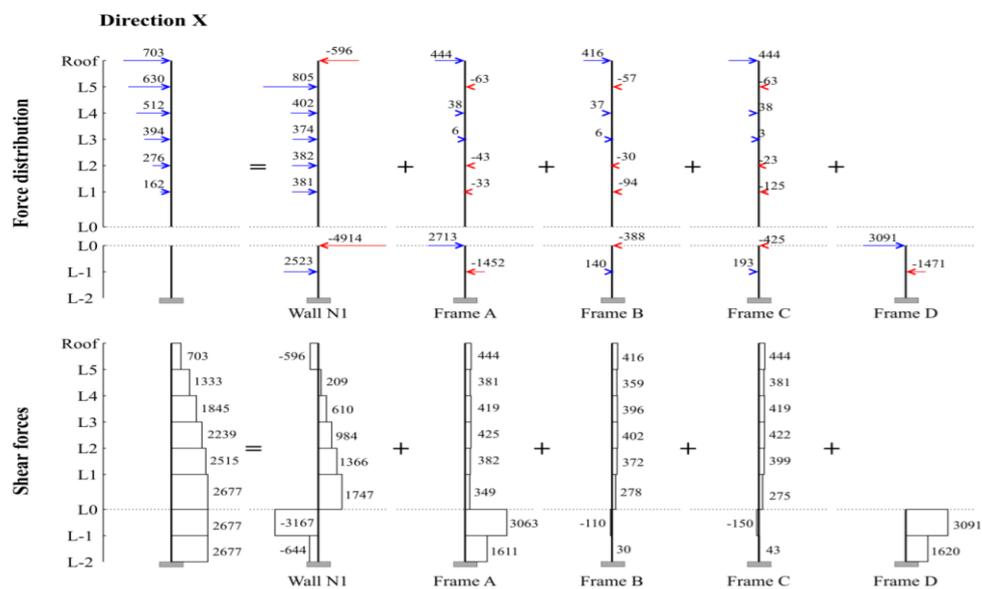


Figura 13. Esfuerzos de corte inducidos por cargas laterales en los elementos estructurales de la edificación.

Las fuerzas internas están directamente relacionadas con las deformaciones a las cuales son sometidos los elementos estructurales y son estas deformaciones las que generan el estado tensional de la sección del elemento. Estos estados tensionales son pequeños para deformaciones pequeñas, pero a medida que las deformaciones impuestas son mayores, estos estados tensionales crecen hasta alcanzar el límite de resistencia del material produciendo algún tipo de falla.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Valderrama (2015) considera que el tipo aplicada consiste en que tiene una relación con la investigación del tipo básica, porque depende de sus aportes de teorías y descubrimientos para la solución de problemas y debido a eso generar bienestar y beneficios a la sociedad,(p.39). Este trabajo tiene como objetivo crear una nueva alternativa de reforzamiento sísmico para las edificaciones comerciales de nuestro medio, implementando diagonales de pandeo restringido. Debido a la teoría revisada esta investigación se clasifica como tipo **aplicada**.

Enfoque de investigación

Hernández et al (2014) considera que el enfoque cuantitativo es debido a que reúne datos para justificar una hipótesis y se fundamenta en el procesamiento de datos estadísticos y en la cuantificación numérica, que tiene como propósito de establecer patrones de comportamientos y así justificar las teorías (p.16). Este trabajo se basara en el análisis de datos y recolección, para así lograr contestar las preguntas de la investigación y probar la hipótesis. Acorde a la teoría estudiada el enfoque a aplicar en la actual investigación será del tipo **cuantitativo**.

El diseño de la investigación

Valderrama (2015) considera que el diseño de investigación **no experimental** se desarrolla sin manipular las variables (p.67). En este caso, las relaciones causales ya son conocidas y por tanto se recurrirá el uso de modelos numéricos, basado en los métodos de elementos finitos, para estimar la respuesta sísmica de la edificación en estudio, además según Hernández (2014) el estudio será de forma **transversal**, debido a que la obtención y recolección se realiza en un momento único determinado (p.154). El estudio es descriptivo comparativo, pues se tiene dos casos a evaluar, sin los refuerzos CRP y con los refuerzos CRP.

Nivel de la investigación

Arias (2012), se basa en la caracterización de un fenómeno, hecho, grupo o individuo, con el objeto de establecer su comportamiento o estructura, (p.24). Los niveles de conocimiento conseguidos de este estudio son **descriptivos**, pues describen ciertos rasgos, propiedades y comportamiento de un fenómeno, en este caso el comportamiento sísmico de una edificación aporticada implementando diagonales de pandeo según su disposición.

3.2. Variables y Operacionalización

Variable 1: Diagonales de pandeo restringido según su disposición (Variable independiente).

Operacionalización de la variable

Las diagonales de pandeo restringido también conocidas como CRP se operacionalizan por medio de sus dimensiones que representan los tipos de arreglos o la forma de ser colocados en misma dirección, zigzag, arreglo multinivel X; por su parte cada una de estas dimensiones se subdividen en cuatro indicadores.

Variable 2: Respuesta sísmica (Variable dependiente).

Operacionalización de la variable

La respuesta sísmica se operacionalizan por medio de sus dimensiones que representan: Cortante basal, Nivel de daño estructural y Fuerzas internas; por su parte cada una de estas dimensiones se subdividen en indicadores.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Carrasco (2008) considera que la población es una agrupación de todos los componentes (unidad de análisis) que pertenecen a un ámbito espacial donde se lleva a cabo el trabajo de investigación, (p.236). La población en esta investigación estará conformada por 21 edificios comerciales aporticados de concreto armado entre 4 y 6 niveles, ubicados en el sector 2 del distrito de Villa el Salvador.

Muestra:

Cárdenas (2018) considera a la muestra vendría hacer una parte reducida de lo que representaría una población, (p.28). Para este caso, se seleccionó por conveniencia la edificación comercial Revolución la cual es aporticada de cuatro niveles, la cual está ubicado en el sector 2 del distrito de Villa el Salvador.

Muestreo:

Gallardo (2017) el muestreo no probabilístico es un procedimiento el cual no calcula probabilidades y tampoco utiliza la ley del azar, esto quiere decir, desconocería la probabilidad de elegir a un solo individuo, por lo tanto, no se podría conocer el nivel de confiabilidad de los resultados de la investigación, (p.66).

En esta investigación empleamos el muestreo **no probabilístico** tipo muestreo por conveniencia.

Unidad de análisis:

En esta investigación será la edificación comercial aporticada de cuatro niveles, edificio Revolución ubicado en el sector 2 del distrito de Villa el Salvador.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Pulido (2015), considera que la observación sería un proceso que posibilita la recopilación de la información la cual consiste en observar detalladamente cómo se desarrolla la vida de un objeto social, esto quiere decir, que el conjunto de ítems elegidos para la observación directa de los sucesos que ocurren de un modo natural.

Para este trabajo se realizarán por observación o análisis de documental, que serán obtenidos de procesar los análisis numéricos, empleando algún software comercial, de elementos finitos, como el caso del ETABS.

Instrumentos de recolección de datos

Gallardo (2017), considera que el instrumento de recolección de datos sería un desarrollo el cual se establece siguiendo un plan preestablecido donde se especifican los objetivos planteados y los procesos pretendidos para la recolección, considerando el lugar de aplicación, ubicación de las fuentes de información, la manera de abordarlos y el consentimiento informado, (p.72). Los componentes de la recolección de datos que empleamos serán las fichas técnicas de medición, las cuales se muestran en el anexo 3.

Validez

Hernández et al (2014) la validez se considera como el grado en que un instrumento mide verdaderamente la variable que necesita medir, (p.200).

Tabla 2: Rango de validez

Rango de validez	Interpretación
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy Valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: Oseda (2011)

La validez del contenido del instrumento de las variables: Diagonales de pandeo restringido y Respuesta sísmica, según juicios de los expertos.

Tabla 3: Validez

Grado académica	Apellidos y nombres	CIP	Valor
Ing. Civil	Manchego Juan Alfredo	200816	1.0
Ing. Civil	Mina Aparicio Luis Enrique	44685	1.0
Ing. Civil	Carrillo Cárdenas Juan José	79791	1.0
promedio			1.0

Fuente: elaboración propia

El resultado del promedio que se obtuvo de la validez es 1.0, de acuerdo a la tabla 2 sería una perfecta validez.

Confiabilidad

Babbie (2000), considera a la confiabilidad una cuestión de seguridad debido a que si uno hace una medición una y otra vez con el mismo instrumento obtendrá el mismo resultado.

Se realizara el diseño mediante el programa ETABS, considerando a la confiabilidad de dichos resultados que brindan un correcto proceso de diseño, emplearemos las normas que necesitemos.

3.5. Procedimientos

En la Figura 14, se muestra un esquema del procedimiento a seguir para el desarrollo de la investigación.

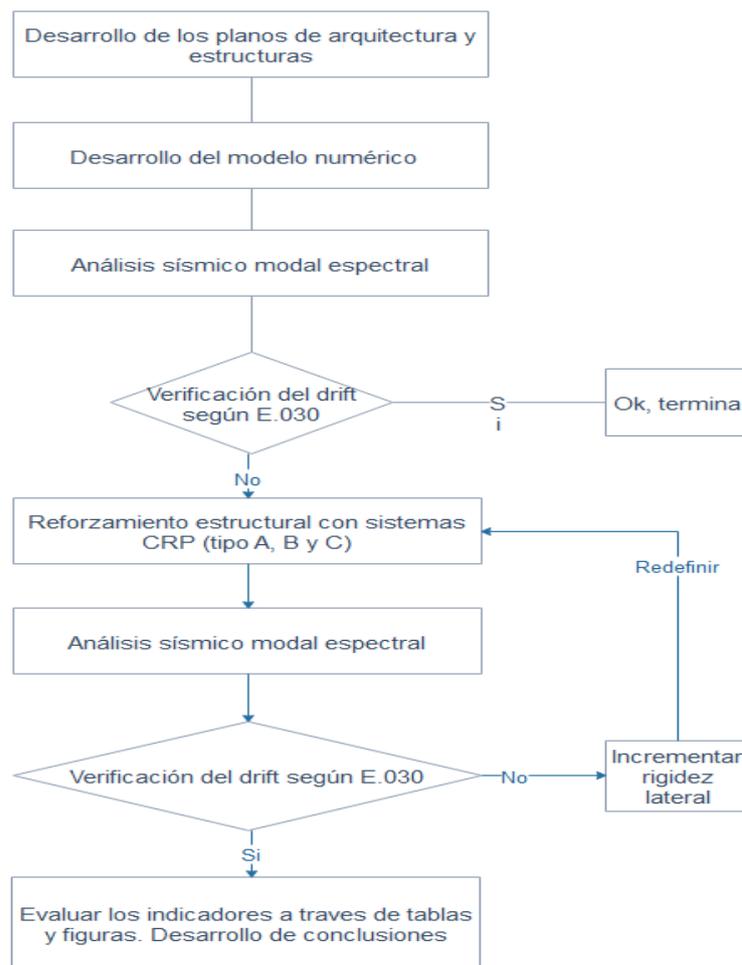


Figura 14. Diagrama de flujo del procedimiento.

Fuente: elaboración propia

3.5.1. Estudios previos

3.5.1.1. Extracción y ensayo de testigos diamantinos

Para llevar a cabo el presente ensayo se ha tomado en consideración los pasos a seguir, según lo estipulado en el Reglamento de la Norma Técnica Peruana (NTP-339.059), método para la obtención de (núcleos) corazones diamantinos de concreto, y según ASTM-C42 y C42 M-99. La extracción se realizó con el equipo de extracción diamantina marca Hilti modelo DD350 con brocas de 2 in y 3 in.

Tabla 4: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión en testigos diamantinos.

Muestra N°	Elemento	Nivel	Diámetro(in)	Resistencia (kg/cm ²)	Ubicación
D-1	Columna	2	3	182.6	Ver Anexo 04.
D-2	Viga	2	2	184.6	Ver Anexo 04.
D-3	Columna	3	3	178.6	Ver Anexo 04.
D-4	Viga	3	2	179.6	Ver Anexo 04.
Promedio				181	

Fuente: elaboración propia.

3.5.1.2. Estudio de laboratorio

Tabla 5: Ensayo de laboratorio de suelos.

Ítem	Descripción	Norma técnica	Ubicación
1	Ensayo de análisis granulométrico	ASTM - D 422	Ver Anexo 05.
2	Ensayo de límite de consistencia	ASTM - D 424 ASTM - D 422	Ver Anexo 05.
3	Clasificación de suelos	ASTM - D 2487	Ver Anexo 05.
4	Ensayo de densidad natural del campo	ASTM - D 1556	Ver Anexo 05.
5	Ensayo de contenido de humedad	ASTM - D 2216	Ver Anexo 05.
6	Ensayo de corte directo	ASTM - D 3080	Ver Anexo 05.

Fuente: elaboración propia

3.6. Métodos de Análisis de datos

Como método de análisis se emplearon el análisis sísmico modal espectral, que es un análisis dinámico en el rango lineal elástico, descrito en la Norma E.030. El proceso de cálculo se realizó con la ayuda del software ETABS V.16, siguiendo los lineamientos descritos la Norma de Diseño Sismorresistente E.030 en su versión actualizada y de las normas internacionales AISC 341-16 y ASCE 7-16. Este proceso se realizó para ambos casos de análisis, que es la edificación en sus condiciones iniciales (sin refuerzo) y la edificación luego de ser reforzado con las distintas disposiciones de diagonales de pandeo restringido (CRP).

Descripción de características de la edificación

El edificio Revolución se encuentra ubicado en el sector 2, grupo 12, manzana D, lote 17 en el distrito de Villa El Salvador, Provincia de Lima y Departamento de Lima, el área del terreno tiene un aproximado de 145 m², fue construido en el año 2010, es un edificio de cuatro niveles con alturas de piso a techo que varían desde 2.40 m hasta 3.10 m. El edificio Revolución tiene los siguientes parámetros sísmicos de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 6: Parámetros sísmicos

Parámetros sísmicos - edificio Revolución	
Peso sísmico del edificio	P=570 ton
Factor de zona	Z=0.45
Factor de amplificación del suelo	S=1.05
Periodo que define la plataforma del sector C	T _p =0.60
Periodo que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante	T _I =2
Factor de uso	U=1.3
Coefficiente básico de reducción	R _o =8
Factor de irregularidad en planta	I _p =1
Factor de irregularidad en altura	I _a =1
Coefficiente de reducción de las fuerzas sísmicas	R=8
Factor de amplificación sísmica	C=2.5

Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestra un resumen de las consideraciones empleadas en el modelamiento de la estructura:

- Sistema estructural: en base a pórticos de concreto armado
- Capacidad admisible del suelo: 1.66 kg/cm^2
- Peso sísmico: $100\% \text{CM} + 50\% \text{CV}$
- Dimensiones de los elementos estructurales:
 - Columnas C-01: $0.30 \times 0.30 \text{ m}$
 - Vigas V-01: $0.30 \times 0.50 \text{ m}$.
 - Vigas V-02: $0.25 \times 0.40 \text{ m}$.
 - Espesor de losa de techo: $h = 20 \text{ cm}$
- Resistencia a la compresión del concreto: $f'c = 181 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad del concreto: $E_c = 15000 \times \sqrt{f'} (\text{kg/cm}^2)$
- Coeficiente de Poisson del concreto: $\mu_c = 0.2$
- Peso específico del C°A°: 2400 kgf/m^3
- Fluencia del acero: $F_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$

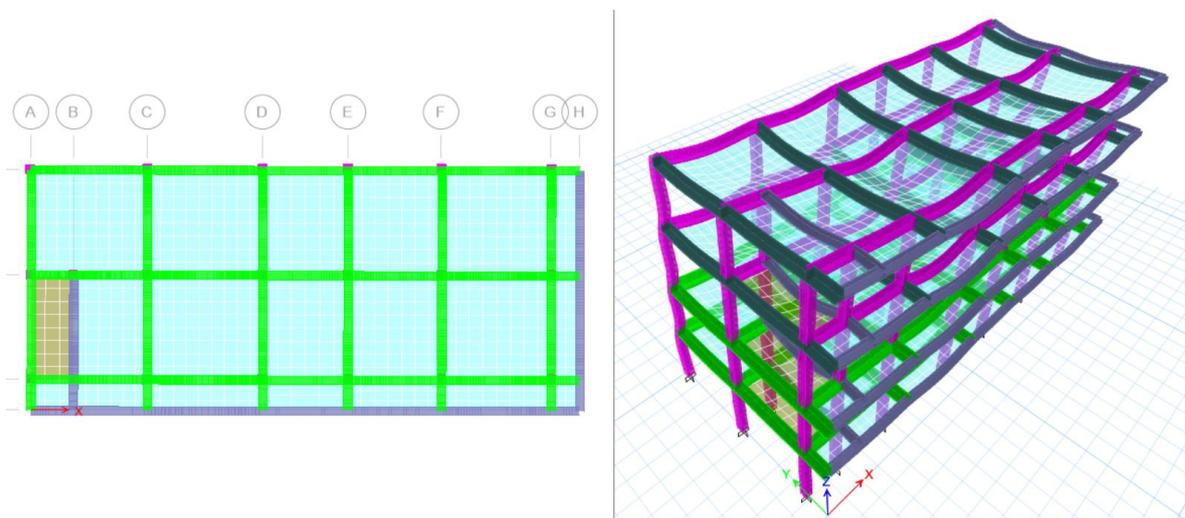


Figura 15. Análisis sísmico – Dinámico modal espectral con ETABS V16

Fuente: elaboración propia

Modelado de los disipadores en Etabs: se define un elemento “link”. Para ello, se ingresa en el menú, luego “Define”-“Section Properties”-“Link/Support Properties”. Luego, en la ventana de dialogo se activa para definir un nuevo “link”, en “Add New Property”. Ver Figura 6.

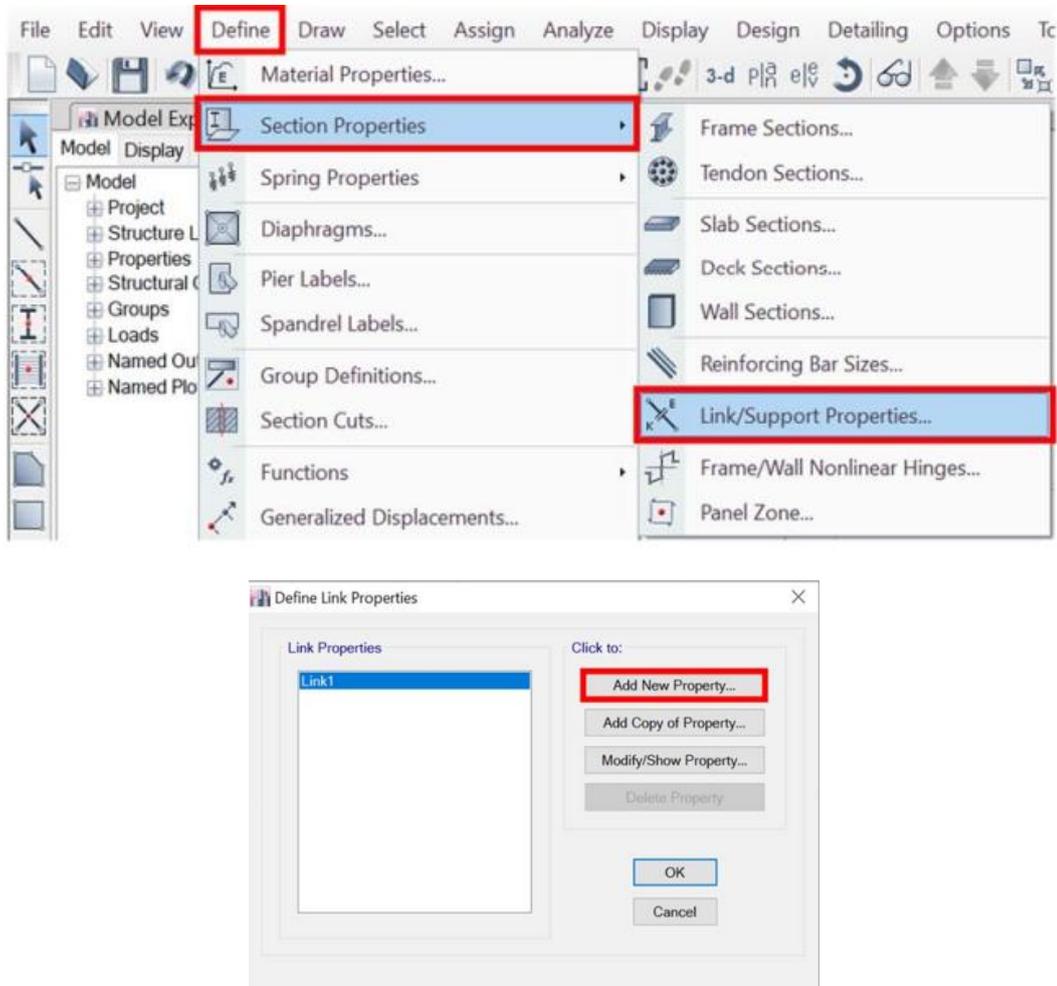


Figura 16. Agregar un nuevo elemento tipo link
Fuente: Dampo (2020)

Para este trabajo se consideró un análisis sísmico de superposición modal espectral; por tanto, el tipo de análisis es del tipo lineal y se requieren las propiedades lineales de los materiales. Los CRP se modelaron en el software ETABS (2016) empleando los elementos equivalente tipo “link”.

Del catálogo Dampo, Figura 17 se puede obtener, para el modelo 40/4, la rigidez axial que para este modelo es de 8174 kgf/mm. Con respecto al amortiguamiento efectivo que puede añadir los CRP a la estructura, para fines prácticos y se considera de manera conservadora que es igual a cero.

Por otro lado, la masa sísmica que los dispositivos CRP puedan añadir a la estructura es baja, que para fines prácticos se podría despreciar. Sin embargo, dentro de la Tabla 1 del catálogo Dampo, se consideró que el peso del modelo 40/4 es igual a 308 kgf. Con respecto a su rigidez fue asignada en su dirección axial, que en coordenadas locales el software la reconoce como “Dirección U1”.

Tabla 1. Propiedades de los disipadores Dampo Dual Protect

	Long.	Fuerza de diseño	Fuerza de fluencia esperada	Fuerza máxima esperada	Despl. de fluencia	Despl. máximo	Ductilidad	Factor de rigidez	Rigidez axial	Camisa	Peso
Modelo	L (m)	F _d (t)	F _{fe} (t)	F _{max} (t)	d _y (mm)	d _{max} (mm)	$\mu = \frac{d_{max}}{d_y}$	f _k	k _d (kg/mm)	Sección	W _d (kg)
40/4	4.0	40	44	56	5.0	30.0	6	1.26	8174	6 x 1/4	308
60/4	4.0	60	67	83	5.0	30.0	6	1.26	12261	7 x 1/4	417
80/4	4.0	80	89	111	5.0	30.3	6	1.25	16186	7 x 3/16	420
100/4	4.0	100	111	139	5.0	30.3	6	1.25	20220	8 x 1/4	543
120/4	4.0	120	133	167	5.0	30.0	6	1.26	24476	9 x 1/4	682
140/4	4.0	140	156	194	5.0	30.0	6	1.26	28585	10 x 1/4	823
160/4	4.0	160	178	222	4.8	29.0	6	1.31	33807	10 x 1/4	842
180/4	4.0	180	200	250	4.8	28.8	6	1.31	38275	12 x 1/4	1130
200/4	4.0	200	222	278	4.6	27.7	6	1.37	44219	12 x 1/4	1131
220/4	4.0	220	244	306	4.6	27.7	6	1.37	48696	12 x 1/4	1165
240/4	4.0	240	267	333	4.7	28.0	6	1.35	52467	12 x 1/4	1179
40/6	6.0	40.0	44.4	55.6	7.5	44.9	6	1.26	5452	6 x 5/16	480
60/6	6.0	60.0	66.7	83.3	7.5	44.9	6	1.26	8179	7 x 5/16	649
80/6	6.0	80.0	88.9	111.1	7.5	44.9	6	1.26	10902	8 x 1/4	805
100/6	6.0	100.0	111.1	138.9	7.6	45.4	6	1.25	13488	8 x 5/16	853
120/6	6.0	120.0	133.3	166.7	7.5	45.0	6	1.26	16332	9 x 1/4	1039
140/6	6.0	140.0	155.6	194.4	7.5	44.9	6	1.26	19077	10 x 1/4	1255
160/6	6.0	160.0	177.8	222.2	7.5	45.2	6	1.26	21686	10 x 1/4	1282
180/6	6.0	180.0	200.0	250.0	7.5	44.9	6	1.26	24528	12 x 1/4	1723
200/6	6.0	200.0	222.2	277.8	7.5	45.0	6	1.26	27188	12 x 1/4	1730
220/6	6.0	220.0	244.4	305.6	7.5	45.0	6	1.26	29931	12 x 1/4	1775
240/6	6.0	240.0	266.7	333.3	7.6	45.4	6	1.25	32370	12 x 1/4	1798

Nota: En las tablas se presentan las características de disipadores típicos, es posible incrementar la fuerza de diseño de los disipadores y ajustar las características de acuerdo con las necesidades de su proyecto.

Figura 27. Propiedades de los disipadores Dampo Dual Protect

Fuente: Dampo (2020)

Luego, de definir el tipo de “link” con el modelo Plastic (Wen) que la recomienda Dampo para modelar estos tipos de disipadores. En la Figura 18 se muestra que el modelo Wen requiere definir una rigidez inicial (K1), que es la pendiente de tramo lineal, previo a la fluencia del material. Con estos “link” definidos se graficó en el modelo 3D en sus respectivas ubicaciones a las diagonales de pandeo restringido.

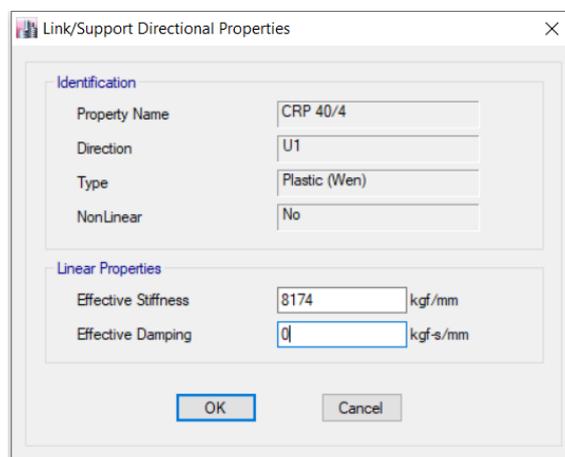
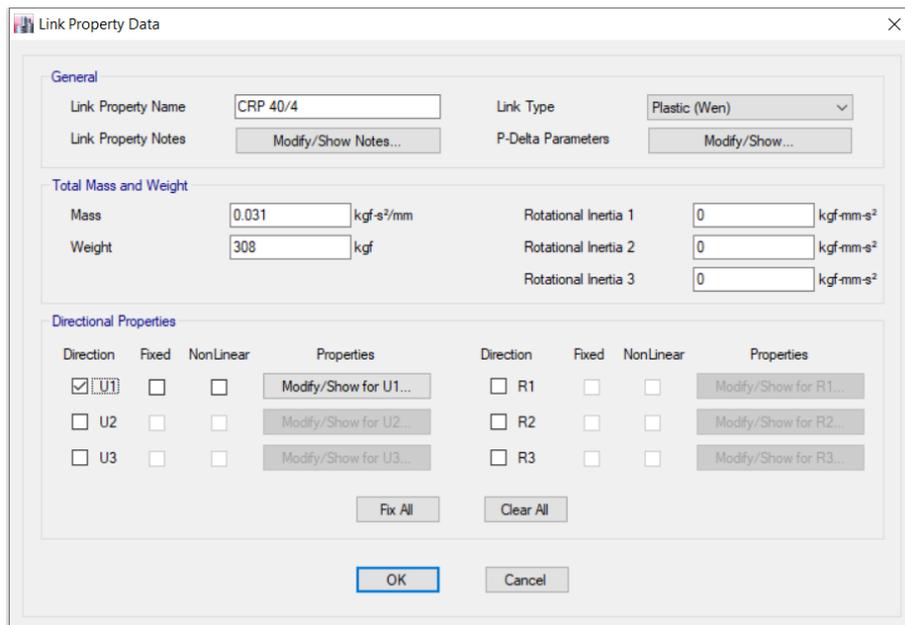


Figura 38. Definición de la propiedad axial del elemento “link” y modelo “Wen”.

Fuente: elaboración propia

Iteración 01 – CRP Modelo 40/4: los resultados de la implementación de los CRP modelo 40/4, donde se observó que siguiendo los lineamientos para el predimensionado de los CRP, estos no cumplieron satisfactoriamente, en la primera iteración, en controlar adecuadamente los desplazamientos laterales exigidos por la NTP E.030 debido a que sus derivas superaron el 0.7%.

Iteración 02 – CRP Modelo 60/4: los resultados de la implementación de los CRP modelo 60/4, se observó que las derivas en los pisos en el sentido X y Y, cumplen con no superar el 0.7% que exige la Norma E.030 al cumplir con el control de derivas, se consideró conveniente utilizar el CRP modelo 60/4 para el desarrollo de la investigación.

3.6.1. Estimación de la variación de la cortante basal por la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales.

Estimación de la cortante basal del edificio sin diagonales de pandeo restringido. Del modelo numérico realizado y del análisis sísmico dinámico modal espectral del edificio sin refuerzo se obtuvo como resultados las cortante basal. Cuando el sismo actúa en la dirección X-X se obtuvo una cortante basal de 76.46 tonf. Cuando el sismo actúa en la dirección Y-Y se obtuvo una cortante basal de 57.16 tonf. Ver Tabla 7 y Tabla 8.

Tabla 7: Fuerza cortante basal del edificio sin CRP en la dirección X-X

Piso	Sismo	Ubicación	VX (Tonf)
Story 4	EQX Max	Bottom	24.60
Story 3	EQX Max	Bottom	47.97
Story 2	EQX Max	Bottom	64.67
Story 1	EQX Max	Bottom	76.46

Fuente: elaboración propia.

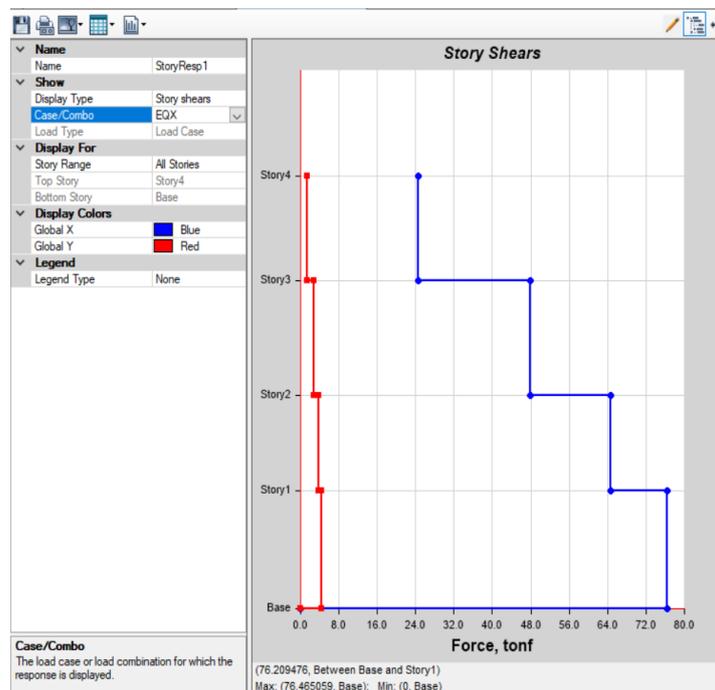


Figura 19. Cortante basal en dirección X-X, para el edificio sin CRP ($V_b = 76.46$ tonf).

Fuente: elaboración propia

En las figuras 19 y 20 se muestra un diagrama de fuerzas cortantes acumuladas por cada entrepiso. Donde se puede observar que la cortante basal para el edificio sin refuerzo, son lo mostrados en las tablas 7 y 8.

Tabla 8. Fuerza cortante basal del edificio sin CRP en la dirección Y-Y

Piso	Sismo	Ubicación	VY (Tonf)
Story 4	EQY Max	Bottom	18.53
Story 3	EQY Max	Bottom	35.98
Story 2	EQY Max	Bottom	48.42
Story 1	EQY Max	Bottom	57.16

Fuente: elaboración propia.

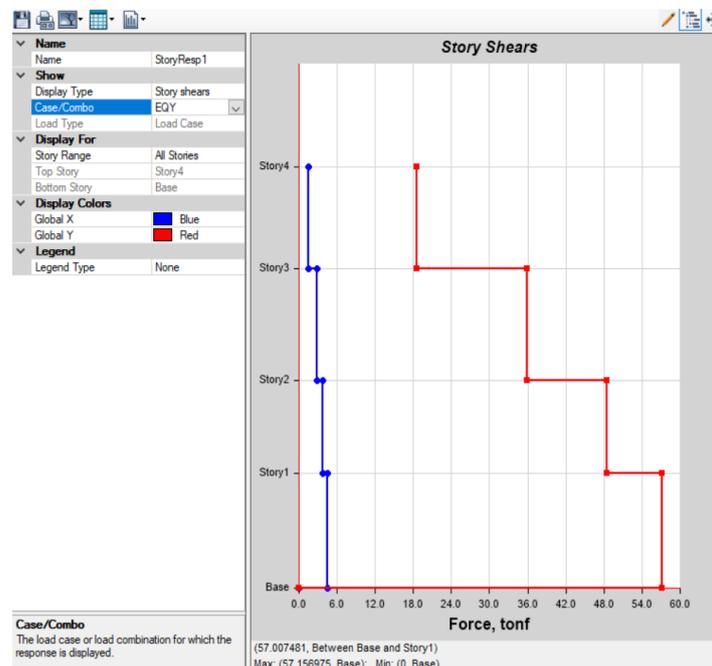


Figura 20. Cortante basal en dirección Y-Y, para el edificio sin CRP ($V_b = 57.16$ tonf).

Fuente: elaboración propia

3.6.1.1. Estimación de la variación de la cortante basal por la implementación de diagonales de pandeo restringido dispuestos en paralelo en la misma dirección.

Del modelo numérico realizado y del análisis sísmico dinámico modal espectral del edificio con refuerzo se obtuvo como resultados la cortante basal. Donde la disposición de los CRP, son dispuestos en paralelo en la misma dirección (Fig. 21).

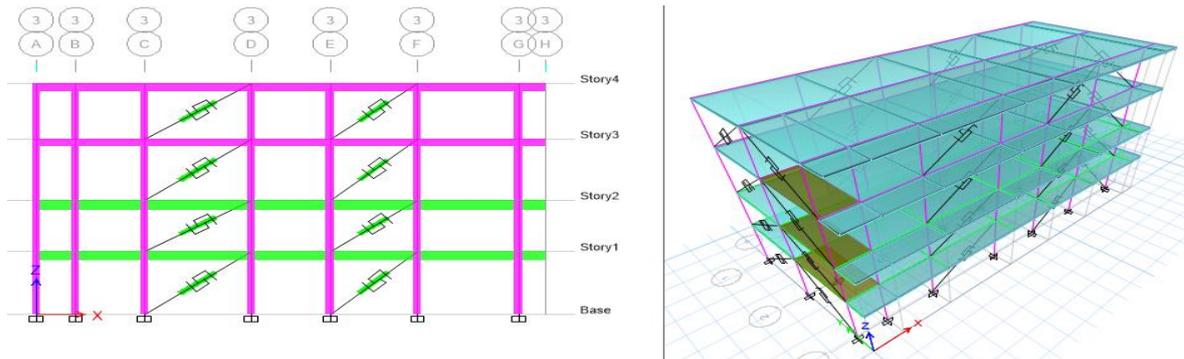


Figura 21. Edificio reforzado con CRP dispuesto en paralelo en la misma dirección.

Cuando el sismo actúa en la dirección X-X se obtuvo una cortante basal de 87.80 tonf. Cuando el sismo actúa en la dirección Y-Y se obtuvo una cortante basal de 84.84 tonf. Ver Tabla 9 y Tabla 10.

Tabla 9. Fuerza cortante basal del edificio con refuerzo en la dirección X-X. CRP dispuestos en paralelo en la misma dirección.

Piso	Sismo	Ubicación	VX (Tonf)
Story 4	EQX Max	Bottom	29.13
Story 3	EQX Max	Bottom	56.20
Story 2	EQX Max	Bottom	75.58
Story 1	EQX Max	Bottom	87.80

Fuente: elaboración propia.

Tabla 10. Fuerza cortante basal del edificio con refuerzo en la dirección Y-Y. CRP dispuestos en paralelo en la misma dirección.

Piso	Sismo	Ubicación	VY (Tonf)
Story 4	EQY Max	Bottom	27.99
Story 3	EQY Max	Bottom	54.21
Story 2	EQY Max	Bottom	73.16
Story 1	EQY Max	Bottom	84.84

Fuente: elaboración propia.

3.6.1.2. Estimación de la variación de la cortante basal por la implementación de diagonales de pandeo restringido dispuestos en zigzag.

Del modelo numérico realizado y del análisis sísmico dinámico modal espectral del edificio con refuerzo se obtuvo como resultados las cortante basal. Donde la disposición de los CRP, son dispuestos en zigzag (Fig. 22).

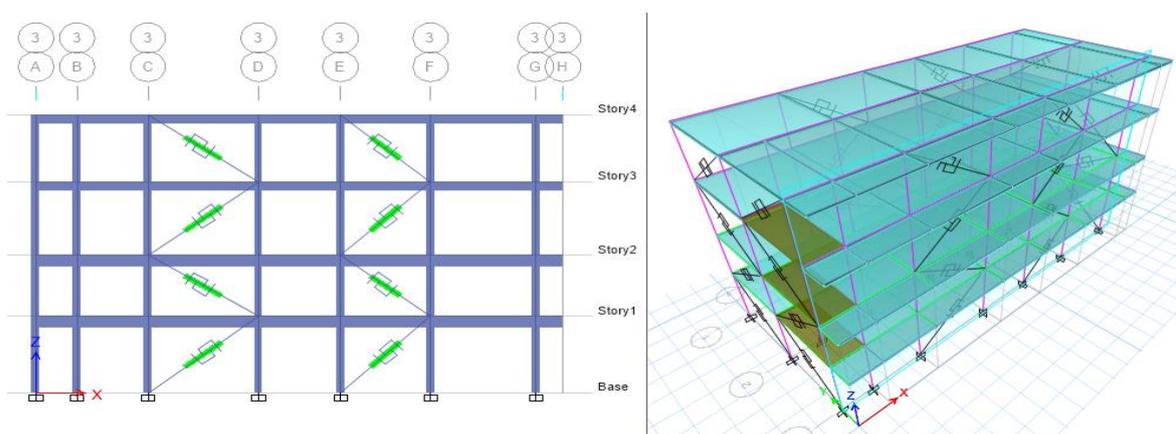


Figura 22. Edificio reforzado con CRP dispuestos en zigzag.

Cuando el sismo actúa en la dirección X-X se obtuvo una cortante basal de 87.76 tonf. Cuando el sismo actúa en la dirección Y-Y se obtuvo una cortante basal de 84.85 tonf. Ver Tabla 11 y Tabla 12.

Tabla 11. Fuerza cortante basal del edificio con refuerzo en la dirección X-X. CRP dispuestos en zigzag.

Piso	Sismo	Ubicación	VX (Tonf)
Story 4	EQX Max	Bottom	29.12
Story 3	EQX Max	Bottom	56.19
Story 2	EQX Max	Bottom	75.57
Story 1	EQX Max	Bottom	87.76

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. Fuerza cortante basal del edificio con refuerzo en la dirección Y-Y. CRP dispuestos en zigzag.

Piso	Sismo	Ubicación	VY (Tonf)
Story 4	EQY Max	Bottom	28.06
Story 3	EQY Max	Bottom	54.25
Story 2	EQY Max	Bottom	73.08
Story 1	EQY Max	Bottom	84.85

Fuente: elaboración propia.

3.6.1.3. Estimación de la variación de la cortante basal por la implementación de diagonales de pandeo restringido dispuestos en multinivel X.

Del modelo numérico realizado y del análisis sísmico dinámico modal espectral del edificio con refuerzo se obtuvo como resultados las cortante basal. Donde la disposición de los CRP, son dispuestos en multinivel X (Fig. 23).

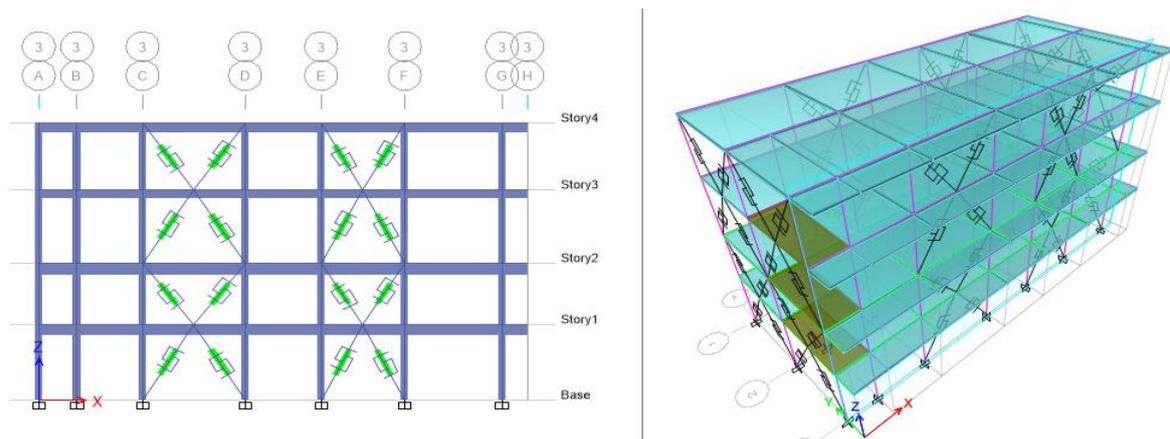


Figura 23. Edificio reforzado con CRP dispuesto en multinivel X.

Cuando el sismo actúa en la dirección X-X se obtuvo una cortante basal de 89.89 tonf. Cuando el sismo actúa en la dirección Y-Y se obtuvo una cortante basal de 86.81 tonf. Ver Tabla 13 y Tabla 14.

Tabla 13. Fuerza cortante basal del edificio con refuerzo en la dirección X-X. CRP dispuesto en multinivel X.

Piso	Sismo	Ubicación	VX (Tonf)
Story 4	EQX Max	Bottom	29.45
Story 3	EQX Max	Bottom	57.41
Story 2	EQX Max	Bottom	77.32
Story 1	EQX Max	Bottom	89.89

Fuente: elaboración propia.

Tabla 14. Fuerza cortante basal del edificio con refuerzo en la dirección Y-Y. CRP dispuesto en multinivel X.

Piso	Sismo	Ubicación	VY (Tonf)
Story 4	EQY Max	Bottom	28.35
Story 3	EQY Max	Bottom	55.3
Story 2	EQY Max	Bottom	74.65
Story 1	EQY Max	Bottom	86.81

Fuente: elaboración propia.

3.6.2. Cálculo de la variación del nivel de daño estructural por la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales.

En este apartado se estableció evaluar la variación del nivel de daño en el edificio para un sismo severo, luego de ser reforzado con los sistemas de pandeo restringido. En primer lugar, se muestra los resultados del nivel de daño estructural que podría desarrollar el edificio en sus condiciones actuales, sin considerar ningún tipo de refuerzo. Luego, se implementaron los CRP para reducir el nivel de daño en distintas disposiciones, como diagonales paralelas en misma dirección, en zigzag y en multinivel X.

Cálculo del nivel de daño estructural del edificio comercial sin considerar los refuerzos de CRP. En este apartado se muestra los resultados de desplazamiento lateral, luego a partir de estos desplazamientos elásticos acumulados se calcularon los desplazamientos relativos de entrepiso, luego se calcularon los desplazamientos laterales inelásticos de entrepiso, para finalmente calcular la distorsión angular de entrepiso.

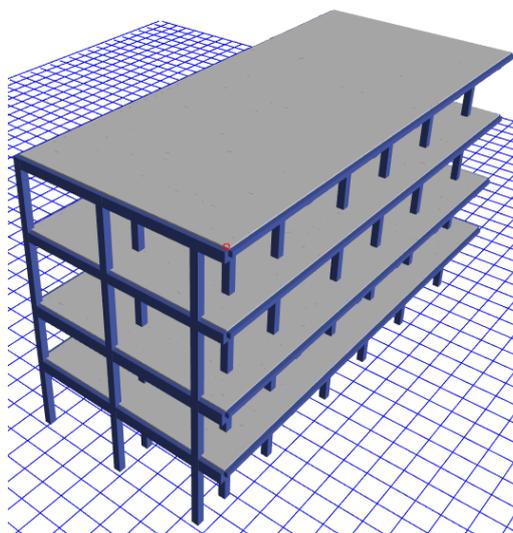


Figura 24. Vista en planta y 3D del edificio sin CRP.

Fuente: elaboración propia

Luego, el nivel de daño para estructuras de concreto armado, se evaluó con el criterio de la Norma E.030. Según la matriz de daño estructural que se muestra en la tabla 1.

En las tablas del 15 al 18, se muestra los cálculos de las derivas de cada entrepiso a partir de los desplazamientos laterales elásticos obtenidos con la ayuda del software ETABS. Con estos desplazamientos laterales elásticos, se tuvieron que pasar a los desplazamientos reales que va a desarrollar la estructura ante un sismo severo, al cual se denominó factor de corrección que es $0.75R$, esté último lo especifica la Norma E.030. Luego, las verificaciones de las derivas de entrepiso se realizaron con los desplazamientos inelásticos.

Luego, de calcular las derivas de entrepiso, usando la matriz de daño estructural, se define el nivel de daño estructural esperado que podría desarrollar la edificación ante un sismo severo. También se compara con la deriva máxima que especifica la Norma E.030.

Tabla 15. Cálculo de las distorsiones de entrepiso para sismo en la dirección X-X, edificio sin CRP.

Piso	Desplazamiento elástico "X"		Factor de corrección 0.75R	Desplazamiento inelástico (mm)	Altura de entrepiso h_i (mm)	Drift
	Acumulado (mm)	Relativo (mm)				
Story 4	25.91	3.46	6	20.77	2900	0.0072
Story 3	22.45	7.04	6	42.21	3200	0.0132
Story 2	15.42	5.53	6	33.17	2650	0.0125
Story 1	9.89	9.89	6	59.34	3300	0.0180

Fuente: elaboración propia

Tabla 16. Verificación de las distorsiones de entrepiso y nivel de daño en la dirección X-X, según la Norma E.030 del RNE y de la tabla 1.

Piso	Deriva en "X"	Distorsión admisible NTP E.030	Nivel de daño	Verificación
Story 4	0.0072	0.007	Severo	No cumple
Story 3	0.0132	0.007	Severo	No cumple
Story 2	0.0125	0.007	Severo	No cumple
Story 1	0.018	0.007	Severo	No cumple

Fuente: elaboración propia

Tabla 17. Calculo de las distorsiones de entrepiso para sismo en la dirección Y-Y, edificio sin CRP.

Piso	Desplazamiento elástico "Y"		Factor de corrección 0.75R	Desplazamiento inelástico (mm)	Altura de entrepiso hi (mm)	Drift
	Acumulado (mm)	Relativo (mm)				
Story 4	36.58	4.71	6	28.23	2900	0.0097
Story 3	31.87	9.87	6	59.2	3200	0.0185
Story 2	22.01	8.06	6	48.33	2650	0.0182
Story 1	13.95	13.95	6	83.72	3300	0.0254

Fuente: elaboración propia

Tabla 18. Verificación de las distorsiones de entrepiso y nivel de daño en la dirección Y-Y, según la Norma E.030 del RNE y de la tabla 1.

Piso	Deriva en "Y"	Distorsión admisible NTP E.030	Nivel de daño	Verificación
Story 4	0.0097	0.007	Severo	No cumple
Story 3	0.0185	0.007	Severo	No cumple
Story 2	0.0182	0.007	Severo	No cumple
Story 1	0.0254	0.007	Severo	No cumple

Fuente: elaboración propia

En la Figura 25 se muestra los resultados de deriva de entrepiso, para ambas direcciones de análisis, y estas se comparan con la deriva límite que exige la Norma E.030, en la cual especifica que el drift límite es de 0.007 y que para valores mayores de este drift el nivel de daño será severo.

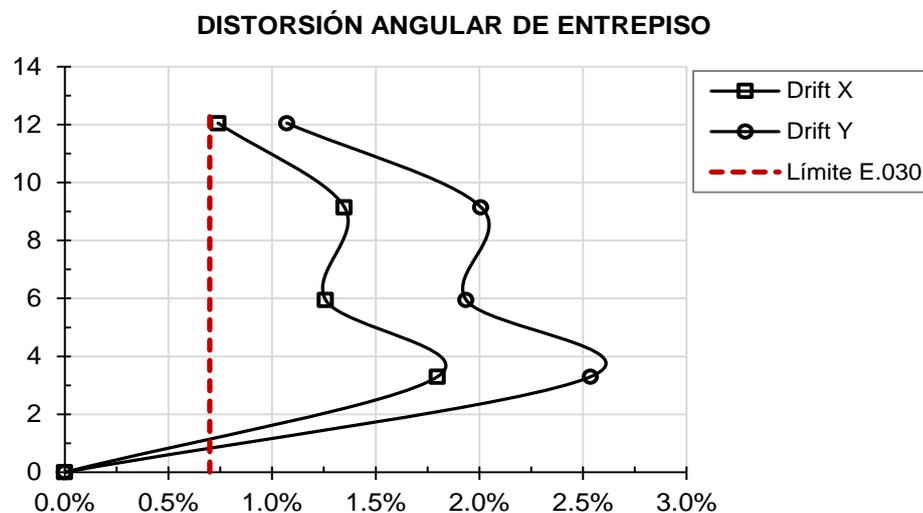


Figura 25. Resultados de deriva de entrepiso, edificio sin CRP.

3.6.2.1. Cálculo de la variación del nivel de daño estructural por la implementación de diagonales de pandeo restringido dispuesto en paralelo en la misma dirección.

En las tablas del 19 al 22, se muestra los cálculos de las derivas de cada entrepiso a partir de los desplazamientos laterales elásticos obtenidos con la ayuda del software ETABS. Además, se muestra los resultados del nivel de daño estructural que podría desarrollar la estructura para un sismo severo.

Tabla 19. Cálculo de las distorsiones de entrepiso para sismo en la dirección X-X. Edificio reforzado con CRP dispuestos en paralelo en la misma dirección.

Piso	Desplazamiento elástico "X"		Factor de corrección 0.75R	Desplazamiento inelástico (mm)	Altura de entrepiso h_i (mm)	Drift
	Acumulado (mm)	Relativo (mm)				
Story 4	8.74	1.43	6	8.55	2900	0.0029
Story 3	7.32	2.35	6	14.11	3200	0.0044
Story 2	4.97	2.12	6	12.71	2650	0.0048
Story 1	2.85	2.85	6	17.09	3300	0.0052

Fuente: elaboración propia

Tabla 20. Verificación de las distorsiones de entrepiso y nivel de daño en la dirección X-X, según la Norma E.030 del RNE y de la tabla 1.

Piso	Deriva en "X"	Distorsión admisible NTP E.030	Nivel de daño	Verificación
Story 4	0.0029	0.007	Moderado	Cumple
Story 3	0.0044	0.007	Moderado	Cumple
Story 2	0.0048	0.007	Moderado	Cumple
Story 1	0.0052	0.007	Moderado	Cumple

Fuente: elaboración propia

Tabla 21. Calculo de las distorsiones de entrepiso para sismo en la dirección Y-Y. Edificio reforzado con CRP dispuestos en paralelo en la misma dirección.

Piso	Desplazamiento elástico "Y"		Factor de corrección 0.75R	Desplazamiento inelástico (mm)	Altura de entrepiso hi (mm)	Drift
	Acumulado (mm)	Relativo (mm)				
Story 4	9.61	1.50	6	9.02	2900	0.0031
Story 3	8.11	2.55	6	15.29	3200	0.0048
Story 2	5.56	2.45	6	14.72	2650	0.0056
Story 1	3.10	3.10	6	18.62	3300	0.0055

Fuente: elaboración propia

Tabla 22. Verificación de las distorsiones de entrepiso y nivel de daño en la dirección Y-Y, según la Norma E.030 del RNE y de la tabla 1.

Piso	Deriva en "Y"	Distorsión admisible NTP E.030	Nivel de daño	Verificación
Story 4	0.0031	0.007	Moderado	Cumple
Story 3	0.0048	0.007	Moderado	Cumple
Story 2	0.0056	0.007	Moderado	Cumple
Story 1	0.0055	0.007	Moderado	Cumple

Fuente: elaboración propia

En la Figura 26 se muestra los resultados de deriva de entrepiso, para ambas direcciones de análisis, y estas se comparan con la deriva límite que exige la Norma E.030, en la cual especifica que el drift límite es de 0.007 y que para valores mayores de este drift el nivel de daño será severo.

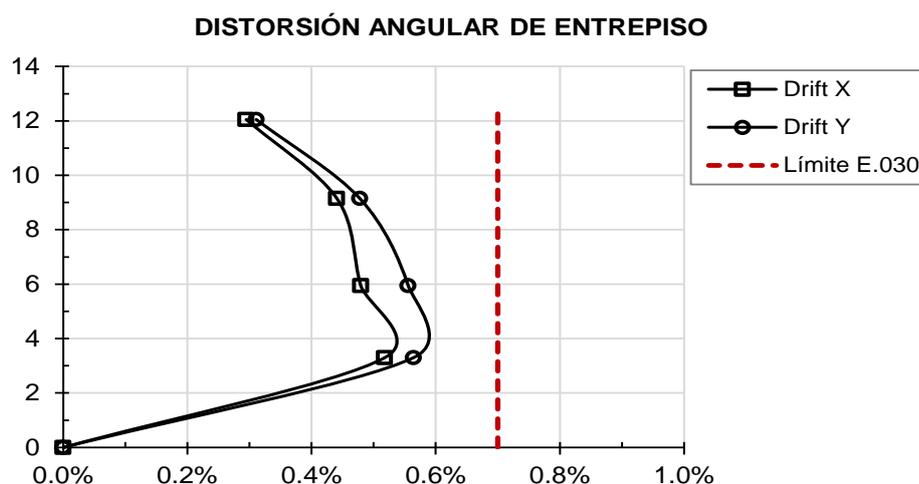


Figura 26. Resultados de deriva de entrepiso, edificio con refuerzo de CRP dispuestos en paralelo en la misma dirección.

3.6.2.2. Cálculo de la variación del nivel de daño estructural por la implementación de diagonales de pandeo restringido dispuestos en zigzag.

En las tablas del 23 al 26, se muestra los cálculos de las derivas de cada entrepiso a partir de los desplazamientos laterales elásticos obtenidos con la ayuda del software ETABS. Además, se muestra los resultados del nivel de daño estructural que podría desarrollar la estructura para un sismo severo.

Tabla 23. Cálculo de las distorsiones de entrepiso para sismo en la dirección X-X. Edificio reforzado con CRP dispuestos en zigzag.

Piso	Desplazamiento elástico "X"		Factor de corrección 0.75R	Desplazamiento inelástico (mm)	Altura de entrepiso h_i (mm)	Drift
	Acumulado (mm)	Relativo (mm)				
Story 4	8.74	1.41	6	8.43	2900	0.0029
Story 3	7.34	2.35	6	14.08	3200	0.0044
Story 2	4.99	2.11	6	12.66	2650	0.0048
Story 1	2.88	2.88	6	17.29	3300	0.0052

Fuente: elaboración propia

Tabla 24. Verificación de las distorsiones de entrepiso y nivel de daño en la dirección X-X, según la Norma E.030 del RNE y de la tabla 1.

Piso	Deriva en "X"	Distorsión admisible NTP E.030	Nivel de daño	Verificación
Story 4	0.0029	0.007	Moderado	Cumple
Story 3	0.0044	0.007	Moderado	Cumple
Story 2	0.0048	0.007	Moderado	Cumple
Story 1	0.0052	0.007	Moderado	Cumple

Fuente: elaboración propia

Tabla 25. Calculo de las distorsiones de entrepiso para sismo en la dirección Y-Y. Edificio reforzado con CRP dispuestos en zigzag.

Piso	Desplazamiento elástico "Y"		Factor de corrección 0.75R	Desplazamiento inelástico (mm)	Altura de entrepiso hi (mm)	Drift
	Acumulado (mm)	Relativo (mm)				
Story 4	10.8	1.75	6	9.02	2900	0.0036
Story 3	9.06	2.86	6	15.29	3200	0.0054
Story 2	6.2	2.7	6	14.72	2650	0.0061
Story 1	3.5	3.5	6	18.62	3300	0.0064

Fuente: elaboración propia

Tabla 26. Verificación de las distorsiones de entrepiso y nivel de daño en la dirección Y-Y, según la Norma E.030 del RNE y de la tabla 1.

Piso	Deriva en "Y"	Distorsión admisible NTP E.030	Nivel de daño	Verificación
Story 4	0.0036	0.007	Moderado	Cumple
Story 3	0.0054	0.007	Moderado	Cumple
Story 2	0.0061	0.007	Moderado	Cumple
Story 1	0.0064	0.007	Moderado	Cumple

Fuente: elaboración propia

En la Figura 27 se muestra los resultados de deriva de entrepiso, para ambas direcciones de análisis, y estas se comparan con la deriva límite que exige la Norma E.030, en la cual especifica que el drift límite es de 0.007 y que para valores mayores de este drift el nivel de daño será severo.

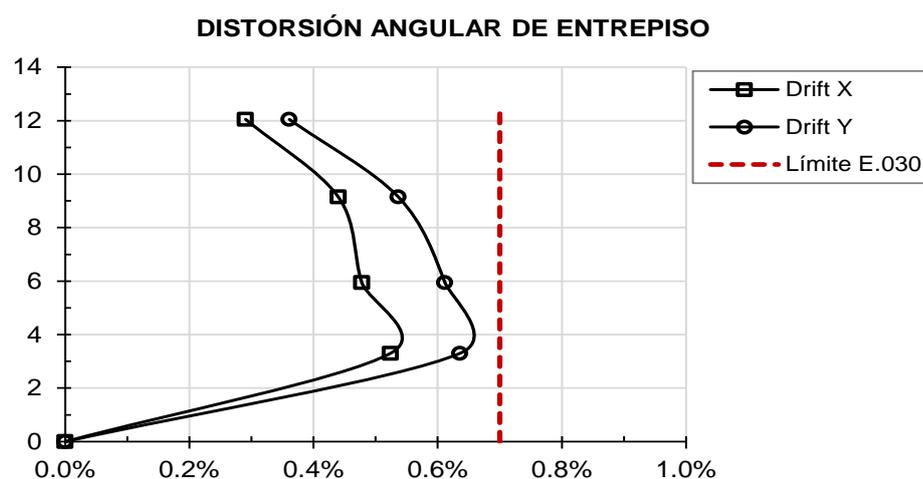


Figura 27. Resultados de deriva de entrepiso, edificio con refuerzo de CRP dispuestos en zigzag.

3.6.2.3. Cálculo de la variación del nivel de daño estructural por la implementación de diagonales de pandeo restringido dispuestos en multinivel X.

En las tablas del 27 al 30, se muestra los cálculos de las derivas de cada entrepiso a partir de los desplazamientos laterales elásticos obtenidos con la ayuda del software ETABS. Además, se muestra los resultados del nivel de daño estructural que podría desarrollar la estructura para un sismo severo.

Tabla 27. Cálculo de las distorsiones de entrepiso para sismo en la dirección X-X. Edificio reforzado con CRP dispuestos en multinivel X.

Piso	Desplazamiento elástico "X"		Factor de corrección 0.75R	Desplazamiento inelástico (mm)	Altura de entrepiso h_i (mm)	Drift
	Acumulado (mm)	Relativo (mm)				
Story 4	8.88	1.38	6	8.27	2900	0.0029
Story 3	7.5	2.41	6	14.47	3200	0.0045
Story 2	5.09	2.18	6	13.09	2650	0.0049
Story 1	2.91	2.91	6	17.43	3300	0.0053

Fuente: elaboración propia

Tabla 28. Verificación de las distorsiones de entrepiso y nivel de daño en la dirección X-X, según la Norma E.030 del RNE y de la tabla 1.

Piso	Deriva en "X"	Distorsión admisible NTP E.030	Nivel de daño	Verificación
Story 4	0.0029	0.007	Moderado	Cumple
Story 3	0.0045	0.007	Moderado	Cumple
Story 2	0.0049	0.007	Moderado	Cumple
Story 1	0.0053	0.007	Moderado	Cumple

Fuente: elaboración propia

Tabla 29. Calculo de las distorsiones de entrepiso para sismo en la dirección Y-Y. Edificio reforzado con CRP dispuestos en multinivel X.

Piso	Desplazamiento elástico "Y"		Factor de corrección 0.75R	Desplazamiento inelástico (mm)	Altura de entrepiso hi (mm)	Drift
	Acumulado (mm)	Relativo (mm)				
Story 4	10.78	1.67	6	10.01	2900	0.0035
Story 3	9.1	2.87	6	17.21	3200	0.0054
Story 2	6.23	2.68	6	16.1	2650	0.0061
Story 1	3.55	3.55	6	21.28	3300	0.0064

Fuente: elaboración propia

Tabla 30. Verificación de las distorsiones de entrepiso y nivel de daño en la dirección Y-Y, según la Norma E.030 del RNE y de la tabla 1.

Piso	Deriva en "Y"	Distorsión admisible NTP E.030	Nivel de daño	Verificación
Story 4	0.0035	0.007	Moderado	Cumple
Story 3	0.0054	0.007	Moderado	Cumple
Story 2	0.0061	0.007	Moderado	Cumple
Story 1	0.0064	0.007	Moderado	Cumple

Fuente: elaboración propia

En la Figura 28 se muestra los resultados de deriva de entrepiso, para ambas direcciones de análisis, y estas se comparan con la deriva límite que exige la Norma E.030, en la cual especifica que el drift límite es de 0.007 y que para valores mayores de este drift el nivel de daño será severo.

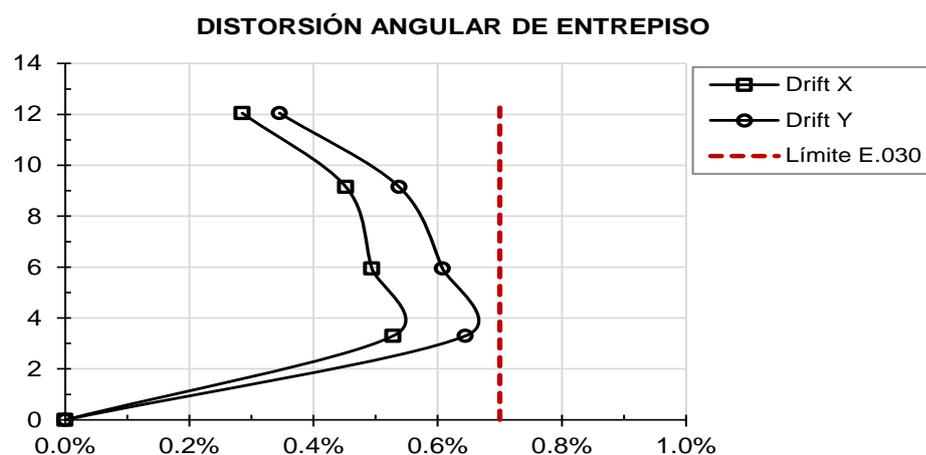


Figura 28. Resultados de deriva de entrepiso, edificio con refuerzo de CRP dispuestos en multinivel X.

3.6.3. Cuantificación de la variación de las fuerzas internas por la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales.

Cuantificación de la variación de las fuerzas internas sin la implementación de diagonales de pandeo restringido. De este análisis se muestra los resultados de las fuerzas internas que se producen debido a la acción de las cargas sísmicas. Tanto para los sismos en la dirección longitudinal del edificio (X-X), como en la dirección transversal (Y-Y). Para luego estos resultados compararlos con las fuerzas internas de la edificación reforzada con los sistemas de pandeo restringido.

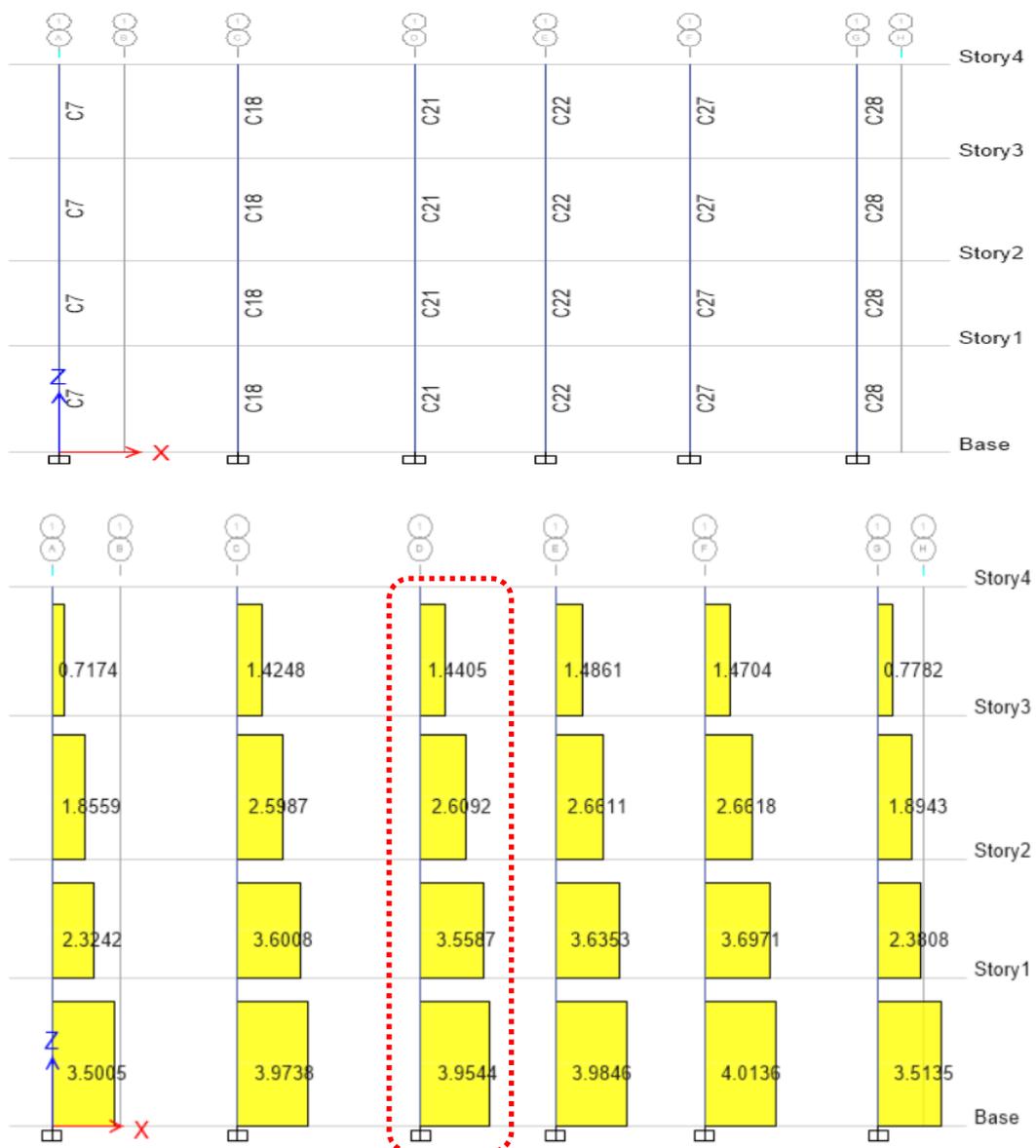


Figura 29. Esfuerzos internos de corte, elevación pórica eje 1 (Sismo en X), para el edificio sin CRP.

Tabla 31. Fuerzas internas de corte. Sismo en X en pórtico eje 1. Edificio sin refuerzo de CRP.

Piso	Columna	Carga	V2(ton)
Piso 4	C21	Sismo X	1.44
Piso 3	C21	Sismo X	2.61
Piso 2	C21	Sismo X	3.56
Piso 1	C21	Sismo X	3.95

Fuente: elaboración propia

En la Figura 29 se muestra una elevación del Eje 1, donde se muestra el diagrama de fuerzas de corte que se producen en las columnas. Estas fuerzas internas son el resultado de la aplicación de las fuerzas de sismo en la dirección X-X. En la Tabla 31 se muestra estos mismos resultados para el caso de la columna C21, desde el primer piso hasta el cuarto piso.

De igual forma, en la Figura 30 se muestran los resultados de las fuerzas internas por corte que producen las cargas de sismo en la Dirección Y-Y. Estos resultados se muestran en una elevación para el Eje A, en un diagrama de fuerzas de corte.

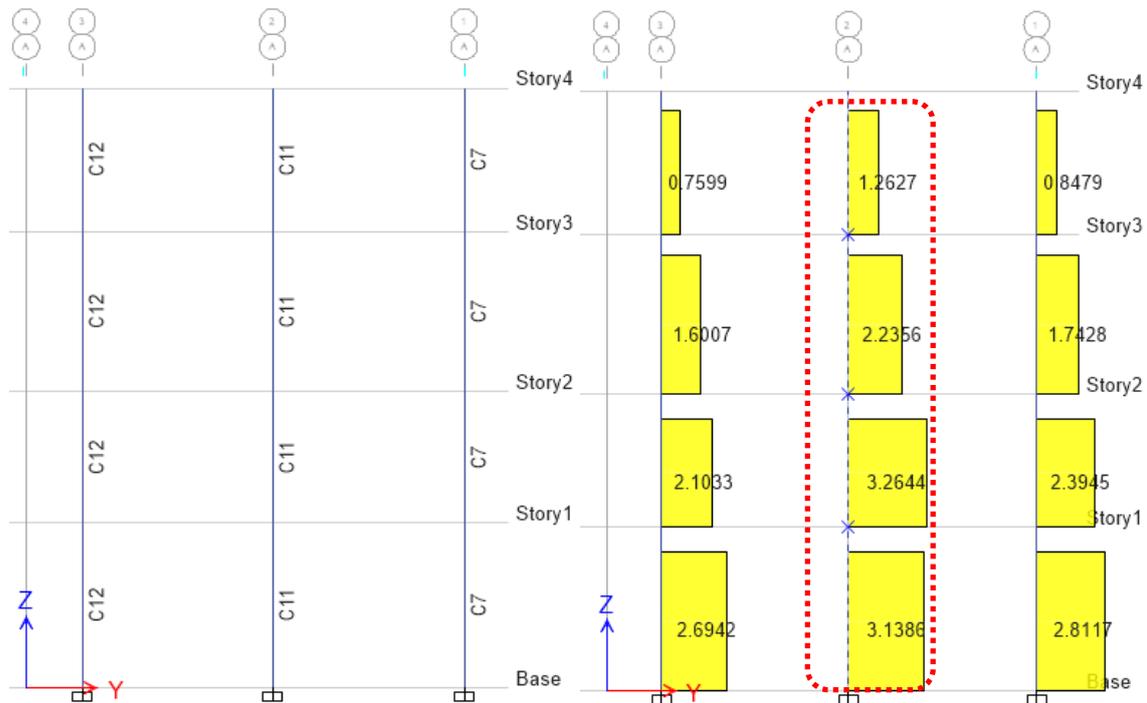


Figura 30. Esfuerzos internos de corte. Elevación pórtico Eje A (Sismo en Y), para el edificio sin CRP.

Tabla 32. Fuerzas internas de corte. Sismo en Y en pórtico Eje A. Edificio sin refuerzo de CRP.

Piso	Columna	Carga	V3(ton)
Piso 4	C11	Sismo Y	1.26
Piso 3	C11	Sismo Y	2.24
Piso 2	C11	Sismo Y	3.26
Piso 1	C11	Sismo Y	3.14

Fuente: elaboración propia

3.6.3.1. Determinación de la variación de las fuerzas internas por la implementación de las diagonales de pandeo restringido dispuesto en paralelo en la misma dirección.

De este análisis se muestra los resultados de las fuerzas internas que se producen debido a la acción de las cargas sísmicas, para el caso del edificio reforzado con los sistemas de pandeo restringido. Tanto para los sismos en la dirección longitudinal del edificio (X-X), como en la dirección transversal (Y-Y). Para luego estos resultados compararlos con las fuerzas internas de la edificación reforzada con los sistemas de pandeo restringido.

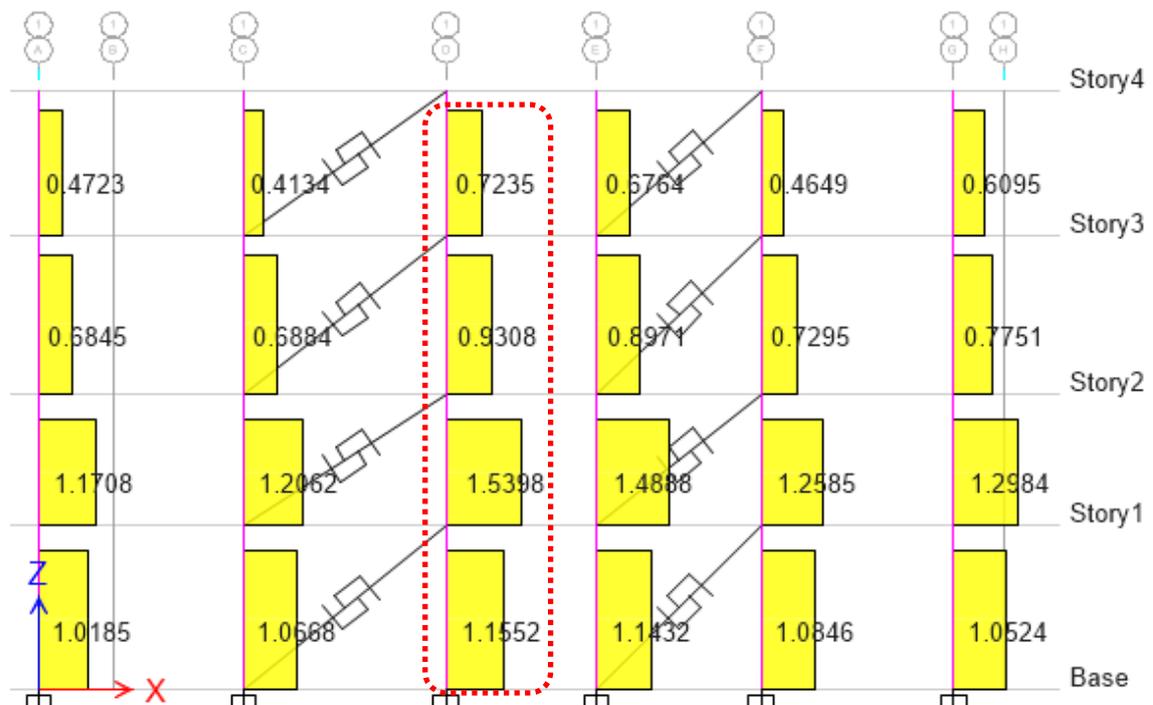


Figura 31. Esfuerzos internos de corte. Elevación pórticos Eje 1 (Sismo en X). Edificio con refuerzo de CRP dispuestos en paralelos en la misma dirección.

Tabla 33. Fuerzas internas de corte. Sismo en X en pórtico Eje 1. Edificio con refuerzo de CRP dispuestos en paralelo en la misma dirección.

Piso	Columna	Carga	V2(ton)
Piso 4	C21	Sismo X	0.72
Piso 3	C21	Sismo X	0.93
Piso 2	C21	Sismo X	1.54
Piso 1	C21	Sismo X	1.15

Fuente: elaboración propia

En la Figura 31 se muestra una elevación del Eje 1, donde se muestra el diagrama de fuerzas de corte que se producen en las columnas. Estas fuerzas internas son el resultado de la aplicación de las fuerzas de sismo en la dirección X-X. En la Tabla 33 se muestra estos mismos resultados para el caso de la columna C21, desde el primer piso hasta el 4 piso. En la Figura 32 se muestran los resultados de las fuerzas internas de corte para el sismo en la Dirección Y-Y. Para ello muestra una elevación del Eje A.

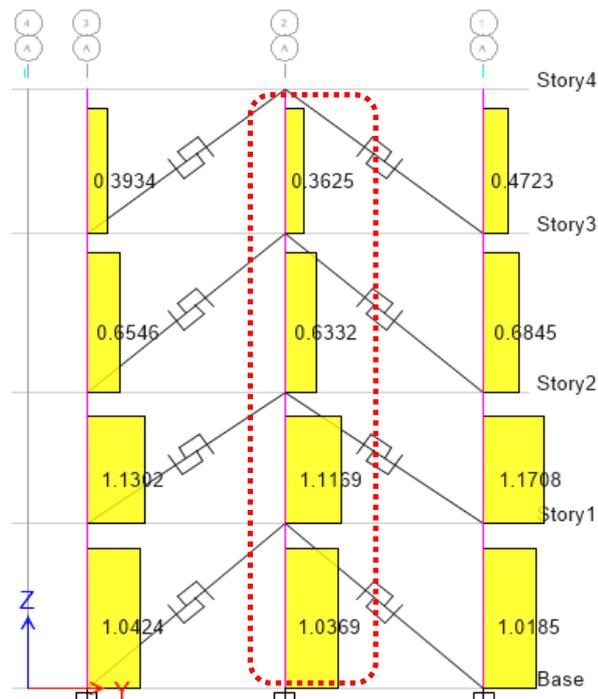


Figura 32. Esfuerzos internos de corte. Elevación pórtico Eje A (Sismo en Y). Edificio con refuerzo de CRP dispuestos en paralelo en la misma dirección.

En la Tabla 34 se muestra los resultados de las fuerzas de corte para las columnas C11, desde el primer piso hasta el cuarto piso.

Tabla 34. Fuerzas internas de corte. Sismo en Y en pórtico Eje A. Edificio con refuerzo de CRP dispuestos en paralelo en la misma dirección.

Piso	Columna	Carga	V3(ton)
Piso 4	C11	Sismo Y	0.36
Piso 3	C11	Sismo Y	0.63
Piso 2	C11	Sismo Y	1.12
Piso 1	C11	Sismo Y	1.04

Fuente: elaboración propia

3.6.3.2. Cuantificación de la variación de fuerzas internas por la implementación de las diagonales de pandeo restringido dispuesto en zigzag

En este apartado se muestran los resultados de las fuerzas internas de corte para el edificio reforzado con CRP en arreglo tipo zigzag; tanto para los sismos en la dirección longitudinal del edificio (X-X), como en la dirección transversal (Y-Y).

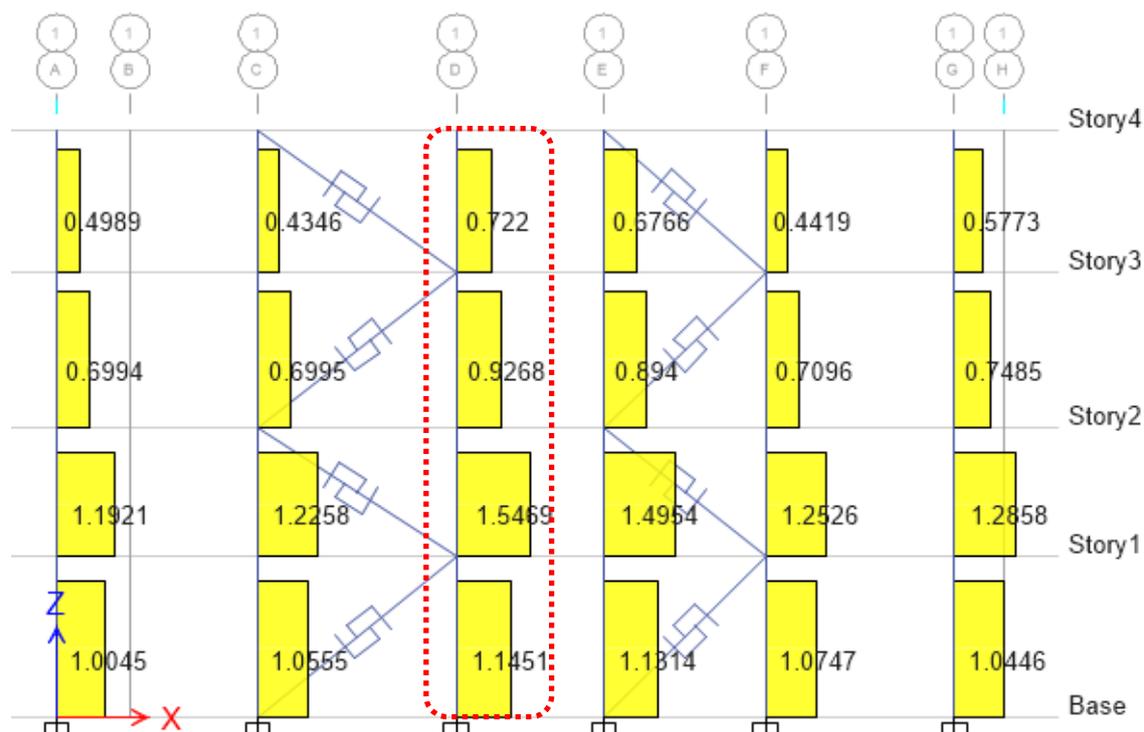


Figura 33. Esfuerzos internos de corte. Elevación pórticos Eje 1 (Sismo en X). Edificio con refuerzo de CRP dispuestos en zigzag.

En la Figura 33 se muestra el diagrama de fuerzas de corte para el Eje 1, bajo la acción de la carga de sismo en X. Mientras que en la Tabla 35 se muestra estas fuerzas de corte para la columna C21 desde el 1er piso hasta el 4to piso.

Tabla 35. Fuerzas internas de corte. Sismo en X en pórtico Eje 1. Edificio con refuerzo de CRP en arreglo tipo zigzag.

Piso	Columna	Carga	V2(ton)
Piso 4	C21	Sismo X	0.72
Piso 3	C21	Sismo X	0.93
Piso 2	C21	Sismo X	1.55
Piso 1	C21	Sismo X	1.15

Fuente: elaboración propia

En la Figura 34 se muestran los resultados de las fuerzas internas de corte para el sismo en la Dirección Y-Y. Para ello muestra una elevación del Eje A.

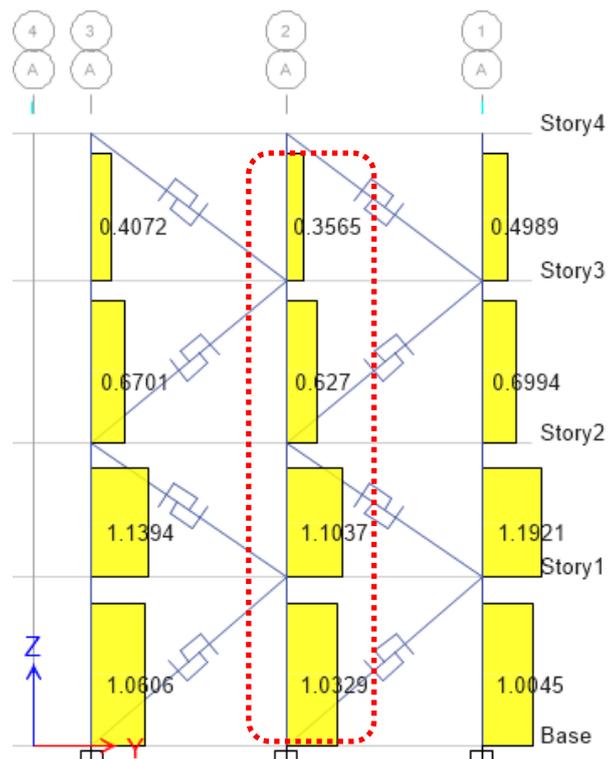


Figura 34. Esfuerzos internos de corte. Elevación pórtico Eje A (Sismo en Y). Edificio con refuerzo de CRP dispuestos en zigzag.

En la Tabla 36 se muestra los resultados de las fuerzas de corte para las columnas C11, desde el primer piso hasta el cuarto piso.

Tabla 36. Fuerzas internas de corte. Sismo en Y en pórtico Eje A. Edificio con refuerzo CRP dispuestos en zigzag.

Piso	Columna	Carga	V3(ton)
Piso 4	C11	Sismo Y	0.36
Piso 3	C11	Sismo Y	0.63
Piso 2	C11	Sismo Y	1.10
Piso 1	C11	Sismo Y	1.03

Fuente: elaboración propia

3.6.3.3. Cuantificación de la variación de fuerzas internas por la implementando diagonales de pandeo dispuesto en multinivel X

En este apartado se muestran los resultados de las fuerzas internas de corte para el edificio reforzado con CRP en arreglo tipo multinivel X; tanto para los sismos en la dirección longitudinal del edificio (X-X), como en la dirección transversal (Y-Y).

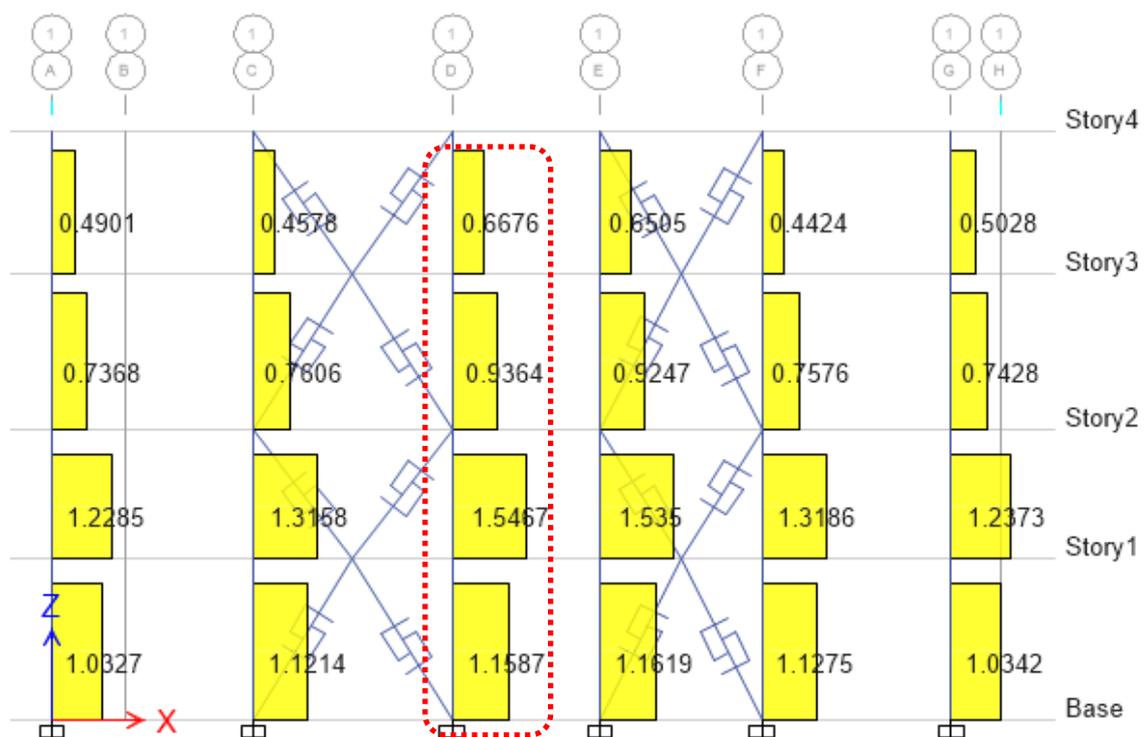


Figura 35. Esfuerzos internos de corte. Elevación pórticos Eje 1 (Sismo en X). Edificio con refuerzo de CRP dispuestos en multinivel X.

En la Figura 35 se muestra el diagrama de fuerzas de corte para el Eje 1, bajo la acción de la carga de sismo en X. Mientras que en la Tabla 37 se muestra estas fuerzas de corte para la columna C21 desde el 1er piso hasta el 4to piso.

Tabla 37. Fuerzas internas de corte. Sismo en X en pórtico Eje 1. Edificio con refuerzo de CRP dispuesto en multinivel X.

Piso	Columna	Carga	V2(ton)
Piso 4	C21	Sismo X	0.67
Piso 3	C21	Sismo X	0.94
Piso 2	C21	Sismo X	1.55
Piso 1	C21	Sismo X	1.15

Fuente: elaboración propia

En la Figura 36 se muestran los resultados de las fuerzas internas de corte para el sismo en la Dirección Y-Y. Para ello muestra una elevación del Eje A.

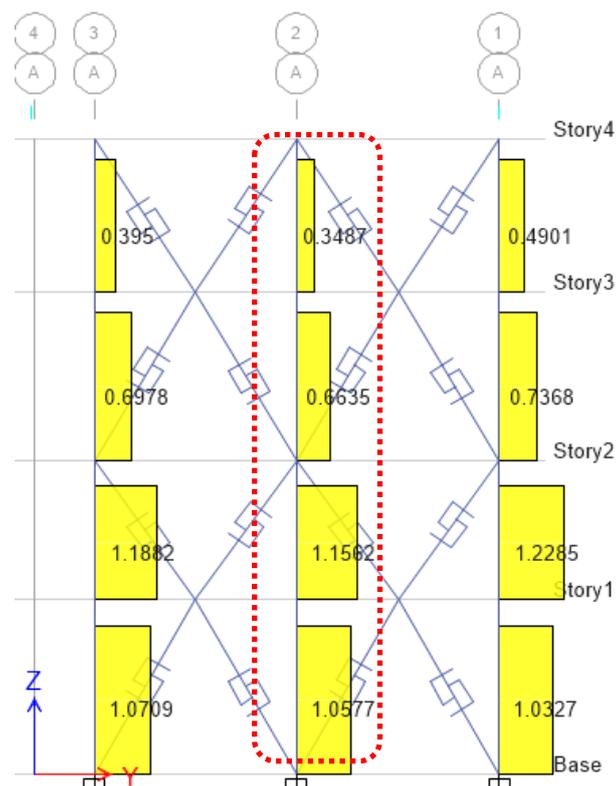


Figura 36. Esfuerzos internos de corte. Elevación pórtico Eje A (Sismo en Y). Edificio con refuerzo de CRP dispuestos en multinivel X.

En la Tabla 38 se muestra los resultados de las fuerzas de corte para las columnas C11, desde el primer piso hasta el cuarto piso.

Tabla 38. Fuerzas internas de corte. Sismo en Y en pórtico Eje A. Edificio con refuerzo CRP dispuestos en multinivel X.

Piso	Columna	Carga	V3(ton)
Piso 4	C11	Sismo Y	0.35
Piso 3	C11	Sismo Y	0.66
Piso 2	C11	Sismo Y	1.16
Piso 1	C11	Sismo Y	1.06

Fuente: elaboración propia

3.6.4. Determinación de la respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando diagonales de pandeo restringido según su disposición.

En este apartado se discute sobre la respuesta sísmica de la edificación de uso comercial, a partir de sus dimensiones previamente evaluadas. Para ello, en la Tabla 39, se muestra un resumen de los resultados de cada dimensión. Donde se evalúa los factores más influyentes para definir el desempeño de la respuesta sísmica de una edificación. Estos factores, considerados en este trabajo, son la cortante basal, el nivel de daño y la redistribución de las fuerzas internas.

Tabla 39. Respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando CRP según su disposición.

Disposición	Cortante basal		Nivel de daño		Fuerza interna de corte	
	Sismo X (ton)	Sismo Y (ton)	Sismo X	Sismo Y	Sismo X (ton)	Sismo Y (ton)
Sin CRP	76.46	57.16	Severo	Severo	3.95	3.14
CRP Paralelo	87.80	84.84	Moderado	Moderado	1.15	1.04
CRP Zigzag	87.76	84.85	Moderado	Moderado	1.14	1.03
CRP Multinivel X	89.89	86.81	Moderado	Moderado	1.16	1.06

Fuente: elaboración propia

3.7. Aspectos éticos

Se tendrá en cuenta el respeto por la propiedad intelectual, Se les brindara el crédito el cual es bien correspondido a los grandes autores que nutrieron esta investigación con sus publicaciones, utilizando el sistema de citas ISO690.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio

4.1.1. Ubicación política

La investigación se realizó en el distrito de villa el salvador el cual conforma uno de los 43 distritos de la provincia de Lima.



Figura 37. Mapa político del Perú



Figura 38. Mapa del departamento de Lima

4.1.2. Ubicación del proyecto

El edificio seleccionado se encuentra ubicado en el sector 2, grupo 12, manzana D, lote 17, Villa El Salvador.



Figura 39. Mapa de la provincia de Lima

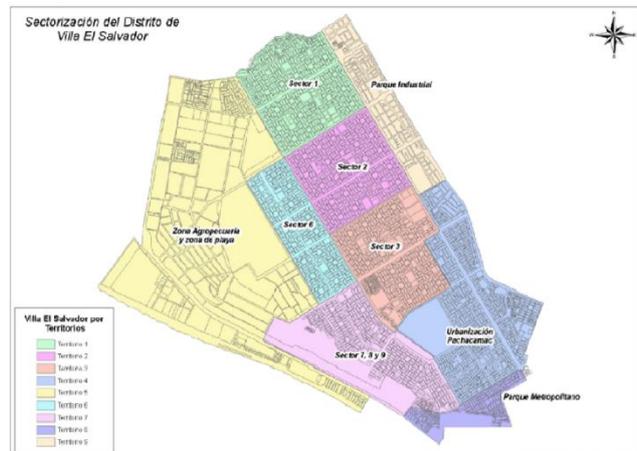


Figura 40. Mapa del distrito de Villa El Salvador

4.1.3. Limites

El distrito de Villa El Salvador, colinda por el norte con el distrito de San Juan de Miraflores, del mismo modo colinda por el oeste con el distrito de Chorrillos y el Océano Pacífico, del mismo modo colinda por el sur con el distrito de Lurín y por el este colinda con el distrito de Villa María del Triunfo.

4.1.4. Ubicación geográfica

El distrito de Villa El Salvador se encuentra localizada en las siguientes coordenadas geográficas: 12° 12' 45" por el sur y 76° 56' 13" por el oeste, además el distrito ocupa un área de 35.460 km², subdivididos en territorios, urbanizaciones, sectores, grupos, manzanas y lotes, asimismo tiene una población 463,014 habitantes según el municipio, representando el 4.6% de la población urbana de la provincia de Lima, siendo el quinto distrito de Lima en ocupar mayor población urbana.

4.2. Resultados de los métodos de análisis de datos

En este ítem se muestra los resultados principales de este trabajo de investigación y a partir de estos resultados se muestra una interpretación. Se pretende que esta interpretación ayude a definir y entender la respuesta sísmica de edificios aporticados para uso comercial considerando la implementación de los refuerzos de pandeo restringido.

4.2.1. Resultados de la estimación de la variación de la cortante basal por la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales.

De los resultados obtenidos del análisis sísmico en el edificio, se obtuvieron las cortantes de entrepiso de manera acumulada hasta su base. El análisis sísmico se realizó para ambas direcciones ortogonales, como lo especifica la Norma E.030 de diseño sismorresistente; además, estos análisis se realizaron tanto para la edificación sin refuerzo en evaluación, como para el edificio reforzado con los distintos tipos de arreglos de CRP.

En la Tabla 40 se muestra las cortantes de entrepiso acumulada para la dirección X-X del edificio. Donde la cortante basal para el edificio sin refuerzo (Sin CRP) es de 76.46 tonf, mientras que luego de ser reforzado esta cortante basal incremento su magnitud a 89.89 tonf en su mayor valor para el edificio reforzado con los CRP.

Tabla 40. Cortante de entrepiso acumulada en la dirección X-X.

Piso	Sismo	Hi	Disposición			
			Sin CRP VX(Ton)	CRP Paralelo VX(Ton)	CRP Zigzag VX(Ton)	CRP Multinivel X VX(Ton)
Piso 04	EQX Max	12.05	24.6	29.13	29.12	29.45
		9.15	24.6	29.13	29.12	29.45
Piso 03	EQX Max	9.15	47.97	56.20	56.19	57.41
		5.95	47.97	56.20	56.19	57.41
Piso 02	EQX Max	5.95	64.67	75.58	75.57	77.32
		3.30	64.67	75.58	75.57	77.32
Piso 01	EQX Max	3.30	76.46	87.80	87.76	89.89
		0.00	76.46	87.80	87.76	89.89

Fuente: elaboración propia

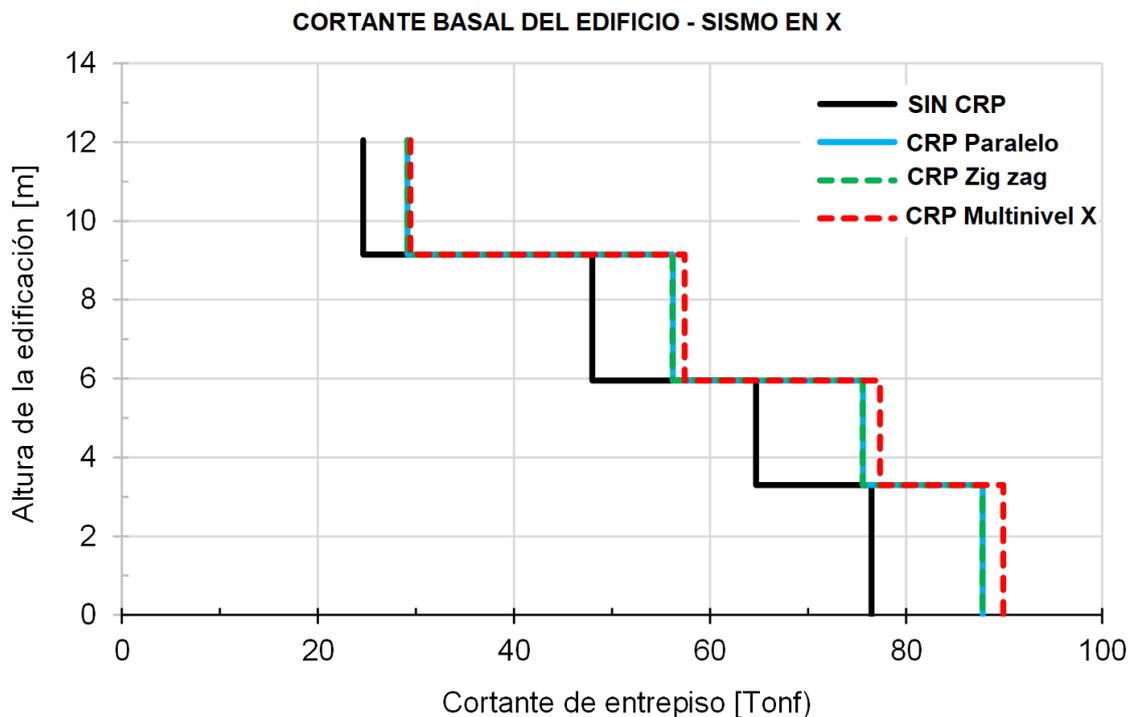


Figura 41. Distribución de las fuerzas de corte de entrepiso acumulada hasta la base del edificio en la dirección X.

En la Tabla 41 se muestra la tabla con los resultados de la cortante de entrepiso acumulada hasta la base del edificio, para el análisis sísmico en la dirección Y-Y. Donde la cortante basal del edificio sin refuerzo es de 57.16 tonf, mientras que luego de implementar los CRP las cortante basal incrementó su magnitud en su mayor valor hasta 86.81 tonf.

Tabla 41. Cortante de entrepiso acumulada en la dirección Y-Y.

Piso	Sismo	Hi	Disposición			
			SIN CRP VY(Ton)	CRP Paralelo VY(Ton)	CRP Zigzag VY(Ton)	CRP Multinivel X VY(Ton)
Piso 04	EQY Max	12.05	18.53	27.99	28.06	28.35
		9.15	18.53	27.99	28.06	28.35
Piso 03	EQY Max	9.15	35.98	54.21	54.25	55.30
		5.95	35.98	54.21	54.25	55.30
Piso 02	EQY Max	5.95	48.42	73.16	73.08	74.65
		3.30	48.42	73.16	73.08	74.65
Piso 01	EQY Max	3.30	57.16	84.84	84.85	86.81
		0.00	57.16	84.84	84.85	86.81

Fuente elaboración propia

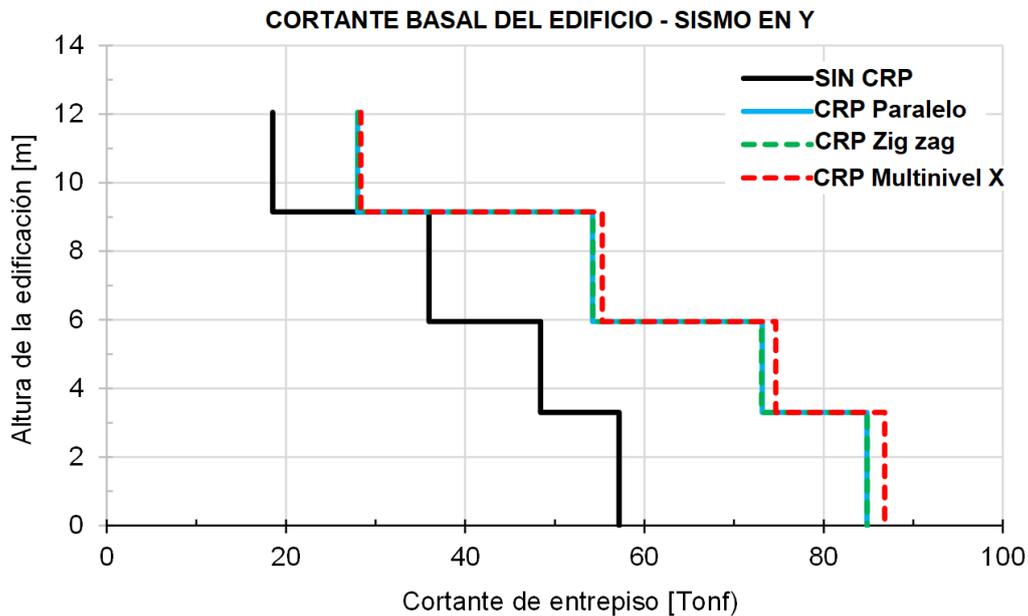


Figura 42. Distribución de las fuerzas de corte de entrepiso acumulada hasta la base del edificio en la dirección Y.

Interpretación:

La tabla 40 y 41 muestra la cortante sísmica de diseño que ingresa al edificio varia debido a un incremento en su magnitud. En la dirección longitudinal del edificio (dirección X) se muestran un incremento del 18% en la cortante basal luego de aplicar el reforzamiento con los diagonales de pandeo restringido. Por otro lado, en la dirección transversal del edificio (dirección Y) se muestra un incremento de la cortante basal en un 52% debido al refuerzo de pandeo restringido.

4.2.2. Resultados del cálculo de la variación del nivel de daño estructural por la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales.

De los resultados obtenidos de medir los desplazamientos laterales relativos de entrepiso o también conocidos como distorsión angular, y asociado a la matriz de daño estructural, se pudo estimar el nivel de daño estructural esperado para un sismo severo. El análisis sísmico se realizó en las dos direcciones principales de la edificación según lo exige la Norma de Diseño Sismorresistente E.030.

En la Tabla 42 se muestra los resultados de distorsión angular de entrepiso para el edificio de uso comercial, considerando la acción del sismo en la dirección X-X. Este análisis se realizó para cada caso: Edificio sin ningún tipo de refuerzo (Sin CRP), edificio reforzado con CRP en disposición paralelo en misma dirección (CRP Paralelo), edificio con refuerzo CRP en disposición Zigzag (CRP Zigzag), y edificio reforzado con CRP en disposición multinivel en X.

Tabla 42. Distorsiones angulares de entrepiso para sismo en X.

Piso	hi (m)	Disposición			
		Sin CRP Drift	CRP Paralelo Drift	CRP Zigzag Drift	CRP Multinivel X Drift
Piso 04	12.05	0.0072	0.0029	0.0029	0.0029
Piso 03	9.15	0.0132	0.0044	0.0044	0.0045
Piso 02	5.95	0.0125	0.0048	0.0048	0.0049
Piso 01	3.3	0.018	0.0052	0.0052	0.0053

Fuente: elaboración propia

La Figura 43 muestra el gráfico de las distorsiones angulares de entrepiso, a partir de los resultados de la Tabla 42. Además, se muestra los segmentos que definen el nivel de daño esperado, en función de los desplazamientos laterales que pueda desarrollar la estructura bajo la acción de un sismo severo en la dirección X-X.

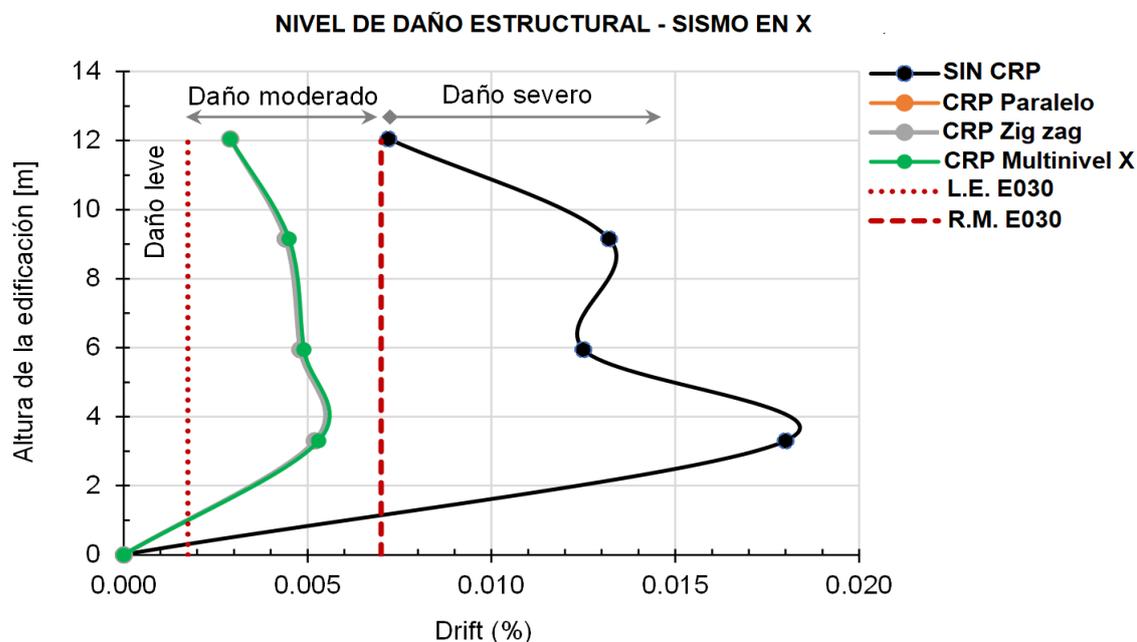


Figura 43. Nivel de daño estructural esperado para una edificación de uso comercial, bajo la acción de sismo severo en X-X.

En la Tabla 43 se muestra las distorsiones angulares de entrepiso que desarrollará la estructura bajo la acción de un sismo severo en la dirección Y-Y. Este análisis, también, se ha realizado para cada caso de análisis: Edificio sin ningún tipo de refuerzo (S.R.), edificio reforzado con CRP en disposición diagonal (CR Diagonal), edificio con refuerzo CRP en disposición Zigzag (CR Zigzag), y edificio reforzado con CRP en disposición multinivel en X.

Tabla 43. Distorsiones angulares de entrepiso para sismo en Y.

Piso	hi (m)	Disposición			
		Sin CRP Drift	CRP Paralelo Drift	CRP Zigzag Drift	CRP Multinivel X Drift
Piso 04	12.05	0.0097	0.0031	0.0036	0.0035
Piso 03	9.15	0.0185	0.0048	0.0054	0.0054
Piso 02	5.95	0.0182	0.0056	0.0061	0.0061
Piso 01	3.3	0.0254	0.0055	0.0064	0.0064

Fuente: elaboración propia

La Figura 44 muestra el gráfico de las distorsiones angulares de entrepiso, a partir de los resultados de la Tabla 43. Además, se muestra los segmentos que definen el nivel de daño esperado, en función de los desplazamientos laterales que pueda desarrollar la estructura bajo la acción de un sismo severo en la dirección Y-Y.

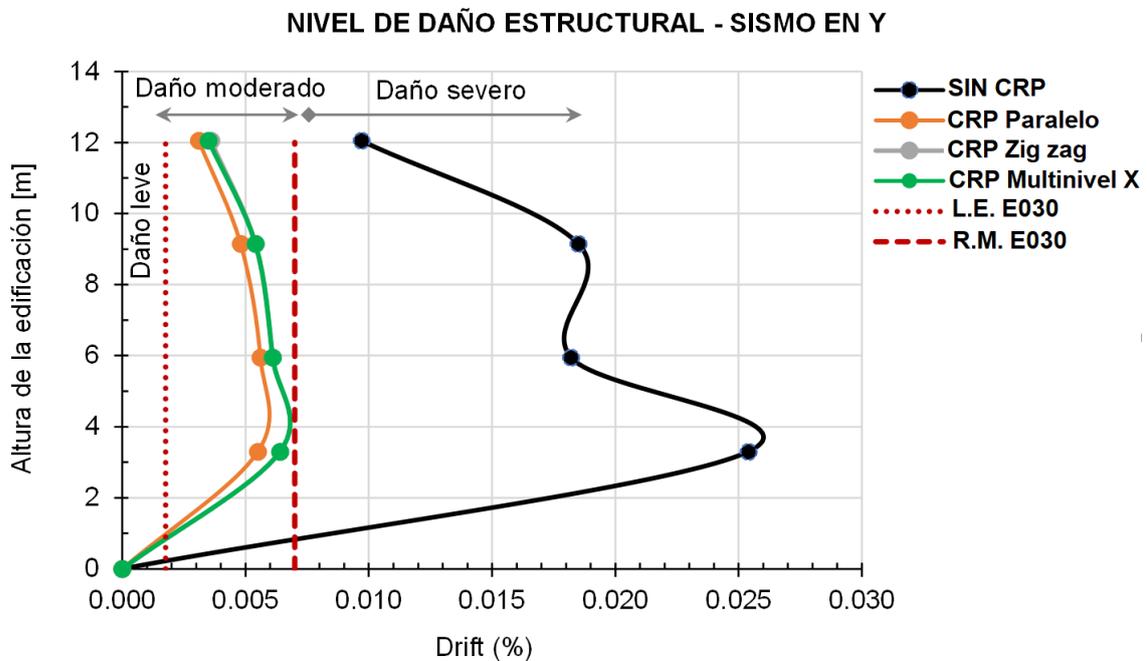


Figura 44. Nivel de daño estructural esperado para una edificación de uso comercial, bajo la acción de sismo severo en Y-Y.

Interpretación:

La tabla 42 y 43 muestra los resultados obtenidos del análisis sísmico en la edificación de uso comercial, tanto para la dirección X-X, así como para la dirección Y-Y, bajo la acción de un sismo severo. Se observó que para el caso del edificio en condiciones iniciales (condiciones existentes) se obtuvo desplazamientos laterales mayores al límite permitido por la Norma E.030 (límite de reparabilidad R.M.) de 0.007, para ambas direcciones de análisis. Por otro lado, luego de reforzar la edificación con los sistemas de arriostamiento diagonal de pandeo restringido (CRP), los desplazamientos relativos de entrepiso varían puesto que lograron ser reducidos considerablemente en ambas direcciones del sismo, hasta el punto de estar por debajo de 0.007.

4.2.3. Resultados de la cuantificación de la variación de las fuerzas internas por la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales.

En la Tabla 44 se muestra los resultados de las fuerzas internas de cortante en la Columna C21 para la acción del sismo en la dirección X-X. Además, se muestra su variación al ser, la edificación, reforzada con los sistemas de pandeo restringido al pandeo.

Tabla 44. Fuerzas internas de corte en la columna C21, bajo la acción del sismo severo en X.

Piso	Hi	Columna	Carga	Disposición			
				Sin CRP V2(ton)	CRP Paralelo V2(ton)	CRP Zigzag V2(ton)	CRP Multinivel X V2(ton)
Piso 04	12.05	C21	Sismo X	1.44	0.72	0.72	0.67
	9.15			1.44	0.72	0.72	0.67
Piso 03	9.15	C21	Sismo X	2.61	0.93	0.93	0.94
	5.95			2.61	0.93	0.93	0.94
Piso 02	5.95	C21	Sismo X	3.56	1.54	1.55	1.55
	3.30			3.56	1.54	1.55	1.55
Piso 01	3.30	C21	Sismo X	3.95	1.15	1.15	1.15
	0.0			3.95	1.15	1.15	1.15

Fuente: elaboración propia

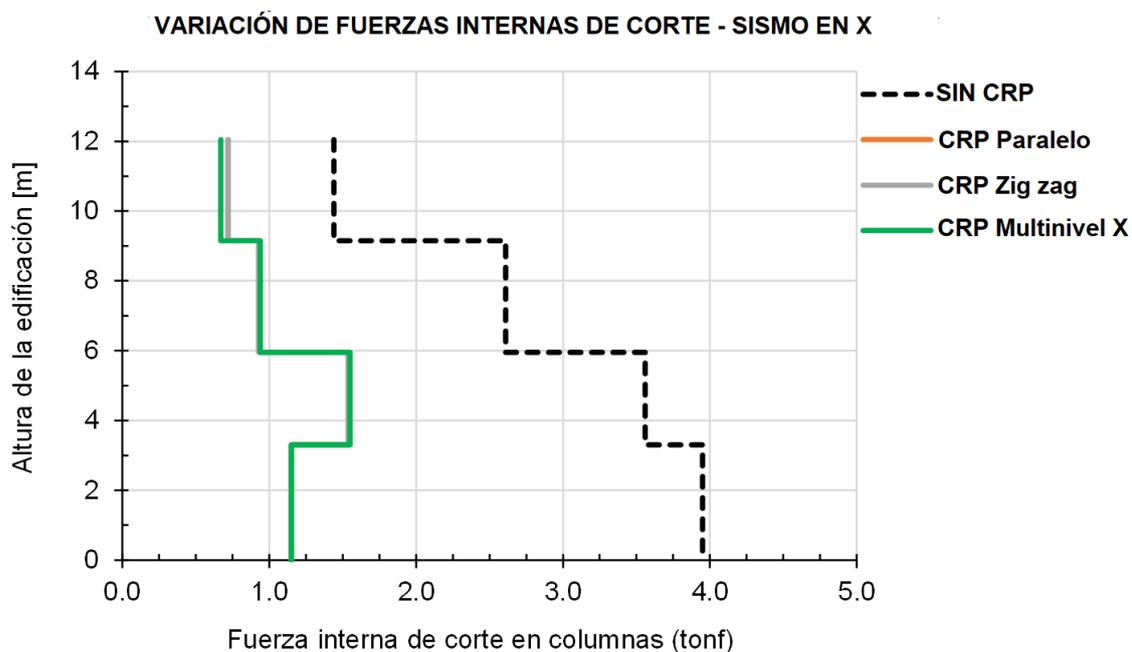


Figura 45. Fuerzas internas de corte en la columna C21, para el sismo en X-X.

En la Tabla 45 se muestra los resultados de las fuerzas internas de cortante en la Columna C11 para la acción del sismo en la dirección Y-Y. Además, se muestra su variación al ser, la edificación, reforzada con los sistemas de pandeo restringido al pandeo.

Tabla 45. Fuerzas internas de corte en la columna C11, bajo la acción del sismo severo en Y.

Piso	Hi	Columna	Carga	Disposición			
				Sin CRP V3(ton)	CRP Paralelo V3(ton)	CRP Zigzag V3(ton)	CRP Multinivel X V3(ton)
Piso 04	12.05	C11	Sismo Y	1.26	0.36	0.36	0.35
	9.15			1.26	0.36	0.36	0.35
Piso 03	9.15	C11	Sismo Y	2.24	0.63	0.63	0.66
	5.95			2.24	0.63	0.63	0.66
Piso 02	5.95	C11	Sismo Y	3.26	1.12	1.1	1.16
	3.3			3.26	1.12	1.1	1.16
Piso 01	3.3	C11	Sismo Y	3.14	1.04	1.03	1.06
	0			3.14	1.04	1.03	1.06

Fuente: elaboración propia

En la Figura 46, se grafica los valores de las fuerzas de corte para la columna C11, que se muestran en la Tabla 45.

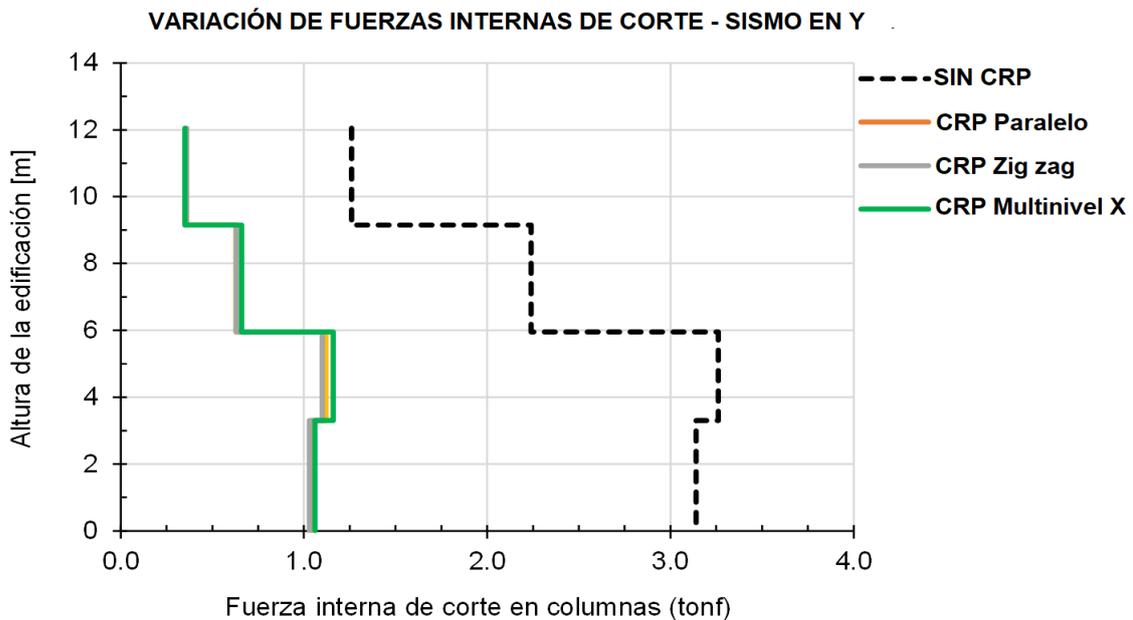


Figura 46. Fuerzas internas de corte en la columna C11, para el sismo en Y-Y.

Interpretación:

En la tabla 44 y 45 de los resultados obtenidos se observó que las fuerzas internas en los elementos estructurales del edificio, en este caso, las fuerzas de corte interna en las columnas varían puesto que han logrado ser reducidas considerablemente. Para el sismo en X-X en la columna C21 se logró una reducción de hasta el 71% de la cortante en el primer piso; mientras que para el sismo en Y-Y en la columna C11 se logró una reducción de la fuerza de corte hasta un 68%.

4.2.4. Resultados de la determinación de la respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando diagonales de pandeo restringido según su disposición.

En la Tabla 46, se muestra un resumen de los resultados de cada dimensión. Donde se evalúa los factores más influyentes para definir el desempeño de la respuesta sísmica de una edificación. Estos factores, considerados en este trabajo, son la cortante basal, el nivel de daño y la redistribución de las fuerzas internas.

Tabla 46. Respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando CRP según su disposición.

Disposición	Cortante basal		Nivel de daño		Fuerza interna de corte	
	Sismo X (ton)	Sismo Y (ton)	Sismo X	Sismo Y	Sismo X (ton)	Sismo Y (ton)
Sin CRP	76.46	57.16	Severo	Severo	3.95	3.14
CRP Paralelo	87.80	84.84	Moderado	Moderado	1.15	1.04
CRP Zigzag	87.76	84.85	Moderado	Moderado	1.14	1.03
CRP Multinivel X	89.89	86.81	Moderado	Moderado	1.16	1.06

Fuente: elaboración propia

Interpretación:

De la Tabla 46 se desprenden las siguientes interpretaciones. Para el caso de la cortante basal se han producido incremento de la cortante de diseño por sismo en un 18% debido al refuerzo con los CRP en X-X; y en un 52% en la dirección Y-Y debido a los CRP. Los esfuerzos internos en las columnas se observó que, a pesar del incremento de la carga lateral, estas son asumidas en un 71% por los CRP en la dirección X-X, y en un 68% por los CRP en la dirección Y-Y, con los cual se

lograron reducciones importantes en los esfuerzos internos de los demás elementos estructurales. Además, lo más relevante de la respuesta sísmica de la edificación luego de implementar los sistemas de arriostramiento lateral de pandeo restringido, es que el nivel de daño esperado paso de severo (caso de edificación sin refuerzo) a nivel de daño moderado luego de implementar los CRP.

4.3. Contrastación de hipótesis

Planteamiento de hipótesis

Hipótesis nula H_0 : Las medias de los grupos no varían estadísticamente.

Hipótesis alternativa H_1 : Las medias de los grupos varían estadísticamente.

Nivel de significancia

Emplearemos el valor de significancia de 0.05, es el valor comúnmente usado.



/	df ₁ =1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
df ₂ =1	161.4476	199.5000	215.7073	224.5832	230.1619	233.9860	236.7684	238.8827	240.5433	241.8817
2	18.5128	19.0000	19.1643	19.2468	19.2964	19.3295	19.3532	19.3710	19.3848	19.3959
3	10.1280	9.5521	9.2766	9.1172	9.0135	8.9406	8.8867	8.8452	8.8123	8.7855
4	7.7086	6.9443	6.5914	6.3882	6.2561	6.1631	6.0942	6.0410	5.9988	5.9644
5	6.6079	5.7861	5.4095	5.1922	5.0503	4.9503	4.8759	4.8183	4.7725	4.7351
26	4.2252	3.3690	2.9752	2.7426	2.5868	2.4741	2.3883	2.3205	2.2655	2.2197
27	4.2100	3.3541	2.9604	2.7278	2.5719	2.4591	2.3732	2.3053	2.2501	2.2043
28	4.1960	3.3404	2.9467	2.7141	2.5581	2.4453	2.3593	2.2913	2.2360	2.1900
29	4.1830	3.3277	2.9340	2.7014	2.5454	2.4324	2.3463	2.2783	2.2229	2.1768
30	4.1709	3.3158	2.9223	2.6896	2.5336	2.4205	2.3343	2.2662	2.2107	2.1646

Figura 47. Tabla de distribución F.

Fuente: Dinov (2014)

Lectura de P-valor y toma de decisión.

P-valor < F (se acepta H1: Hipótesis alterna o de diferencia)

P-valor > F (se acepta Ho. Hipótesis nula o de igualdad)

Emplearemos las siguientes ecuaciones:

Suma de cuadrados: Es la sumatoria de la diferencia entre los datos observados y la media elevados al cuadrado.

$$SS = \sum (x_i - \bar{x})^2$$

Suma de cuadrados total: Es la diferencia entre los datos observados y la media total (la media de todos los grupos que se vayan a comparar).

$$SS_T = \sum (x_i - \bar{x}_{total})^2$$

Suma de cuadrados del modelo: Es la diferencia que hay entre los grupos con respecto a la media total.

$$SS_M = \sum n_k (\bar{x}_k - \bar{x}_{total})^2$$

Ratio de F: Es la división de la media cuadrática del modelo con la media cuadrática de los residuos.

$$F = \frac{MS_M}{MS_R} \quad MS_M = \frac{SS_M}{gl_M} \quad MS_R = \frac{SS_R}{gl_R}$$

Dónde: gl son los grados de libertad, m es el número de grupos y n la cantidad de datos por grupo.

$$gl_M = m - 1 \quad y \quad gl_R = m(n - 1) \quad o \quad gl_R = gl_T - gl_M$$

Análisis de varianza de un factor (ANOVA): según Serra et al (2014) recomienda para aplicar este análisis se debe realizar previamente la prueba de normalidad, prueba de homogeneidad de varianzas y después de obtener los resultados necesitamos realizar pruebas Post-hoc que nos servirá para comparar las diferencias entre pares de grupos.

Contraste de hipótesis específica 1

Hipótesis nula Ho: La cortante basal no se incrementara levemente debido a la implementación de las diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.

Hipótesis alternativa H1: La cortante basal se incrementara levemente debido a la implementación de las diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.

Parámetros de interés

De la tabla 40 y 41 de las cortantes de entrepiso para el sismo en X y para el sismo en Y.

Tabla 47. Análisis de los resultados descriptivos de las cortantes de entrepiso.

Disposiciones CRP	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Sin crp	8	16.7275	5.59502	1.97814	12.0499	21.4051	8.74	24.60
Crp paralelo	8	21.5800	7.04209	2.48975	15.6927	27.4673	11.68	29.13
Crp zigzag	8	21.5763	7.04115	2.48942	15.6897	27.4628	11.77	29.12
Crp multinivelX	8	22.0875	7.10059	2.51044	16.1513	28.0237	12.16	29.45
Total	32	20.4928	6.76531	1.19595	18.0537	22.9320	8.74	29.45

Fuente: elaboración propia, software SPSS 25

Tabla 48. Prueba de normalidad para las cortantes de entrepiso.

Prueba de normalidad				
Cortante	Disposiciones de las CRP	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
	Sin crp	0.950	8	0.715
basal	Crp paralelo	0.868	8	0.143
	Crp zigzag	0.867	8	0.141
	Crp multinivel X	0.854	8	0.104

Fuente: elaboración propia, software SPSS 25

Como se muestra en la tabla 48, se aprecia los valores con significancia (p-valor) que es mayor a 0.05, debido a esto se acepta la hipótesis nula (Ho) que indica que los datos de las cortantes de entrepiso poseen una distribución normal.

Tabla 49. Prueba de homogeneidad de varianzas aplicando el método estadístico de Levene para valores de la cortante de entrepiso.

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Cortante basal	Se basa en la media	0.708	3	28	0.556

Fuente: elaboración propia, software SPSS 25

Como se muestra en la tabla 49, se aprecia los valores con significancia (p-valor) que es mayor a 0.05, debido a esto se acepta la hipótesis nula (Ho) que indica que los datos de las cortantes de entrepiso poseen varianzas iguales es decir los grupos son homogéneos.

Tabla 50. Prueba de hipótesis ANOVA.

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	152.611	3	50.870	1.125	0.356
Dentro de grupos	1266.240	28	45.223		
Total	1418.851	31			

Fuente: elaboración propia, software SPSS 25

Como se muestra en la tabla 50, se aprecia los valores con significancia (p-valor) que es mayor a 0.05, debido a esto se acepta la hipótesis nula (Ho), La cortante basal no se incrementara levemente debido a la implementación de las diagonales de pandeo restringido según su disposición.

Contraste de hipótesis especifica 2

Hipótesis nula Ho: El nivel de daño estructural aumentara significativamente por la implementación de las diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.

Hipótesis alternativa H1: El nivel de daño estructural será reducido significativamente por la implementación de las diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.

Parámetros de interés

De la tabla 42 y 43 de las distorsiones angulares de entrepiso para el sismo en X y para el sismo en Y.

Tabla 51. Análisis de los resultados descriptivos de las distorsiones angulares.

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Sin crp	8	0.015338	0.005821	0.002058	0.010471	0.020204	0.0072	0.0254
Crp paralelo	8	0.004538	0.001028	0.000363	0.003678	0.005397	0.0029	0.0056
Crp zigzag	8	0.004850	0.001193	0.000422	0.003853	0.005847	0.0029	0.0064
Crp multinivelx	8	0.004875	0.001208	0.000427	0.003865	0.005885	0.0029	0.0064
Total	32	0.007400	0.005499	0.000972	0.005417	0.009383	0.0029	0.0254

Fuente: elaboración propia, software SPSS 25

Tabla 52. Prueba de normalidad para las distorsiones angulares.

Pruebas de normalidad				
Disposición CRP	Estadístico	Shapiro-Wilk		
		gl	Sig.	
Sin crp	0.957	8	0.781	
Distorsiones angulares de entrepiso				
Crp paralelo	0.867	8	0.141	
Crp zigzag	0.969	8	0.888	
Crp multinivel X	0.953	8	0.743	

Fuente: elaboración propia, software SPSS 25

Como se muestra en la tabla 52, se aprecia los valores con significancia (p-valor) que es mayor a 0.05, debido a esto se acepta la hipótesis nula (H_0) que indica que los datos de las distorsiones angulares poseen una distribución normal.

Tabla 53. Prueba de homogeneidad de varianzas aplicando el método estadístico de Levene para valores de las distorsiones angulares.

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
drift	Se basa en la media	11.568	3	28	0.477

Fuente: elaboración propia, software SPSS 25

Como se muestra en la tabla 53, se aprecia los valores con significancia (p-valor) es mayor a 0.05, debido a esto se acepta la hipótesis nula (Ho) que indica que los datos de las distorsiones angulares poseen varianzas iguales es decir los grupos son homogéneos.

Tabla 54. Prueba de hipótesis ANOVA.

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.001	3	0.000	23.713	0.000
Dentro de grupos	0.000	28	0.000		
Total	0.001	31			

Fuente: elaboración propia, software SPSS 25

Como se muestra en la tabla 54, se aprecia los valores con significancia (p-valor) es menor a 0.05, debido a esto se acepta la hipótesis alterna (H1), El nivel de daño estructural será reducido significativamente por la implementación de las diagonales de pandeo restringido según su disposición.

Tabla 55. Comparaciones múltiples de los resultados de las distorsiones angulares de entrepiso.

Comparaciones múltiples HSD Tukey						
(I)	(J)	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite superior	
					Límite inferior	
Sin crp	crp paralelo	,010800000*	0.001537427	0.000	0.00660234	0.01499766
	crp zigzag	,010487500*	0.001537427	0.000	0.00628984	0.01468516
	crp multinivelx	,010462500*	0.001537427	0.000	0.00626484	0.01466016
Crp paralelo	sin crp	-,010800000*	0.001537427	0.000	-0.01499766	-0.00660234
	crp zigzag	-0.000312500	0.001537427	0.997	-0.00451016	0.00388516
	crp multinivelx	-0.000337500	0.001537427	0.996	-0.00453516	0.00386016
Crp zigzag	sin crp	-,010487500*	0.001537427	0.000	-0.01468516	-0.00628984
	crp paralelo	0.000312500	0.001537427	0.997	-0.00388516	0.00451016
	crp multinivelx	-0.000025000	0.001537427	1.000	-0.00422266	0.00417266
Crp multinivelx	sin crp	-,010462500*	0.001537427	0.000	-0.01466016	-0.00626484
	crp paralelo	0.000337500	0.001537427	0.996	-0.00386016	0.00453516
	crp zigzag	0.000025000	0.001537427	1.000	-0.00417266	0.00422266

Fuente: elaboración propia, software SPSS 25

En la tabla 55, la edificación con las distintas disposiciones de CRP varían de forma significativa con respecto a la edificación sin CRP ya que las significancias son menores a 0.05.

Tabla 56. Subconjuntos homogéneos de Tukey.

Subconjuntos homogéneos				
Subconjunto para alfa = 0.05				
	Disposicion CRP	N	1	2
HSD Tukey ^a	Crp paralelo	8	0.00453750	
	Crp zigzag	8	0.00485000	
	Crp multinivel X	8	0.00487500	
	Sin crp	8		0.01533750
	Sig.		0.996	1.000

Fuente: elaboración propia, software SPSS 25

En la tabla 56, se aprecia que la implementación de los CRP según sus disposiciones, influye sobre la distorsión angular de entrepiso con respecto a la edificación sin CRP.

Contraste de hipótesis específica 3

Hipótesis nula Ho: Las fuerzas internas aumentarían considerablemente por la implementación de las diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.

Hipótesis alternativa H1: Las fuerzas internas serán reducidas considerablemente por la implementación de las diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.

Parámetros de interés

De la tabla 44 y 45 de las fuerzas internas de corte en las columnas

Tabla 57. Análisis de los resultados descriptivos de cortante en columna.

Disposición CRP	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Sin crp	8	2.68250	0.977442	0.345578	1.865338	3.499662	1.26	3.95
Crp paralelo	8	0.93625	0.363983	0.128688	0.631952	1.240548	0.36	1.54
Crp zigzag	8	0.93375	0.364611	0.128909	0.628928	1.238572	0.36	1.55
Crp multinivel X	8	0.94250	0.373851	0.132176	0.629953	1.255047	0.35	1.55
Total	32	1.37375	0.946889	0.167388	1.032360	1.715140	0.35	3.95

Fuente: elaboración propia, software SPSS 25

Tabla 58. Prueba de normalidad de las cortantes en las columnas.

Pruebas de normalidad				
	Disposición CRP	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
	Sin crp	0.940	8	0.607
Cortante columna	Crp paralelo	0.983	8	0.976
	Crp zigzag	0.984	8	0.978
	Crp multinivel X	0.972	8	0.912

Fuente: elaboración propia, software SPSS 25

Como se muestra en la tabla 58, se aprecia los valores con significancia (p-valor) que es mayor a 0.05, debido a esto se acepta la hipótesis nula (H_0) que indica que los datos de las cortantes en las columnas poseen una distribución normal.

Tabla 59. Prueba de homogeneidad de varianzas aplicando el método estadístico de Levene para valores de las cortantes en las columnas.

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.

Fuente: elaboración propia, software SPSS 25

Como se muestra en la tabla 59, se aprecia los valores con significancia (p-valor) es mayor a 0.05, debido a esto se acepta la hipótesis nula (H_0) que indica que los

datos de las cortantes en las columnas poseen varianzas iguales es decir los grupos son homogéneos.

Tabla 60. Pruebas de hipótesis ANOVA.

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	18.270	3	6.090	17.905	0.000
Dentro de grupos	9.524	28	0.340		
Total	27.795	31			

Fuente: elaboración propia, software SPSS 25

Como se muestra en la tabla 60, se aprecia los valores con significancia (p-valor) es menor a 0.05, debido a esto se acepta la hipótesis alterna (H1), Las fuerzas internas serán reducidas considerablemente por la implementación de las diagonales de pandeo restringido según su disposición.

Tabla 61. Comparaciones múltiples de los resultados de cortante en columna.

Comparaciones múltiples						
HSD Tukey						
(I)	(J)	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
sin crp	crp paralelo	1,746250000*	0.291609986	0.000	0.95006388	2.54243612
	crp zigzag	1,748750000*	0.291609986	0.000	0.95256388	2.54493612
	crp multinivelx	1,740000000*	0.291609986	0.000	0.94381388	2.53618612
crp paralelo	sin crp	-1,746250000*	0.291609986	0.000	-2.54243612	-0.95006388
	crp zigzag	0.002500000	0.291609986	1.000	-0.79368612	0.79868612
	crp multinivelx	-0.006250000	0.291609986	1.000	-0.80243612	0.78993612
crp zigzag	sin crp	-1,748750000*	0.291609986	0.000	-2.54493612	-0.95256388
	crp paralelo	-0.002500000	0.291609986	1.000	-0.79868612	0.79368612
	crp multinivelx	-0.008750000	0.291609986	1.000	-0.80493612	0.78743612
crp multinivelx	sin crp	-1,740000000*	0.291609986	0.000	-2.53618612	-0.94381388
	crp paralelo	0.006250000	0.291609986	1.000	-0.78993612	0.80243612
	crp zigzag	0.008750000	0.291609986	1.000	-0.78743612	0.80493612

Fuente: elaboración propia, software SPSS 25

En la tabla 61, la edificación con las distintas disposiciones de CRP varía de forma significativa con respecto a la edificación sin CRP ya que las significancias son menores a 0.05.

Tabla 62. Subconjuntos homogéneos de Tukey.

Subconjuntos homogéneos				
	Disposición CRP	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD Tukey ^a	crp zigzag	8	0.93375000	
	crp paralelo	8	0.93625000	
	crp multinivel X	8	0.94250000	
	sin crp	8		2.68250000
	Sig.		1.000	1.000

Fuente: elaboración propia, software SPSS 25

En la tabla 62, se aprecia que la implementación de los CRP según sus disposiciones, influye sobre la cortante de las columnas con respecto a la edificación sin CRP.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1: La cortante sísmica de diseño que ingresa al edificio varía debido a un incremento en su magnitud. En la dirección longitudinal del edificio (dirección X) se muestran un incremento del 18% en la cortante basal luego de aplicar el reforzamiento con los diagonales de pandeo restringido. Por otro lado, en la dirección transversal del edificio (dirección Y) se muestra un incremento de la cortante basal en un 52% debido al refuerzo de pandeo restringido.

Según Bernabé y Paredes (2021) citado como antecedente nacional llegando a los resultados. Asimismo, Palencia y Pastor (2012) citado como antecedente internacional empleando el análisis dinámico no lineal son: 520 toneladas para el edificio rehabilitado con muros y 607 toneladas para el edificio rehabilitado con CRP siendo estos dos mayores que la cortante basal del edificio existente sin reforzar, mientras que la norma E.030 para las direcciones estimadas en el análisis, la fuerza cortante mínima del primer entrespacio de la edificación no debe disminuir del 80% del estimación obtenida para estructuras regulares, ni disminuir del 90% para estructuras irregulares.

Discusión 2: Del análisis sísmico en la edificación de uso comercial, tanto para la dirección X-X, así como para la dirección Y-Y, bajo la acción de un sismo severo. Se observó que para el caso del edificio en condiciones iniciales (condiciones existentes) se obtuvo desplazamientos laterales mayores al límite permitido por la Norma E.030 (límite de reparabilidad R.M.) de 0.007, para ambas direcciones de análisis. Por otro lado, luego de reforzar la edificación con los sistemas de arriostramiento diagonal de pandeo restringido (CRP), los desplazamientos relativos de entrespacio varían puesto que lograron ser reducidos considerablemente en ambas direcciones del sismo, hasta el punto de estar por debajo de 0.007.

Según Bernabé y Paredes (2021) citado como antecedente nacional las derivas para la dirección X y Y, son 0.0051 y 0.00771 respectivamente, estos valores son menores al límite de distorsión de entre piso. (0.01) para estructuras de acero, establecido en la norma E 0.30 de diseño sismorresistente. Palencia y Pastor (2012) citado como antecedente internacional en el diseño de sistema

sismorresistentes tanto para los muros de concreto reforzado y para los CRP son capaces de controlar las demandas de desplazamiento lateral de la edificación reforzada. También incrementan de manera considerable la resistencia lateral y promueven una mejor distribución en las distorsiones de entrepiso a lo largo de la altura de la edificación. Mientras que la norma E.030 el máximo desplazamiento relativo de entrepiso para edificaciones de concreto armado es de 0.7% y para edificaciones de acero estructural es de 1%.

Discusión 3: Las fuerzas internas en los elementos estructurales del edificio, en este caso, las fuerzas de corte interna en las columnas varían puesto que han logrado ser reducidas considerablemente. Para el sismo en X-X en la columna C21 se logró una reducción de hasta el 71% de la cortante en el primer piso; mientras que para el sismo en Y-Y en la columna C11 se logró una reducción de la fuerza de corte hasta un 68%.

Según tapia (2014) citado como antecedente nacional las fuerzas de corte interna se reducen en porcentajes considerables. Ballinas (2017) debido a la implementación de los CRP como refuerzo más elementos participan en la transmisión de carga y disipación de energía, es debido a esto que las fuerzas internas serán menores en los elementos estructurales. Asimismo, la norma E0.30 si la fuerza cortante tomada por las columnas es mayor o igual al 80% de la fuerza total, la estructura califica como sistema de pórticos.

Discusión 4: La cortante basal se han producido incremento de la cortante de diseño por sismo en un 18% debido al refuerzo con los CRP en X-X; y en un 52% en la dirección Y-Y debido a los CRP. Los esfuerzos internos en las columnas se observó que, a pesar del incremento de la carga lateral, estas son asumidas en un 71% por los CRP en la dirección X-X, y en un 68% por los CRP en la dirección Y-Y, con los cual se lograron reducciones importantes en los esfuerzos internos de los demás elementos estructurales. Además, lo más relevante de la respuesta sísmica de la edificación luego de implementar los sistemas de arriostamiento lateral de pandeo restringido, es que el nivel de daño esperado paso de severo (caso de edificación sin refuerzo) a nivel de daño moderado luego de implementar los CRP.

Según Bernabe y paredes (2021) citado como antecedente nacional llegando a los resultados. Asimismo, Ballinas (2017) citado como antecedente internacional que luego de implementar los CRP para reforzar la estructura del hospital, pasa a cumplir con los niveles de desempeño sísmico para estructuras con objetivo esencial, la estructura ya no presenta niveles de probabilidad de colapso y daños elevados, además cumple con los niveles de capacidad requerida por el código vigente de Puebla, mientras que la norma técnica peruana (2018) muestra límites para un buen comportamiento sísmico, en la cual el edificio Revolución cumple con estos parámetros.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: La cortante sísmica de diseño que ingresa al edificio varía debido a un incremento en su magnitud. En la dirección longitudinal del edificio (dirección X) se muestran un incremento del 18% en la cortante basal luego de aplicar el reforzamiento con los diagonales de pandeo restringido. Por otro lado, en la dirección transversal del edificio (dirección Y) se muestra un incremento de la cortante basal en un 52% debido al refuerzo de pandeo restringido. De donde se puede indicar que la variación debido al incremento en la cortante sísmica de diseño no es despreciable y es de mucha importancia evaluar si esta cortante adicional es absorbida por los CRP, pues el objetivo del refuerzo es reducir los desplazamientos laterales y con ellos los niveles de deformación en los elementos estructurales. Para esto más adelante se hace un análisis de la variación de los esfuerzos internos en las columnas luego de implementar estos CRP.

Conclusión 2: Del análisis sísmico en la edificación de uso comercial, tanto para la dirección X-X, así como para la dirección Y-Y, bajo la acción de un sismo severo. Se observó que para el caso del edificio en condiciones iniciales (condiciones existentes) se obtuvo desplazamientos laterales mayores al límite permitido por la Norma E.030 (límite de reparabilidad R.M.) de 0.007, para ambas direcciones de análisis. Donde el nivel de daño esperado sería del tipo severo, donde los daños son importantes que podrían comprometer el colapso de la edificación y de no colapsar no es factible económicamente reparar y reforzar la estructura. Por otro lado, luego de reforzar la edificación con los sistemas de arriostramiento diagonal de pandeo restringido (CRP), los desplazamientos relativos de entrepiso varían puesto que lograron ser reducidos considerablemente en ambas direcciones del sismo, hasta el punto de estar por debajo de 0.007. Por tanto, los sistemas de refuerzo tipo CRP muestran ser eficientes, pues la edificación reforzada presentaría un daño moderado o contralado para un sismo severo.

Conclusión 3: Las fuerzas internas en los elementos estructurales del edificio, en este caso, las fuerzas de corte interna en las columnas varían puesto que han logrado ser reducidas considerablemente. Para el sismo en X-X en la columna C21 se logró una reducción de hasta el 71% de la cortante en el primer piso; mientras que para el sismo en Y-Y en la columna C11 se logró una reducción de la fuerza de corte hasta un 68%. Estos resultados son relevantes, pues con respecto a las cortantes de diseño se observó un incremento en su magnitud. Sin embargo, estamos observando reducciones importantes de los esfuerzos internos las columnas, entonces esto se le atribuye a que los refuerzos de diagonales de pandeo restringido no solo controlan los desplazamientos laterales, si no también absorben carga lateral del sismo en magnitudes importantes. Permitiendo reducir la demanda de esfuerzos internos en los demás elementos estructurales y por tanto mejorando su desempeño estructural.

Conclusión 4: Para el caso de la cortante basal se han producido incremento de la cortante de diseño por sismo en un 18% debido al refuerzo con los CRP en X-X; y en un 52% en la dirección Y-Y debido a los CRP. Si bien es cierto que un mayor incremento la cortante sísmica que ingresa a la estructura depende de la masa inercial añadida debido a los refuerzos, no es conveniente que estos incrementos sean de magnitudes importantes. Sin embargo, de los resultados de los esfuerzos internos en las columnas se observó que, a pesar del incremento de la carga lateral, estas son asumidas en un 71% por los CRP en la dirección X-X, y en un 68% por los CRP en la dirección Y-Y, con los cual se lograron reducciones importantes en los esfuerzos internos de los demás elementos estructurales, de esta manera mejora el desempeño sísmico de la estructura. Además, lo más relevante de la respuesta sísmica de la edificación luego de implementar los sistemas de arriostramiento lateral de pandeo restringido, es que el nivel de daño esperado paso de severo (caso de edificación sin refuerzo) a nivel de daño moderado luego de implementar los CRP. Finalmente, con estos indicadores se cumple con los requisitos de los códigos de diseño sismorresistente, en este caso la Norma E.030.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Se recomienda utilizar los CRP según sus disposiciones, si bien la cortante sísmica se incrementara debido al aumento ligero de la masa sísmica, sin embargo los CRP absorben esta carga sísmica y las disipan de manera eficiente.

Recomendación 2: Se recomienda que las distorsiones de entrepiso estén dentro de los parámetros admisibles NTP E.030, lo cual se logró con las distintas disposiciones de los CRP donde el nivel daño de la edificación sin reforzar sería del tipo severo y después del reforzamiento con los CRP se logró que la edificación presentara un daño moderado o controlado para un sismo severo.

Recomendación 3: Se recomienda el uso de los CRP para reducir los esfuerzos internos en los elementos existentes como columnas o pórticos, debido a que estos CRP absorben carga de sismo, liberando en parte la carga de estos elementos.

Recomendación 4: Se recomienda a los tesisistas realizar más investigaciones sobre los CRP como comparaciones con otros disipadores o muros reforzados, ya que demostraron ser eficientes en el control de respuesta sísmica.

REFERENCIAS

AGUIAR, R. Evaluacion rapida de la deriva maxima de piso para calcular la vulnerabilidad sismica de estructuras. Ecuador : CIMNE, 2006.

ALLCCA, Claudio y CCERARE, Gregorio. Analisis sismico en el reforzamiento estructural de concreto. Escuela profesional de ingenieria civil, Universidad Cesar Vallejo. Lima-Peru : s.n., 2020. Tesis.

ARIAS, Fidias. El proyecto de la investigacion introduccion a la metodologia cientifica. Venezuela : Editorial Episteme, 2012. ISBN: 980-07-8529-9.

BABBIE, Earl. Fundamentos de la investigacion social. Mexico : Thomson editores, 2000. ISBN: 970-686-002-9.

BAENA PAZ, Guillermina. Metodologia de la investigacion. Mexico : Grupo editorial Patria, 2017. ISBN: 978-607-744-748-1 .

BALLINAS, Eriberto. Propuesta de reforzamiento de una estructura de hospital con disipadores de energia del tipo crp. Programa de Maestria y Doctorado en Ingenieria Civil - Estructuras, Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Mexico : s.n., 2017. Tesis.

BERNABE, Katherine y PAREDES, Charles. Diseño estructural en acero de un edificio de diez niveles para oficinas, usando riostras de pandeo restringido, en la ciudad de Trujillo-La Libertad. Escuela profesional de Ingenieria Civil, Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo : s.n., 2021. Tesis.

BRANDONISIO, g, y otros. Journal of constructional steel research. Department of Structural Engineering, University of Naples. italy : s.n., 2012. articulo.

CARRASCO DIAZ, Sergio. Metodologia de la investigacion cientifica. Lima-Peru : San Marcos, 2008. ISBN: 9789972383441.

CASSANO, Arturo M. Analisis de estructuras bajo acciones dinamicas. Argentina : Edutecne, 2009. ISBN: 978-987-25360-9-1.

CHOPRA, Anil. Dinamica de estructuras. Juarez,Mexico : Pearson, 2014. 9786073222396.

COETO, Guillermo. Control de la respuesta sismica de edificios altos por medio de un sistema de contravientos restringidos contra pandeo. Posgrado en Ingenieria Estructural, Universidad Autonoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Mexico : s.n., 2008. Tesis.

DAMPO SYSTEMS, S.A. Características generales del disipador Dual Protect. Universidad Nacional Autónoma de México. México : s.n., 2020.

DELGADO CONTRERAS, Genaro. Resistencia de materiales. Perú : s.n., 2010.

DEULKAR, W.N, MODHERA, C.D y PATIL, H.S. BUCKLING RESTRAINED BRACES FOR VIBRATION CONTROL OF BUILDING STRUCTURE. Applied Mechanics Department, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology. India : IJRRAS, 2010.

DINOV, Ivo D. F Distribution Tables. Statistics Online Computational Resource, Universidad de California. Los Angeles : s.n., 2014.

ELNASHAI, Amr y DI SARNO, Luigi. Fundamentals of earthquake engineering from source to fragility. Illinois : Wiley, 2015. ISBN: 9781118678923.

GALLARDO, Eliana. Metodología de la investigación. Huancayo, Perú : Universidad continental, 2017. ISBN: 9786124196.

HERNANDEZ, Sampieri, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION. México : McGrawHill, 2014. ISBN: 9781456223960.

KANYILMAZ, alper. Role of compression diagonals in concentrically braced frames in moderate seismicity: A full scale experimental study. s.l. : ELSEVIER, 2017. artículo.

KERSTING, Ryan A, FAHNESTOCK, Larry A y LOPEZ, Walterio A. Seismic Design of Steel Buckling - Restrained Braced Frames. U.S. Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology. USA : nehrp, 2015.

La sentencia sobre el terremoto del 6 de abril de 2009 en L'Aquila, Italia: Lecciones para la gestión del riesgo en América central. MORA, Sergio. Costa Rica : s.n., 2014, Revista geológica de América Central.

LU, hongjia, GILBERT, mathew y TYAS, andrew. Theoretically optimal bracing for pre-existing building frames. Department of Civil and Structural Engineering, University. Sheffield, UK : s.n., 2018.

Manual de curso de investigación cuantitativa. CARDENAS, Julian. 8, Berlín, Alemania : TrAndeS, 2018, Vol. 1. DOI: 10.17169/refubium-216.

Metodos y técnicas de investigación científica. PULIDO, Marta. 1, Maracaibo, Venezuela : Universidad de Zulia, 2015, Vol. 31. 1137-1156 ISSN: 10121587.

MUÑOZ PELAEZ, Alejandro. Comentarios a la norma peruana E.030 diseño sismoresistente. Gerencia de investigacion y normalizacion del SENCICO, SENCICO. Peru : s.n., 2020.

MURTY, C, y otros. Earthquake Behaviour of Buildings. Gujarat state disaster management authority. india : s.n., 2016. informe .

ORELLANA, Alan. Analisis de factibilidad de la aplicacion de arriostres de pandeo restringido como sistema de control de respuesta. Escuela de Posgrado, Pontificia Universidad Catolica del Peru. Lima : s.n., 2020. Tesis.

OSEDA, Dulio. Como aprender y enseñar investigacion cientifica. huancavelica,Peru : Universidad nacional de huancavelica, 2011. ISBN: 9786124601903.

PALENCIA, Maria y PASTOR, Carlos. Rehabilitacion sismica de estructuras por medio de muros de concreto reforzado y contravientos restringidos contra pandeo: una metodologia basada en el control de desplazamientos. Ingenieria Civil, Universidad Autonoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Mexico : s.n., 2012. Tesis.

RAZAK, s, y otros. A Review of Influence of Various Types of structural bracing to the structural perfomance of buildings. Department of Civil Engineering Technology, Universiti Malaysia Perlis. Malaysia : s.n., 2017. Web of Conferences.

RNE. 2018. Reglamento nacional de edificaciones. Peru : s.n., 2018.

RODRIGUEZ, Hector, BOJORQUEZ, Eden y PALAZO, Gustavo. Desempeño sismico de edificios a base de contraventeos restringidos contra pandeo. Sociedad Mexicana de Ingenieria Sismica, Universidad Autonoma de Sinaloa. Mexico : s.n., 2015. Congreso Nacional de Ingenieria Sismica.

SABELLI, Rafael, ROEDER, Charles y HAJJAR, Jerome. Seismic design of steel special concentrically braced frame systems. U.S. Department of Commerce, National institute of standards and technology. U.S.A : s.n., 2013. NIST GCR 13-917-24.

SERRA AÑO, Pilar, y otros. Analisis de varianza de un factor (ANOVA). Servicio de formacion permanente e innovacion educativa (SFPIE), Universidad de Valencia. España : s.n., 2014.

TAPIA, Jose. Diseño sismoresistente de una edificacion de estructura metalica de 4 pisos para uso comercial. Facultad de Ingenieria Civil, Universidad Nacional del Centro del Peru. Huancayo : s.n., 2014. Tesis.

TAVERA, Hernando. Evaluacion del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en Peru. Ministerio del Ambiente, Instituto Geofisico del Peru. Peru : s.n., 2014. Informe. ISBN: 9786124579592.

TERAN, Amador, QUIROZ, Arturo y SERRANO, Montserrat. Ventajas sismoresistentes y ambientales del sistema de rejillas rigidas diagrid para edificios en zonas de alta sismicidad. Sociedad Mexicana de Ingenieria. Mexico : Revista de Ingenieria Sismica, 2017. ISSN: 0185-092X.

Un método para el diseño sísmico preliminar y la evaluación de estructuras de baja altura protegidas con arriostramientos restringidos por pandeo. GUERRERO, Hector, y otros. Mexico: Elsevier, 2016, Engineering Structures. DOI: 10.1016/j.engstruct.2016.05.015.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigacion científica. Lima, Peru : San Marcos, 2015. ISBN: 9786123028787.

ANEXOS:

ANEXOS 01: Matriz de Operacionalización de Variables

Título: Respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando diagonales de pandeo restringido según su disposición, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.

Autor: Bach. Santiago Huamancha, Jhonny

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable 1: Diagonales de pandeo restringido según su disposición	Teran (2017), la literatura define a los sistemas de arriostramiento lateral de pandeo restringido, como sistemas de control de respuesta, que generan niveles de arriostramiento lateral importante, debido al incremento sustancial de la rigidez lateral de la estructura.	Las diagonales de pandeo restringido también conocidas como CRP se operacionalizan por medio de sus dimensiones que representan los tipos disposiciones o la forma de ser colocados paralelo en la misma dirección, zigzag y multinivel x; por su parte cada una de estas dimensiones se subdividen en cuatro indicadores.	D1: Diagonales de pandeo restringido dispuesto en paralelo en la misma dirección	I1: Rigidez lateral (ton/mm) I2: Angulo de inclinación de los diagonales (α) I3: Resistencia a compresión de los diagonales (kg/cm ²) I4: Longitud del CRP	Razón intervalo
			D2: Diagonales de pandeo restringido dispuesto en zig zag	I1: Rigidez lateral (ton/mm) I2: Angulo de inclinación de los diagonales (α) I3: Resistencia a compresión de los diagonales (kg/cm ²) I4: Longitud del CRP	
			D3: Diagonales de pandeo restringido dispuesto en multinivel X	I1: Rigidez lateral (ton/mm) I2: Angulo de inclinación de los diagonales (α) I3: Resistencia a compresión de los diagonales (kg/cm ²) I4: Longitud del CRP	
Variable 2: Respuesta sísmica	Elnashai y Di sarno (2015), la teoría de la dinámica de estructuras, define a la respuesta sísmica, como las deformaciones o desplazamientos laterales de las masas inerciales en cada entrepiso. En los modelos para edificaciones, que son los modelos de masas concentradas, las respuestas se registran en las masas y estas respuestas pueden ser: desplazamientos, velocidades o aceleraciones.	La respuesta sísmica se operacionalizan por medio de sus dimensiones que representan: Cortante basal, Nivel de daño estructural y Fuerzas internas; por su parte cada una de estas dimensiones se subdividen en dos o tres indicadores.	D1: Cortante basal	I1: Masa sísmica I2: Cortantes de entrepiso I3: Coeficiente sísmico	Razón intervalo
			D2: Nivel de daño estructural	I1: Desplazamiento lateral I2: Drift	
			D3: Fuerzas internas	I1: Momento Flector I2: Fuerzas de corte I3: Fuerza axial	

ANEXOS 02: Matriz de consistencia

Título: Respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando diagonales de pandeo restringido según su disposición, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.

Autor: Bach. Santiago Huamancha, Jhonny

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Metodología
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:					
¿Cómo es la respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando diagonales de pandeo restringido según su disposición, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021?	Determinar la respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando diagonales de pandeo restringido según su disposición, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.	La respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando diagonales de pandeo restringido según su disposición es positiva, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.	Variable 1: Diagonales de pandeo restringido según su disposición	D1: Diagonales de pandeo restringido dispuestos en paralelo en la misma dirección	I1: Rigidez lateral (ton/mm) I2: Angulo de inclinación de los diagonales (α) I3: Resistencia a compresión de los diagonales (kg/cm ²) I4: Longitud del CRP	Ficha de recopilación de información	Tipo de investigación: Aplicada Enfoque de investigación: Cuantitativa El diseño de la investigación: No experimental Transversal Descriptivo - comparativo El nivel de la investigación: Descriptivo
				D2: Diagonales de pandeo restringido dispuesto en zig zag	I1: Rigidez lateral (ton/mm) I2: Angulo de inclinación de los diagonales (α) I3: Resistencia a compresión de los diagonales (kg/cm ²) I4: Longitud del CRP		
				D3: Diagonales de pandeo restringido dispuestos en multinivel X	I1: Rigidez lateral (ton/mm) I2: Angulo de inclinación de los diagonales (α) I3: Resistencia a compresión de los diagonales (kg/cm ²) I4: Longitud del CRP		
Problemas Específicos	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicos:					
¿Cuánto varía la cortante basal por la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificaciones comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021?	Estimar la variación de la cortante basal por la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.	La cortante basal se incrementará levemente debido a la implementación de las diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.	Variable 2: Respuesta sísmica	D1: Cortante basal	I1: Masa sísmica I2: Cortantes de entrepiso I3: Coeficiente sísmico		Población: Conformada por 21 edificaciones comerciales aporticadas de concreto armado, entre 4 y 6 niveles, en el sector 2 del distrito de Villa El Salvador.

<p>¿Cuánto varía el nivel de daño estructural por la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificaciones comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021?</p>	<p>Calcular la variación del nivel de daño estructural por la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.</p>	<p>El nivel de daño estructural será reducido significativamente por la implementación de las diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.</p>		<p>D2: Nivel de daño estructural</p>	<p>I1: Desplazamiento lateral I2: Drift</p>	<p>Ficha de recopilación de información</p>	<p>Muestra: Edificio Revolución el cual es aporticado de concreto armado de cuatro pisos</p> <p>Muestreo: No probabilístico, por conveniencia.</p>
<p>¿Cuánto varían las fuerzas internas de la estructura por la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificaciones comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021?</p>	<p>Cuantificar la variación de las fuerzas internas por la implementación de diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.</p>	<p>Las fuerzas internas serán reducidas considerablemente por la implementación de las diagonales de pandeo restringido según su disposición en edificios comerciales, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.</p>		<p>D3: Fuerzas internas</p>	<p>I1: Momento Flector I2: Fuerzas de corte I3: Fuerza axial</p>		

ANEXOS 03: Instrumentos de investigación validados

SIMULACIÓN DE ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS							
PROYECTO: Respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando diagonales de pandeo restringido según su disposición, edificio Revolución, Villa el Salvador 2021.							
AUTOR: Jhonny Santiago Huamancha							
I. Información general:							
Ubicación: sector 2, grupo 12, manzana D y lote 17							
Distrito:	Villa el Salvador	Altitud:	177 m.s.n.m				
Provincia:	Lima	Latitud:	12° 12' 45" S				
Región:	Lima	Longitud:	76° 56' 13" O				
II. Diagonales de pandeo restringido tipo de arreglo diagonal misma dirección							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und
Rigidez lateral	ton/mm	Angulo de inclinacion de la diagonales	°	Resistencia a compresion de las diagonales	kg/cm²	Longitud del CRP	m
III. Diagonales de pandeo restringido tipo de arreglo diagonal zigzag							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und
Rigidez lateral	ton/mm	Angulo de inclinacion de la diagonales	°	Resistencia a compresion de las diagonales	kg/cm²	Longitud del CRP	m
IV. Diagonales de pandeo restringido tipo de arreglo diagonal multinivel X							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und
Rigidez lateral	ton/mm	Angulo de inclinacion de la diagonales	°	Resistencia a compresion de las diagonales	kg/cm²	Longitud del CRP	m
V. Cortante basal							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
Masa sísmica	ton	Cortantes de entre piso	tonf	Coefficiente sísmico			
VI. Nivel de daño estructural							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und				
Desplazamiento lateral	cm	Drift	%				
VII. Fuerzas internas							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
Momento flector	Tonf-m	Fuerzas de corte	Tonf	Fuerza axial	Tonf		
APELLIDOS Y NOMBRES:		Manchego Meza, Juan Alfredo					
PROFESIÓN:		Ing. Civil					
REGISTRO DE CIP N°:		200816					
EMAIL:		zealperu@gmail.com					
TELÉFONO:		975106859					
EXPERTO	EXPERTO	EXPERTO					
A	B	C					
1							
1							
1							
1							
1							
1							
 manchego Meza Juan A. Ing. CIVIL MOP. N° 200816							

ANEXOS 04: Ensayo de testigos diamantinos



GENERAL SERVICES SRL

ESPECIALISTAS EN EVALUACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN NÚCLEOS DE DIAMANTINA DE CONCRETO

Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete

Se ha llevado a cabo la extracción de muestras de Núcleos (corazones) de Concreto con equipo diamantino marca Hilti modelo DD200 con brocas de 2 in y 3 in en obra, para ser sometidos a las pruebas de compresión y aplicar la corrección correspondiente de acuerdo a la ASTM C-42, procedentes del Proyecto: RESPUESTA SISMICA DE EDIFICACIONES COMERCIALES IMPLEMENTANDO DIAGONALES DE PANDEO RESTRINGIDO SEGÚN SU DISPOSICIÓN, EDIFICIO REVOLUCION, VILLA EL SALVADOR 2021.



REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Jhonny Santiago Huamancha
OBRA	: Respuesta sísmica de edificaciones comerciales implementando diagonales de pandeo restringido según su disposición, edificio Revolución
UBICACIÓN	: Sector 2, grupo 12, manzana D y Lote 17 - distrito Villa el Salvador

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Rotura	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Relación altura/diámetro	Factor de Corrección	Carga Máxima	Resistencia (kg/cm ²)
D-1	Columna - 2 PISO	20/02/2022	15.20	7.60	45.36	2.0	0.998	8282.7	182.6
D-2	Viga - 2 PISO	20/02/2022	10.20	5.08	20.26	2.0	0.998	3739.9	184.6
D-3	Columna - 3 PISO	20/02/2022	15.20	7.60	45.36	2.0	0.998	8101.3	178.6
D-4	Viga - 3 PISO	20/02/2022	10.20	5.08	20.26	2.0	0.998	3638.7	179.6
Promedio									181

D&D GENERAL SERVICES SRL.

DANIEL CARHUAMAZA ESPINOZA
GERENTE GENERAL

ANEXOS 05: Certificados de laboratorio de suelos



LIM INGENIEROS E INVERSIONES SAC.

MEC. DE SUELOS y ROCAS, TECNOLOGIA DE CONCRETO Y ASFALTOS
INGENIERIA DE CIMENTACIONES Y ENSAYOS DE MATERIALES

ABRAHAM VALDELOMAR N° 618 - LA TINGUÑA - ICA - TE. 056 251818, Cel. 956-850 961 y #956276715
cvrene@hotmail.com / limsac@hotmail.com



RENE OSWALDO CANCHARI VEGA: ING.CIVIL - GEOTÉCNICO con MAESTRIA en ING.HIDL->DIPLOMADO en SUELOS, CIMENTACIONES, GEOTECNIA Y LABORATORIOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Solicitado por : BACH. SANTIAGO HUAMANCHA JHONNY (ORCID. 0000-0003-0098-1358)
Proyecto : RESPUESTA SISMICA DE EDIFICACIONES COMERCIALES, IMPLEMENTANDO DIAGONALES DE PANDEO RESTRINGIDO SEGÚN SU DISPOSICIÓN, EDIFICIO REVOLUCIÓN, VILLA EL SALVADOR 2021.
Ubicación : SECTOR 2, GRUPO 12, MANZANA "D", LT. 17 - DISTRITO VILLA EL SALVADOR - PROVINCIA Y REGIÓN LIMA

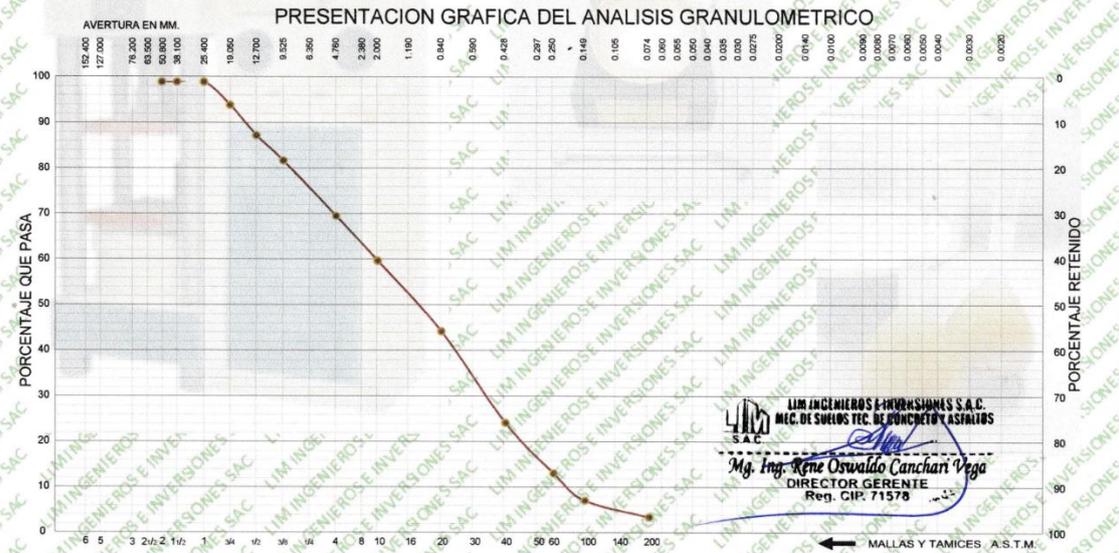
Tipo de Exploración : EXPL. CALICATA A CIELO ABIERTO
Registrado por : Mag. Ing. Rene Oswaldo Canchari Vega
Fecha : ICA, 04 DE MARZO DE 2022

Procedencia : AV. REVOLUCIÓN - VILLA EL SALVADOR
Muestra : C-1, E-1 Prof. : 0.00 - 0.80 mt.
Peso de Muestra : 1000.00 grs. N°200= 2.95%

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO					
Tamizaje ASTM	Aber. mm.	Peso reten.	% Reten.	% Pasa	% Ret. Acum.
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000	51.30	5.13	94.87	5.13
1/2"	12.700	67.60	6.76	88.11	11.89
3/8"	9.500	56.20	5.62	82.49	17.51
1/4"	6.350				
N°4	4.760	123.80	12.38	70.11	29.89
8	2.300				
10	2.000	99.70	9.97	60.14	39.86
16	1.190				
20	0.840	157.20	15.72	44.42	55.58
30	0.590				
40	0.420	203.60	20.36	24.06	75.94
50	0.297				
60	0.250	112.40	11.24	12.82	87.18
80	0.177				
100	0.149	61.30	6.13	6.69	93.31
140	0.105				
200	0.074	37.40	3.74	2.95	97.05
Fondo		29.50	2.95	0.00	100.00
Peso Total =		1000.00	gr.		
D ₁₀ (mm)	0.204		C _u	9.78	
D ₃₀ (mm)	0.543		C _c	0.73	
D ₆₀ (mm)	1.990				

HUMEDAD NATURAL (w)	%	3.54
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	%	0.00
LIMITE PLASTICO (L.P.)	%	0.00
INDICE PLASTICO (I.P.)	%	0.00
PESO ESPECIFICO	(gr/cc)	2.58

CLASIFICACION S.U.C.S.	S P
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-1-b (0)



ESTUDIOS DE SUELOS: SUELOS - GEOTECNIA, GEOLOGICOS E HIDRAULICOS - DISEÑO DE MEZ. DE CONCRETO, PAVIMENTOS Y ASFALTOS - ENSAYOS DE CORTE DIRECTO, PROCTOR, C.B.R. Y DENSIDAD DE CAMPO - CLASIFIC. DE SUELOS SUCS Y AASHTO Y EXPLORACION DE CANTERA


LIM INGENIEROS E INVERSIONES S.A.C.
 MEC. DE SUELOS TEC. DE CONCRETO Y ASFALTOS
 Mg. Ing. Rene Oswaldo Canchari Vega
 DIRECTOR GERENTE
 Reg. CIP: 71578



LIM INGENIEROS E INVERSIONES SAC.

MEC. DE SUELOS y ROCAS, TECNOLOGIA DE CONCRETO Y ASFALTOS
INGENIERIA DE CIMENTACIONES Y ENSAYOS DE MATERIALES

LABORATORIOS

ABRAHAM VALDELOMAR N° 618 - LA TINGUIÑA - ICA - T.F. 056 251818, Cel. 956-850 961 y #956276715
cvrene@hotmail.com / limsac@hotmail.com



RENE OSWALDO CANCHARI VEGA: ING.CIVIL - GEOTÉCNICO con MAESTRIA en ING.HIDL. <=> DIPLOMADO en SUELOS, CIMENTACIONES, GEOTECNIA Y LABORATORIOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Solicitado por : BACH. SANTIAGO HUAMANCHA JHONNY (ORCID. 0000-0003-0098-1358)
Proyecto : RESPUESTA SISMICA DE EDIFICACIONES COMERCIALES, IMPLEMENTANDO DIAGONALES DE PANDEO RESTRINGIDO SEGUN SU DISPOSICION, EDIFICIO REVOLUCION, VILLA EL SALVADOR 2021.
Ubicación : SECTOR 2, GRUPO 12, MANZANA "D", LT. 17 - DISTRITO VILLA EL SALVADOR - PROVINCIA Y REGION LIMA

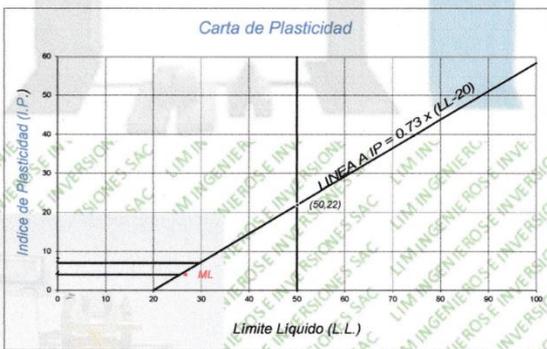
Tipo de Exploración : EXPL. CALICATA A CIELO ABIERTO
Registrado por : Mag. Ing. Rene Oswaldo Canchari Vega
Fecha : ICA, 04 DE MARZO DE 2022

Procedencia : AV. REVOLUCION - VILLA EL SALVADOR
Muestra : C-1, E-2 Prof. : 0.80 - 1.80 mt.
Peso de Muestra : 1000.00 grs. N°200= 9.98%

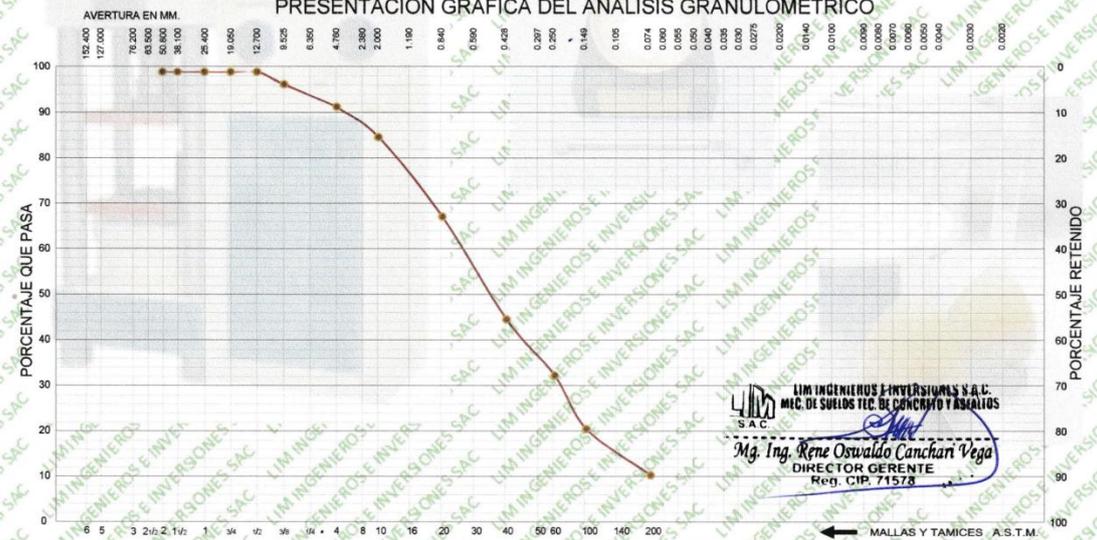
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO					
Tamizaje ASTM	Aber. mm.	Peso reten.	% Reten.	% Pasa	% Ret. Acum.
2"	50.800				
3/4"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				
1/2"	12.700				
3/8"	9.500	27.80	2.78	97.22	2.78
1/4"	6.350				
N#4	4.760	49.70	4.97	92.25	7.75
8	2.300				
10	2.000	67.80	6.78	85.47	14.53
16	1.190				
20	0.840	178.40	17.84	67.63	32.37
30	0.590				
40	0.420	228.70	22.87	44.76	55.24
60	0.297				
80	0.250	125.40	12.54	32.22	67.78
100	0.177				
140	0.105	119.20	11.92	20.30	79.70
200	0.074	103.20	10.32	9.98	90.02
Fondo		99.80	9.98	0.00	100.00
Peso Total =		1000.00	gr.		
D ₁₀ (mm)	0.074		C _u	9.44	
D ₃₀ (mm)	0.231		C _c	1.03	
D ₆₀ (mm)	0.700				

HUMEDAD NATURAL (W)	%	4.12
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	%	26.70
LIMITE PLASTICO (L.P.)	%	22.50
INDICE PLASTICO (I.P.)	%	4.20
PESO ESPECIFICO	(gr/cc)	2.57

CLASIFICACION S.U.C.S.	S W - S M
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-1-b (0)



PRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS GRANULOMETRICO



ESTUDIOS DE SUELOS; SUELOS - GEOTECNIA; GEOLÓGICOS E HIDRÁULICOS - DISEÑO DE MEZ. DE CONCRETO, PAVIMENTOS Y ASFALTOS - ENSAYOS DE CORTE DIRECTO, PROCTOR, C.B.R. Y DENSIDAD DE CAMPO - CLASIFIC. DE SUELOS SUCS Y AASHTO Y EXPLORACION DE CANTERA

LIM INGENIEROS E INVERSIONES S.A.C.
MEC. DE SUELOS TEC. DE CONCRETO Y ASFALTOS
Mg. Ing. Rene Oswaldo Canchari Vega
DIRECTOR GERENTE
Reg. CIP. 71578



LIM INGENIEROS E INVERSIONES SAC.

MEC. DE SUELOS Y ROCAS, TECNOLOGIA DE CONCRETO Y ASFALTOS
INGENIERIA DE CIMENTACIONES Y ENSAYOS DE MATERIALES

ABRAHAM VALDELOMAR N° 618 - LA TINGUISA - ICA - T.F. 056 251818, Cel. 956-850 961 y #956276715

cvrene@hotmail.com | llimsac@hotmail.com



RENE OSWALDO CANCHARI VEGA: ING. CIVIL - GEOTÉCNICO con MAESTRIA en ING. HDL. <> DIPLOMADO en SUELOS, CIMENTACIONES, GEOTECNIA Y LABORATORIOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

Solicitado por : BACH. SANTIAGO HUAMANCHA JHONNY (ORCID. 0000-0003-0098-1358)
Proyecto : RESPUESTA SISMICA DE EDIFICACIONES COMERCIALES, IMPLEMENTANDO DIAGONALES DE PANDEO RESTRINGIDO SEGÚN SU DISPOSICIÓN, EDIFICIO REVOLUCIÓN, VILLA EL SALVADOR 2021.
Ubicación : SECTOR 2, GRUPO 12, MANZANA "D", LT. 17 - DISTRITO VILLA EL SALVADOR - PROVINCIA Y REGIÓN LIMA

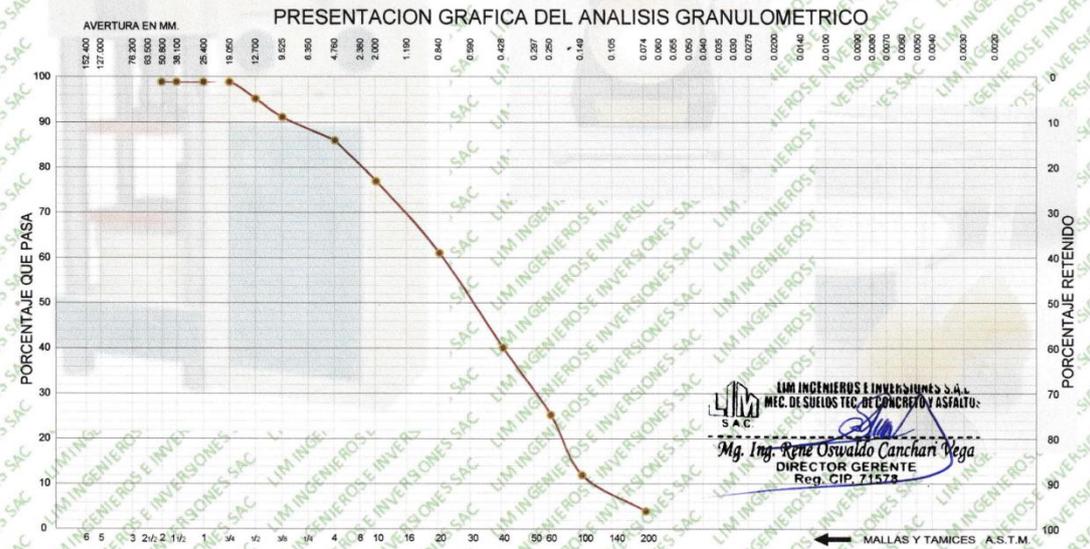
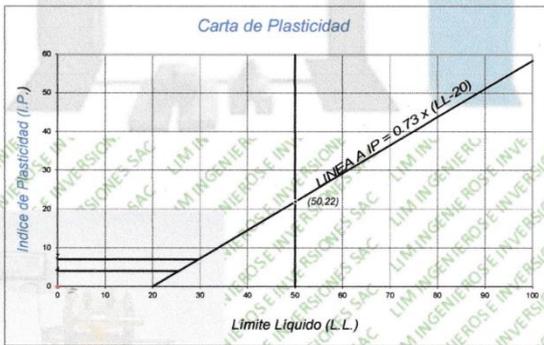
Tipo de Exploración : EXPL. CALICATA A CIELO ABIERTO
Registrado por : Mag. Ing. Rene Oswaldo Canchari Vega
Fecha : ICA, 04 DE MARZO DE 2022

Procedencia : AV. REVOLUCIÓN - VILLA EL SALVADOR
Muestra : C-1, E-3 Prof. : 1.80 - 3.00 mt.
Peso de Muestra : 1000.00 grs. N°200= 3.54%

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO							
ESTANDAR DE CLASIFICACION ASTM D422-D2216-D2487 / AASHTO T87	Tamizez ASTM	Aber. mm	Peso reten.	% Reten.	% Pasa	% Ret. Acum.	
	2"	50.800					
	3/4"	38.100					
	1"	25.400					
	3/4"	19.000					
	1/2"	12.700	37.40	3.74	96.26	3.74	
	3/8"	9.500	41.20	4.12	92.14	7.86	
	1/4"	6.350					
	N°4	4.760	52.30	5.23	86.91	13.09	
	8	2.300					
	10	2.000	92.20	9.22	77.69	22.31	
	16	1.190					
	20	0.840	161.20	16.12	61.57	38.43	
	30	0.590					
	40	0.420	212.40	21.24	40.33	59.67	
60	0.297						
60	0.250	151.30	15.13	25.20	74.80		
80	0.177						
100	0.149	135.30	13.53	11.67	88.33		
140	0.105						
200	0.074	81.30	8.13	3.54	96.46		
Fondo		35.40	3.54	0.00	100.00		
Peso Total =		1000.00	gr.				
D ₁₀ (mm)		0.134	C _u	6.06			
D ₃₀ (mm)		0.304	C _c	0.85			
D ₆₀ (mm)		0.809					

HUMEDAD NATURAL (W)	%	4.35
LIMITE LIQUIDO (L.L.)	%	0.00
LIMITE PLASTICO (L.P.)	%	0.00
INDICE PLASTICO (I.P.)	%	0.00
PESO ESPECIFICO	(gr/cc)	2.58

CLASIFICACION S.U.C.S.	S	P
CLASIFICACION A.A.S.H.T.O.	A-1-b	(0)



LIM INGENIEROS E INVERSIONES S.A.C.
MEC. DE SUELOS TEC. DE CONCRETO Y ASFALTO.
Mg. Ing. Rene Oswaldo Canchari Vega
DIRECTOR GERENTE
Reg. CIP. 71574



LIM INGENIEROS E INVERSIONES SAC.

MEC. DE SUELOS y ROCAS, TECNOLOGIA DE CONCRETO Y ASFALTOS

INGENIERIA DE CIMENTACIONES - GEOLOGICAS - HIDROLOGICAS - ENSAYOS DE MATERIALES

DIRECCION: CALLE ABRAHAM Y DELORMAR N° 650 - LA TINGUIÑA - ICA - ICA. RUC N° 2049514695

Correos: cvrene@hotmail.com / linsac@hotmail.com, Contacto: 956288855 / 989034062

Lim Ingenieros e Inversiones S.A.C.



Mg. Ingeniero Civil RENE OSWALDO CANCHARI VEGA CIP N° 71578, con MAESTRIA en GEOLOGIA GEOTECNIA y ING. HIDRAULICA -> DIPLOMADOS en SUELOS y CIMENTACIONES -> LABORATORIOS

PERFIL ESTRATIGRAFICO				REGISTRO CALICATA: C-1			
SOLICITANT :	BACH. SANTIAGO HUAMANCHA JHONNY (ORCID: 0000-0003-0098-1358)			NIVEL FREATICO :	NO SE ENCONTRO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA		
PROYECTO :	"RESPUESTA SISMICA DE EDIFICACIONES COMERCIALES, IMPLEMENTANDO DIAGONALES DE PANDEO RESTRINGIDO SEGUN SU DISPOSICION, EDIFICIO REVOLUCION, VILLA EL SALVADOR 2021			EXPLORACION :	TAJO ABIERTO		
UBICACION :	SECTOR 2, GRUPO 12, MANZANA D, LOTE 17 - DISTRITO VILLA EL SALVADOR - PROVINCIA Y REGION LIMA			MUESTRA :	SUELO NATURAL		
Registrado :	ING. CIP. RENE OSWALDO CANCHARI VEGA			CALICATA :	C-01; E-1, E-2, E-3		
Fecha :	ICA, 04 DE MARZO DE 2022			PROFUNDIDAD :	0.00 - 3.00 mt.		
Profundidad mt.	simbolo (SUCS)	simbolo grafico	DESCRIPCION	Muestra	Limites de consistencia		
					W(%)	L.L.(%)	L.P.(%)
0.20	SP	○	ARENA POBREMENTE GRADUADA EN ESTADO SUELTO, COLOR GRIS SIN PLASTICIDAD, PASA LA MALLA N° 4 = 70.11 %, MALLA N° 40 = 24.06 % Y MALLA N° 200 = 2.95 %. HAY PRESENCIA DE IMPUREZAS ORGANICAS Y NO PRESENTA AGRESIVIDAD DE SUSTANCIAS QUIMICAS, SI PUEDE USAR CEMENTO TIPO I.	E - 1	3.54	NP	NP
0.40							
0.60							
0.80	SW-SM	○	ARENA-LIMO BIEN GRADUADA EN ESTADO SEMI-COMPACTO A SUELTO, COLOR GRIS POCA PLASTICIDAD, PASA LA MALLA N° 4 = 92.25 %, MALLA N° 40 = 44.76 % Y MALLA N° 200 = 9.98 %, NO PRESENCIA DE IMPUREZAS ORGANICAS TAMPOCO PRESENTA AGRESIVIDAD DE SUSTANCIAS QUIMICAS PUEDE USAR CEMENTO TIPO I.	E - 2	4.12	26.70	22.50
1.00							
1.20							
1.40	SP	○	ARENA POBREMENTE GRADUADA, ESTADO SEMI-COMPACTO A SUELTO, COLOR BEIGE, PASA MALLA N° 4 = 86.91 %, MALLA N° 40 = 40.33 %, MALLA N° 200 = 3.54 %, POCA PLASTICIDAD, NO PRESENTA AGRESIVIDAD DE SUSTANCIAS QUIMICAS SE PUEDE USAR CEMENTO TIPO I.	E - 3	4.35	NP	NP
1.60							
1.80							
2.00							
2.20							
2.40							
2.60							
2.80							
3.00							

LIM INGENIEROS E INVERSIONES S.A.C.
MEC. DE SUELOS, ROCAS, DE CONCRETO Y ASFALTOS
Mg. Ing. Rene Oswaldo Canchari Vega
DIRECTOR GERENTE
Reg. CIP. 71578

ESTUDIO MEC. SUELOS Y GEOTECNIA, GEOLOGIA, HIDRICOS Y PAVIMENTOS - DISENOS DE MEZ. DE CONCRETO Y ASFALTOS - CORTE DIRECTO, PROCTOR, C.B.R., DENSIDAD DE CAMPO, ENSAYOS DE PROBETAS, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS.



LIM INGENIEROS E INVERSIONES SAC.

MEC. DE SUELOS y ROCAS, TECNOLOGIA DE CONCRETO Y ASFALTOS

INGENIERIA DE CIMENTACIONES - GEOLOGICAS - HIDROLOGICAS ↔ ENSAYOS DE MATERIALES

DIRECCION CALLE ABRAHAM VALDELOMAR N° 650 - LA TINGUISA - ICA - ICA, RUC N° 20495134695

Correos: cvrene@hotmail.com / limsac@hotmail.com, Contacto: 956288855 / 990034062

Lim Ingenieros e Inversiones S.A.C.



Mag. Ingeniero Civil RENE OSWALDO CANCHARI VEGA CIP N° 71578, con MAESTRIA en GEOLOGIA-GEOTECNIA y ING. HIDRAULICA ↔ DIPLOMADOS en SUELOS y CIMENTACIONES ↔ LABORATORIOS

DENSIDA DE CAMPO IN SITU METODO DEL CONO DE ARENA

NORMA: (ASTM: D 1556 Y AASHTO: T 191)

OBRA / PROYECTO :	RESPUESTA SISMICA DE EDIFICACIONES COMERCIALES, IMPLEMENTANDO DIAGONALES DE PANDEO RESTRINGIDO SEGÚN SU DISPOSICIÓN, EDIFICIO REVOLUCIÓN, VILLA EL SALVADOR 2021.	
SOLICITANTE :	BACH. SANTIAGO HUAMANCHA JHONNY (ORCID: 0000-0003-0098-1358)	CONTROL : 01 - COMPACIDAD DE SUELO NATURAL
UBICACION :	SECTOR 2, GRUPO 12, MANZANA D, LOTE 17, DISTRITO VILLA EL SALVADOR - PROVINCIA Y REGIÓN LIMA	CALICATAS : C - 1; E - 2
TIPO DE MATERIAL :	MAT. PROPIO - SUELO NATURAL	A LA PROF. DE 1.70 MT.
REGISTRADO POR :	Mg. ING. RENE OSWALDO CANCHARI VEGA	CANTERA : MATERIAL PROPIO
FECHA :	ICA, 04 DE MARZO DE 2022	TERRENO NATURAL

MUESTRA N°	C - 01				
CALICATA DE EXPLOR.	E-02				
LUGAR	VILLA SALVADOR				
PROF. DE ENSAYO REALIZADO	1.70				
LADO	EJE				
1. Peso de la lata + suelo humedo	3750.10				
2. Peso de la lata	0.00				
3. Peso del suelo humedo (1 - 2)	3750.10				
4. Peso de arena + frasco	4000.00				
5. Peso de la arena que queda + el frasco + el peso de arena embudo	1028.70				
6. Peso del arena empleada (4 - 5)	2971.30				
7. Densidad de la arena	1.34				
8. Volumen del hueco (6/7)	2217.39				
9. Peso de la grava al aire	255.40				
10. Volumen de la grava por desplaz.	98.23				
11. Peso del suelo (3 - 9)	3494.70				
12. Volumen del suelo (8 - 10)	2119.16				
13. Densidad del suelo humedo(11/12)	1.65	1.65			
14. Humedad contenida en el suelo	4.39				
15. Densidad del suelo seco	1.58				
16. Densidad del suelo seco gr/cm3	1.58	1.58			
17. Max. Dens. determinada en la curva	-				
18. Porcentaje de compactacion(16/17)	-				
19. Compactacion especificada	-				
Espesor compactado (mts.)	-				

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N°	A - 5				
1. Peso de la lata + suelo humedo	386.60				
2. Peso de la lata + suelo seco	376.80				
3. Peso de agua	9.80				
4. Peso de lata	153.70				
5. Peso del Suelo seco	223.10				
6. Porcentaje de humedad	4.39				

LIM INGENIEROS E INVERSIONES S.A.C.
MEC. DE SUELOS TEC. DE CONCRETO Y ASFALTOS.

Mg. Ing. Rene Oswaldo Canchari Vega
DIRECTOR GERENTE
Reg. CIP. 71573

ESTUDIO MEC. SUELOS Y GEOTECNIA, GEOLOGIA, HIDRICOS Y PAVIMENTOS - DISEÑOS DE MEZ. DE CONCRETO Y ASFALTOS - CORTE DIRECTO, PROCTOR, C.B.R., DENSIDAD DE CAMPO, ENSAYOS DE PROBETAS, ELABORACIÓN DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS.



LIM INGENIEROS E INVERSIONES SAC.

MEC. DE SUELOS y ROCAS, TECNOLOGIA DE CONCRETO Y ASFALTOS

INGENIERIA DE CIMENTACIONES - GEOLOGICAS - HIDROLOGICAS - ENSAYOS DE MATERIALES

DIRECCION CALLE ABRAHAM VALDELOMAR N° 650 - LA LINGUITA - ICA - ICA, RUC N° 20495414695

Correos: cvrene@hotmail.com / linsac@hotmail.com, Contacto: 956268855 / 980034062 | LIM Ingenieros e Inversiones S.A.C.



Mag. Ingeniero Civil RENE OSWALDO CANCHANI VEGA CIP N° 71578, con MAESTRIA en GEOLOGIA-GEOTECNIA y ING. HIDRAULICA -> DIPLOMADOS en SUELOS y CIMENTACIONES -> LABORATORIOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NORMA ASTM - 3080

SOLICITANTE : BACH. SANTIAGO HUAMANCHA JHONNY (ORCID: 0000-0003-0098-1358)

PROYECTO : RESPUESTA SISMICA DE EDIFICACIONES COMERCIALES, IMPLEMENTANDO DIAGONALES DE PANDEO RESTRINGIDO, SEGUN SU DISPOSICION EDIFICIO REVOLUCION, VILLA EL SALVADOR 2021

UBICACION : SECTOR 2, GRUPO 12, MANZANA D, LOTE 17, DISTRITO VILLA EL SALVADOR - LIMA - LIMA

FECHA : ICA, 05 DE MARZO DE 2022

Sondaje : C - 1 Clasif. (SUCS) : SW-SM / ARENA LIMOSA DE BAJA COMPRESIBILIDAD

Muestra : E - 2 Velocidad (mm/min) : 0.5

Profundidad : 1.60 m. Coef. Anillo CR (div/kg.) : 0.306

Estado : REMOLDEADO

DATOS DEL ESPECIMEN 1

Longitud (cm)	6.000	Peso del espec. (gr.)	116.00
Altura (cm)	2.000	Dens. Nat. (kg/cm ³)	1.65
Área (cm ²)	36.000	hum. final (%)	4.40
Volum. (cm ³)	72.000	Esf. Normal (kg/cm ²)	0.50
Hum. inicial (%)	4.40	Carg. Normal (kg)	20.00

Deform. Tangencial		desplaz. vertical (divisiones)	desplazam. horizontal (divisiones)	Fuerza de corte (kg)	Esfuerzo de corte (kg/cm ²)
div.	mm				
0	0.000	130	0	0.00	0.00
10	0.250	128	15	4.59	0.13
20	0.500	125	22	6.73	0.19
30	0.750	120	26	7.96	0.22
40	1.000	117	29	8.87	0.25
50	1.250	114	32	9.79	0.27
60	1.500	110	35	10.71	0.30
70	1.750	108	37	11.32	0.31
80	2.000	105	40	12.24	0.34
90	2.250	102	42	12.85	0.36
100	2.500	100	43	13.16	0.37
110	2.750	95	45	13.77	0.38
120	3.000	90	45	13.77	0.38
130	3.250	85	45	13.77	0.38
140	3.500	80	45	13.77	0.38
150	3.750	80	45	13.77	0.38
160	4.000	80	45	13.77	0.38
170	4.250				
180	4.500				
190	4.750				
200	5.000				
210	5.250				
220	5.500				



LIM INGENIEROS E INVERSIONES S.A.C.
MEC. DE SUELOS Y ROCAS, TECNOLOGIA DE CONCRETO Y ASFALTOS.

Mg. Ing. Rene Oswaldo Canchan Vega
DIRECTOR GERENTE
Reg. CIP. 71578



LIM INGENIEROS E INVERSIONES S.A.C.

MEC. DE SUELOS y ROCAS, TECNOLOGIA DE CONCRETO Y ASFALTOS

INGENIERIA DE CIMENTACIONES - GEOLOGICAS - HIDROLOGICAS - ENSAYOS DE MATERIALES

DIRECCION: CALLE ABRAHAM VALDEOLMAR N° 650 - LA TINGUIÑA - ICA - ICA, RUC N° 20495414695
Correos: civrene@hotmail.com / lmsac@hotmail.com, Contacto: 956268855 / 990034062



Mag. Ingeniero Civil RENE OSWALDO CANCHARI VEGA CIP N° 71578, con MAESTRIA en GEOLOGIA-GEOTECNIA y ING. HIDRAULICA -> DIPLOMADOS en SUELOS y CIMENTACIONES -> LABORATORIOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NORMA ASTM - 3080

SOLICITANTE : BACH. SANTIAGO HUAMANCHA JHONNY (ORCID: 0000-0003-0098-1358)

PROYECTO : RESPUESTA SISMICA DE EDIFICACIONES COMERCIALES, IMPLEMENTANDO DIAGONALES DE PANDEO RESTRINGIDO, SEGUN SU DISPOSICION EDIFICIO REVOLUCION, VILLA EL SALVADOR 2021.

UBICACION : SECTOR 2, GRUPO 12, MANZANA D, LOTE 17, DISTRITO VILLA EL SALVADOR - LIMA - LIMA

FECHA : ICA, 05 DE MARZO DE 2022

Sondaje : C - 1 Clasif. (SUCS) : SW-SM / ARENA LIMOSA DE BAJA COMPRESIBILIDAD

Muestra : E - 2 Velocidad (mm/min) : 0.5

Profundidad : 1.60 m. Coef. Anillo CR (div/kg.) : 0.306

Estado : REMOLDEADO

DATOS DEL ESPECIMEN 2

Longitud (cm)	6.000	Peso del espec. (gr.)	116.00
Altura (cm)	2.000	Dens. Nat. (kg/cm ³)	1.65
Área (cm ²)	36.000	hum. final (%)	4.40
Volum. (cm ³)	72.000	Esf. Normal (kg/cm ²)	1.00
Hum. inicial (%)	4.40	Carg. Normal (kg)	40.00

Deform. Tangencial		desplaz. vertical	desplazam. horizontal	Fuerza de corte	Esfuerzo de corte
div.	mm	(divisiones)	(divisiones)	(kg)	(kg/cm ²)
0	0.000	220	0	0.00	0.00
10	0.250	210	34	10.40	0.29
20	0.500	205	40	12.24	0.34
30	0.750	201	46	14.08	0.39
40	1.000	197	52	15.91	0.44
50	1.250	195	57	17.44	0.48
60	1.500	192	62	18.97	0.53
70	1.750	187	66	20.20	0.56
80	2.000	183	70	21.42	0.60
90	2.250	178	74	22.64	0.63
100	2.500	175	77	23.56	0.65
110	2.750	170	80	24.48	0.68
120	3.000	165	81	24.79	0.69
130	3.250	158	82	25.09	0.70
140	3.500	150	82	25.09	0.70
150	3.750	145	82	25.09	0.70
160	4.000	145	82	25.09	0.70
170	4.250	145	82	25.09	0.70
180	4.500				
190	4.750				
200	5.000				
210	5.250				
220	5.500				
230	5.750				
240	6.000				

LIM INGENIEROS E INVERSIONES S.A.C.
MEC. DE SUELOS Y ROCAS, TECNOLOGIA DE CONCRETO Y ASFALTOS

Mg. Ing. Rene Oswaldo Canchari Vega
DIRECTOR GERENTE
Reg. CIP. 71578

ESTUDIO MEC. SUELOS Y GEOTECNIA, GEOLOGIA, HIDRICOS Y PAVIMENTOS - DISEÑOS DE MEZ. DE CONCRETO Y ASFALTOS - CORTE DIRECTO, PROCTOR, C.B.R., DENSIDAD DE CAMPO, ENSAYOS DE PROBETAS, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS.



LIM INGENIEROS E INVERSIONES SAC.

MEC. DE SUELOS y ROCAS, TECNOLOGIA DE CONCRETO Y ASFALTOS

INGENIERIA DE CIMENTACIONES - GEOLOGICAS - HIDROLOGICAS - ENSAYOS DE MATERIALES

DIRECCION CALLE ABRAHAM VALDELOMAR N° 630 - LA TINGUIÑA - ICA - ICA - RUC N° 20495414695

Correos: c.orena@hotmail.com / limsac@hotmail.com, Contacto: 956208855 / 990054062

LIM Ingenieros e Inversiones S.A.C.

Mag. Ingeniero Civil RENE OSWALDO CANCHARI VEGA CIP N° 71578, con MAESTRIA en GEOLOGIA-GEOTECNIA y ING. HIDRAULICA - DIPLOMADOS en SUELOS y CIMENTACIONES - LABORATORIOS



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NORMA ASTM - 3080

SOLICITANTE : BACH. SANTIAGO HUAMANCHA JHONNY (ORCID: 0000-0003-0098-1358)
PROYECTO : RESPUESTA SISMICA DE EDIFICACIONES COMERCIALES, IMPLEMENTANDO DIAGONALES DE PANDEO RESTRINGIDO SEGUN SU DISPOSICION, EDIFICIO EVOLUCION, VILLA EL SALVADOR 2021.
UBICACION : SECTOR 2, GRUPO 12, MANZANA D, LOTE 17, DISTRITO VILLA EL SALVADOR - LIMA - LIMA
FECHA : ICA, 05 DE MARZO DE 2022
Sondaje : C - 1 Clasif. (SUCS) : SW-SM / ARENA LIMOSA DE BAJA COMPRESIBILIDAD
Muestra : E - 2 Velocidad (mm/min) : 0.5
Profundidad : 1.60 m. Coef. Anillo CR (div/kg.) : 0.306
Estado : REMOLDEADO

DATOS DEL ESPECIMEN 3

Longitud (cm)	6.000	Peso del espec. (gr.)	116.00
Altura (cm)	2.000	Dens. Nat. (kg/cm ³)	1.65
Área (cm ²)	36.000	hum. final (%)	4.40
Volum. (cm ³)	72.000	Esf. Normal (kg/cm ²)	1.50
Hum. inicial (%)	4.40	Carg. Normal (kg)	60.00

Deform. Tangencial		desplaz. vertical	desplazam. horizontal	Fuerza de corte	Esfuerzo de corte
div.	mm	(divisiones)	(divisiones)	(kg)	(kg/cm ²)
0	0.000	235	0	0	0.00
10	0.250	245	56	17.14	0.48
20	0.500	240	67	20.50	0.57
30	0.750	235	76	23.256	0.65
40	1.000	233	83	25.40	0.71
50	1.250	230	90	27.54	0.77
60	1.500	225	96	29.38	0.82
70	1.750	222	101	30.91	0.86
80	2.000	218	106	32.44	0.90
90	2.250	213	110	33.66	0.94
100	2.500	208	113	34.58	0.96
110	2.750	197	114	34.884	0.97
120	3.000	193	115	35.19	0.98
130	3.250	188	116	35.50	0.99
140	3.500	180	118	36.11	1.00
150	3.750	175	118	36.11	1.00
160	4.000	175	118	36.11	1.00
170	4.250	175	118	36.11	1.00
180	4.500	175	118	36.11	1.00
190	4.750				
200	5.000				
210	5.250				
220	5.500				
230	5.750				
240	6.000				

LIM INGENIEROS E INVERSIONES S.A.C.
MEC. DE SUELOS TER. DE CONCRETO Y ASFALTOS
Mg. Ing. Rene Oswaldo Canchari Vega
DIRECTOR GERENTE
Reg. CIP. 71578



LIM INGENIEROS E INVERSIONES SAC.

MEC. DE SUELOS y ROCAS, TECNOLOGÍA DE CONCRETO Y ASFALTOS

INGENIERÍA DE CIMENTACIONES - GEOLÓGICAS - HIDROLÓGICAS ↔ ENSAYOS DE MATERIALES

DIRECCIÓN CALLE ABRAHAM VALDELOMAR N° 650 - LA TINGUIÑA - ICA - ICA, RUC N° 20495414695

Correos: cvrene@hotmail.com / limsac@hotmail.com, Contacto: 956268835 / 990034062

Lim Ingenieros e Inversiones S.A.C.



Mag. Ingeniero Civil RENE OSWALDO CANCHARI VEGA CIP N° 71578, con MAESTRIA en GEOLOGIA-GEOTECNIA y ING. HIDRAULICA ↔ DIPLOMADOS en SUELOS y CIMENTACIONES ↔ LABORATORIOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NORMA ASTM - 3080

SOLICITANTE: BACH. SANTIAGO HUAMANCHA JHONNY (ORCID: 0000-0003-0098-1358)

RESPUESTA SISMICA DE EDIFICACIONES COMERCIALES, IMPLEMENTANDO DIAGONALES DE PROYECTO : PANDEO RESTRINGIDO SEGUN SU DISPOSICIÓN, EDIFICIO REVOLUCIÓN, VILLA EL SALVADOR 2021.

UBICACIÓN : SECTOR 2, GRUPO 12, MANZANA D, LOTE 17 - DISTRITO VILLA SALVADOR - PROV. LIMA - LIMA

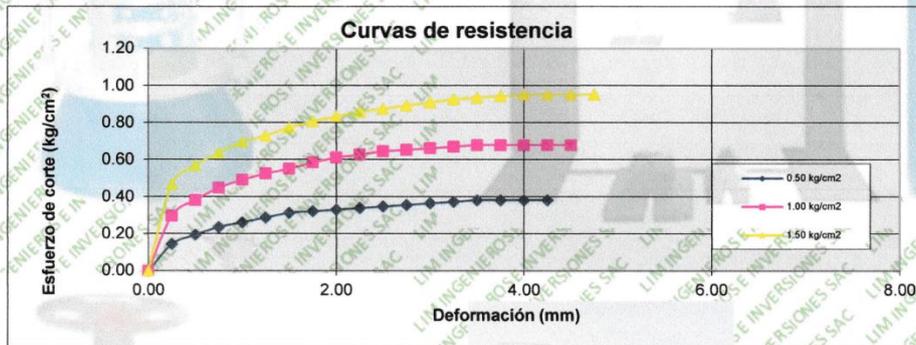
FECHA : ICA, 05 DE MARZO DE 2022

Sondaje : C - 1 Clasif. (SUCS) : SW-SM/ ARENA LIMOSA BIEN GRADUADA, MEDIANA COMPRESIBLE

Muestra : E - 2 Velocidad corte : 0.50 mm/min

Profundidad : 1.60 m. Coef. Anillo C_R : 0.306 div/kg.

Estado : REMOLDEADO



Esf. Normal kg/cm2	Esf. Cortante kg/cm2
0.50	0.38
1.00	0.70
1.50	1.00

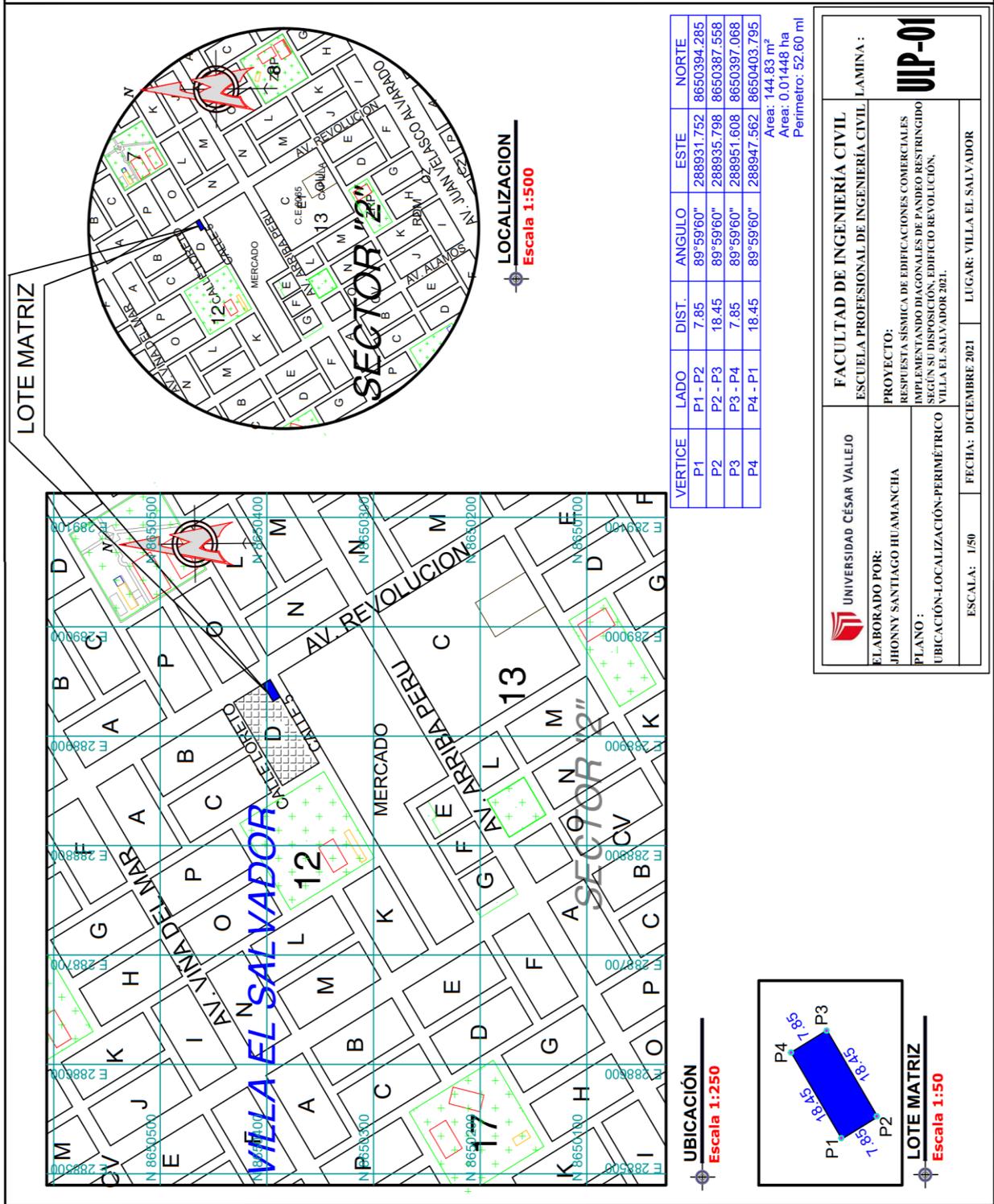
RESULTADOS	
C =	0.07
ϕ =	31.80

LIM INGENIEROS E INVERSIONES S.A.C.
MEC. DE SUELOS TEC. DE CONCRETO Y ASFALTOS
Mg. Ing. Rene Oswaldo Canchari Vega
DIRECTOR GERENTE
Rm CIP 71578

ESTUDIO MEC. SUELOS Y GEOTECNIA, GEOLOGIA, HIDRÍOS Y PAVIMENTOS - DISEÑOS DE MEZ. DE CONCRETO Y ASFALTOS - CORTE DIRECTO, PROCTOR, C.B.R., DENSIDAD DE CAMPO, ENSAYOS DE PROBETAS, ELABORACIÓN DE PROYECTOS, EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS.

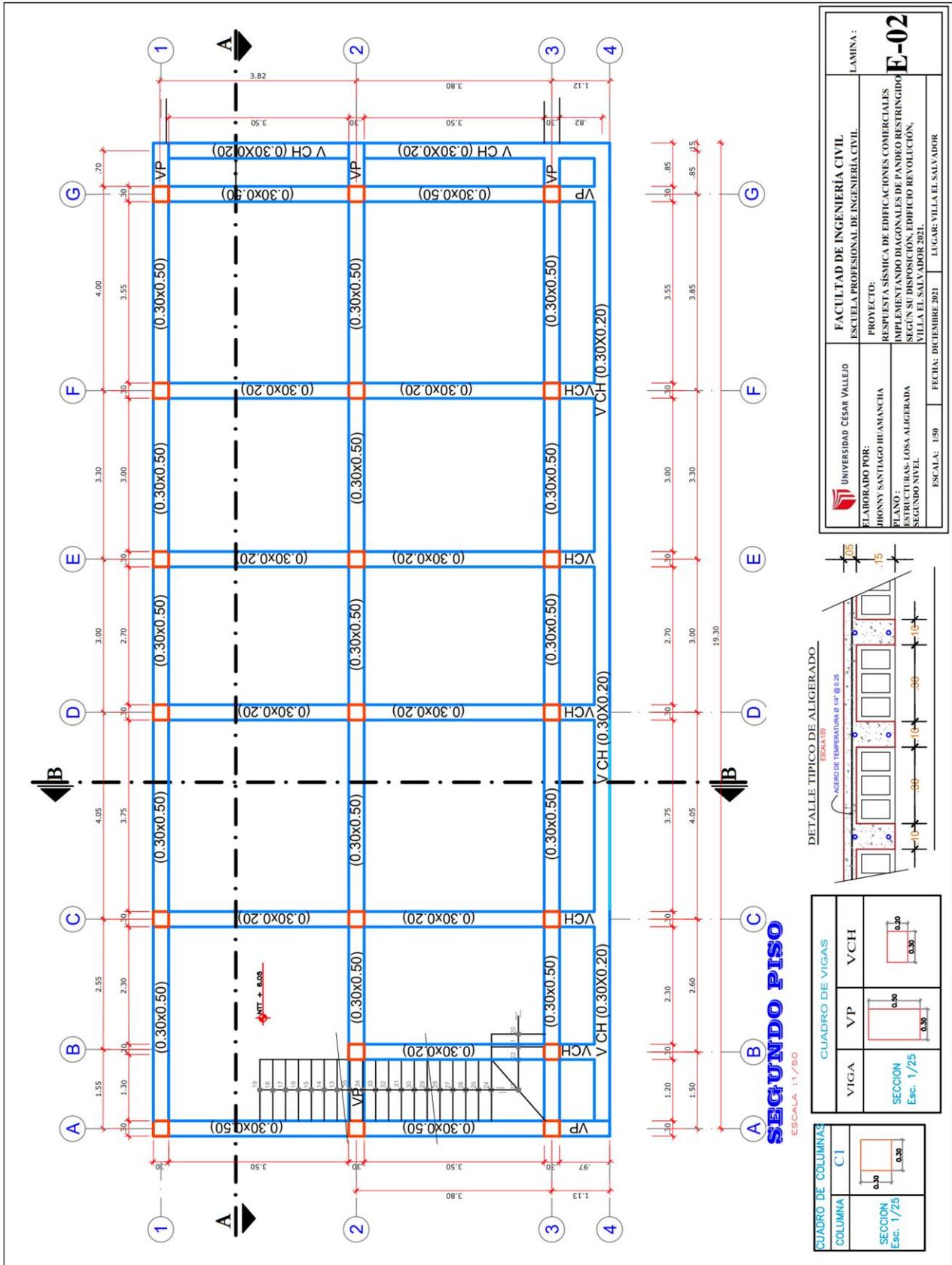
ANEXOS 06: Planos

PLANO DE UBICACION



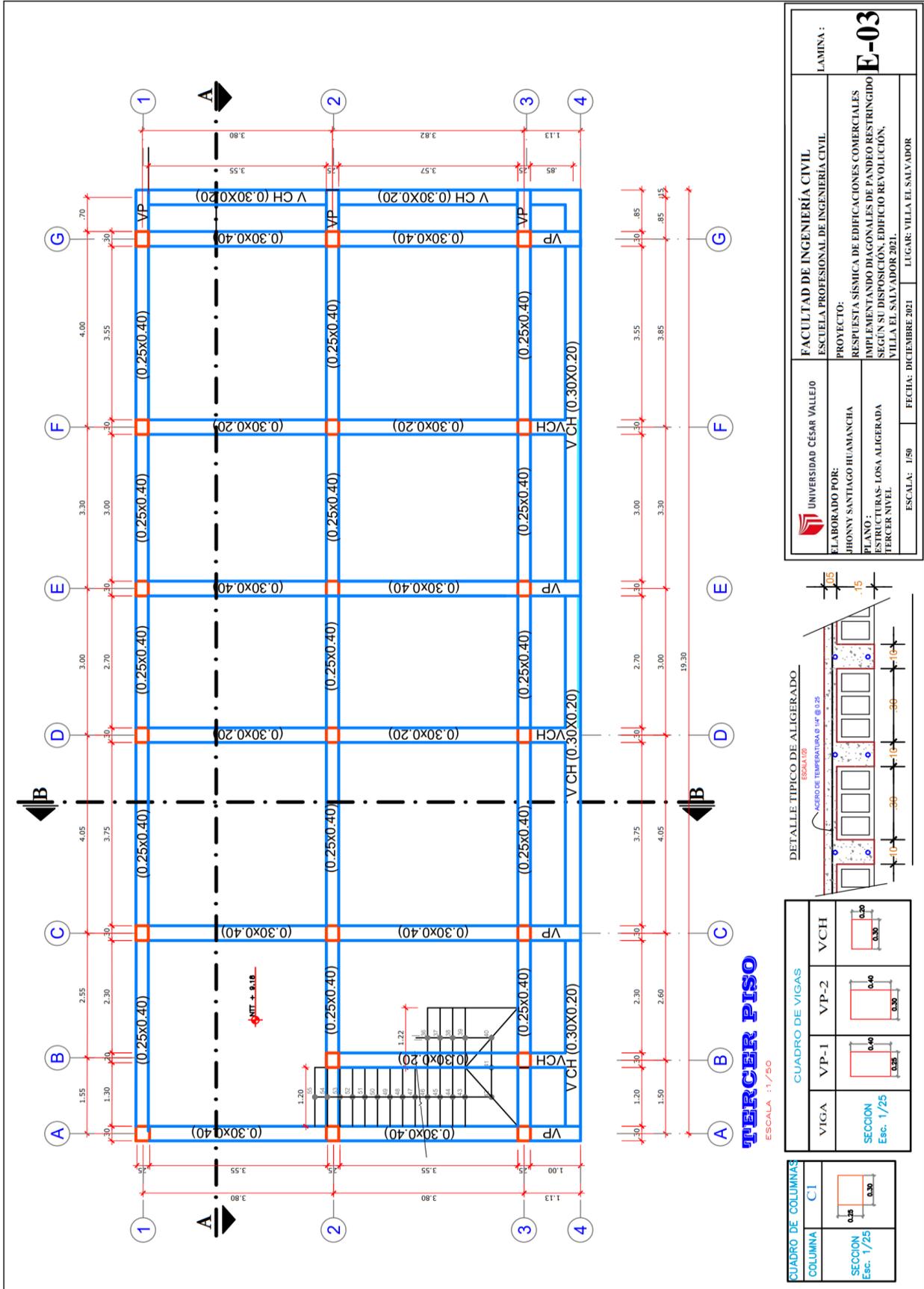
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ELABORADO POR: JHONNY SANTIAGO HUAMANCHA PLANO: UBICACIÓN-LOCALIZACIÓN-PERIMÉTRICO	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	LAMINA: UIP-01	
	PROYECTO: RESPUESTA SÍSMICA DE EDIFICACIONES COMERCIALES IMPLEMENTANDO DIAGONALES DE PANDEO RESTRINGIDO SEGÚN SU DISPOSICIÓN, EDIFICIO REVOLUCIÓN, VILLA EL SALVADOR 2021.		
	ESCALA: 1/50	FECHA: DICIEMBRE 2021	LUGAR: VILLA EL SALVADOR
	AREA: 144.83 m ² AREA: 0.01448 ha PERIMETRO: 52.60 ml		

PLANO ESTRUCTURAL 2do PISO

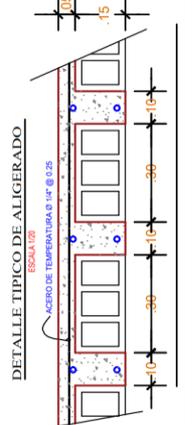


	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	LAMINA : E-02
	ELABORADO POR: JHONNY SANTIAGO HUAMANCHA	PROYECTO: RESPUESTA SÍSMICA DE EDIFICACIONES COMERCIALES IMPLEMENTANDO DALCONALES DE PANDEO RESTRINGIDO SEGÚN SU DISPOSICIÓN, EDIFICIO REVOLUCIÓN, VILLA EL SALVADOR 2021.
PLANO : ESTRUCTURAS-LOSA ALIGERADA SEGUNDO NIVEL	FECHA: DICIEMBRE 2021	LUGAR: VILLA EL SALVADOR
ESCALA: 1/50		

PLANO ESTRUCTURAL 3er PISO



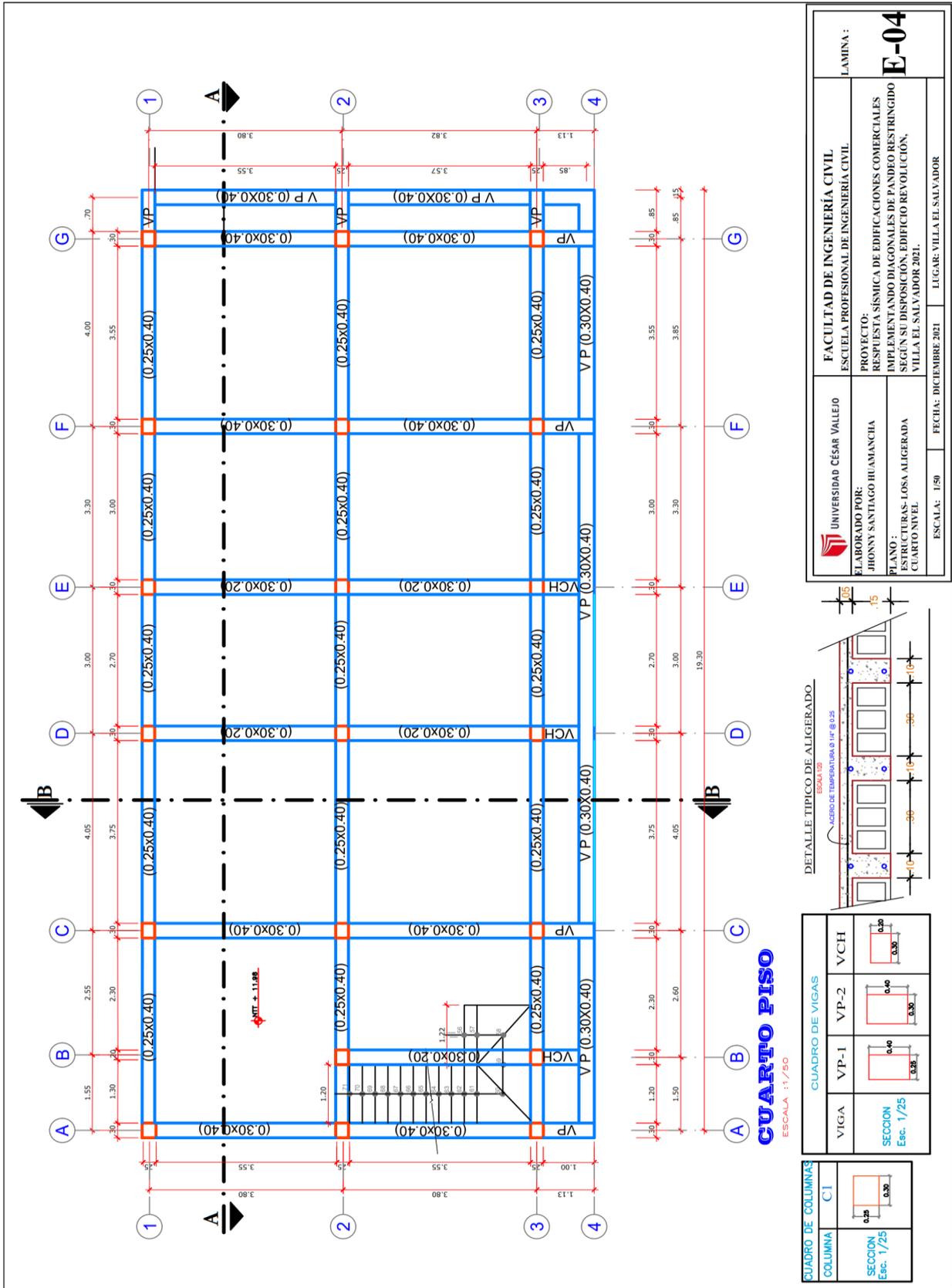
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO ELABORADO POR: JHONNY SANTIAGO HUAMANCHA	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	LAMINA : E-03
	PROYECTO: RESPUESTA SISMICA DE EDIFICACIONES COMERCIALES IMPLEMENTANDO DIAGONALES DE PANDEO RESTRINGIDO SEGUN SU DISPOSICION, EDIFICIO REVOLUCION, VILLA EL SALVADOR 2021	
PLANO : ESTRUCTURAS- LOSA ALIGERADA TERCER NIVEL	FECHA: DICIEMBRE 2021	LUGAR: VILLA EL SALVADOR
ESCALA: 1/50		



CUADRO DE VIGAS			
VIGA	VP-1	VP-2	VCH
SECCION Esc. 1/25			

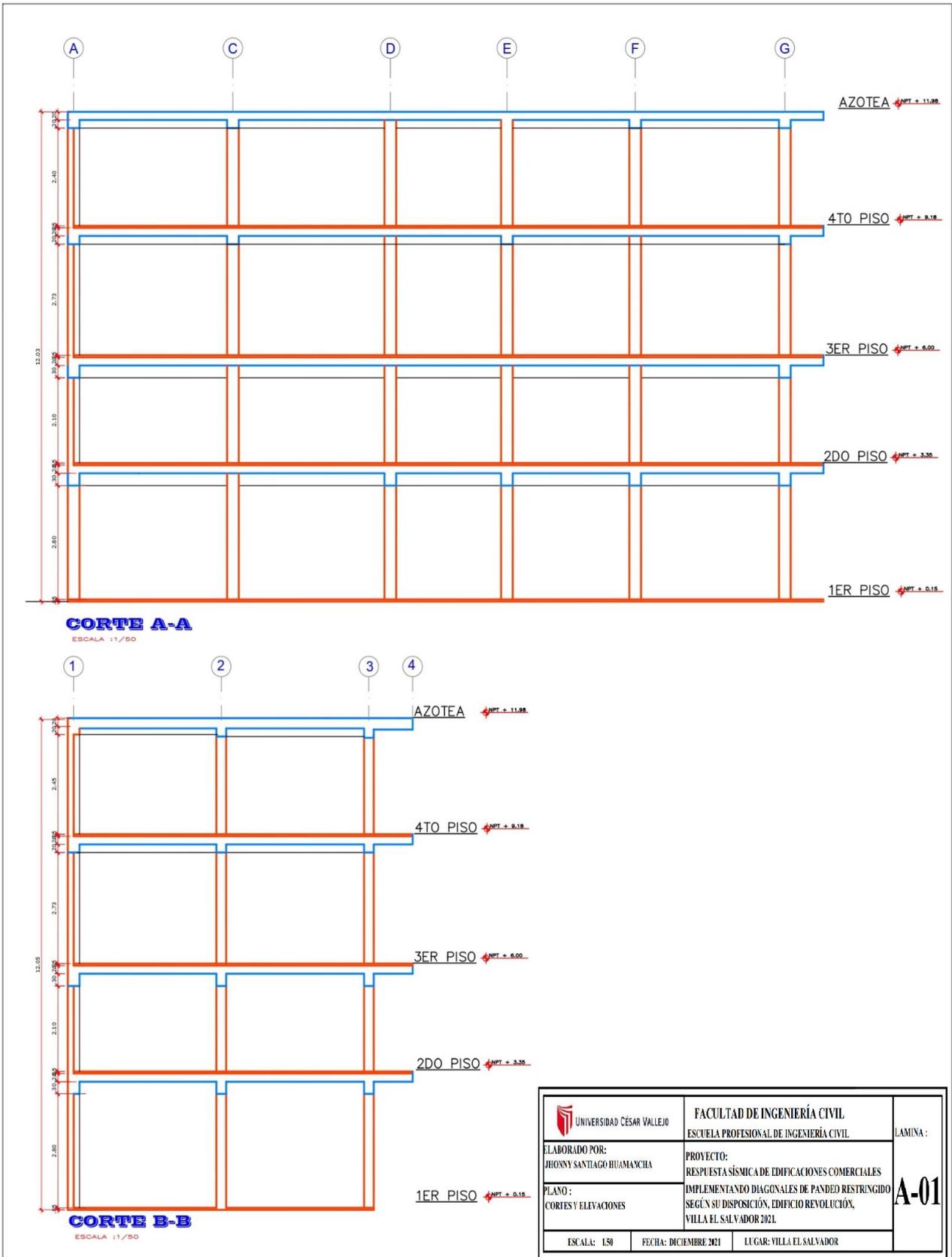
CUADRO DE COLUMNAS	
COLUMNA	C1
SECCION Esc. 1/25	

PLANO ESTRUCTURAL 4to PISO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ELABORADO POR: JHONNY SANTIAGO HUAMANCHA	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	LAMINA :
	PROYECTO: RESPUESTA SISMICA DE EDIFICACIONES COMERCIALES IMPLEMENTANDO DIAGONALES DE PANDEO RESTRINGIDO SEGÚN SU DISPOSICIÓN. EDIFICIO REVOLUCIÓN, VILLA EL SALVADOR 2021.	E-04
PLANO : ESTRUCTURAS- LOSA ALIGERADA CUARTO NIVEL	FECHA: DICIEMBRE 2021 LUGAR: VILLA EL SALVADOR	ESCALA: 1/50

PLANO DE CORTES Y ELEVACIONES



ANEXOS 07: Registros fotográficos



Fotografía 01: Edificio comercial Revolución



Fotografía 02: Medición de secciones



Fotografía 03: Extracción de diamantina



Fotografía 04: Testigos diamantinos



Fotografía 05: Ensayo limite liquido



Fotografía 06: Ensayo corte directo

ANEXOS 08: Carta de presentación



Los Olivos, 05 de abril del 2022

CARTA N°007-2022/EP-ING-CIV-UCV

Señor
Ronald Arturo Castro Chara
Administrador
Edificio revolución

De mi consideración:

Por medio de la presente, es grato dirigirme a usted a fin de saludarlo muy cordialmente y a la vez presentar al estudiante SANTIAGO HUAMANCHA, Jhonny con código de matrícula N° 7002761541 quien en el 2022-I se encuentra matriculado en el programa de taller de titulación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, quien desea tener información de temas relacionado al tema que viene desarrollando **“RESPUESTA SÍSMICA DE EDIFICACIONES COMERCIALES IMPLEMENTANDO DIAGONALES DE PANDEO RESTRINGIDO SEGÚN SU DISPOSICIÓN, EDIFICIO REVOLUCIÓN, VILLA EL SALVADOR 2021”**.

Segura de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Cordialmente,

The image shows a circular official stamp of the Universidad César Vallejo (UCV) on the left, with the text 'UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO' and 'ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL'. To the right of the stamp is a handwritten signature in black ink, which appears to be 'D. Lina B.'.

Mg. Doris Lina Huamán Baldeón
Coordinadora
EP de Ingeniería Civil

Yanet

ANEXOS 09: Respuesta a la carta de presentación

Lima, 06 de abril 2022

CARTA N°007-2022/R.A.C.CH.LIMA

Bach.

Santiago Huamanca Jhonny

De mi consideración:

Mediante la presente carta hago respuesta a su carta N°CARTA N°007-2022/EP-ING-CIV-UCV de fecha 05 de abril del 2022, la cual anteriormente ya había sido autorizada pero por motivos de cambio del título de su tesis se volvió a enviar con esta fecha reciente, en virtud del cual me solicitaba visualización en los exteriores y interiores, mediciones y cotejos, exploración de una calicata (EMS), extracción de testigos diamantinos, toma de fotografías, para así mismo, continuar con el desarrollo de su tesis titulada: "RESPUESTA SÍSMICA DE EDIFICACIONES COMERCIALES IMPLEMENTANDO DIAGONALES DE PANDEO RESTRINGIDO SEGÚN SU DISPOSICIÓN, EDIFICIO REVOLUCIÓN, VILLA EL SALVADOR 2021", en el tiempo que subsista la investigación del proyecto de tesis.

Mi persona ha evaluado su solicitud y **AUTORIZA** que se realicen los trabajos respectivos para que pueda continuar con su investigación.

Espero este conforme con lo emitido, reciba un cordial saludo.

Atentamente:

.....
Ronald Arturo Castro Chara

DNI N°73832587

Administrador del edificio Revolución