



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación del desempeño sísmico de viviendas multifamiliares de sistema mixto con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022

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

**AUTOR:**

Br. Reymundo Espeza, Reiner  
<https://orcid.org/0000-0002-3646-4582>

**ASESOR:**

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto  
<https://orcid.org/0000-0002-41336-7189>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**Lima – Perú**

**2022**

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi familia que siempre han estado dando su apoyo incondicional y también a todas las personas que me apoyaron para lograr.

## **Agradecimiento**

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

## Índice de contenidos

Caratula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>20</b>
3.1. Tipo y Diseño de investigación .....	20
3.2. Variables y operacionalización .....	21
3.3. Población, muestra y muestreo .....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	22
3.5. Procedimiento.....	24
3.6. Método de análisis de datos .....	25
3.7. Aspectos éticos .....	26
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>48</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>63</b>

## Índice de tablas

<i>Tabla 1. Grados de desempeño de la edificación.</i> .....	9
<i>Tabla 2. Intensidades de sismo según VISIÓN 2000.</i> .....	10
<i>Tabla 3. Desempeño sísmico de diseño.</i> .....	11
<i>Tabla 4. Rangos de validez para instrumentos de recolección de datos</i> .....	23
<i>Tabla 5. Juicio de especialistas</i> .....	23
<i>Tabla 6. Procedimiento del análisis estático lineal.</i> .....	25
<i>Tabla 7. Procedimiento del análisis estático no lineal.</i> .....	25
<i>Tabla 8. Metrado de carga del piso típico</i> .....	31
<i>Tabla 9. Metrado de carga de la azotea</i> .....	31
<i>Tabla 10. Peso de la vivienda multifamiliar</i> .....	32
<i>Tabla 11. Parámetros sísmicos y coeficiente de fuerza lateral.</i> .....	32
<i>Tabla 12. Distribución de fuerzas en altura</i> .....	33
<i>Tabla 13. Control de derivas, análisis lineal.</i> .....	35
<i>Tabla 14. Rigidez lateral de la estructura</i> .....	35
<i>Tabla 15. Cálculo de la ductilidad.</i> .....	36
<i>Tabla 16. Propiedades del puntal equivalente.</i> .....	38
<i>Tabla 17. Nivel de desempeño y grado de daño de la estructura.</i> .....	42
<i>Tabla 18. Puntos notables de la curva de capacidad, rigidez elástica y ductilidad.</i> .....	43
<i>Tabla 19. Control de derivas, análisis no lineal.</i> .....	43
<i>Tabla 20. Variación de la rigidez elástica en la dirección X (Lineal VS No lineal).</i> .....	44
<i>Tabla 21. Variación de la ductilidad por desplazamiento (Lineal VS No lineal).</i> .....	45
<i>Tabla 22. Variación de las derivas (D. máximo Vs D. de desempeño)</i> .....	46
<i>Tabla 23. Variación del desempeño sísmico de la estructura (Lineal VS No lineal).</i> .....	47
<i>Tabla 24. Cálculo de la ductilidad (E. Lineal Vs NTP 030).</i> .....	49
<i>Tabla 25. Cálculo del factor de reducción sísmica R.</i> .....	50
<i>Tabla 26. Variación de las derivas respecto a los antecedentes (Métodos lineales).</i> .....	51
<i>Tabla 27. Comparación del desempeño sísmico con los antecedentes</i> .....	52
<i>Tabla 28. Escalas de medición para el grado de desempeño sísmico.</i> .....	53
<i>Tabla 29. Objetivos de desempeño para viviendas de albañilería.</i> .....	55

## Índice de figuras

<i>Figura 1. Grados de daño en la capacidad resistente de la edificación</i> .....	10
<i>Figura 2. Esquema de la técnica Push over</i> .....	12
<i>Figura 3. Espectro de aceleraciones</i> .....	13
<i>Figura 4. Curva de capacidad resistente de un edificio</i> .....	15
<i>Figura 5. Transformación de la capacidad resistente a espectro de capacidad</i> .....	16
<i>Figura 6. Obtención del punto de desempeño</i> .....	18
<i>Figura 7. Diagrama de flujo de un análisis estático no lineal</i> .....	26
<i>Figura 8. Mapa político del Perú y del departamento de Junín</i> .....	27
<i>Figura 9. Mapa de la provincia de Chanchamayo y el distrito de San Ramón</i> .....	27
<i>Figura 10. Elevación principal de la vivienda multifamiliar</i> .....	29
<i>Figura 11. Configuración estructural de la vivienda multifamiliar</i> .....	30
<i>Figura 12. Modelamiento de la estructura con el software Etabs V18</i> .....	33
<i>Figura 13. Desplazamientos absolutos en ambas direcciones</i> .....	34
<i>Figura 14. Carga – deformación, puntales de los muros en la dirección X</i> .....	36
<i>Figura 15. Carga – deformación, puntales de los muros en la dirección Y</i> .....	37
<i>Figura 16. Modelo no lineal de puntal equivalente</i> .....	39
<i>Figura 17. Acoplamiento de puntales equivalentes eje D</i> .....	39
<i>Figura 18. Determinación del punto de desempeño, análisis en X</i> .....	40
<i>Figura 19. Determinación del punto de desempeño, análisis en Y</i> .....	41
<i>Figura 20. Curvas de capacidad y desempeño sísmico, método no lineal</i> .....	41
<i>Figura 21. Curva de capacidad resistente de la vivienda en ambas direcciones</i> .....	42
<i>Figura 22. Comparación de la rigidez (Lineal VS No lineal)</i> .....	44
<i>Figura 23. Deformación lateral de la estructura (E. Lineal VS E. No lineal)</i> .....	47
<i>Figura 24. Comparación conceptual del método estático Lineal y No lineal</i> .....	48
<i>Figura 25. Vivienda de albañilería confinada de 4 pisos</i> .....	51
<i>Figura 26. Desempeño sísmico de una vivienda de albañilería confinada de 3 pisos (Antecedente)</i> .....	52

## Resumen

El presente estudio “Evaluación del desempeño sísmico de viviendas multifamiliares de sistema mixto con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022”, tuvo como objetivo principal: Determinar el desempeño sísmico de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos en San Ramón, Junín 2022. Como metodología se aplicó el método científico de tipo: Aplicada, de nivel explicativo y diseño no experimental. Aplicando el método estático lineal en la dirección X e Y, se obtuvo como resultado un desempeño Aceptable con un desplazamiento de 1.348 y 0.491 cm respectivamente. Por otro lado, aplicando el método estático no lineal en la dirección X, se obtuvo como resultado el desempeño de Resistencia con un desplazamiento de 2.07 cm; y en la dirección Y se obtuvo el desempeño Operacional con un desplazamiento de 1.00 cm. Se concluye que, el desempeño sísmico de la vivienda satisface el límite de distorsión de 0.005 que estipula la norma técnica peruana E030. Así como también satisface los objetivos de desempeño propuesto por especialistas. Por lo tanto, se niega la hipótesis general que el desempeño sísmico de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, no es aceptable, San Ramón, Junín 2022. La importancia de la presente investigación radica en que las personas no deben sufrir daños graves durante un sismo catalogado como severo; y que la estructura deberá soportar sismos moderados, pudiendo experimentar daños reparables dentro de límites aceptables; por lo tanto, es necesario la reducción de la vulnerabilidad a través de la estimación del daño y el reforzamiento estructural. El aporte de la investigación es un programa de computación que grafica los diagramas de carga deformación de los puntales equivalente que simulan el comportamiento de la albañilería confinada en sistemas mixtos, como complemento en la modelación de la estructura con softwares comerciales como Etabs V18 o Sap 2000.

**Palabras clave:** Desempeño sísmico, Análisis estático no lineal, Puntal equivalente, Albañilería confinada.

## Abstract

The present study "Evaluation of the seismic performance of mixed-system multifamily dwellings with static methods, San Ramón, Junín 2022", had as its main objective: To determine the seismic performance of mixed-system multifamily dwellings evaluated with static methods in San Ramón, Junín 2022. As a methodology, the scientific method of type was applied: Applied, explanatory level and non-experimental design. Applying the linear static method in the X and Y directions, an Acceptable performance was obtained with a displacement of 1.348 and 0.491 cm, respectively. On the other hand, applying the nonlinear static method in the X direction, the Resistance performance with a displacement of 2.07 cm was obtained as a result; and in the Y direction the Operational performance was obtained with a displacement of 1.00 cm. It is concluded that the seismic performance of the house satisfies the distortion limit of 0.005 stipulated by the Peruvian technical standard E030. As well as satisfying the performance objectives proposed by specialists. Therefore, the general hypothesis that the seismic performance of mixed-system multifamily homes evaluated with static methods is not acceptable is denied, San Ramón, Junín 2022. The importance of this research lies in the fact that people should not suffer damage graves during an earthquake classified as severe; and that the structure must withstand moderate earthquakes, being able to experience repairable damage within acceptable limits; therefore, vulnerability reduction through damage estimation and structural reinforcement is necessary. The contribution of the research is a computer program that graphs the load deformation diagrams of the equivalent props that simulate the behavior of confined masonry in mixed systems, as a complement in the modeling of the structure with commercial software such as Etabs V18 or Sap 2000.

**Keywords:** Seismic performance, Nonlinear static analysis, Equivalent prop, Confined masonry.

## I. INTRODUCCIÓN

A **nivel internacional**, se sabe que la superficie de la tierra está conformada por placas tectónicas (BBC Ciencia, 2017). Las placas tectónicas se deslizan de distintas maneras por el magma líquido que hay por debajo de la superficie de la tierra. Pueden separarse dando nacimiento a los lomos oceánicos o también pueden chocar de tal modo que uno se sumerge por debajo del otro. Este último comportamiento es conocido como subducción y son generadores de grandes terremotos.

A **nivel nacional**, el Perú es un país sísmico por encontrarse encima de una zona de subducción, donde la placa de Nazca se desliza en el interior de la placa continental provocando temblores constantes entre 4 y 5 Richter. Además, algunas zonas de la costa se encuentran en silencio sísmico advirtiendo la liberación de una gran energía que producirán sismos de mayor magnitud. Muchas edificaciones se construyen de manera informal, entonces presentan una gran vulnerabilidad a movimientos sísmicos.

A **nivel regional**, el Instituto Geofísico del Perú reporta el 29 de diciembre del 2019 un sismo de magnitud 4 en la Provincia de Chanchamayo que tuvo lugar a 43 kilómetros al este de la Merced a 10 kilómetros de profundidad. Luego el 6 de enero del 2020, 4 sismos en un mismo día, con 4 de magnitud, ocurrieron nuevamente a 5 kilómetros, pero al noreste de la Merced y a 17 kilómetros de profundidad. Hasta la actualidad no se han presentado daños materiales pero los Sismólogos advierten que un sismo como el de Loreto del 26 de mayo de 2019, con magnitud de 7.5 Richter podría ser catastrófico en esta Región.

El **problema observado** es el riesgo sísmico de las viviendas multifamiliares construidas con poco asesoramiento técnico y los vacíos en el reglamento nacional de diseño sismo resistente E030 en comparación a códigos internacionales como ASCE 41, SEOCE VISION 2000, FEMA 420 y ATC 40, referente al diseño por desempeño utilizando métodos estáticos no lineales. Cuando los edificios son atacados por movimientos sísmicos, los dos primeros son los más fuertes y los sucesivos que denominamos “replicas” son los que

terminan llevando al colapso los edificios mal diseñados llevándose la vida de las personas.

La **solución** al problema identificado es la reducción del riesgo a través del control de las fallas que se produzcan en las viviendas multifamiliares y prepararnos para ello de manera adecuada. El grado de daño que espera una edificación frente a distintos niveles de sismo es conocido como desempeño sísmico. Por ello debemos extender las investigaciones a la evaluación del desempeño sísmico de las viviendas multifamiliares mediante métodos estáticos no lineales.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se plantea el **Problema general**: ¿Cuál es el desempeño sísmico de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022? Luego se generan cuatro **problemas específicos**: ¿En cuánto varía la rigidez elástica de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022?, ¿En cuánto varía la Ductilidad por desplazamiento de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022? y ¿En cuánto varía las derivas de entrepiso de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022?

Se redactará a continuación la justificación teórica y práctica con la finalidad de sostener los problemas planteados. En cuanto a la **justificación teórica** se menciona que, en investigaciones, como la de (ARROYO, 2019), se evalúa el desempeño sísmico de los pabellones del colegio Santa Isabel utilizando la norma ATC 40 y sus resultados muestran que los muros de albañilería superan el límite permitido (p. 4). Esto es un resultado incompatible de acuerdo al análisis convencional de la norma técnica peruana E030, que el propio autor menciona, que debería otorgar un buen comportamiento a los muros confinados de albañilería manteniéndolos dentro del límite permitido. Para aclarar estas contradicciones se necesitan más investigaciones de edificaciones que contengan muros de albañilería como las viviendas multifamiliares en San ramón de la provincia de Chanchamayo, Región Junín. En cuanto a la **justificación práctica**, La justificación práctica de la presente

investigación radica en que las personas no deben sufrir daños graves durante un sismo catalogado como severo; y que la estructura deberá soportar sismos moderados, pudiendo experimentar daños reparables dentro de límites aceptables. Por lo tanto, es necesario la reducción de la vulnerabilidad a través de la estimación del daño y el reforzamiento estructural. Según (MORENO, 2021), la evaluación del desempeño sísmico es la metodología más utilizada en el mundo para la reducción de la vulnerabilidad estructural.

Como **objetivo general** se plantea Determinar el desempeño sísmico de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022. Y los **objetivos específicos** son: Determinar en cuanto varia la rigidez elástica de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022, Determinar en cuanto varia la Ductilidad por desplazamiento de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022, y Determinar en cuanto varia las derivas de entrepiso de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022..

Por lo cual la **hipótesis general** se plantea como tal: El desempeño sísmico de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos no es aceptable, San Ramón, Junín 2022. Y las **hipótesis específicas** son las siguientes: La rigidez elástica de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos varia menos de un 5%, San Ramón, Junín 2022; La Ductilidad por desplazamiento de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos varia menos de un 10%, San Ramón, Junín 2022; y Las derivas de entrepiso de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos varia menos de un 5%, San Ramón, Junín 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se da a conocer las distintas fuentes recopiladas a nivel nacional e internacional, para fundamentar, dar credibilidad y sustento al tema de estudio.

**En el ámbito internacional;** (MURILLO, y otros, 2021), realizo la tesis de **titulación** que tuvo como **objetivo** Evaluar la resistencia de una vivienda unifamiliar de 3 losas frente a cargas sísmicas. La **metodología** del estudio fue básica de nivel descriptivo. Se tuvo como **resultados** que la edificación presenta un desempeño de colapso frente a un sismo de diseño tanto en la dirección X como en Y, además que presento una concentración de rotulas plásticas en las columnas del primer nivel provocándose así la inestabilidad de la estructura. La investigación **concluye** que en el diseño de la vivienda no se revisó el criterio de Columnas fuerte/ Viga débil, por lo tanto, la edificación no daría el tiempo suficiente para la respuesta de evacuación de las personas al sufrir de un colapso inminente.

(PÁRAMO, y otros, 2021), realizo la tesis de **titulación** que tuvo como **objetivo** Determinar el desempeño sísmico de las viviendas de emergencia construidas en la Ciudad Bolívar y Usme por la fundación de Techo proponiendo diseños mejorados. La **metodología** del estudio fue básica de nivel descriptivo. Se tuvo como **resultado** que las construcciones tienen un desempeño de colapso, mientras que el modelo de vivienda reforzado con arriostres de madera (20 x 20 cm) satisface el objetivo de seguridad de vida en los distintos tipos de suelo existentes en la Ciudad Bolívar y Usme. La investigación **concluye** que la vivienda reforzada con arriostres de madera tiene un desplazamiento elástico de 0,01294 m y que con desplazamientos mayores se presentarían daños sobre la estructura.

(REDIN, 2018), realizo la tesis de **titulación** que se planteó como **objetivo** estimar el desempeño sísmico de la facultad de ingeniería con las tablas ASCE 41 para la construcción de los diagramas momento curvatura. La **metodología** fue no experimental de tipo descriptivo transversal. Se tuvo como **resultado** que la facultad de ingeniería tiene un desempeño sísmico de Inmediata

ocupación, que significa que la edificación puede recuperar su operación después la ocurrencia de un sismo. La investigación llega a la **conclusión** que la facultad de ingeniería tiene un desempeño sísmico adecuado a pesar de que el espectro de demanda del ASCE 41-13 usado en la evaluación es un 70 % mayor al espectro de la norma ecuatoriana NEC.

(GONZÁLES, 2018), realizó su tesis de **maestría** que tuvo como **objetivo** estimar el desempeño sísmico de una edificación de vivienda con el análisis no lineal Pushover. La **metodología** del estudio fue básica de nivel descriptivo, por lo cual los instrumentos fueron los softwares de computación. La muestra fue una estructura aporricada de concreto armado, tiene como **resultado** que las rotulas plásticas en general ocurren en los primeros niveles, lo que nos lleva a programar el reforzamiento de la estructura. La investigación **concluye** que los avances actuales en el análisis no lineal, como la estimación del desempeño por la metodología Pushover, permite incorporarlos a las oficinas de evaluación y diseño estructural. Este método tiene la gran ventaja de entregar mucha más información respecto a los métodos tradicionales, como los daños locales, su progresión hasta alcanzar la rotura y el desempeño global del edificio.

(MARÍN, 2018), realizó su tesis de **maestría** que tuvo como **objetivo** evaluar el desempeño de una estructura de muros de concreto armado de 18 niveles mediante métodos simplificados. La **metodología** del estudio fue básica de nivel descriptivo, donde los instrumentos fueron los softwares de computación. La muestra fue un edificio de 18 niveles con muros de concreto reforzado, tiene como **resultado** que las distorsiones de piso no sobrepasan el 0.75% en ambas direcciones, el 95% de los muros requirieron de elementos de borde, en la dirección X la densidad de muros es de 3% y en la dirección Y de 3.8%, se estimó que el desempeño de la edificación es de seguridad de vida según los códigos internacionales ATC 40 y VISION 2000. La investigación **concluye** que el parámetro de reducción obtenido para el diseño elástico es mayor en un 25% al obtenido en el análisis no lineal, por lo tanto, las edificaciones de muros estructurales, con características geométricas similares, diseñadas con este valor tendrán un buen comportamiento sísmico.

**En el ámbito nacional;** (MARIN, 2020), desarrollo su tesis de **titulación** que planteó como **objetivo** evaluar el desempeño de un estructura multifamiliar usando los códigos internacionales ASCE 41-13, FEMA y SEAOC, y el método Push Over. La **metodología** del estudio fue no experimental de nivel explicativo, donde los instrumentos fueron las fichas de recolección y el software computacional ETABS, la muestra fue un edificio multifamiliar de 5 pisos, tiene como **resultado** un desplazamiento espectral 0.43 cm con una fuerza de corte de 5305 Ton en eje X y una deformación espectral de 5.80 cm con una fuerza de corte de 6895 Ton en el eje Y, el desempeño sísmico para un sismo raro es de resguardo de vida. La investigación **concluye** que la edificación multifamiliar para los 4 niveles tiene un desempeño adecuado tanto en la protección de las vidas humanas como en la precaución al colapso frente a movimientos raros y muy raros.

(VEGA, 2020), realizo su tesis de titulación que tuvo como **objetivo** principal determinar el desempeño de la edificación de vivienda Miura Grill, mediante el método no lineal estatico, en Chiclayo. La **metodología** fue un diseño descriptivo simple positivista y de tipo aplicada, tiene como **resultados** que la edificación presenta una deformación lateral de 6.3 cm con una fuerza de corte de 777.8 Ton en el eje X y una deformación de 7.69 cm con una fuerza de corte de 777.8 Ton en el eje Y, por lo tanto, el grado de desempeño para un sismo raro es de colapso tanto en la dirección X e Y. La investigación **concluye** que la estructura de la vivienda comercio es muy flexible en la dirección X, según el análisis espectral de la norma E030, por lo tanto, es necesario el reforzamiento estructural con muros de corte para alcanzar un buen desempeño sísmico.

(SALDAÑA, 2020), realizo su tesis de **titulación** que tuvo como **objetivo** evaluar el desempeño de 4 viviendas de sistema mixto de 3 pisos y 1 de 4pisos construida en la localidad de Cajamarca utilizando la norma SEACE. La **metodología** del estudio fue de diseño no experimental, tiene como **resultados** que las 4 viviendas tienen el grado de Colapso y 1 vivienda de Pre colapso. La investigación como **conclusión** que grado de daño alcanzado por las 5 viviendas es de colapso, al no alcanzar los objetivos de desempeño propuestos por el comité VISION 2000 y la norma SEACE.

(CHÁVEZ, 2017), realizó su tesis de titulación que tuvo como **objetivo** principal estimar el desempeño del bloque 1, del hospital Daniel Alcides Carrión utilizando el método estático no lineal Push over. La **metodología** del estudio fue básica de nivel descriptivo, donde los instrumentos fueron la hoja de cálculo y software de computación, la muestra fue el bloque 1 del hospital Daniel Alcides Carrión, los **resultados** fueron que, con un sismo frecuente, el 8% de las vigas creará desarrollos plásticos de nivel operacional en ambas direcciones de evaluación, para un sismo raro, el 75% de las vigas desarrollan formaciones plásticas de nivel operacional en ambas direcciones, para el sismo muy raro, el 100% de vigas generara formaciones plásticas de nivel de ocupación inmediata. La investigación **concluye** que el desempeño sísmico del bloque 1 del hospital Daniel Alcides Carrión es de ocupación inmediata para el sismo raro y que el impacto que la edificación sufría es irrelevante.

(ALCÁNTARA, y otros, 2016), realizó su tesis de **titulación** que tuvo como **objetivo** principal evaluar el desempeño sísmico de la estructura del instituto nacional de salud del niño, para proponer su reforzamiento estructural con la norma ATC 40. La **metodología** del estudio fue básica de nivel descriptivo, donde los instrumentos fueron software de computación, tiene como **resultados** para el módulo 1 que el desplazamiento es de 61 cm en el eje X y de 40.7 cm en el eje Y, por lo tanto, el desempeño sísmico es de seguridad limitada, para el módulo 2 la deformación es de 15.6 cm en la dirección X y de 14.3 en la dirección Y, por lo tanto, el desempeño sísmico es de daño controlado. La investigación **concluye** que es necesario el reforzamiento estructural del bloque 1 con dispositivos de disipación de energía tipo viscoso para alcanzar el desempeño sísmico adecuado, ya que con el desempeño de seguridad limitada la edificación está expuesta a daños significativos aumentando la vulnerabilidad de las personas.

**En otros idiomas;** (AL CHAAR, 2002) realizó el **artículo científico:** *“Evaluación de la resistencia y rigidez de las estructuras de relleno de mampostería no reforzada”*; en Centro de investigación y desarrollo de ingenieros en Estados Unidos, la investigación tuvo como **objetivo** desarrollar un modelo analítico que describa la deformación no lineal de las edificaciones

de albañilería. La **metodología** del estudio fue de tipo aplicado de nivel explicativo donde los instrumentos fueron las normas y herramientas computacionales, la muestra una edificación de albañilería confinada, los **resultados** muestran algunas pautas para la determinación de la capacidad resistente a la deformación lateral de los paneles rellenos para cargas en el plano y fuera del plano. La investigación **concluye** que los rellenos de mampostería influyen en el comportamiento general de las estructuras cuando se someten a fuerzas laterales. Se ha descubierto que la influencia de los rellenos en el comportamiento general de la estructura cambia con la dirección en la que se aplica la carga.

### **En lo teórico tenemos:**

**Determinación del desempeño sísmico;** la evaluación del desempeño es la determinación del daño de la estructura frente a movimientos sísmicos y cuál es su impacto sobre las actividades después de la catástrofe. Estos conceptos pueden extenderse al estudio de los elementos no estructurales, o todo tipo de estructuras como por ejemplo muros de contención, puentes, cubiertas metálicas, etc.<sup>1</sup>

La evaluación basada en desempeño sísmico, es la metodología de análisis no lineal que debe plantearse al inicio de todo proyecto y continua en la evaluación de la presencia de fallas en sus elementos, para descartar riesgos de daño sobre sus ocupantes. El proceso empieza con seleccionar los objetivos de desempeño, luego se agrupan los elementos que tengan la misma probabilidad de daño, se registran las cargas laterales que provocan la sucesión de daño hasta alcanzar el colapso, construimos los diagramas de curva de capacidad, espectro de capacidad, espectro de demanda y finalmente hallamos el punto de desempeño.

**Grados de desempeño de la estructura;** Los grados de desempeño es el estado de daño esperado o la degradación que puede sufrir una estructura durante un movimiento sísmico.<sup>2</sup> El daño está asociado con los desplazamientos inelásticos que llegan a sufrir las estructuras, ósea la

---

<sup>1</sup> (BERTERO, 1992)

<sup>2</sup> (SALDAÑA, 2020).

capacidad resistente por lo que el daño dependerá de los desplazamientos. El daño está asociado a la vulnerabilidad de la estructura.<sup>3</sup>

- **Completamente operacional:** En este nivel se mantiene la resistencia y la rigidez, permanece sin daño estructural. Se mantiene funcional. Las edificaciones son recipientes. No existe riesgo de daño para las personas para nuevos sismos.
- **Funcional:** En este nivel se degrada un poco la resistencia y la rigidez y las fallas estructurales son pequeños. Los elementos no estructurales no presentan daños y la seguridad esta funcional. El riesgo de daño es muy bajo para nuevos sismos.
- **Resguardo de la vida:** En este grado la edificación se ha degradado de manera importante en su resistencia y rigidez. El daño en los elementos es importante, pero se mantiene segura frente al colapso. Los elementos están seguros, pero ya no podrían funcionar. La estructura no es segura hasta que no se haya reparado. El riesgo de daño para las personas es bajo en nuevos sismos.
- **Cerca al colapso:** En este grado la edificación pierde casi toda su resistencia y rigidez. El daño de los elementos es sustancial. La estructura se mantiene muy cerca del colapso. Los elementos no estructurales están en peligro de colapsar. Ya no es practico la reparación de la estructura y es susceptible a replicas.
- **Colapso:** En este nivel se espera el desplome parcial o total de la edificación. Es mejor no soñar con una reparación.

*Tabla 1. Grados de desempeño de la edificación.*

<b>Grado de desempeño</b>	<b>Secuencia de daño</b>	<b>Límite de desplazamiento de la edificación</b>
Completamente operacional	Despreciable	$\Delta y$
Funcional	Leve	$\Delta y + 0.30 \Delta p$
Resguardo de la vida	Moderado	$\Delta y + 0.60 \Delta p$
Cerca del colapso	Severo	$\Delta y + 0.80 \Delta p$
Colapso	Completo	$\Delta y + 1.00 \Delta p$

<sup>3</sup> (SEAOC, 1996)

Fuente: SEAOC, 1996.

Figura 1. Grados de daño en la capacidad resistente de la edificación.



Fuente: SEAOC, 1996.

**Niveles de sismo de diseño;** se identifican 5 intensidades de sismo según el comité VISIÓN 2000, en función a la probabilidad de excedencia y periodos de retorno en la que el sismo aparece.<sup>4</sup> Estas intensidades se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Intensidades de sismo según VISIÓN 2000.

INTENSIDAD DE SISMO	PERIODO DE RETORNO	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA
Frecuente	43 años	50% en 30 años
Ocasional	72 años	50% en 50 años
Raro	475 años	10% en 50 años
Muy raro	950 años	10% en 100 años

Fuente: Cosinga, 2019, pág. 58.

**Desempeño sísmico de diseño;** en la metodología basada en desempeño sísmico el primer paso es la selección de un estado de falla objetivo que la edificación pretenda alcanzar.<sup>5</sup> Estos objetivos se encuentran en la intersección

<sup>4</sup> (COSINGA CONGACHA, 2019)

<sup>5</sup> (MAYHUA, 2018 pág. 83)

entre el nivel de desempeño y en la intensidad del sismo esperado. Para la identificación del nivel de desempeño es necesario considerar la importancia de la edificación, los contenidos, pérdidas, costos de reforzamiento, interrupción de la operación, resiliencia, etc. La intensidad de sismo en el caso de diseño se determina con las normas de cada país, para la evaluación será necesario utilizar las 4 intensidades de sismo.

Tabla 3. Desempeño sísmico de diseño.

INTENSIDAD DE SISMO		NIVEL DE DESEMPEÑO			
		Completamente operacional	Funcional	Seguridad de vida	Cerca del colapso
Frecuente	50% en 30 años	C	0	0	0
Ocasional	50% en 50 años	B	C	0	0
Raro	10% en 50 años	A	B	C	0
Muy raro	5% en 50 años	-	A	B	C
0		Desempeño inaceptable para cualquier edificación			
A		Edificaciones esenciales como centros de salud o hospitales.			
B		Edificaciones importantes como cuarteles de bomberos, instituciones educativas, etc.			
C		Edificaciones comunes como viviendas, departamentos u oficinas			

Fuente: Adaptado de Mayhua, 2018, pág. 84.

En la tabla 3 se muestra las recomendaciones del comité Visión 2000 para seleccionar el desempeño sísmico de diseño, la cual se ha adaptado a la norma técnica peruana E030, donde las edificaciones se clasifican en función de su importancia en 3 grandes grupos:

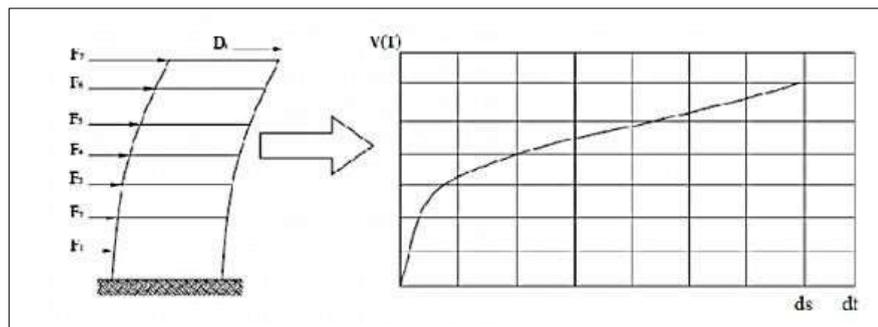
- 1) Edificaciones esenciales como centros de salud o hospitales.
- 2) Edificaciones importantes como cuarteles de bomberos, instituciones educativas, etc.
- 3) Edificaciones comunes como viviendas, departamentos u oficinas.

**Análisis estático push over;** en el método estático lineal de diseño las propiedades son constantes, no varían en función al tiempo y la respuesta de la estructura es directamente proporcional a las fuerzas aplicadas. En cambio, en el método estático no lineal las características de la edificación como la rigidez y el amortiguamiento pueden variar con el tiempo, la respuesta de la

estructura varía de manera indirecta a las fuerzas actuantes, debido a que las características del edificio suelen variar.<sup>6</sup>

El proceso de la evaluación en el método estático no lineal está detallado en la normativa internacional como una respuesta de aproximación al comportamiento no lineal de una edificación cuando recibe cargas dinámicas durante un movimiento sísmico.<sup>7</sup> En esta metodología se reparte un patrón de fuerzas horizontales sobre la edificación de manera incremental y constante, mientras tanto, se registran los daños progresivos hasta alcanzar el colapso de la estructura.

Figura 2. Esquema de la técnica Push over.



Fuente. Portillo, Rodríguez y Martínez, 2011.

Esta metodología es conocida como Push Over, donde se provoca el desplome de la edificación que ha sido diseñada previamente aplicando fuerzas de gravedad constantes y un empuje lateral con fuerzas incrementales en el mismo sentido hasta que la edificación desplome. Para aplicar la técnica primero se determina el patrón de carga de acuerdo a la normatividad de cada país, se aplica incrementalmente sobre la estructura midiendo el desplazamiento en el tope y generamos así una relación que llamamos curva de capacidad. Utilizando esta metodología se encuentra el daño del edificio donde se aprecia la secuencia de agrietamiento en los elementos estructurales.<sup>8</sup> También se logra:

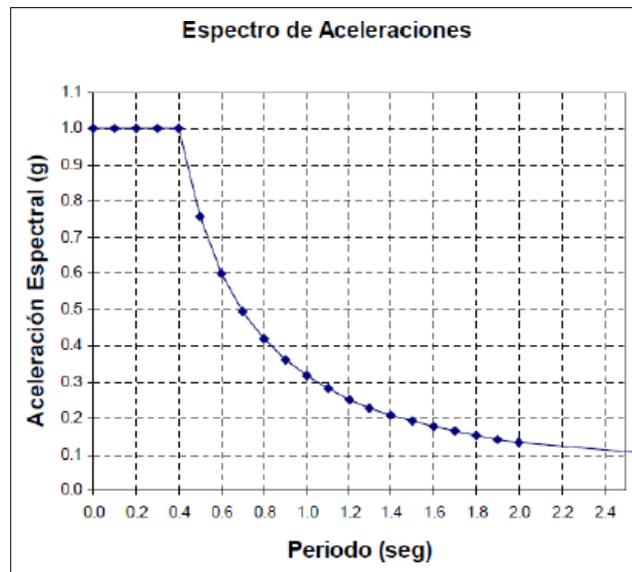
<sup>6</sup> (PEREZ, 2015)

<sup>7</sup> (FEMA 273, 1997)

<sup>8</sup> (AGUIAR, 2003)

- 1) Comprobar la sobre resistencia
- 2) Estimar la distribución de daño y la plasticidad esperada.
- 3) Permitir que las conexiones cumplan con la transferencia de los esfuerzos.
- 4) Como alternativa para volver a diseñar.

Figura 3. Espectro de aceleraciones.



Fuente: Portillo, Rodríguez y Martínez, 2011.

**Sismo de demanda;** El sismo de demanda se encuentra a través de un espectro de pseudo aceleraciones.<sup>9</sup> En la ingeniería se ha utilizado espectros de pseudo aceleraciones como representación de fuerzas. No obstante, se ha identificado en los últimos años que los factores más importantes en el diseño son los desplazamientos. Entonces, se promueve transformar el espectro de pseudo aceleraciones en un espectro con formato de espectro de respuesta versus desplazamientos para la evaluación del desempeño sísmico.

El espectro elástico de pseudo aceleraciones de la norma técnica peruana E030 es equivalente a un sismo de diseño, que se calcula de acuerdo a la ecuación.

<sup>9</sup> (PORTILLO, y otros, 2011)

$$S_{aD} = ZUCSg$$

Dónde:

Z: Factor de ubicación.

U: Factor de categoría.

C: Factor de amplificación.

S: Factor de tipo de suelo.

g: Aceleración de la gravedad.

**Patrón de cargas laterales;** la técnica Push Over consiste en tomar un patrón de fuerzas horizontales estáticas de acuerdo a las normas de cada país y se va incrementando sucesivamente hasta alcanzar el colapso. El patrón de cargas es una equivalencia a la fuerza inercial en las masas esperadas durante la ocurrencia de un sismo. En la realidad, las distribuciones inerciales de las fuerzas varían con el nivel del sismo y el tiempo de exposición a réplicas del edificio; asumiremos que la distribución de fuerzas se mantiene constante en el tiempo. Este patrón es la mejor aproximación para el análisis de las deformaciones, para estructuras regulares donde su comportamiento es influenciado por el primer modo de vibración. Los dos patrones de carga lateral más usadas en la evaluación Push Over, propuesto por el código FEMA<sup>10</sup> y el código ATC <sup>11</sup> son:

- 1) Carga distribuida uniforme, que consta de fuerzas horizontales actuando en las masas de los pisos, sin considerar la elevación.
- 2) Carga distribuida triangularmente semejante al patrón de la primera forma modal de vibración. Se reparte en la altura las fuerzas proporcionalmente al producto de la masa y la deformación modal.

**Curva de capacidad;** se construye la capacidad resistente de la estructura tomando la cortante en la base y la deformación lateral en el piso más alto con cada incremento de carga.<sup>12</sup> La capacidad resistente representa el

---

<sup>10</sup> (FEMA 356, 2000)

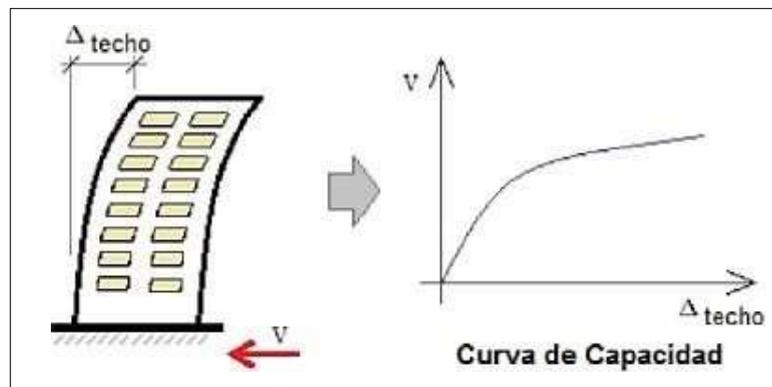
<sup>11</sup> (ATC 40, 1996)

<sup>12</sup> (ATC 40, 1996)

comportamiento del modo fundamental de vibración de la edificación, controlando que el modo fundamental predomine en la deformación de la estructura. Este control se realiza manteniendo el periodo fundamental menor a 1 seg. Para estructuras altas o muy flexibles el periodo puede ser mayor, en este sentido se debe considerar los efectos de los modos más altos y se recomienda otras técnicas más precisas de análisis no lineal. Para calcular la gráfica de la capacidad resistente se debe conocer la configuración estructural del edificio, la cantidad y distribución de la armadura en los componentes, y los diagramas de carga deformación del concreto y el acero

En la curva de capacidad resistente se visualiza la degradación de la rigidez de la estructura debido a cada incremento de carga.<sup>13</sup> Se debe generar la plastificación de los elementos en forma distribuida y no concentrada de tal manera de darle mayor ductilidad al comportamiento global.

Figura 4. Curva de capacidad resistente de un edificio.



Fuente: Aguiar, 2008.

**Espectro de capacidad;** El diagrama espectro de capacidad se obtiene convirtiendo el diagrama de capacidad resistente al formato de aceleración espectral versus deformación como se muestra en la figura 6. Esto se logra utilizando las ecuaciones 1-4.

$$PF_1 = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{\omega_i \phi_{i,1}}{g}}{\sum_{i=1}^N \frac{\omega_i \phi_{i,1}^2}{g}} \quad Ec. 1$$

<sup>13</sup> (CANO LICONA, y otros, 2005)

$$\alpha_1 = \frac{(\sum_{i=1}^N (\omega_i \phi_{i,1})/g)^2}{(\sum_{i=1}^N (\omega_i/g)) \cdot (\sum_{i=1}^N (\omega_i \phi_{i,1}^2)/g)} \quad \text{Ec. 2}$$

$$S_d = \frac{\Delta_{techo}}{PF_1 \cdot \phi_{techo,1}} \quad \text{Ec. 3}$$

$$S_a = \frac{V/W}{\alpha_1} \quad \text{Ec. 4}$$

Dónde:

PF1: Factor de participación modal para modo fundamental.

$\alpha_1$ : Coeficiente modal de masa para el modo fundamental.

g: Aceleración de la gravedad.

w1: Peso del piso i.

$\phi_{i,1}$ : Coeficiente de la forma modal del nivel "i" en el modo 1. V: Cortante basal.

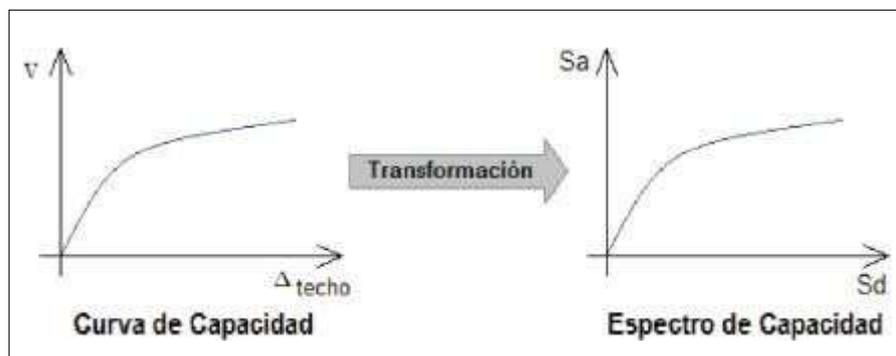
W: Carga muerta más un porcentaje de la carga viva del edificio.

$\Delta_{techo}$ : Deformación en el último pisos de la edificación.

Sa: Aceleración espectral.

Sd: Desplazamiento espectral.

Figura 5. Transformación de la capacidad resistente a espectro de capacidad.



Fuente: Fajardo, 2012.

**Espectro de demanda;** El espectro de demanda surge del espectro de pseudo aceleraciones. En el Perú el sismo de diseño debe considerarse como un sismo

raro y debe considerarse los parámetros de sitio o microzonificación sísmica de la norma.<sup>14</sup> Se construye el espectro de demanda de sismo raro considerando el amortiguamiento de la estructura de concreto armado en su estado elástico del 5%. Enseguida se construye los otros espectros para sismos frecuentes, ocasionales y muy raros con ayuda del primero para conocer mejor el desempeño de la edificación.

**Punto de desempeño;** la respuesta del edificio se encuentra en el punto de desempeño que aparece en la superposición del espectro de capacidad con el espectro de demanda.<sup>15</sup> La respuesta máxima es la deformación lateral provocado por un nivel de sismo. El cálculo del punto de desempeño debe programarse en una computadora porque tiene un procedimiento cíclico como se muestra a continuación:

- 1) Construir el espectro de pseudo aceleraciones con el 5% de amortiguamiento para una estructura de concreto armado.
- 2) Convertir el diagrama de capacidad resistente en espectro de capacidad.
- 3) Escoger un punto inicial con ordenada ( $a_{pi}$ ), y abcisa ( $d_{pi}$ ), que se encuentra en dos pasos gráficos. Primero proyectamos la pendiente inicial de la capacidad resistente hasta cortar el espectro de respuesta, de este punto nos proyectamos hacia abajo verticalmente hasta encontrar el punto inicial en la intersección con la capacidad resistente.
- 4) Bilinealizar el espectro de capacidad para determinar el amortiguamiento efectivo y conseguir una adecuada reducción del espectro de demanda. La bilinealización del espectro de capacidad se construye de manera que el área bajo y sobre la curva de capacidad sean iguales.
- 5) Construir los espectros de demanda y capacidad superponiéndolo en un mismo gráfico y determinar los factores de reducción  $SR_a$  y  $SR_v$ .
- 6) Calcular  $d_{pi}$  está que quede dentro de los límites establecidos en la norma ATC-40 (1996) de  $0.95d_{pi} \leq d_{pi} \leq 1.05d_{pi}$ . Conseguir que la intersección entre espectros quede dentro de esta tolerancia, si no es así, escoger otro

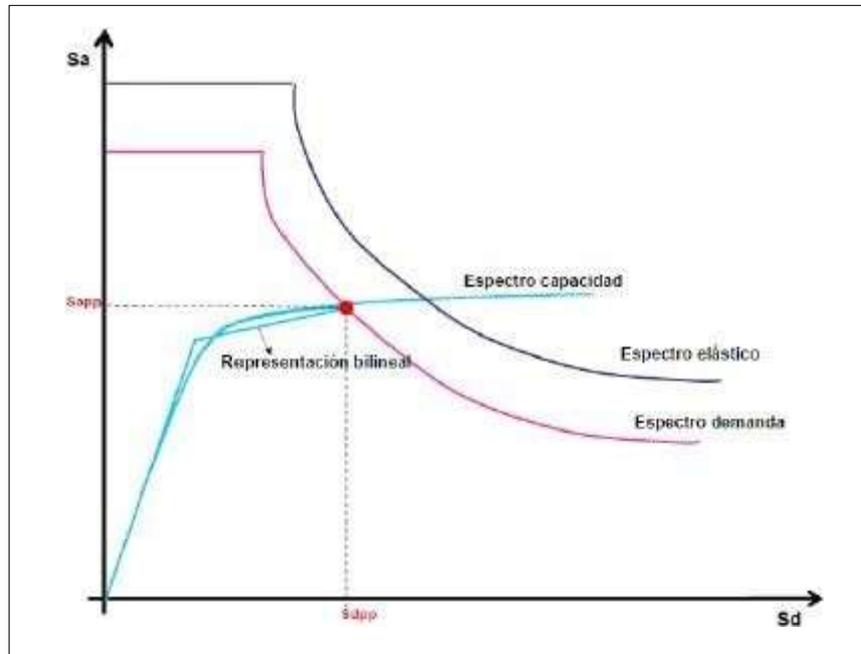
---

<sup>14</sup> (ATC 40, 1996)

<sup>15</sup> (MORENO, 2021)

punto y repetir el paso, es un proceso cíclico que termina al encontrar un (dpi) dentro de la tolerancia comentada.

Figura 6. Obtención del punto de desempeño.



Fuente: Moreno, 2016.

Existen varias propuestas para obtener el factor de reducción espectral. Una de ellas es el método N2 de Fajardo, que nos da factores de reducción que están en función del periodo de vibración “T”, como se muestra en las ecuaciones 5-8.<sup>16</sup>

$$S_a = \frac{S_{ae}}{R_\mu} \quad \text{Ec. 5}$$

$$S_d = \mu \frac{T^2}{4\pi^2} \cdot S_a \quad \text{Ec. 6}$$

$$R_\mu = (\mu - 1) \frac{T}{T_c} + 1 \quad \text{si } T < T_c \quad \text{Ec. 7}$$

$$R_\mu = \mu \quad \text{si } T \geq T_c \quad \text{Ec. 8}$$

Donde:

<sup>16</sup> (MIRANDA, y otros, 1994)

$R_{\mu}$ : Factor de reducción por ductilidad.

$S_{ae}$ : Aceleración espectral elástica.

$T_c$ : Periodo de transición entre el dominio de aceleración constante y velocidad constante.

$\mu$ : Factor de ductilidad.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de investigación

**Tipo de Investigación:** El tipo de la investigación es **aplicada**, porque se busca medir las variables de estudio con la intención de modificar la realidad para su desarrollo o mejora.<sup>17</sup> Este tipo de estudio se realiza con intenciones claramente prácticos, porque se sostiene en teorías ya comprobadas orientado a la producción industrial y económica.

**Diseño de Investigación:** La metodología del estudio es **No experimental - Descriptivo transversal**, porque el estudio no cuenta con grupo experimental al tener solo 1 objeto de estudio que es la vivienda multifamiliar de sistema mixto. La presente investigación pertenece al **estudio de casos**, donde un caso se entiende como una familia, una institución, una empresa o pocos individuos.<sup>18</sup> Los estudios de caso tienen como diseño metodológico la **descripción trasversal**, porque estos estudios se limitan a medir la variable de estudio.<sup>19</sup>

**Nivel de la investigación:** El nivel de la investigación es **explicativo** debido a que buscamos encontrar los efectos de los métodos estáticos no lineales en la evaluación del desempeño sísmico. El nivel del estudio es el alcance en la solución del problema de investigación. En estos niveles de estudio se busca intervenir en el objeto de estudio para plantear una mejora técnica.<sup>20</sup>

**Enfoque de la investigación:** El enfoque de la investigación es **cuantitativa**, porque la variable de investigación desempeño sísmico es de razón, es decir tiene origen y magnitud. Estas variables son predecibles y se encuentran bajo procedimientos analíticos, y los resultados encontrados en las unidades de estudio pueden asociarse a una población mayor.<sup>21</sup>

---

<sup>17</sup> (VALDERRAMA, 2015)

<sup>18</sup> (ARIAS, 2012)

<sup>19</sup> (SUPO, 2014)

<sup>20</sup> (SUPO, 2014)

<sup>21</sup> (HERNÁNDEZ, y otros, 2010)

### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable Independiente:** Métodos estáticos

**Definición conceptual:** El análisis sísmico por métodos estáticos está basado en la aplicación de un empuje lateral equivalente al sismo, con fuerzas repartidas triangularmente en elevación del edificio, que se determinan con los parámetros sísmicos de acuerdo a la normativa de cada país.<sup>22</sup>

**Definición operacional:** Los métodos de análisis estáticos se clasifican según el estado del material en: Análisis estático lineal cuando la estructura no presenta daños debido al empuje lateral y análisis estático no lineal cuando el daño aparece.

**Variable dependiente:** Desempeño sísmico

**Definición conceptual:** El desempeño sísmico de la edificación es la evaluación del nivel de daño presente en los componentes de la estructura frente a movimientos sísmicos y cuál es su impacto sobre las actividades después de la catástrofe.<sup>23</sup>

**Definición operacional:** El desempeño sísmico se evalúa calculando las propiedades de rigidez elástica, ductilidad por desplazamiento y las derivas de entrepiso para conocer la deformación lateral del edificio.<sup>24</sup>

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** La población del estudio es un grupo delimitado de unidades de análisis que tienen características en común, esta presentada el objetivo principal de la investigación para estudiar las variables que lo caracterizan.<sup>25</sup> Por ello que la población de estudio son las **viviendas multifamiliares de sistema mixto en la ciudad de San Ramón.**

**Muestra:** La muestra del estudio es un grupo más pequeño que se extrae de la población para ser analizado de tal forma de responder las preguntas de

---

<sup>22</sup> (NAEIM, y otros, 2000)

<sup>23</sup> (BERTERO, 1992)

<sup>24</sup> (AGUIAR, 2003)

<sup>25</sup> (HERNÁNDEZ, y otros, 2010 pág. 174)

investigación y llevarlas como conclusión a la población.<sup>26</sup> Por ello que la muestra será el **desempeño sísmico de una vivienda de sistema mixto de 4 pisos** ubicada en la ciudad de San Ramón. La unidad de estudio es única en su comportamiento estructural y las conclusiones serán exclusivas. Por ello esta investigación también es conocida como estudio de caso.

**Muestreo:** En el presente estudio se realizará un muestro **no probabilístico – A criterio del investigador**, porque será necesario de la experiencia del investigador para la elección de la muestra de modo que sea posible alcanzar los objetivos fijados en el presente estudio. El muestreo a criterio del investigador es conocido también como muestreo a criterio particular, porque el investigador tiene antecedentes y sabe con seguridad que la muestra es útil para el estudio.<sup>27</sup>

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

**Técnica de investigación:** Se utilizará la **observación estructurada**, porque se tocarán realidades que se observarán de manera controlada.<sup>28</sup> De esta manera, la presente investigación aparte de medir mecánicamente los datos, también se centrará en la revisión de libros, revistas y diferentes archivos que tendrán concordancia con la presente investigación.

**Instrumentos:** Se contará con instrumentos de medición para realizar la medición de la variable de estudio como son los **equipos de laboratorio** y los **instrumentos informáticos** especializados para análisis estructural. Además, se contará con instrumentos de recolección de datos, con el propósito de recopilar información, como son las **fichas de recolección de datos** validada por juicio de expertos. La calidad de un instrumento de recolección está representada por su validez y confiabilidad.<sup>29</sup>

**Validez:** La validez es la calificación con la cual un instrumento puede medir a la variable, dimensiones e indicadores de un estudio.<sup>30</sup> Los equipos de laboratorio esta validados por **certificaciones de calidad y garantía**, los

---

<sup>26</sup> (SUPO, 2014)

<sup>27</sup> (SUPO, 2014)

<sup>28</sup> (HERNÁNDEZ, y otros, 2010)

<sup>29</sup> (HERNÁNDEZ, y otros, 2010 pág. 198)

<sup>30</sup> (HERNÁNDEZ, y otros, 2010)

instrumentos informáticos se basan en **normas internacionales** y ciencia muy avanzada, en el caso de las fichas de recolección de la información estarán validadas por **juicio de 3 expertos**.

En la tabla 5 se muestra la calificación de 3 expertos a las fichas de recolección de datos, según los intervalos de la tabla 4. La calificación dio como promedio una validez de 0.81, la cual se interpreta como una **excelente validez**.

*Tabla 4. Rangos de validez para instrumentos de recolección de datos*

<b>0.53 a menos</b>	<b>Validez nula</b>
<b>0.54 a 0.59</b>	Validez nula
<b>0.60 a 0.65</b>	Valida
<b>0.66 a 0.71</b>	Muy valida
<b>0.72 a 0.99</b>	Excelente validez
<b>1.00</b>	Validez perfecta

*Fuente: (OSED, y otros, 2011)*

*Tabla 5. Juicio de especialistas*

<b>N°</b>	<b>Grado académico</b>	<b>Nombres y apellidos</b>	<b>CIP</b>	<b>VALIDEZ</b>
<b>1</b>	Ing. civil	Rodolfo Damian Ancasi	207087	0.84
<b>2</b>	Ing. Civil	Pavel F. Montalvan Giron	210586	0.76
<b>3</b>	Ing. Civil	Jheyson A Jachilla Flores	224928	0.83
<b>Promedio =</b>				0.81

*Fuente: Elaboración propia.*

**Confiabilidad:** La confiabilidad del instrumento de medición es la calificación que tiene un instrumento para repetir las mediciones en el tiempo.<sup>31</sup> Se puede medir una y otra vez la variable de estudio y gracias a la confiabilidad se tiene la certeza que los resultados del futuro serán iguales a los resultados del pasado.

---

<sup>31</sup> (HERNÁNDEZ, y otros, 2010)

**Tabla 6.** Rangos de validez para instrumentos de recolección de datos

0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez nula
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.00	Validez perfecta

*Fuente:*(HERNÁNDEZ, y otros, 2010)

*Tabla 7. Juicio de especialistas*

N°	Grado académico	Nombres y apellidos	CIP	VALIDEZ
1	Ing. civil	Rodolfo Damian Anccasi	207087	0.84
2	Ing. Civil	Pavel F. Montalvan Giron	210586	0.76
3	Ing. Civil	Jheyson A Jachilla Flores	224928	0.83
Promedio =				0.81

*Fuente:* Elaboración propia.

La validez promedio por el juicio de 3 expertos alcanza 0.81, según la tabla 7 se determina una confiabilidad de excelente validez.

### 3.5. Procedimiento

#### **Descripción de la zona de estudio**

**Ubicación:** Se presentará un plano de ubicación del objeto de estudio una vivienda multifamiliar de 4 pisos diseñado como sistema mixto en la ciudad de San Ramón.

**Memoria descriptiva:** Se dará una breve descripción de la zona de estudio, las características del objeto de estudio como su área, altura, medidas perimétricas, colindantes, etc.

**Estudio de campo:** Se visitará el objeto de estudio con el fin de compatibilizar con los planos estructurales. Además, se tomarán las muestras de la

resistencia del concreto con estudios de esclerometría y del suelo previa excavación de calicatas.

### Trabajo de gabinete

El desarrollo de la presente investigación se dará de acuerdo a las actividades que se menciona en las tablas 8 y 9.

### 3.6. Método de análisis de datos

Como el presente estudio corresponde a un estudio de caso el método de análisis corresponde a la ingeniería sísmica, en este caso un análisis estático lineal y no lineal para la evaluación del desempeño sísmico. Para el análisis lineal las actividades a realizar se muestran de la tabla 7, junto a las normas reglamentarias. De igual manera para el análisis no lineal se tienen las actividades de la tabla 8. Además, se usarán instrumentos informáticos para los análisis estáticos como:

- Software especializado Etabs V19.
- Hojas de cálculo desarrolladas en Microsoft Excel.

#### Análisis estático lineal

El procedimiento del análisis estático lineal se muestra en la tabla 7 donde cada actividad esta normalizado bajo su respectiva norma técnica peruana.

#### Análisis estático no lineal

Se define el procedimiento como un análisis estático no lineal como se muestra en la tabla 8 donde cada actividad esta normalizado bajo su respectiva norma técnica internacional.

Tabla 6. Procedimiento del análisis estático lineal.

PROCEDIMIENTO	NORMA TECNICA PERUANA
1. Metrado de cargas	NTP E020
2. Modelamiento lineal de la estructura	NTP E.030
3. Análisis estático lineal	NTP E.030
4. Control de la estabilidad	NTP E.030

Fuente: Elaboración propia.

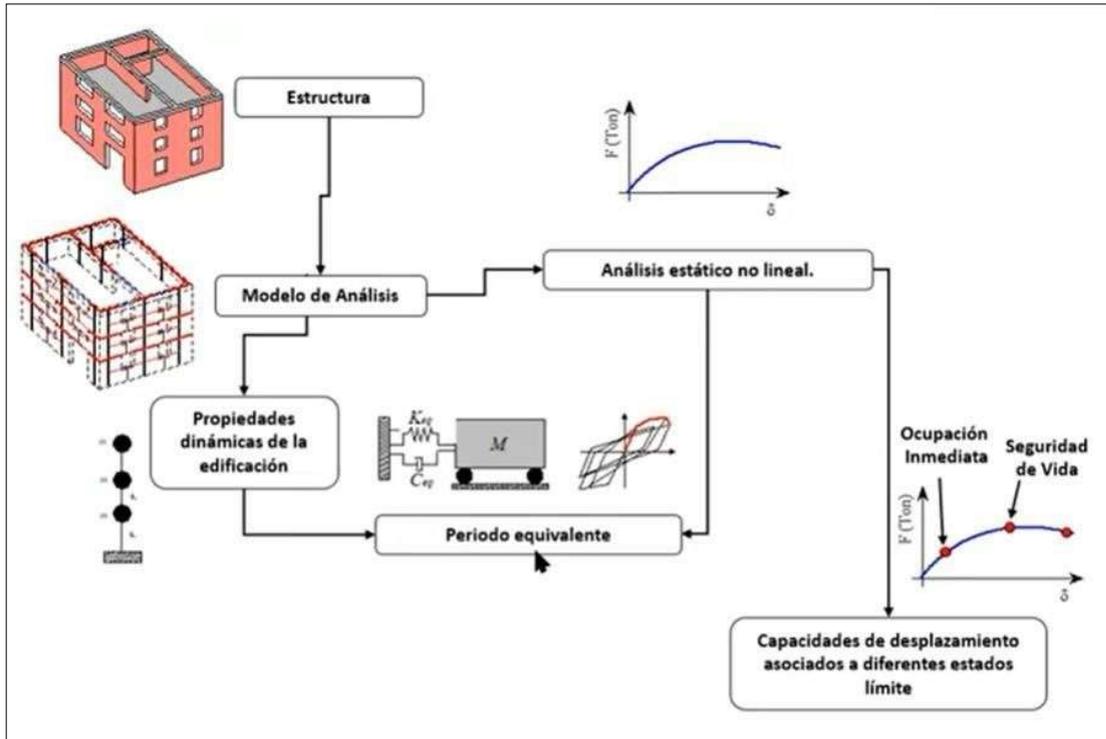
Tabla 7. Procedimiento del análisis estático no lineal.

PROCEDIMIENTO	NORMA TECNICA EE.UU.
---------------	----------------------

Modelamiento no lineal de la estructura	ASCE 41
Determinación de las propiedades dinámicas de la edificación	NERPH NIST
Determinación del periodo equivalente	NERPT NIST
Empujo lateral push over	ATC 40 y FEMA 356
Capacidad de desplazamiento y punto de desempeño	SEAOC

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Diagrama de flujo de un análisis estático no lineal.

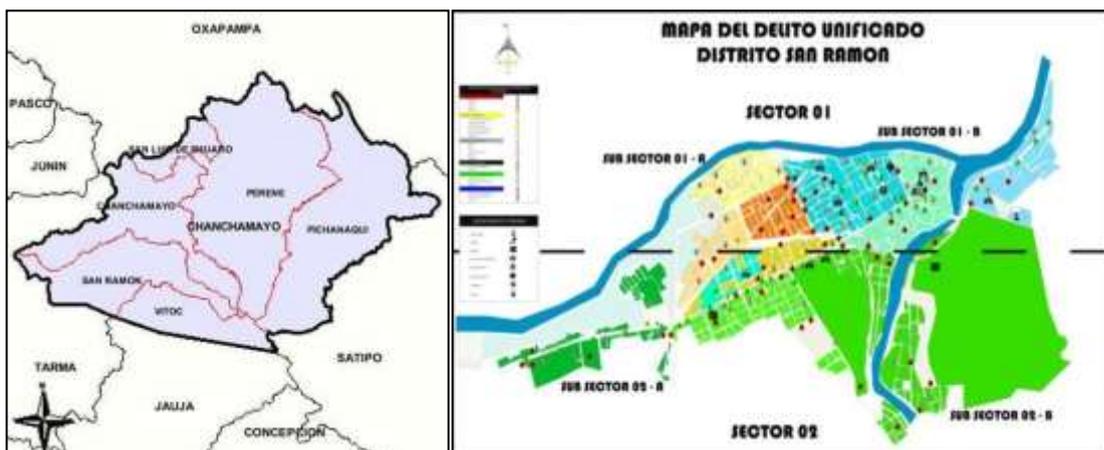


Fuente: Elaboración propia.

### 3.7. Aspectos éticos

Con el fin de conservar la veracidad de los resultados el investigador se compromete a trabajar con honestidad y dedicación en el desarrollo de la presente investigación. Se compromete a seguir las normas ya antes mencionadas, a la revisión de la validez de los equipos e instrumentos de obtención de la información. Se compromete a mostrar todos sus recursos para la obtención y el procesamiento de la información como también se compromete a detallar los cálculos realizados en los anexos, a través de hojas de cálculo y captura de figuras de todo el procedimiento realizado en el estudio.





*Fuente: Elaboración propia.*

### **Limites**

Norte: Con el distrito de Chanchamayo.

Sur: Con la provincia de Tarma y distrito de Vitoc.

Este: Con los distritos de Chanchamayo

Oeste: Con la provincia Tarma.

### **Ubicación geográfica**

El distrito de San Ramón, se ubica en la Provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín, en la República del Perú; la capital del mismo distrito está geográficamente ubicada entre las siguientes coordenadas: Latitud Sur 11° 08' 25 y longitud oeste 75° 20' 00; en la zona centro del Perú, Tiene una superficie de 591,67 km. Cuenta con varios anexos, entre los cuales destaca Naranjal, donde quedan aún vestigios de la Hacienda de dicho nombre, con una altitud entre los 820 msnm Según la INEI hasta el 2007 contaba con una población 20 mil habitantes.

### **Clima**

Cálido Temperatura promedio: 23.00° Temperatura máxima: 30.00°  
Temperatura mínima: 15.00°

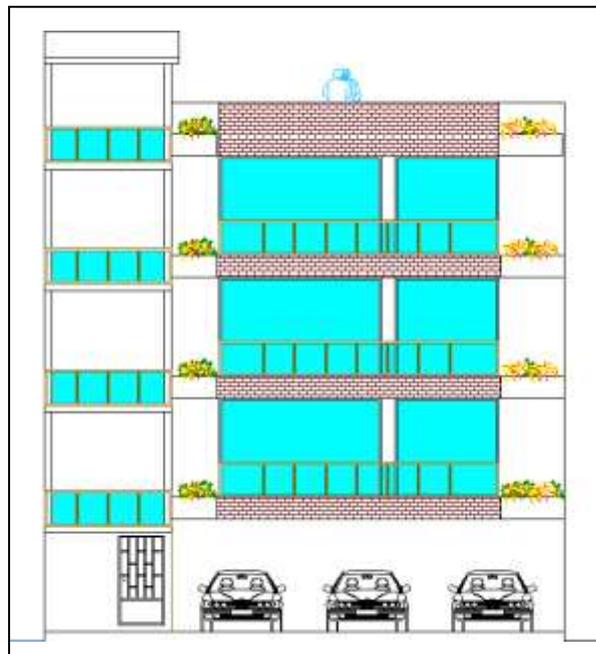
En enero del 2007, fuertes lluvias provocaron el derrumbe de un cerro que a su paso destruyó algunas zonas marginales y rurales del distrito, provocando

numerosas muertes y elevado costo de daños materiales, el vecino distrito de Vitoc también resultó seriamente afectado.

### **Objeto de estudio**

La vivienda multifamiliar tiene 4 pisos típicos más azotea y un área construida de 121.97m<sup>2</sup>. El piso típico comprende de una sala-comedor, cocina, un baño, 3 dormitorios y caja de escalera. La altura de entrepiso es de 2.80 m y la altura total de la estructura es de 11.20 m. Los elementos no presentan discontinuidades y no existen cambios bruscos de resistencia, masa y rigidez. En la dirección X el sistema es de albañilería confinada y en la dirección Y el sistema es mixto de albañilería con pórticos de concreto armado. Los muros portantes tienen un espesor de 0.13m y están confinados por columnas de 0.25 x 0.25m, columnetas de 0.13 x 0.25m y vigas chatas de 0.25 x 0.20m. Las 2 vigas peraltadas en la dirección Y tienen una sección de 0.25 x 0.45m. La caja de escalera esta soportado por columnas.

*Figura 10. Elevación principal de la vivienda multifamiliar.*



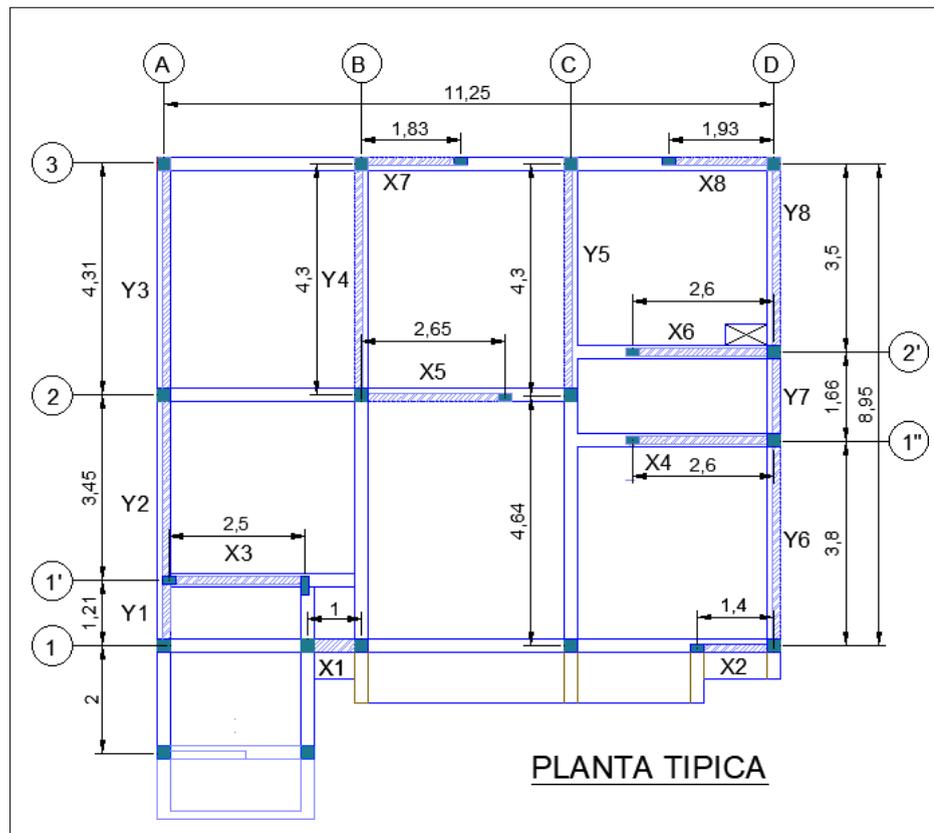
*Fuente: Elaboración propia.*

## **4.2. Análisis de la información**

### **Análisis estático lineal**

Se identificaron los elementos estructurales de la vivienda de albañilería de sistema mixto, como se muestra en la figura 11. Se tiene 8 muros de albañilería confinada en la dirección X y 8 muros en la dirección Y. La configuración estructural se repite en los pisos superiores y no hay variación de masas ni de rigidez.

Figura 11. Configuración estructural de la vivienda multifamiliar.



Fuente: Elaboración propia.

### Metrado de carga sísmica

Se realizó el Metrado de carga sísmica del piso típico como se muestra en la tabla 8. Se obtuvo un peso de 84.79 T que se repite en los pisos superiores a excepción del techo de azotea. El peso es igual al 100% de la carga muerta, más el 25% de la carga viva como lo indica la norma técnica peruana E030.

Se realizó el Metrado de carga sísmica del techo de azotea, como se muestra en la tabla 9. Se obtuvo un peso de 69.38 T que es igual al 100% de la carga muerta, más el 25% de la carga viva como lo indica la norma técnica peruana E030.

Tabla 8. Metrado de carga del piso típico.

PESO DEL PISO TIPICO (P = CM + 25%CV)							
Descripción	#	Peso unit. ó carga	Longitud	Sección ó superficie	CM	25%CV	
LOSA + ACABADOS	1	0.4	-	121.97	48.79		
VIGAS PERALTADA	2	2.4	4.64	0.1125	2.51		
COLUMNAS	14	2.4	2.8	0.0625	5.88		
MURO X1	1	1.35	1	0.644	0.87		
MURO X2	1	1.35	1.4	0.364	0.69		
MURO X3	1	1.35	2.5	0.364	1.23		
MURO X4	1	1.35	2.6	0.364	1.28		
MURO X5	1	1.35	2.65	0.364	1.30		
MURO X6	1	1.35	2.6	0.364	1.28		
MURO X7	1	1.35	1.83	0.364	0.90		
MURO X8	1	1.35	1.93	0.364	0.95		
MURO Y1	1	1.35	1.2	0.364	0.59		
MURO Y2	1	1.35	3.45	0.364	1.70		
MURO Y3	1	1.35	4.3	0.364	2.11		
MURO Y4	1	1.35	4.3	0.364	2.11		
MURO Y5	1	1.35	4.3	0.364	2.11		
MURO Y6	1	1.35	3.8	0.364	1.87		
MURO Y7	1	1.35	1.65	0.364	0.81		
MURO Y8	1	1.35	3.5	0.364	1.72		
SOBRECARGA	1	0.2	-	121.97	-	6.10	
SUBTOTAL					78.69	6.10	84.785

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Metrado de carga de la azotea.

PESO DE LA AZOTEA							
Descripción	#	Peso unit. ó carga	Longitud	Sección ó superficie	CM	25%CV	
LOSA + ACABADOS	1	0.4	-	121.97	48.79		
VIGAS PERALTADA	2	2.4	4.64	0.11	2.51		
COLUMNAS	14	2.4	1.4	0.06	2.94		
MURO X1	1	1.35	1	0.182	0.25		
MURO X2	1	1.35	1.4	0.182	0.34		
MURO X3	1	1.35	2.5	0.182	0.61		
MURO X4	1	1.35	2.6	0.182	0.64		
MURO X5	1	1.35	2.65	0.182	0.65		
MURO X6	1	1.35	2.6	0.182	0.64		
MURO X7	1	1.35	1.83	0.182	0.45		
MURO X8	1	1.35	1.93	0.182	0.47		
MURO Y1	1	1.35	1.2	0.182	0.29		
MURO Y2	1	1.35	3.45	0.182	0.85		
MURO Y3	1	1.35	4.3	0.182	1.06		
MURO Y4	1	1.35	4.3	0.182	1.06		
MURO Y5	1	1.35	4.3	0.182	1.06		
MURO Y6	1	1.35	3.8	0.182	0.93		
MURO Y7	1	1.35	1.65	0.182	0.41		
MURO Y8	1	1.35	3.5	0.182	0.86		
SOBRECARGA	1	0.15	-	121.97	-	4.57	
TOTAL					64.80	4.57	69.375

Fuente: Elaboración propia.

Del metrado se obtuvo el peso total del edificio que es igual a 323.73 T, tal como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Peso de la vivienda multifamiliar.

PESO DEL EDIFICIO			
DIAFRAGMA	#	PESO	SUBTOTAL
TIPICO	3	84.79	254.36
AZOTEA	1	69.38	69.38
TOTAL			<b>323.73</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Determinación del coeficiente sísmico

Se encontraron los parámetros sísmicos de la vivienda de sistema mixto. Prevalecen los muros de albañilería, por lo tanto, los parámetros sísmicos corresponden a un sistema de albañilería confinada. El factor de zona (Z) es 0.25, el factor de importancia (U) es 1.00, el factor de suelo (S) es 1.20, el factor de reducción sísmica (R) es 3.00 y el factor amplificación (C) es 2.50. Con estos parámetros se obtuvo un coeficiente sísmico (Cs) de 0.24. Este valor es ingresado al programa Etabs V18, que significa que la suma de las fuerzas laterales equivalentes al sismo en la base, será igual al 24% del peso total del edificio calculado en el ítem anterior.

Tabla 11. Parámetros sísmicos y coeficiente de fuerza lateral.

SISTEMA DE ALBAÑILERIA					
Ubicación	Chanchamayo San Ramón		Z	0.25	
Uso	Vivienda		U	1	
Tipo de suelo	Intermedio		S	1.20	
Sistema estructural	Albañilería (Predomina)		R	3	
factor de Amplificación	Altura edificio	11.8	T < Tp	C	2.50
	CT	60			
	T	0.19666667			
	Tp	0.6			
	TI	2			
Comprobación	C/R	0.83	>= 0.125		
Coeficiente sísmico estático			Cs	0.2396	

Fuente: Elaboración propia.

## Distribución de fuerzas en altura

El total de la fuerza lateral es a la vez la cortante en la base de la estructura (V). Este valor se distribuyó en la altura de la estructura como se muestra en la tabla 12. Se obtuvo para la losa 1, 2, 3 y 4 una fuerza lateral de 9.54, 17.40, 25.26 y 22.97 T respectivamente.

Tabla 12. Distribución de fuerzas en altura.

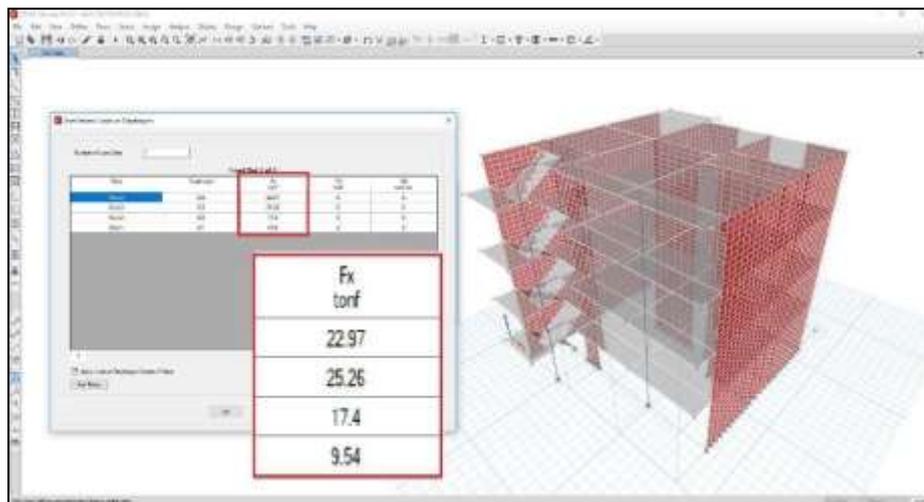
FUERZAS LATERALES					
Coeficiente sísmico		Cs =	0.24	V =	75.16
Diafragma	Pi (Tn)	h piso (m)	hi (m)	Pi hi	Fi (T)
1	84.79	3.40	3.40	288.29	9.54
2	84.79	2.80	6.20	525.70	17.40
3	84.79	2.80	9.00	763.11	25.26
4	69.38	2.80	11.80	693.96	22.97
SUMATORIA				2271.05	75.16

Fuente: Elaboración propia.

## Modelamiento estructural

Se modelo la estructura de la vivienda de sistema mixto en el software Etabs V18, como se muestra en la figura 12. Se modelo los muros de albañilería como elementos tipo Shell con un espesor de 0.13m, los pórticos de concreto armado como elementos tipo frame y las losas aligeradas como elementos tipo membrane. La resistencia a compresión de los materiales es de 93kg/cm<sup>2</sup> para la albañilería y de 175 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto armado.

Figura 12. Modelamiento de la estructura con el software Etabs V18.

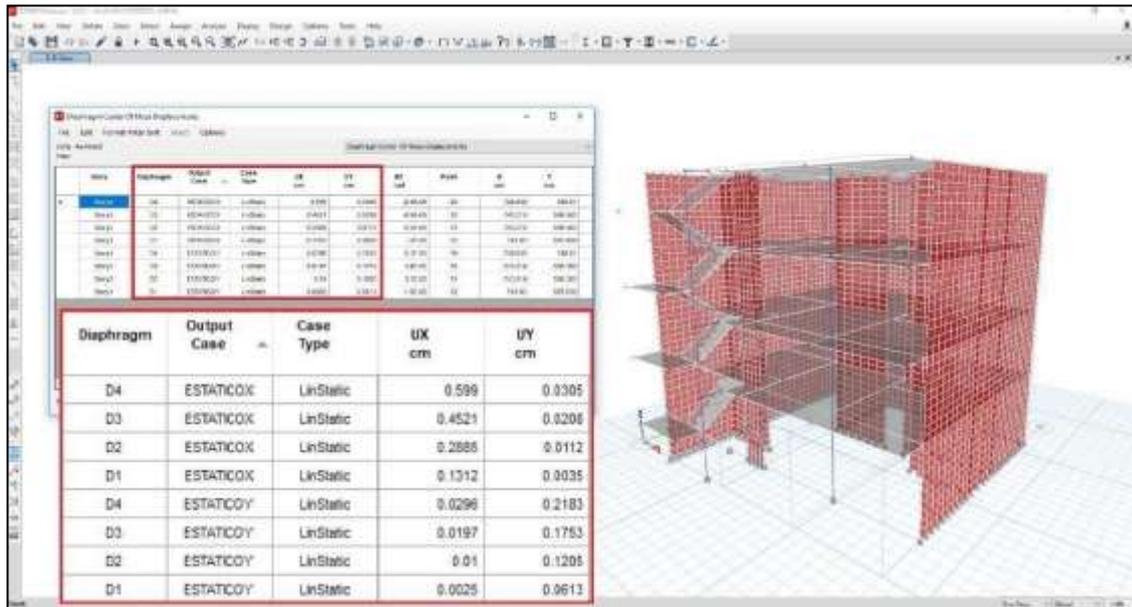


Fuente: Elaboración propia.

## Cálculo de las derivas

Se calcularon los desplazamientos absolutos de la estructura en ambas direcciones con el software Etabs V18, como se muestra en la figura 13. Se obtuvo como resultado un desplazamiento de la azotea de 0.599m en la dirección X y un desplazamiento de 0.218 m en la dirección Y.

Figura 13. Desplazamientos absolutos en ambas direcciones.



Fuente: Elaboración propia.

Se calcularon las derivas de entrepiso en este análisis lineal como se muestra en la tabla 13. En la dirección X, la deriva máxima corresponde al 2do piso con un valor de 0.0013, y en la dirección Y, la deriva máxima corresponde también en el 2do piso con un valor de 0.0005. Ambas distorsiones están muy por debajo del límite de 0.005, que estipula la norma técnica peruana E030. Esto significa que la estructura es rígida.

## Cálculo de la rigidez lateral

Se calculó la rigidez lateral elástica de la estructura, tal como se muestra en la tabla 14. En la dirección X, la rigidez lateral elástica es de 129.72 T/cm y en la dirección Y es de 356.42 T/cm. La rigidez elástica de piso es la cortante de piso

entre el desplazamiento de piso. La rigidez elástica total es la cortante basal entre el desplazamiento de la azotea.

Tabla 13. Control de derivas, análisis lineal.

DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS						Albañilería	
						R=	3
Dirección Analizada	Piso	Desplaz. Lateral (cm)	Desplaz. Elástico (cm)	Desplaz Inelástico (cm) ( $\Delta \times 0.75 \times R$ )	Altura de entrepiso (cm)	Deriva (rad)	Deriva $\leq$ 0.005
X	4	0.599	0.147	0.331	280	0.0012	Ok
	3	0.452	0.163	0.367	280	0.0013	Ok
	2	0.289	0.158	0.356	280	0.0013	Ok
	1	0.131	0.131	0.295	340	0.0009	Ok
Y	4	0.218	0.043	0.097	280	0.0003	Ok
	3	0.175	0.054	0.122	280	0.0004	Ok
	2	0.121	0.060	0.135	280	0.0005	Ok
	1	0.061	0.061	0.137	340	0.0004	Ok

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Rigidez lateral de la estructura.

Dirección Analizada	Piso	Fuerza lateral (T)	Cortante (T)	Desplaz. Elástico (cm)	Rigidez Elástica de piso (T/cm)	Rigidez Elástica total (T/cm)
X	4	22.97	22.97	0.147	156.241	129.72
	3	25.26	48.22	0.163	295.849	
	2	17.40	65.62	0.158	415.329	
	1	9.54	77.70	0.131	573.765	
Y	4	22.97	22.97	0.043	534.125	356.42
	3	25.26	48.22	0.054	893.026	
	2	17.40	65.62	0.060	1093.700	
	1	9.54	77.70	0.061	1232.184	

Fuente: Elaboración propia.

### Cálculo de la ductilidad

Se calculó la ductilidad por desplazamiento de la vivienda de sistema mixto, con el método estático lineal como se muestra en la tabla 15. Se encontró que la ductilidad es igual al factor de amplificación del desplazamiento (0.75R) que es igual a 2.25 para ambas direcciones de análisis.

Tabla 15. Cálculo de la ductilidad.

Dirección Analizada	Piso	Desplaz. Elástico (cm)	Desplaz. Inelástico (cm)	Ductilidad (0.75R)
X	4	0.599	1.348	2.25
Y	4	0.218	0.491	2.25

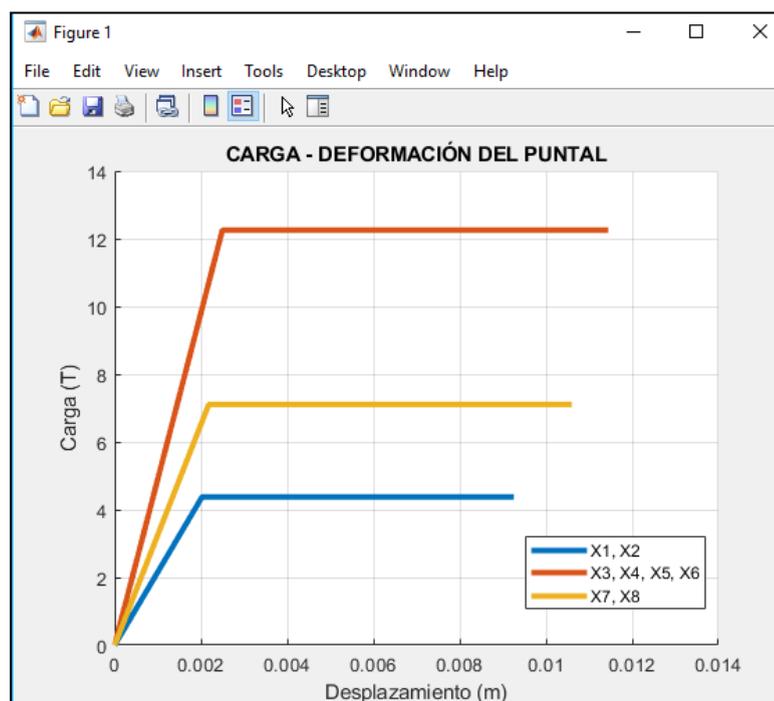
Fuente: Elaboración propia.

## Análisis estático no lineal

### Construcción del diagrama de carga - deformación

Se construyó el diagrama de carga deformación del puntal equivalente de los muros de albañilería en la dirección X, tal como se muestra en la figura 14. Los muros X1 y X2 tendrán una compresión diagonal máxima de 4.380 T y un desplazamiento ultimo de 0.009252 m, los muros X3, X4, X5 y X6 tendrán una compresión diagonal máxima de 7.107 T y un desplazamiento máximo de 0.010598 m, y los muros X7 y X8 tendrán una compresión diagonal máxima de 12.257 T y un desplazamiento máximo de 0.011445 m.

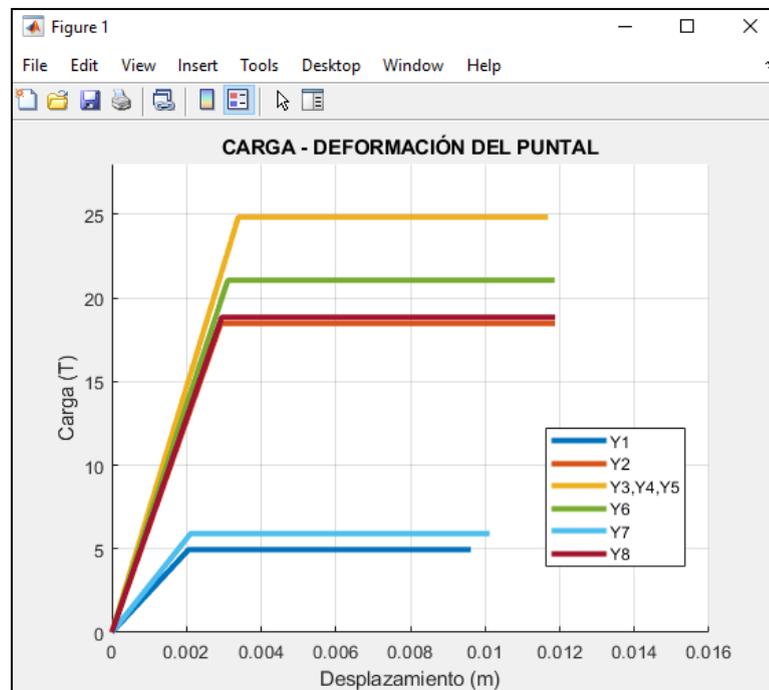
Figura 14. Carga – deformación, puntales de los muros en la dirección X.



Fuente: Elaboración propia.

Se construyó el diagrama de carga deformación del puntal equivalente de los muros de albañilería en la dirección Y, tal como se muestra en la figura 15. El muro Y1 tiene una compresión diagonal máxima de 4.951 T y un desplazamiento ultimo de 0.009616 m, El muro Y2 tiene una compresión diagonal máxima de 18.466 T y un desplazamiento ultimo de 0.011872 m, los muros Y3, Y4 y Y5 tienen una compresión diagonal máxima de 24.820 T y un desplazamiento ultimo de 0.011682 m, el muro Y6 tiene una compresión diagonal máxima de 21.054 T y un desplazamiento ultimo de 0.011861 m, el muro Y7 tiene una compresión diagonal máxima de 5.909 T y un desplazamiento ultimo de 0.010119 m, y el muro Y8 tiene una compresión diagonal máxima de 18.835 T y un desplazamiento ultimo de 0.011877 m.

Figura 15. Carga – deformación, puntales de los muros en la dirección Y.



Fuente: Elaboración propia.

De los diagramas de carga – deformación se desprenden las propiedades del puntal equivalente que asumirán el comportamiento no lineal de los muros de albañilería, como se muestra en la tabla 16. Dónde: (L) es la longitud del muro, (h) es la altura, (D) es su diagonal, (t) es el espesor, (wp) es el peralte del puntal,

(dy) el desplazamiento de fisuramiento, (du) es el desplazamiento último, (u) es la ductilidad a compresión y (Rcomp) es la compresión diagonal máxima.

Tabla 16. Propiedades del puntal equivalente.

MURO	L	h	D	t	wp	dy	du	u	Rcomp
X1	1	2.7	2.88	0.13	0.88	0.002028	0.009252	4.56	4.380
X2	1.4	2.7	3.04	0.13	0.88	0.002028	0.009252	4.56	4.380
X3	2.5	2.7	3.68	0.13	1.06	0.002182	0.010598	4.86	7.107
X4	2.6	2.7	3.75	0.13	1.06	0.002182	0.010598	4.86	7.107
X5	2.65	2.7	3.78	0.13	1.06	0.002182	0.010598	4.86	7.107
X6	2.6	2.7	3.75	0.13	1.06	0.002182	0.010598	4.86	7.107
X7	1.83	2.7	3.26	0.13	0.93	0.002499	0.011445	4.58	12.257
X8	1.93	2.7	3.32	0.13	0.93	0.002499	0.011445	4.58	12.257
Y1	1.21	2.7	2.96	0.13	0.89	0.002059	0.009616	4.67	4.951
Y2	3.45	2.7	4.38	0.13	1.25	0.002921	0.011872	4.06	18.466
y3	4.31	2.7	5.09	0.13	1.46	0.003391	0.011682	3.45	24.820
Y4	4.3	2.7	5.08	0.13	1.46	0.003391	0.011682	3.45	24.820
Y5	4.3	2.7	5.08	0.13	1.46	0.003391	0.011682	3.45	24.820
Y6	3.8	2.7	4.66	0.13	1.33	0.003108	0.011861	3.82	21.054
Y7	1.66	2.7	3.17	0.13	0.91	0.002113	0.010119	4.79	5.909
Y8	3.5	2.7	4.42	0.13	1.26	0.002947	0.011877	4.03	18.835

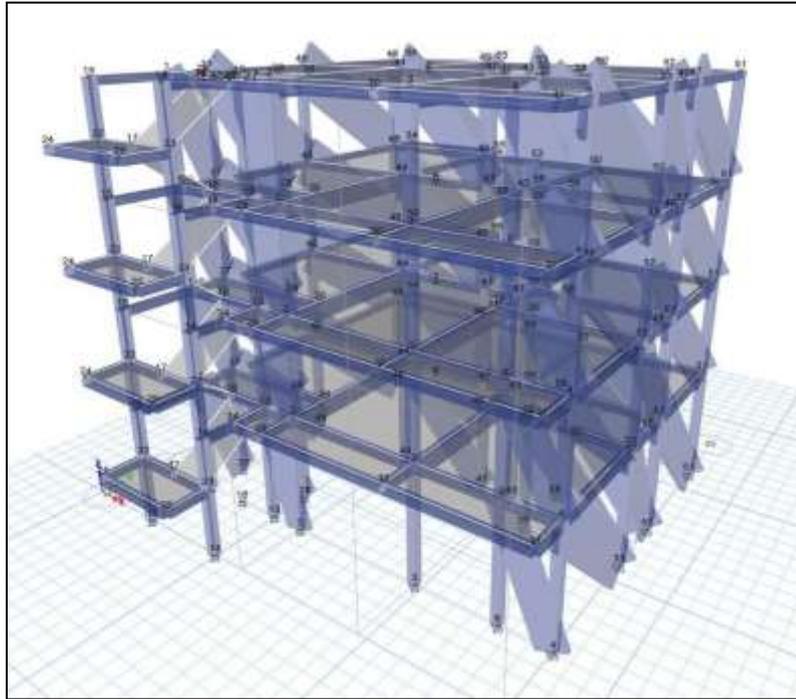
Fuente: Elaboración propia.

### Modelamiento estructural

Se realizó el modelamiento no lineal de la vivienda de albañilería de sistema mixto, tal como se muestra en la figura 16. Se retiraron los elementos tipo “Shell” del modelamiento lineal y se reemplazaron por puntales equivalentes que asumirán el comportamiento no lineal de los muros de albañilería. Estos últimos se modelaron como elementos tipo “frame” con articulaciones en los extremos para que solo experimenten fuerzas axiales en toda su longitud. Se asignó a cada puntal una rotula plástica “P-axial” en el centro de su longitud con las propiedades calculadas en el ítem anterior. La resistencia a compresión de los materiales es de 93kg/cm<sup>2</sup> para la albañilería y de 175 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto armado.

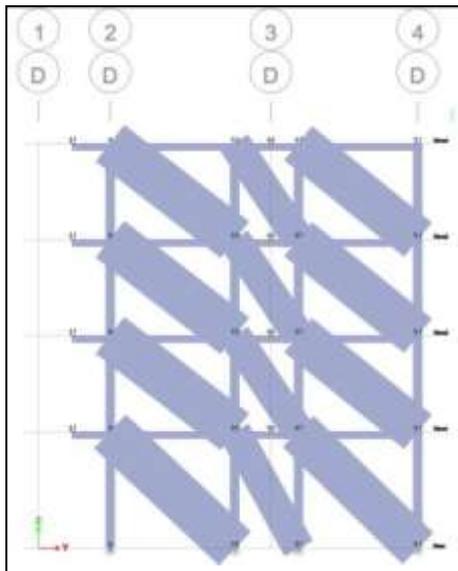
En la figura 17, se muestra la posición de los puntales equivalentes de los muros Y1, Y2 y Y3 en el eje D de la vivienda multifamiliar de sistema mixto.

Figura 16. Modelo no lineal de puntal equivalente.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Acoplamiento de puntales equivalentes eje D.

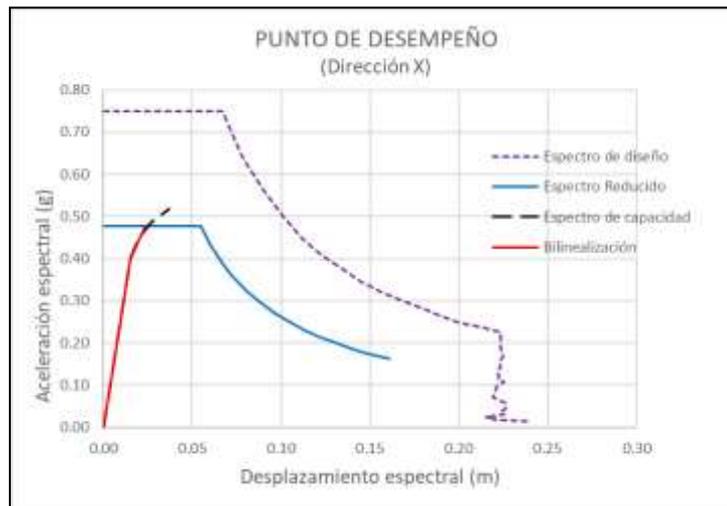


Fuente: Elaboración propia.

## Determinación del punto de desempeño sísmico

Se determinó el punto de desempeño sísmico en la dirección X con el método de espectro de capacidad normalizado por el código ATC 40, como se muestra en la figura 18. Se obtuvo una aceleración espectral de 0.49 g con un desplazamiento espectral de 0.025 m. El espectro de diseño tiene una aceleración máxima de 0.75 g para periodos cortos hasta valores de 0.60 seg.

Figura 18. Determinación del punto de desempeño, análisis en X.



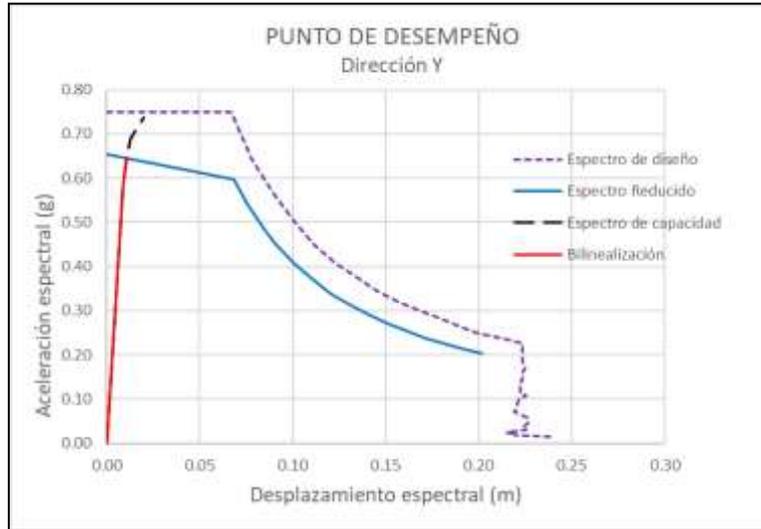
Fuente: Elaboración propia.

Se determinó el punto de desempeño sísmico en la dirección Y con el método de espectro de capacidad normalizado por el código ATC 40, como se muestra en la figura 18. Se obtuvo una aceleración espectral de 0.65 g con un desplazamiento espectral de 0.012 m. El espectro de diseño tiene una aceleración máxima de 0.75 g para periodos cortos hasta valores de 0.60 seg.

## Evaluación del desempeño sísmico

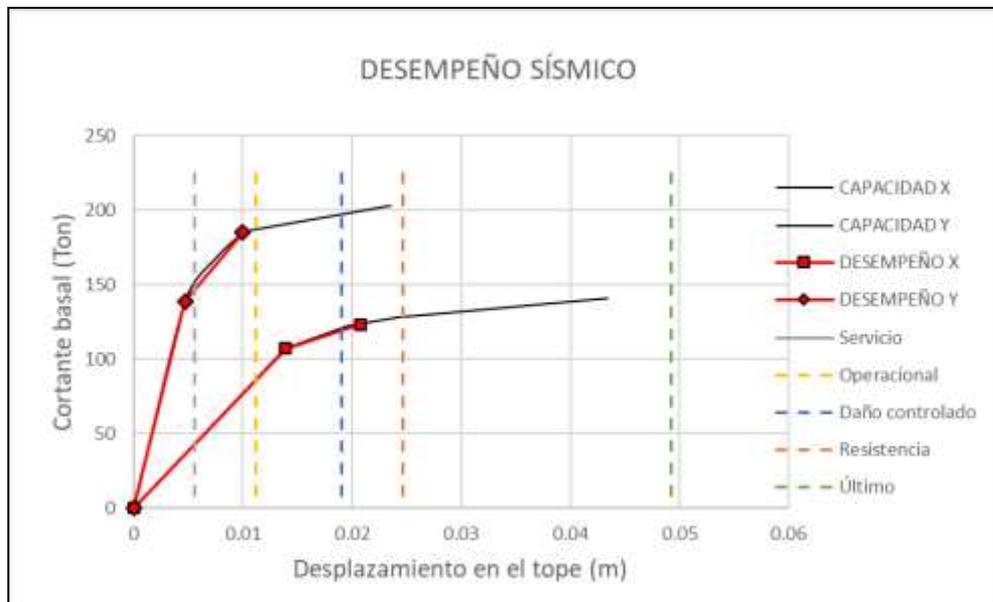
Se evaluó el desempeño sísmico de la vivienda de sistema mixto en ambas direcciones, como se muestra en la figura 20. En la dirección X el desempeño sísmico es de “resistencia” con un desplazamiento de 0.0207 m y en la dirección Y el desempeño sísmico es “operacional” con un desplazamiento de 0.010 m, como también se muestra en la tabla 17.

Figura 19. Determinación del punto de desempeño, análisis en Y.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 20. Curvas de capacidad y desempeño sísmico, método no lineal.



Fuente: Elaboración propia.

Cada nivel de desempeño está asociado a un nivel de daño como se muestra en la tabla 17. En la dirección X el sismo de diseño provoca un daño catalogado como “Muy fuerte” y en la dirección Y donde hay mayor densidad de muros el daño es “Moderado”.

Tabla 17. Nivel de desempeño y grado de daño de la estructura.

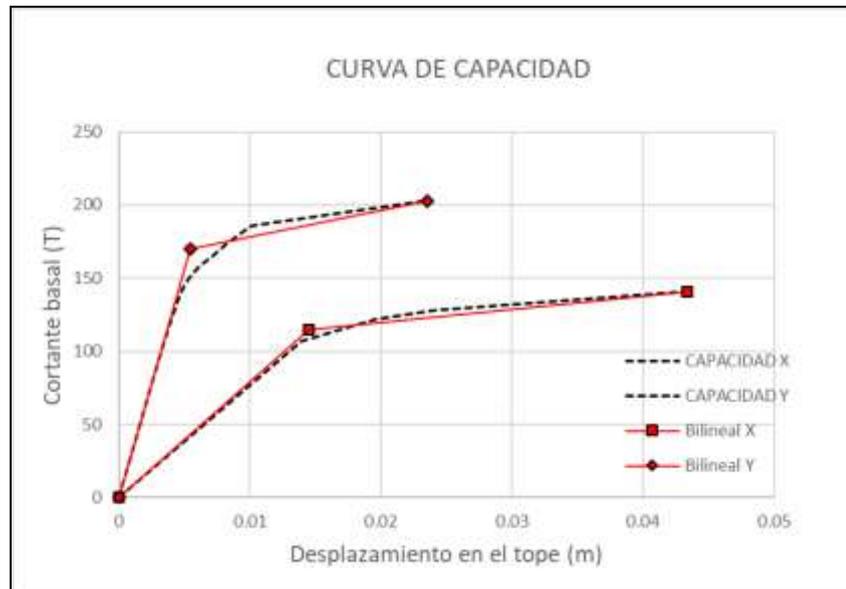
Grado de desempeño	Límite de distorsión (%)	Límite en desplazamiento (m) Altura Edif. = 11.20 m	Desplazamiento del tope (m)	Grado de daño
Servicio	0.05	0.0056	-	Ligero
Operacional	0.10	0.0112	0.0100 (Y)	Moderado
Daño controlado	0.17	0.0190	-	Fuerte
Resistencia	0.22	0.0246	0.0207 (X)	Muy fuerte
Último	0.44	0.0493	-	Grave

Fuente: Elaboración propia.

### Calculo de rigidez lateral y la ductilidad

En la figura 21, se observa la curva de capacidad resistente de la vivienda de sistema mixto en ambas direcciones de análisis. En la dirección X la capacidad última ( $V_u$ ) es de 141 T y en la dirección Y la capacidad última es de 203 T, como también se muestra en la tabla 28.

Figura 21. Curva de capacidad resistente de la vivienda en ambas direcciones.



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 18, se muestran los puntos notables de la curva de capacidad y las propiedades mecánicas al corte. En la dirección X, la vivienda tiene una rigidez elástica al corte ( $K_e$ ) de 7941 T/m y una ductilidad al desplazamiento ( $u_d$ ) de

2.99. En la dirección Y la vivienda tiene una rigidez elástica al corte de 30909 T/m y una ductilidad al desplazamiento de 4.27.

Tabla 18. Puntos notables de la curva de capacidad, rigidez elástica y ductilidad.

PUNTO	FLUENCIA		POST FLUENCIA		R. ELASTICA	DUCTILIDAD
	DIRECCIÓN	dy (m)	Vy (T)	du (m)	Vu (T)	Ke (T/m)
X	0.0145	115.00	0.0434	141.00	7931	2.99
Y	0.0055	170.00	0.0235	203.00	30909	4.27

Fuente: Elaboración propia.

### Calculo de las derivas

Se calcularon las derivas de entrepiso con el método estático no lineal como se muestra en la tabla 19. En la dirección X, la deriva máxima es de 0.0044, y en la dirección Y, la deriva máxima es de 0.0024. Ambas distorsiones están muy por debajo del límite de 0.005, que estipula la norma técnica peruana E030. Esto significa que la estructura es rígida. Cabe indicar que el método estático push over determina el desplazamiento en el nivel de azotea, para el cálculo del desplazamiento de entrepiso se consideró el desplazamiento de la azotea entre la cantidad de pisos.

Tabla 19. Control de derivas, análisis no lineal.

Dirección Analizada	Piso	Desplazamiento de desempeño (cm)	Deriva	Deriva <= 0.005
X	4	2.07	0.0019	Ok
Y	4	1.00	0.0009	Ok

Fuente: Elaboración propia.

### 4.3. Resultados de la investigación

**Objetivo específico 1:** Determinación de la variación de la rigidez elástica de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos.

Se determinó la variación de la rigidez elástica de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, como se muestra en la

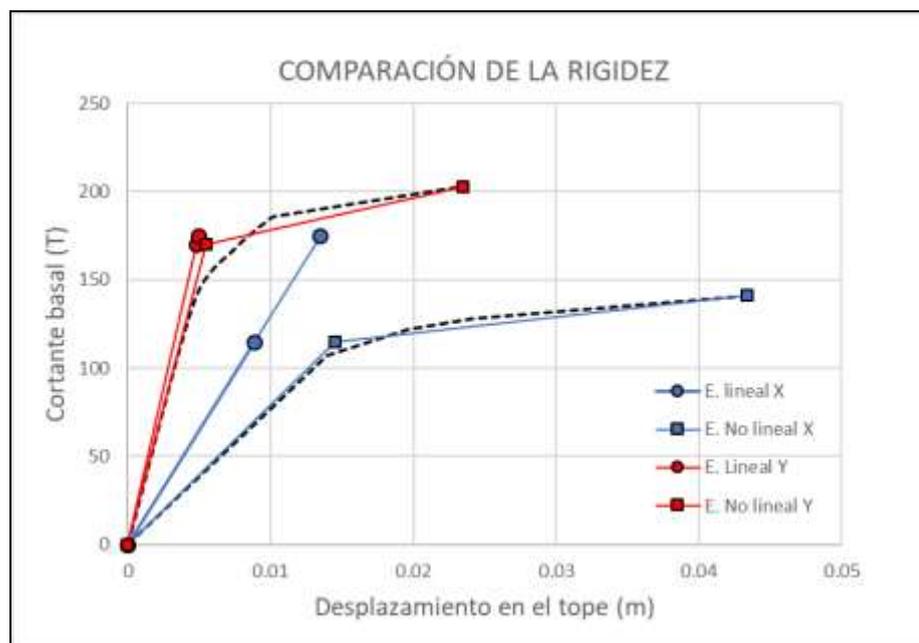
tabla 20. Aplicando el método estático lineal en la dirección X e Y, se obtuvo como resultado una rigidez elástica de 12972 y 35642 T/m respectivamente. Por otro lado, aplicando el método estático no lineal en la misma dirección, la rigidez elástica es de 7931 y 30909 T/m. Por lo tanto, la rigidez elástica varía en -38.86 y -13.28% para el análisis en la dirección X e Y respectivamente.

Tabla 20. Variación de la rigidez elástica en la dirección X (Lineal VS No lineal).

PUNTO	RIGIDEZ ELASTICA (T/m)		VAR. (%)
	M. ESTATICO	DIRECCIÓN	
	LINEAL	NO LINEAL	
X	12972	7931	-38.86
Y	35642	30909	-13.28

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22. Comparación de la rigidez (Lineal VS No lineal).



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 22 se muestra la comparación de la rigidez de las viviendas multifamiliares de sistema mixto, evaluados con métodos estáticos. Aplicando el método estático lineal en la dirección X e Y se obtiene una cortante última ( $V_u$ ) de 174.86 y 175.00 T con un desplazamiento último ( $d_u$ ) de 0.0125 y 0.0049 m respectivamente. Por otro lado, aplicando el método estático no lineal en la misma dirección, se obtiene una cortante última ( $V_u$ ) de 141.00 y 203.00

T con un desplazamiento último ( $u_d$ ) de 0.0434 y 0.0235 m. Se observa que la rigidez elástica calculada con el método estático no lineal prácticamente coincide con el método estático lineal en la dirección Y, pero en la dirección X varía significativamente. Esto es un problema típico con el método del puntal equivalente, que requiere que la rigidez sea calibrada previamente, aumentando el peralte del puntal equivalente, en algunos casos cuando la vivienda de albañilería no es lo suficientemente rígida elásticamente la calibración con el peralte del puntal no es suficiente, por lo tanto, muchos especialistas utilizan el artificio de alinear ambas rigideces gráficamente y después recién obtener el desempeño sísmico.

**Objetivo específico 2:** Determinación de la variación de la ductilidad por desplazamiento de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos.

Se determinó la variación de la ductilidad por desplazamiento de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, como se muestra en la tabla 21. Aplicando el método estático lineal, se obtuvo como resultado una ductilidad por desplazamiento de 2.25 en ambas direcciones. Por otro lado, aplicando el método estático no lineal en la dirección X, la ductilidad por desplazamiento es de 2.99 y en la dirección Y la ductilidad por desplazamiento es de 4.27. Por lo tanto, la ductilidad por desplazamiento varía en 32.89 y 89.78% para el análisis en la dirección X e Y respectivamente

Tabla 21. Variación de la ductilidad por desplazamiento (Lineal VS No lineal).

PUNTO	DUCTILIDAD POR DESPLAZAMIENTO		VAR. (%)
M. ESTÁTICO	LINEAL	NO LINEAL	
DIRECCIÓN	u	$u_d$	
X	2.25	2.99	32.89
Y	2.25	4.27	89.78

Fuente: Elaboración propia.

**Objetivo específico 3:** Determinación de la variación de las derivas de entrepiso de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos.

Se determinó la variación de las derivas de entrepiso de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, como se muestra en la tabla 22. Aplicando el método estático lineal en la dirección X e Y, se obtuvo como resultado una deriva máxima de 0.13 y 0.05% respectivamente. Por otro lado, aplicando el método estático no lineal en la misma dirección, la deriva en el punto de desempeño es de 0.19 y 0.09 %. Por lo tanto, las derivas de entrepiso varía en 46.15 y 80.00% para el análisis en la dirección X e Y respectivamente.

Tabla 22. Variación de las derivas (D. máximo Vs D. de desempeño)

PUNTO	DUCTILIDAD POR DESPLAZAMIENTO		VAR. (%)
	M. ESTATICO	NO LINEAL	
DIRECCIÓN	Deriva	Deriva	
X	0.13	0.19	46.15
Y	0.05	0.09	80.00

Fuente: Elaboración propia.

**Objetivo general:** Determinación del desempeño sísmico de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022.

Se determinó el desempeño sísmico de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, como se muestra en la tabla 23. Aplicando el método estático lineal en la dirección X e Y, se obtuvo como resultado un desempeño Aceptable con un desplazamiento de 1.348 y 0.491 cm respectivamente. Por otro lado, aplicando el método estático no lineal en la dirección X, se obtuvo como resultado un desempeño Resistencia con un desplazamiento de 2.07 cm; y en la dirección Y el desempeño es Operacional con un desplazamiento de 1.00 cm. Por lo tanto, Los desplazamientos que determinan el desempeño sísmico varía en 54 y 104% para el análisis en la dirección X e Y respectivamente.

En la figura 23, se muestra la deformación lateral de la vivienda multifamiliar de sistema mixto evaluado con métodos estáticos. Aplicando el método estático lineal en la dirección X los desplazamientos son de 0.295, 0.65, 1.017 y 1.348 cm en los pisos 1, 2, 3 y 4 respectivamente; y en la dirección Y los

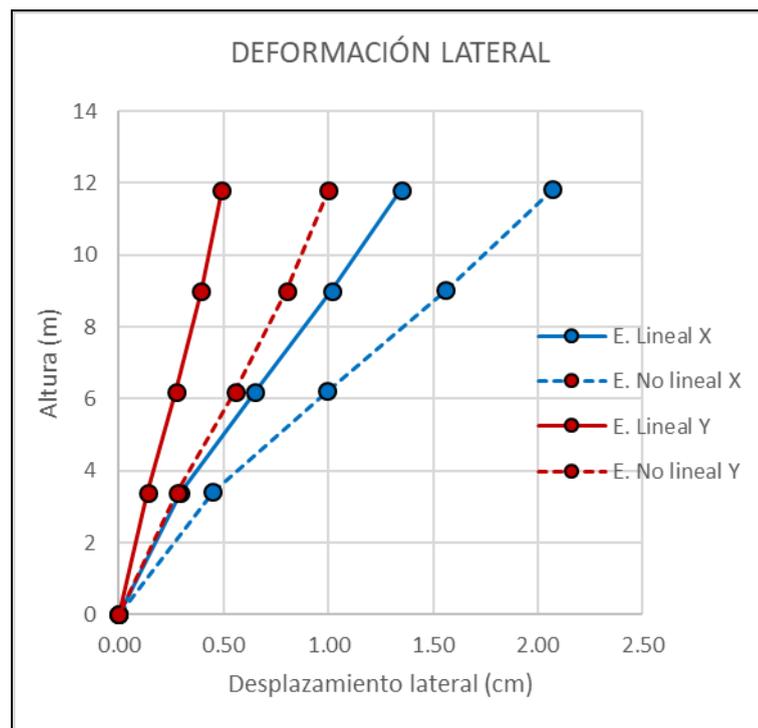
desplazamientos son de 0.137, 0.272, 0.394 y 0.491 cm. Aplicando el método estático no lineal en la dirección X los desplazamientos son de 0.453, 0.999, 1.562 y 2.070 cm; y en la dirección Y los desplazamientos son de 0.280, 0.555, 0.803 y 1.000 cm.

Tabla 23. Variación del desempeño sísmico de la estructura (Lineal VS No lineal)

ANÁLISIS ESTÁTICO		LINEAL				NO LINEAL		VAR. DESPLAZ. %
DIR.	Piso	Desplaz. elástico (cm)	Desplaz. inelástico (cm)	Deriva	Deriva <= 0.005	Desplaz. de desempeño (cm)	Desempeño	
X	4	0.599	1.348	0.0012	ACEPTABLE	2.070	RESISTENCIA	54
	3	0.452	1.017	0.0013		1.562		
	2	0.289	0.650	0.0013		0.999		
	1	0.131	0.295	0.0009		0.453		
Y	4	0.218	0.491	0.0003	ACEPTABLE	1.000	OPERACIONAL	104
	3	0.175	0.394	0.0004		0.803		
	2	0.121	0.272	0.0005		0.555		
	1	0.061	0.137	0.0004		0.280		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Deformación lateral de la estructura (E. Lineal VS E. No lineal)



Fuente: Elaboración propia.

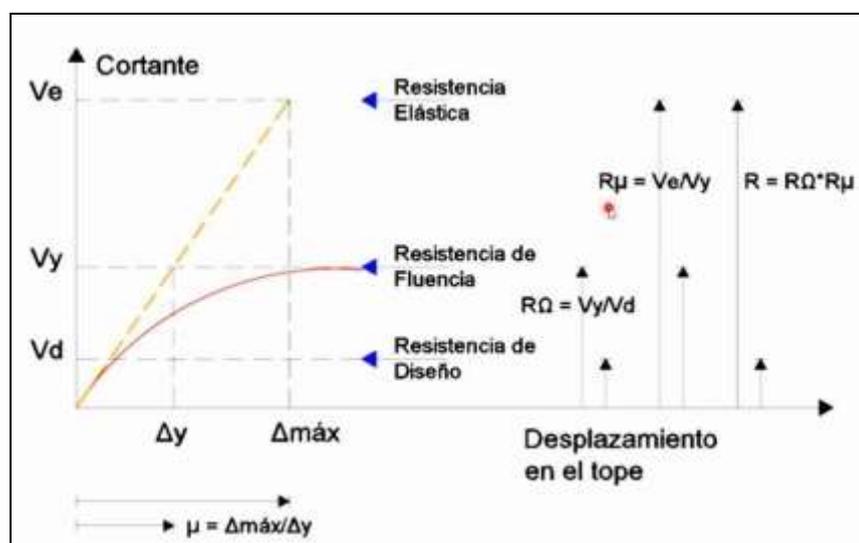
## V. DISCUSIÓN

**Objetivo específico 1:** Determinación de la variación de la rigidez elástica de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos.

Se determinó la variación de la rigidez elástica de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos. Aplicando el método estático lineal en la dirección X e Y, se obtuvo como resultado una rigidez elástica de 12972 y 35642 T/m respectivamente. Por otro lado, aplicando el método estático no lineal en la misma dirección, la rigidez elástica es de 7931 y 30909 T/m. Por lo tanto, la rigidez elástica varía en -38.86 y -13.28% para el análisis en la dirección X e Y respectivamente.

Respecto a (AGUIAR, y otros, 2020 pág. 16), citado en las bases teóricas, nos muestra la degradación de la rigidez de las estructuras durante el empujón incremental en el método estático no lineal respecto al método estático lineal, como se muestra en la figura 24. El autor indica que la rigidez, representada en la tangente de la curva, es prácticamente la misma hasta alcanzar la cortante de diseño ( $V_d$ ) del método estático lineal, y que a partir de ahí se degrada progresivamente hasta desaparecer más allá del desplazamiento máximo ( $\Delta_{\max}$ ).

Figura 24. Comparación conceptual del método estático Lineal y No lineal.



Fuente: Aguiar y otros, (2020 pág. 16).

Si revisamos la figura 22 del capítulo anterior, comparación de la rigidez de la estructura, encontramos similitudes con la figura 24 de (AGUIAR, y otros, 2020). Cabe indicar que los modelos no lineales de puntal equivalente y otros, desprecian la pérdida de rigidez en la parte más baja de la curva de capacidad, para representar en forma bilineal el comportamiento del muro de albañilería. Los resultados son razonables, por lo tanto, el objetivo específico 1 es alcanzado.

**Objetivo específico 2:** Determinación de la variación de la ductilidad por desplazamiento de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos.

Se determinó la variación de la ductilidad por desplazamiento de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos. Aplicando el método estático lineal, se obtuvo como resultado una ductilidad por desplazamiento de 2.25 en ambas direcciones. Por otro lado, aplicando el método estático no lineal en la dirección X, la ductilidad por desplazamiento es de 2.99 y en la dirección Y la ductilidad por desplazamiento es de 4.27. Por lo tanto, la ductilidad por desplazamiento varía en 32.89 y 89.78% para el análisis en la dirección X e Y respectivamente.

Respecto a la (RNE NTP E.030, 2019), citado en las bases teóricas, el desplazamiento elástico lineal debe ser multiplicado por un factor  $0.75R$  para encontrar el desplazamiento inelástico de la estructura. Este factor es la ductilidad en el método estático lineal, que para estructuras de albañilería confinada da como resultado un valor de 2.25 ( $R = 3$ ).

Tabla 24. Cálculo de la ductilidad (E. Lineal Vs NTP 030).

Dirección	$\Delta d$	$\Delta_{max}$	$\mu (0.75R)$
X	0.00599	0.0135	2.25
Y	0.00218	0.0049	2.25

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar que la ductilidad está en función del factor de reducción de la resistencia ( $R$ ), que es calculada con ayuda del método estático no lineal a partir de la curva de capacidad como se muestra en la figura 24 y en la tabla

25. El factor de reducción sísmica ( $R$ ) es igual al producto del factor de las fuerzas sísmicas por ductilidad ( $R_{\mu}$ ) con el factor de sobre resistencia ( $R_{\Omega}$ ), que da como resultado un valor de 2.25 en ambas direcciones, que es igual al factor 0.75R de la (RNE NTP E.030, 2019). El resultado es igual, por lo tanto, el objetivo específico 2 es alcanzado.

Tabla 25. Cálculo del factor de reducción sísmica  $R$ .

Dirección	Vd	Vy (T)	Ve	$R_{\Omega}$	$R_{\mu}$	$R$
X	77.70	115.00	174.86	1.48	1.52	2.25
Y	77.70	170.00	175.00	2.19	1.03	2.25

Fuente: Elaboración propia.

**Objetivo específico 3:** Determinación de la variación de las derivas de entrepiso de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos.

Se determinó la variación de las derivas de entrepiso de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, como se muestra en la tabla 22. Aplicando el método estático lineal en la dirección X e Y, se obtuvo como resultado una deriva máxima de 0.13 y 0.05% respectivamente. Por otro lado, aplicando el método estático no lineal en la misma dirección, la deriva en el punto de desempeño es de 0.19 y 0.09%. Por lo tanto, las derivas de entrepiso varían en 46.15 y 80.00% para el análisis en la dirección X e Y respectivamente.

Respecto a (HUALLPA, 2021), citado como antecedente nacional, diseño una vivienda de multifamiliar de 4 pisos de albañilería confinada. Aplicando el método dinámico lineal, obtuvo como resultado en la dirección X e Y una deriva máxima de 0.19 y 0.09% respectivamente.

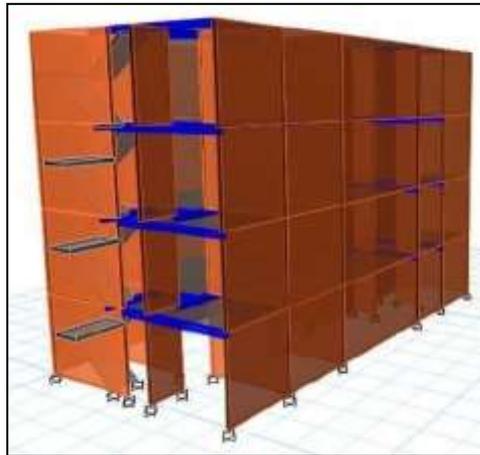
Comparando los resultados de los métodos lineales las derivas varían en 46.15 y 80.00%. Esto significa que la vivienda de (MAYHUA, 2018) es más flexible tanto en la dirección X como en Y como se muestra la figura 25. El resultado es razonable, por lo tanto, el objetivo específico 3 es alcanzado.

Tabla 26. Variación de las derivas respecto a los antecedentes (Métodos lineales).

M. Lineal	Mayhua (2018)	Reymundo (2022)	VAR. (%)
DIRECCIÓN	Deriva	Deriva	
X	0.13	0.19	46.15
Y	0.05	0.09	80.00

Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Vivienda de albañilería confinada de 4 pisos.



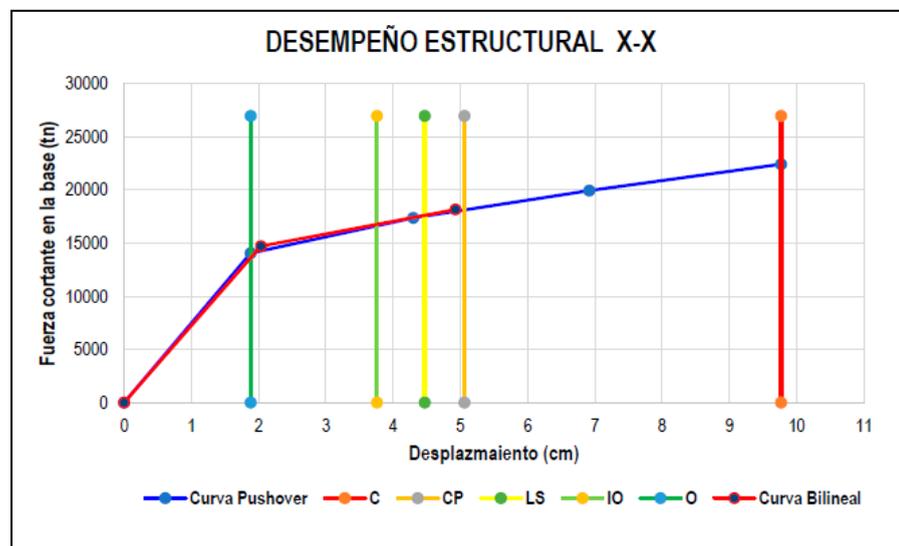
Fuente: Mayhua, (2018)

**Objetivo general:** Determinación del desempeño sísmico de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022.

Se determinó la variación del desempeño sísmico de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, como se muestra en la tabla 23. Aplicando el método estático lineal en la dirección X e Y, se obtuvo como resultado un desempeño Aceptable con un desplazamiento de 1.348 y 0.491 cm respectivamente. Por otro lado, aplicando el método estático no lineal en la dirección X, se obtuvo como resultado un desempeño Resistencia con un desplazamiento de 2.07 cm; y en la dirección Y el desempeño es Operacional con un desplazamiento de 1.00 cm. Por lo tanto, Los desplazamientos que determinan el desempeño sísmico varía en 54 y 104% para el análisis en la dirección X e Y respectivamente.

Respecto a (GUILLEN, 2021), citado como antecedente nacional, aplico el método estático no lineal en la determinación del desempeño sísmico de una vivienda de albañilería confinada de 3 pisos de altura. Obtuvo como resultado un desempeño de Prevención de colapso con un desplazamiento de 4.92 cm en la dirección X, y un desempeño de Seguridad de vida con un desplazamiento de 2.08 cm en la dirección Y.

Figura 26. Desempeño sísmico de una vivienda de albañilería confinada de 3 pisos (Antecedente).



Fuente: Guillen, (2021 pág. 36).

Tabla 27. Comparación del desempeño sísmico con los antecedentes.

M. No Lineal	Guillen (2018)		Reymundo (2022)		VAR. (%)
	di	Desempeño	di	Desempeño	
X	4.92	Prevención de colapso	2.07	Resistencia	-58
Y	2.08	Seguridad de vida	1.00	Operacional	-52

Fuente: Elaboración propia.

Comparando los resultados se observa que los desplazamientos de desempeño de la presente investigación varían en -58 y -52%. Esto significa que la estructura es más rígida a pesar de tener 1 piso más respecto al antecedente. Por otro lado, (GUILLEN, 2021) utiliza una escala de medición para el grado del desempeño que es recomendada para estructuras de concreto armado, y no para viviendas de albañilería confinada, por lo tanto, sus

resultados son inconsistentes. Por lo expuesto podemos concluir que el objetivo general es alcanzado.

*Tabla 28. Escalas de medición para el grado de desempeño sísmico.*

Guillen (2018)	Reymundo (2022)
<b>Grado de desempeño (Visión 2000)</b>	<b>Grado de desempeño (Astroza y Shmits)</b>
Operacional	Servicio
ocupación inmediata	Operacional (Y)
Seguridad de vida (Y)	Daño controlado
Prevención de colapso (X)	Resistencia (X)
Colapso	Último

*Fuente: Elaboración propia.*

## VI. CONCLUSIONES

**Conclusión 1:** Se determinó la variación de la rigidez elástica de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos. Aplicando el método estático lineal en la dirección X e Y, se obtuvo como resultado una rigidez elástica de 12972 y 35642 T/m respectivamente. Por otro lado, aplicando el método estático no lineal en la misma dirección, la rigidez elástica es de 7931 y 30909 T/m. Por lo tanto, la rigidez elástica disminuye en -38.86 y -13.28% para el análisis en la dirección X e Y respectivamente. Esto significa que el método no lineal contempla la degradación de rigidez de la estructura durante su deformación lateral en respuesta al sismo de diseño. Por lo tanto, se niega la hipótesis específica, que La rigidez elástica de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos disminuye no menos del -5%.

**Conclusión 2:** Se determinó la variación de la ductilidad por desplazamiento de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos. Aplicando el método estático lineal, se obtuvo como resultado una ductilidad por desplazamiento de 2.25 en ambas direcciones. Por otro lado, aplicando el método estático no lineal en la dirección X, la ductilidad por desplazamiento es de 2.99 y en la dirección Y la ductilidad por desplazamiento es de 4.27. Por lo tanto, la ductilidad por desplazamiento aumenta en 32.89 y 89.78%. Esto significa que, debido a la degradación de la rigidez, la capacidad de deformación aumenta. Por lo tanto, se niega la hipótesis específica que la ductilidad por desplazamiento de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos aumenta no más del 10%.

**Conclusión 3:** Se determinó la variación de las derivas de entrepiso de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos. Aplicando el método estático lineal en la dirección X e Y, se obtuvo como resultado una deriva máxima de 0.13 y 0.05% respectivamente. Por otro lado, aplicando el método estático no lineal en la misma dirección, la deriva en el

punto de desempeño es de 0.19 y 0.09 %. Por lo tanto, la deriva de entrepiso aumenta en 46.15 y 80.00%. Esto significa que, por la aparición del daño en la estructura la deformación lateral aumenta. Por lo tanto, se niega la hipótesis específica que las derivas de entrepiso de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos aumentan no más del 5%.

**Conclusión general:** Se determinó el desempeño sísmico de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos. Aplicando el método estático lineal en la dirección X e Y, se obtuvo como resultado un desempeño Aceptable con un desplazamiento de 1.348 y 0.491 cm respectivamente. Por otro lado, aplicando el método estático no lineal en la dirección X, se obtuvo como resultado un desempeño de Resistencia con un desplazamiento de 2.07 cm; y en la dirección Y el desempeño es Operacional con un desplazamiento de 1.00 cm. Por lo tanto, Los desplazamientos que determinan el desempeño sísmico aumentan en 54 y 104%. Esto significa que, el desempeño sísmico de la vivienda satisface el límite de distorsión de 0.005 que estipula la norma técnica peruana E030, así como también satisface los objetivos de desempeño propuesto por (SANTANA, 2012) para el sismo de diseño en ambas direcciones. Por lo tanto, se niega la hipótesis específica que el desempeño sísmico de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, no es aceptable, San Ramón, Junín 2022.

*Tabla 29. Objetivos de desempeño para viviendas de albañilería.*

Nivel de sismo	Objetivos de desempeño				
	Servicio	Operacional	Daño controlado	Resistencia	Ultimo
Servicio	OK	OK	X	X	X
Diseño	-	-	OK	OK	X
Máximo	-	-	-	OK	OK

*Fuente: Santana, (2012 pág. 21)*

## VII. RECOMENDACIONES

**Recomendación 1:** Se determinó la variación de la rigidez elástica de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, utilizando modelos de puntal equivalente en representación de los muros de albañilería. Se recomienda utilizar modelos de columna ancha para determinar de manera más precisa la rigidez elástica inicial en comparación con el modelo de puntal equivalente.

**Recomendación 2:** Se determinó la variación de la ductilidad por desplazamiento de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, utilizando la norma técnica peruana E030 y el empuje incremental Push over. Según (AGUIAR, 2003) la ductilidad global de la estructura de albañilería dependerá de manera significativa de la capacidad de deformación de los elementos de confinamiento, que están construidos en base a concreto armado. Por lo tanto, se recomienda estudiar la influencia de la ductilidad a flexión de los elementos de confinamiento en la ductilidad por desplazamiento de la estructura de albañilería confinada o mixta.

**Recomendación 3:** Se determinó la variación de las derivas de entrepiso de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, encontrando que las derivas de entrepiso del método no lineal aumentan respecto al método lineal. La deriva de entrepiso del método estático lineal corresponde a la respuesta lineal de la estructura para un sismo severo, mientras que la deriva de entrepiso del método no lineal corresponde a la respuesta no lineal de la estructura para un sismo de diseño. Se recomienda comparar las derivas globales de viviendas de albañilería confinada aplicando métodos no lineales, como son, el método estático no lineal, dinámico incremental y dinámico tiempo historia.

**Recomendación general:** Se determinó el desempeño sísmico de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos. Se ha observado en muchos antecedentes el uso de los objetivos de

desempeño recomendados por el comité Visión 2000 para edificaciones de concreto armado, que no tienen aplicación a estructuras de albañilería confinada o mixta. Por lo tanto se recomienda utilizar los objetivos de desempeño propuestos por (SANTANA, 2012).

# REFERENCIAS

**AGUIAR, Roberto. 2003.** *Análisis sísmico por desempeño*. Quito : CEINCI - ESPE, 2003.

**AGUIAR, Roberto, CAGUA, B y PILATASIG, J. 2020.** *Pushover con acoplamiento de CEINCI-LAB y OpenSees*. Barcelona : A.H. Barbat, 2020. 1134-3249.

**AL CHAAR, Ghassan. 2002.** *Evaluación de la resistencia y rigidez de estructuras de relleno de mampostería no reforzada*. 2002. Disponible en: <https://bit.ly/3qRJMg7>.

**ALCÁNTARA, Kelly y NALVARTE, Carlos. 2016.** *Desempeño estructural aplicando la norma ATC 40 para el reforzamiento del pabellón Monoblock del instituto nacional de salud del niño*. Lima : s.n., 2016. Disponible en: <https://bit.ly/3AqHCqU>.

**ARIAS, Fidias. 2012.** *El proyecto de investigación*. Caracas : Episteme, 2012. 980-07-8529-9.

**ARIAS, Odón y FIDIAS, Gerardo. 2012.** *El proyecto de investigación*. Sexta. Caracas : Episteme, 2012. pág. 138. Vol. VI.

**ARROYO, Heeder. 2019.** *Evaluación del desempeño sísmico del pabellón B del colegio Santa Isabel, Huancayo*, 2019. Huancayo : s.n., 2019.

**ATC 40. 1996.** *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*. California : s.n., 1996.

**BBC Ciencia. 2017.** BBC News. [En línea] 25 de Mayo de 2017. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-40049072>.

**BERTERO, Raul. 1992.** Diseño Sísmico Basado en Performance estado actual. 1992. Disponible en <https://bit.ly/3nQlZeu>.

**CANO LICONA, Jesús y TENA COLUNGA, Arturo. 2005.** Diseño sísmico de estructuras de manpostería para distintos niveles de desempeño estructural con base a adecuaciones propuestas al método simplificado de análisis. 2005.

**CARRILLO, Julian y GONZÁLES, Giobanni. 2007.** Modelación Inelastica de Pórticos de Concreto con Manpostería No Reforzada. *Dyna*. Colombia : s.n., 2007. Vol. 74, p. 229-239. Disponible en <https://bit.ly/3nSn19L>.

**CHÁVEZ, Xennia. 2017.** Evaluación por desempeño mediante análisis no lineal, bloque A del Hospital Daniel Alcides Carrión, de la provincia de Huancayo, Región Junín, 2017. Huancayo : s.n., 2017. Disponible en: <https://bit.ly/33lzaHC>.

**COSINGA CONGACHA, Alexander Cesar. 2019.** *Evaluación del riesgo y desempeño sísmico de las edificaciones de albañilería confinada del distrito de Chaclacayo de la región Lima en el año 2018*. 2019.

**FEMA 273. 1997.** *NEHRP guidelines for the seismic rehabilitation of buildings*. Washington D.C. : s.n., 1997.

**FEMA 356. 2000.** *Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings, by American Society of Civil Engineers*. Washington D.C. : s.n., 2000.

**GONZÁLES, Camilo. 2018.** *Análisis estático no lineal Pushover de estructura apoticada de hormigón armado con diferentes grados de ductilidad. Aplicando la norma sismoresistente Colombiana 2010 (NSR-10)*. València : s.n., 2018. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/100307>.

**GUILLEN, Yolby. 2021.** *Vulnerabilidad sísmica y diseño sismoresistente en un edificio de albañilería confinada en la Provincia de Chincha, Ica 2021*. Chincha : s.n., 2021. Disponible en: <https://bit.ly/35FWoiM>.

- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2010.** *Metodología de la investigación.* Mexico : McGRAW HILL/Interamericana Editores S.A., 2010. 978-607-15-0291-9.
- HUALLPA, Eder. 2021.** *Diseño de albañilería confinada para una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima - Lince, 2021.* Lima : s.n., 2021. Disponible en: <https://bit.ly/36d7rQo>.
- MARÍN, Andrés. 2018.** *Evaluación del desempeño estructural de una edificación de muros de concreto mediante métodos simplificados.* Medellín : s.n., 2018. Disponible en: <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/13326>.
- MARIN, Wily. 2020.** *Nivel de desempeño sísmico de un edificio multifamiliar mediante el análisis estático no lineal Push over, Jesus María, 2020.* Lima : s.n., 2020. Disponible en : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60076>.
- MAYHUA, Jack. 2018.** *Diseño estructural por desempeño sísmico de un edificio de 5 pisos en el distrito de Ascensión, provincia de Huancavelica.* Huancayo : s.n., 2018. Disponible en: <https://bit.ly/3r3ppwJ>.
- MIRANDA, Eduardo y BERTERO, Vitelmo. 1994.** Espectros de terremotos. *Evaluación de factores de reducción de resistencia para diseño sismorresistente.* 1994. Vol. 10, 2.
- MORENO, Bill. 2021.** Evaluación del desempeño sísmico en el rango inelástico de una estructura esencial de concreto armado con disipadores de fluido viscoso. Lima : s.n., 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3qSxjbU>.
- MURILLO, José y CAICEDO, David. 2021.** *Desempeño sísmico del sistema estructural de una vivienda unifamiliar de 3 losas ubicada en San Carlos Quevedo y propuesta de reforzamiento.* Guayaquil : s.n., 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3lszcCc>.

**NAEIM, F y KELLY, J. 2000.** *esign of Seismic Isolated Structures: From Theory to Practice.* In *Earthquake Spectra.* Canada : s.n., 2000. Diponible en: <https://doi.org/10.1193/1.1586135>.

**OSEDA, Dulio, y otros. 2011.** *Como aprender y enseñar investigación científica.* Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2011. 978-612-46019-0-3.

**PÁRAMO, kevin y VILLEGAS, Lizeth. 2021.** *Estudio de desempeño sísmico y mejoramiento estructural de las viviendas de emergencia techo en las localidades ciudad Bolivar y Usme de Bogota.* Bogotá : s.n., 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3tPCZp6>.

**PEREZ, Wilter. 2015.** *Desempeño Sísmico De La Estructura De La Tribuna Sur Del Estadio Huancavelica Usando Un Análisis O Lineal Estático, Huancavelica – 2014.* Huancayo : s.n., 2015. Disponible en: <https://bit.ly/3AswrhB>.

**PORTILLO, Y, RODRIGUEZ, J y MARTÍNEZ, C. 2011.** *Introducción al diseño de marcos de concreto reforzados, por el método de análisis estático no lineal (Push over) utilizando un software especializado.* 2011.

**REDIN, Francisco. 2018.** *Evaluación sísmica del edificio de la facultad de ingeniería mediante código ASCE 41-13.* Quito : s.n., 2018. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15437>.

**RNE NTP E.030. 2019.** *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Lima : Macro, 2019.

**SALDAÑA, Rossgri. 2020.** *Nivel de desempeño sísmico de las viviendas proyectadas para el año 2017 -2018 en la ciudad de Cajamarca.* Cajamarca : s.n., 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3nRdK1E>.

**SANTANA, Ronald. 2012.** *Diseño sísmico por desempeño de estructuras de albañilería confinada.* Huancayo - Perú : s.n., 2012. Disponible en: <https://bit.ly/3MahLJh>.

**SEAOC. 1996.** *Seismic Design Manual.* California : s.n., 1996.

**SUPO, Jose. 2014.** *Seminario de Investigación: sinopsis del libro y carpeta de aprendizaje.* s.l. : Bioestadístico EIRL, 2014.

**VALDERRAMA, Santiago. 2015.** *Pasos Para elaborar Proyectos de Investigación Científica.* Quinta. Lima : San Marcos E.I.R.L., 2015. pág. 469. Vol. V.

**VEGA, Geremías. 2020.** *Evaluación del desempeño sísmico mediante el análisis estático no lineal, vivienda comercio Miura Grill, Chiclayo.* Pimentel : s.n., 2020.

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de consistencia.

**TÍTULO:** Desempeño sísmico de viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p><u>GENERAL</u> ¿Cuál es el desempeño sísmico de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022?</p>	<p><u>GENERAL</u> Determinar el desempeño sísmico de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022.</p>	<p><u>GENERAL</u> El desempeño sísmico de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos no es aceptable, San Ramón, Junín 2022.</p>	<p>Variable independiente: METODOS ESTATICOS</p>	<p>D1: Método estático lineal</p>	<p>I1: Cortante basal (T)</p>	<p>NTP E030, E.20.</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel:</b> Explicativo</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental Descriptivo transversal</p> <p><b>Población:</b> Viviendas multifamiliares de sistema mixto en la ciudad de San Ramón.</p> <p><b>Muestra:</b> Una vivienda multifamiliar de sistema mixto de 4 pisos.</p> <p><b>Técnica de medición:</b> Observación</p>
					<p>I2: Periodo de vibración (seg)</p>		
					<p>I3: Rigidez elástica (T/m)</p>		
<p><u>ESPECIFICOS</u> ¿En cuánto varía la rigidez elástica de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022?</p>	<p><u>ESPECIFICOS</u> Determinar en cuánto varía la rigidez elástica de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022.</p>	<p><u>ESPECIFICOS</u> La rigidez elástica de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos <b>varía menos de un 5%</b>, San Ramón, Junín 2022.</p>		<p>D2: Método estático no lineal</p>	<p>I1: Capacidad última (T)</p>	<p>ASCE 41, SEOCE, FEMA 420 y ATC 40</p>	
			<p>I2: Aceleración máxima (m/seg)</p>				
			<p>I3: Periodo fundamental (seg)</p>				
<p>¿En cuánto varía la Ductilidad por desplazamiento de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022?</p>	<p>Determinar en cuánto varía la Ductilidad por desplazamiento de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022.</p>	<p>La Ductilidad por desplazamiento de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos varía menos de un 10%, San Ramón, Junín 2022.</p>	<p>Variable dependiente: DESEMPEÑO SÍSMICO</p>	<p>D1: Rigidez elástica</p>	<p>I1: Cortante final elástica (T)</p>	<p>SEOCE VISIÓN 2000 Y ATC 40.</p>	
				<p>D2: Ductilidad por desplazamiento</p>	<p>I2: Desplazamiento elástico (m)</p>		
					<p>I1: Desplazamiento elástico (m)</p> <p>I2: Desplazamiento inelástico (Tm)</p>		
<p>¿En cuánto varía las derivas de entrepiso de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022?</p>	<p>Determinar en cuánto varía las derivas de entrepiso de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022.</p>	<p>Las derivas de entrepiso de las viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos varía menos de un 5%, San Ramón, Junín 2022.</p>		<p>D3: Derivas de entrepiso</p>	<p>I1: Desplazamiento inelástico (m)</p>		
					<p>I2: Altura de la edificación (m)</p>		

## Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables.

**TÍTULO:** Desempeño sísmico de viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE 1:  <b>MÉTODOS ESTÁTICOS</b>	Según (NAEIM, y otros, 2000), el análisis sísmico por métodos estáticos está basado en la aplicación de un empuje lateral equivalente al sismo, con fuerzas repartidas triangularmente en elevación del edificio, que se determinan con los parámetros sísmicos de acuerdo a la normativa de cada país.	Los métodos de análisis estáticos se clasifican según el estado del material en: Análisis estático lineal cuando la estructura no presenta daños debido al empuje lateral y análisis estático no lineal cuando el daño aparece.	D1: Método estático lineal	I1: Cortante basal (T)
				I2: Periodo de vibración (seg)
				I3: Rigidez elástica (T/m)
			D2: Método estático no lineal	I1: Capacidad última
				I2: Punto de desempeño (cm)
				I3: Desempeño sísmico
VARIABLE 2:  <b>EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO</b>	Según Bertero (1997) la evaluación del desempeño consiste en determinar el nivel de daño de los elementos de la estructura frente a movimientos sísmicos y cuál es su impacto sobre las actividades después de la catástrofe.	Según Aguiar (2003), para la evaluación del desempeño sísmico se determinan 2 propiedades importantes como la rigidez elástica y la ductilidad por desplazamiento. Además, las derivas de entrepiso para conocer la deformación lateral del edificio.	D1: Rigidez elástica	I1: Cortante final elástica (T)
				I2: Desplazamiento elástico (m)
			D2: Ductilidad por desplazamiento	I1: Desplazamiento elástico (m)
				I2: Desplazamiento inelástico (Tm)
			D3: Derivas de entrepiso	I1: Desplazamiento inelástico (m)
				I2: Altura de la edificación (m)

## Anexo 3. Ensayos



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



## ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS DEL PROYECTO

"EVALUACION DEL DESEMPEÑO SISMICO DE VIVIENDAS  
MULTIFAMILIARES DE SISTEMA MIXTO CON METODOS ESTATICOS,  
SAN RAMON - JUNIN 2022"



**SOLICITANTE**

**REINER REYMUÑO ESPEZA**

**DISTRITO DE SAN RAMON, PROVINCIA DE CHANCHAMAYO,**

**REGION JUNIN**

**FEBRERO DEL 2022**



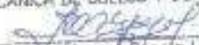
# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



## CONTENIDO

1.0	GENERALIDADES
1.1	OBJETIVO
1.2	NORMATIVIDAD
1.3	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL AREA EN ESTUDIO
1.4	CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA PROYECTADA
2.0	GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO
2.1	GEOGRAFIA
2.2	GEOMORFOLOGIA
2.3	GEOLOGIA REGIONAL
2.4	GEOLOGIA LOCAL
2.5	GEODINAMICA EXTERNA
2.6	SISMICIDAD
3.0	INVESTIGACION GEOTECNICA EFECTUADA
3.1	CALICATAS
3.2	MUESTREO DISTURBADO
3.3	REGISTRO DE EXCAVACIONES
4.0	ENSAYOS DE LABORATORIO
4.1	ENSAYOS ESTÁNDAR
4.2	ENSAYOS ESPECIALES
4.3	CLASIFICACIÓN DE SUELOS
5.0	DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO
5.1	CALICATA Nº 1
6.0	ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN
7.0	CAPACIDAD PORTANTE
7.1	CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE
7.2	ASENTAMIENTO
8.0	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
	BIBLIOGRAFÍA
	ANEXOS
	ANEXO Nº1: PERFILES ESTRATIGRAFICOS
	ANEXO Nº2: ENSAYOS DE LABORATORIO
	ANEXO Nº3: PANEL FOTOGRAFICO

LABORATORISTA  
MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
Ing. José Manuel Espejo Ludena  
CIP Nº 101153



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



## INFORME TÉCNICO

### ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS DEL PROYECTO

#### "EVALUACION DEL DESEMPEÑO SISMICO DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES DE SISTEMA MIXTO CON METODOS ESTATICOS, SAN RAMON - JUNIN 2022"

#### 1.0 GENERALIDADES

##### 1.1 OBJETIVO

El presente Informe Técnico tiene como objetivo conocer las características y condiciones de resistencia del terreno, sobre el cual se cimentará las estructuras de la "Evaluación del Desempeño Sísmico de Viviendas Multifamiliares de Sistema Mixto con Métodos Estáticos, San Ramón - Junín 2022".

Para tal efecto se ha realizado la correspondiente investigación geotécnica con trabajos de campo y ensayos de laboratorio que ha permitido definir la estratigrafía del terreno, parámetros de resistencia al esfuerzo cortante, características físicas de los suelos predominantes y su grado de agresión para la construcción de las estructuras de concreto.

##### 1.2 NORMATIVIDAD

El Estudio de Mecánica de Suelos con fines de cimentación se ha efectuado en concordancia con la Norma Técnica E-050 "Suelos y Cimentaciones" del Reglamento Nacional de Edificaciones.

##### 1.3 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL AREA EN ESTUDIO

La Zona en estudio se ubica en la zona urbana, del Centro Poblado Playa Hermosa. La que se encuentra emplazada en las coordenadas S 11°8'2 1" , O 75°21'9.2". A una altitud aproximada de 838 msnm.

Del Centro Poblado Playa Hermosa a la Plaza de San Ramón, se llega en 10 minutos en auto.

LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

  
100° José Manuel Espejo Ludeña  
CIP N° 101153



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



El proyecto beneficiará totalmente a los pobladores en general del Centro Poblado Playa Hermosa.

La zona donde se construirá el proyecto es una explanada baja; siendo esta por su topografía un lugar confiable y seguro para la ejecución del proyecto.

## 1.4 CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA PROYECTADA

Para proyectos de cimentación merece un acápite aparte el estudio del suelo de fundación; siendo este el que soportará directamente las mayores cargas verticales.

El presente estudio nos permitirá elaborar los perfiles geotécnicos necesarios para la correcta interpretación de las condiciones existentes en el terreno de fundación, sobre el cual se proyecta las diferentes estructuras.

Se estima emplear cimentaciones del tipo de zapatas corridas y vigas de cimentación.

## 2.0 GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO

### 2.1 GEOGRAFIA

La zona pertenece a la selva alta de Junín. El Centro Poblado Playa hermosa, pertenece al paisaje montañoso componente de la faja tectónica sub-andina central; formado por laderas, quebradas de topografía moderadamente empinadas y cubiertos de una vegetación semidensa. Además de contar con determinadas áreas de cultivo de café, cacao, cítricos etc.

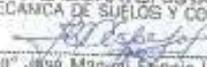
Según Holdridge, esta zona pertenece al bosque húmedo Pre Montano Tropical (bh-PMT). El clima es predominantemente tropical, caracterizado por altas temperaturas, intensa humedad y ciclos de fuertes precipitaciones, la temperatura media anual varía entre 24.6 °C y un máximo de 30.4 °C, y un mínimo de 20.4 °C. En general, en la selva alta se diferencian dos estaciones: la de lluvias y la de sequía, la primera ocurre de Noviembre a Abril y la segunda entre Abril y Octubre.

La precipitación pluvial presenta un valor máximo de 1,600 mm. Anuales.

### 2.2 GEOMORFOLOGIA

En esta parte se refiere a las diferentes formas de relieve y los procesos que han producido la actual configuración física de la ciudad de San Ramón.

Para lo cual se hace concepción una regional luego específica de la forma y los fenómenos que la redujeron a la forma actual donde esta asentada la ciudad.

LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
Ing. José Manuel Espejo Ludena  
CIP N° 101153



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



Localmente la geomorfología está constituida por las siguientes sub unidades geomorfológicas que se encuentran por los alrededores de la ciudad de San Ramón, siendo estas

## Ladera de valle subandino

Se encuentra ubicada paralela a los ríos Tulumayo, Tarma, Oxabamba, Chanchamayo, con desniveles comprendidos entre los 2,500 a 500 msnm. Morfológicamente se caracteriza por presentar pendientes moderadas a pronunciadas. Las laderas de los ríos Tarma, Tulumayo y Chanchamayo son de pendiente pronunciada, siendo en algunos casos sus flancos subverticales y escarpados. Se encuentra interrumpido por numerosas quebradas pequeñas de régimen hidráulico elevado.

## Colinas

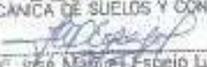
Se encuentra ubicada paralela a los ríos Tarma, Tulumayo, Chanchamayo principalmente, en el sector Nor Oeste de la hoja de La Merced (23-m) siendo más conspicuo en la margen derecha del río Tarma y Chanchamayo. Sus cotas correspondientes van desde los 800 m hasta los 2,100 msnm.

Morfológicamente está caracterizado por presentar un relieve suave, conformado por una agrupación de colinas bajas con pendiente moderada y crestas subredondeadas. Sobre ella se produce reptación cuando los suelos son de composición arcillosa, modificando el perfil de las colinas.

## Valles

Unidad geomorfológica que se ha desarrollado a través de los ríos que recorren el relieve cordillerano y subandino, con desniveles que se encuentran comprendidos entre los 600 y 3,900 msnm.

Morfológicamente tenemos valles fluviales. Estos valles poseen una ladera con pendiente suave y fondo cóncavo, presentando acumulaciones de depósitos fluvio-glaciares. Sus nacientes se dan en los cerros que se encuentran en la Cordillera Occidental y pequeñas lagunas, drenando sus aguas hacia los valles fluviales.

LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
ING. José Manuel Espejo Ludena  
CIP N° 101153



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



Los valles fluviales presentan relieves con pendientes moderados, generando en algunas zonas valles encañonados (rio Paucartambo), simétricos (rio Tulumayo) y de fondo amplio con presencia de meandros como el rio Chanchamayo.

Geomorfológicamente de interés es el rio Chanchamayo, que sustenta la agricultura de la región. Este nace de la unión de los rios Tulumayo y Tarma (en San Ramón) para unirse con el Paucartambo en la comunidad nativa Pampa Miche, originando al majestuoso Perené.

## 2.3 GEOLOGIA REGIONAL

El área comprendida está ubicada dentro de los límites de los cuadrángulos de Chuchurras, Ucumayo, Oxapampa y la Merced, y que abarca parte de los departamentos de Junín y Pasco con una extensión de aprox. 12,000 Km<sup>2</sup>. Ubicados en la parte central de la Cordillera Oriental y la Faja Subandina, entre los 10° 00' y 11° 00' (latitud-Sur) y 75° 00' y 76° 00' (longitud Oeste).

Sus desniveles se encuentran comprendidos desde los 300 msnm. (valle del paicazu) hasta los 5,723 msnm. (nevado tarata). La columna litoestratigráfica comprende una secuencia de rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas que se han formado desde el Neoproterozoico hasta el cuaternario reciente. Sobre las metamórficas y metasedimentitas del sustrato antiguo sobreyace el Grupo Ambo, conformados por rocas conglomerádicas y niveles pelíticos, que se encuentra cubierto por rocas clásticas y carbonatadas de los Grupos Tarma y Copacabana. Las rocas continentales del Grupo Mitu (que rodean a la zona de estudio) representan la etapa final de la sedimentación en el Paleozoico superior.

## 2.4 GEOLOGIA LOCAL

En esta parte se destacan las diferentes unidades lito estratigráficas y unidades ígneas, que se distribuyen en el Centro Poblado Playa Hermosa, asimismo se tipifican las características geomorfológicas, litológicas, rasgos estructurales, y se determinará el contexto de sismicidad que, sumados a otros aspectos técnicos, permitan seleccionar áreas de menor y mayor amenaza con la finalidad de desarrollar un plan de usos del suelo y caracterizar mapas de peligros de la ciudad de San Ramón.

Formación La Merced, estas secuencias afloran a largo de los rios Paica, Oxapampa y Chanchamayo, esta conformada por secuencias semi-

LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
Ing° José Manuel Espejo Ludeña  
CIP N° 101153

Calle Santa Clara N°156 - AA.VV. Libertad - San Ramón - Chanchamayo - Junín  
Cel. 964572802 Email joseespejo\_01@hotmail.es



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



consolidadas, compuesta por conglomerados de fragmentos de roca como calizas, granitos, areniscas, andesitas y metamórficas, son de tamaños muy variables desde 0,05 m a 1 m, en una matriz arenosa, son de formas sub-redondeadas.

El Grupo Mito está conformada mayormente una secuencia clástica de origen continental, asociada a eventos vulcanoclásticos desarrollada en ambientes epicontinental. Existe variabilidad en la composición litológica del Grupo Mito, encontrándose constituida por conglomerados, areniscas y limoarcillitas intercaladas

con volcánicas (lavas andesíticas) y piroclastitas de color verdoso a violáceo. Las series de suelos Ayacucho, Coronado y Convención, están situados en laderas de cerros, con pendientes moderadas a empinadas (5-10%, 20-30% y 30-50%). Material madre compuesto por lutitas, areniscas con una profundidad efectiva de suelo 75-100 cm.

## 2.5 GEODINAMICA EXTERNA

El relieve del terreno en este lugar tiene topografía plana aceptable y está conformado por materiales fluvio-aluviales y residuales granulares, por lo cual se deberán tomar medidas preventivas como encausar las aguas de precipitación pluvial y evitar los anegales para prolongar la duración y mantenimiento de la obra.

## 2.6 SISMICIDAD

El territorio nacional se encuentra dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N°1. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en la formación neotectónica.

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N°1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
Ing. José Manuel Espejo Ludeña  
CIP N° 101153



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



## Artículo 12. Condiciones Geotécnicas NTE E. 030

### 12.1. Perfiles de Suelos

#### 12.1.1.

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte ( $\bar{V}_s$ ), alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de los  $N_{60}$  obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada ( $\bar{S}_u$ ) para suelos cohesivos. Estas propiedades se determinan para los 30 m. superiores del perfil del suelo medidos desde el nivel del fondo de cimentación como se indica en el numeral 12.2.

#### 12.1.2.

Para los suelos predominantemente granulares, se calcula  $\bar{N}_{60}$  considerando solamente los espesores de cada uno de los estratos granulares. Para los suelos predominantemente cohesivos, la resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{S}_u$  se calcula como el promedio ponderado de los valores correspondientes a cada estrato cohesivo.

#### 12.1.3.

Este método también es aplicable si se encuentran suelos heterogéneos (cohesivos y granulares). En tal caso, si a partir de  $\bar{N}_{60}$  para los estratos con suelos granulares y de  $\bar{S}_u$  para los estratos con suelos cohesivos se obtienen clasificaciones de sitio distintas, se toma la que corresponde al sitio más desfavorable.

#### 12.1.4. Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

##### a) Perfil Tipo Sc: Roca Dura

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte  $V_s$  mayor que 1500 m/s. Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30 m, las mediciones de la velocidad de las ondas de corte superficiales pueden ser usadas para estimar el valor de  $V_s$ .

##### b) Perfil Tipo S<sub>1</sub>: Roca o Suelos muy Rígidos

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte  $\bar{V}_s$  entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en que se cimienta sobre:

b.1) Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada  $q_u$  mayor o igual que 500 kPa (5kg/cm<sup>2</sup>).

LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

  
Ing. José Manuel Espejo Ludueña  
CIP N° 105153



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



- b.2) Arena muy densa o grava arenosa densa,  $\bar{N}_{60}$  mayor que 50
- b.3) Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{S}_u$  mayor que 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

### c) Perfil Tipo $S_2$ : Suelos Intermedios

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte  $V_s$ , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- c.1) Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT  $\bar{N}_{60}$ , entre 15 y 50.
- c.2) Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada  $\bar{S}_u$ , entre 50 kPa (0.5 kg/cm<sup>2</sup>) y 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

### d) Perfil Tipo $S_3$ : Suelos Blandos

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte  $V_s$  menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- d.1) Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT  $\bar{N}_{60}$  menor que 15.
- d.2) Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{S}_u$ , entre 25 kPa (0.25 kg/cm<sup>2</sup>) y 50 kPa (0.5 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- d.3) Cualquier perfil que no corresponda al tipo  $S_4$  y que tenga más de 3 m. de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad  $P_i$  mayor que 20, contenido de humedad  $w$  mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{S}_u$  menor que 25 kPa.

### e) Perfil Tipo $S_4$ : Condiciones Excepcionales

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Sólo es necesario considerar un perfil tipo  $S_4$  cuando el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine.

LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
Ing. José Manuel Espejo Ludeña  
CIP N° 101153



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 RUC : 20487124011



La Tabla N°2 resume valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo

**Tabla N°2**  
**CLASIFICACION DE LOS PERFILES DE SUELO**

Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
S <sub>0</sub>	> 1500 m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		

### Artículo 13. Parámetros de Sitio (S, TP y TL)

Se considera el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los periodos T<sub>P</sub> y T<sub>L</sub> dados en las Tablas N°3 y N°4.

**Tabla N°3**  
**FACTOR DE SUELO "S"**

ZONA \ SUELO	SUELO			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0.80	1.00	1.05	1.10
Z <sub>3</sub>	0.80	1.00	1.15	1.20
Z <sub>2</sub>	0.80	1.00	1.20	1.40
Z <sub>1</sub>	0.80	1.00	1.60	2.00

**Tabla N°4**  
**PERIODOS "T<sub>P</sub>" y "T<sub>L</sub>"**

	Perfil de Suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T <sub>L</sub> (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

LABORATORISTA  
 MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
 Ing. José Manuel Espejo Ludena  
 CIP N° 101153



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



## Artículo 16.2.8. Efecto del Sismo NTE E. 050

En concordancia con la NTE E. 030 Diseño Sismorresistente, el EMS o el PM, proporcionan de acuerdo al perfil encontrado lo siguiente:

- Zona sísmica
- Tipo del perfil del suelo
- Factor del suelo (S)
- Periodo TP (s)
- Periodo TL (s)

En el caso que se encuentren suelos granulares sumergidos de los tipos: arenas y limos no plásticos; el PR debe obligatoriamente efectuar los análisis determinísticos y probabilísticos del potencial de licuación de los suelos, de acuerdo con el artículo 36.

De acuerdo a las Normas Sismo-resistentes del Reglamento Nacional de Construcciones, la ciudad de Perené se encuentra comprendida en la Zona 2, correspondiéndole una sísmicidad media y una intensidad de VI a VII en la Escala Mercalli Modificada.

Es propicio señalar el mapa de Zonificación Sísmica considerado por la Norma Técnica E-030 "Diseño Sismo-resistente" del Reglamento Nacional de Construcciones 2018.

**CUADRO N°1  
PARAMETROS SISMICOS**

ESTRUCTURA	Factor de Zona, Z	Perfil tipo de Suelo	Factor de Amplificación de Ondas Sísmicas, S	Periodo de Vibración Predominante, T <sub>p</sub>
Construcción de Vivienda Hospedaje	0.25	S2	1.20	0.6 seg

LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
Ing. José Manuel Espejo Luciani  
CIP N° 101153



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



## 3.0 INVESTIGACION GEOTECNICA EFECTUADA

### 3.1 CALICATAS

La exploración del subsuelo se realizó mediante 01 excavación a cielo abierto o calicata, ubicadas en el área de influencia del estudio. Según se detalla en el cuadro siguiente:

#### CUADRO N°2

#### CALICATAS EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA - HOSPEDAJE

CALICATA	UBICACION	PROF. (m)	PROF. N.F (m)
C-1	AV. HEROES DE LA FAP- CALLE SAN FRANCISCO DE ASIS	3.00	-.-

### 3.2 MUESTREO DISTURBADO

Se extrajeron muestras disturbadas representativas de los estratos típicos para la realización de los diferentes ensayos estándar y especiales requeridos por el estudio, a realizarse en laboratorio.

### 3.3 REGISTRO DE EXCAVACIONES

Paralelamente al muestreo se efectuó el registro de cada una de las exploraciones, anotándose las características de los suelos tales como espesor, color, humedad, compacidad, etc.

## 4.0 ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos se efectuaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de SIGMSCO E.I.R.L ; siguiendo las normas ASTM y fueron los siguientes:

LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
Ing. Jose Manuel Espejo Ludana  
CIP N° 101153



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



## 4.1 ENSAYOS ESTÁNDAR

- Análisis Granulométrico por Tamizado
- Límites de Consistencia
- Clasificación SUCS y AASHTO
- Registro de Excavación (Perfil Estratigráfico)

## 4.2 ENSAYOS ESPECIALES

- Corte Directo Remoldeado

## 4.3 CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Los suelos representativos ensayados se han clasificado por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), los resultados para el material menor de 3 pulgadas se presenta en el cuadro siguiente:

### CUADRO N°3

#### CLASIFICACION DE SUELOS EN LA CONSTRUCCION VIVIENDA - HOSPEDAJE

CALICATA	C - 1
Lugar	AV. HEROES DE LA FAP - CALLE SAN FRANCISCO DE ASIS
Profundidad (m)	3.00
Grava (>4.76 mm)	36.79
Arena (>0.074mm, <4.76mm)	54.30
Finos (<0.074mm)	8.91
Límite Líquido (%)	20.3
Índice Plástico (%)	1.9
Clasificación SUCS	SP-SM
Clasificación AASHTO	A-1a(0)
Denominación	Suelo arenoso-limoso, arenoso- gravoso, pobremente gradado de doble simbología, semi- denso y semi-compacto, de color pardo claro y baja plasticidad.

LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

  
Ing. José Manuel Espejo Ludaña  
CIP N° 101153

Calle Santa Clara N°158 - AA.VV. La Libertad - San Ramón - Chanchamayo - Junín  
Cel. 964572802 Email joseespejo\_01@hotmail.es



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



## 5.0 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

La estratigrafía se definió mediante la lectura e interpretación de los registros estratigráficos, las cuales se muestran en la sección "Registro de Excavaciones" estableciéndose la siguiente conformación del subsuelo:

### 5.1 CALICATA N°1

La calicata C-1 se ubicó en el interior del predio. La excavación de la calicata se realizó a una profundidad de 3.00 m.

Presenta un primer estrato de 0.20 m. de espesor, compuesto por suelo orgánico raíces, raicillas y material de relleno suelto de color pardo oscuro.

A continuación un estrato de 0.60 m. arenoso-limoso de color marrón rojizo.

Además un último estrato de 2.20 m. de color pardo claro, arenoso-limoso, arenoso-gravoso con significativa presencia de grava sub redondeada, y bolonería hasta de 20" de diámetro, de escasa presencia de finos y baja plasticidad.

Suelo de doble simbología, pobremente gradado, semi denso, semi compacto y semi húmedo.

No se halló la napa freática.

## 6.0 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

De los resultados obtenidos en los trabajos de campo, ensayo de laboratorio, perfil estratigráfico y las características estructurales del proyecto se realizaron análisis de cimentación para la estructura en mención en las siguientes calicatas.

### CALICATA N°1

En laboratorio se realizó el ensayo de corte directo a la calicata N°1, de SUCS "SP-SM".

- Los parámetros al esfuerzo cortante:

Angulo de fricción interna,  $\phi$  : 28.30

Cohesión, C (Kg/cm<sup>2</sup>) : 0.022

LABORATORISTA  
MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
ING° José Manuel Espejo Ludeña  
CIP° N° 901153



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 RUC : 20487124011



## 7.0 CAPACIDAD PORTANTE

Se ha determinado la capacidad portante, considerando un factor de seguridad mínimo para la falla por corte, luego se ha verificado que los asentamientos producidos por esta presión no sean mayores que los admisibles

### 7.1 CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

Se ha determinado la capacidad de carga admisible del terreno de cimentación empleando la teoría de Terzaghi considerando una falla local

Capacidad de carga última,  $q_c$ :

$$q_c = c' \cdot N'_c + G_m \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 \cdot G_m \cdot B \cdot N'_g$$

Capacidad de carga admisible,  $q_a$ :

$$q_a = q_c / F_s$$

$$q_c = c' \cdot N'_c + G_m \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 \cdot G_m \cdot B \cdot N'_g$$

Donde :

$q_c$	CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA
$q_a$	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE
C	COHESION (Kg/cm <sup>2</sup> )
$G_m$	PESO VOLUMETRICO DEL SUELO
$D_f$	PROFUNDIDAD DE DESPLANTE
B	ANCHO DE CIMIENTO
$N_c, N_q, N_g$	FACTORES DEL ANGULO DE FRICCIÓN
F.S.	FACTOR DE SEGURIDAD

### CALICATA N°1

Reemplazando los datos correspondientes a las condiciones de cimentación se obtiene en la calicata 1.

$G_m$	1.854 g/cm <sup>3</sup>
$D_f$	3.00 m.
B	1.40 m.
$N_c, N_q, N_g$	31.61, 17.81, 13.70
F.S.	3.0

LABORATORISTA  
 MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

Ing° José Manuel Espejo Ludaña  
 CIP N° 101153

Calle Santa Clara N°158 - AA.VV La Libertad - San Ramón - Chanchamayo - Junín  
 Cel. 964572802 Email joseespejo\_01@hotmail.es



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 RUC : 20487124011



## 7.0 CAPACIDAD PORTANTE

Se ha determinado la capacidad portante, considerando un factor de seguridad mínimo para la falla por corte, luego se ha verificado que los asentamientos producidos por esta presión no sean mayores que los admisibles

### 7.1 CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

Se ha determinado la capacidad de carga admisible del terreno de cimentación empleando la teoría de Terzaghi considerando una falla local

Capacidad de carga última,  $q_c$ :

$$q_c = c' \cdot N'_c + G_m \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 \cdot G_m \cdot B \cdot N'_g$$

Capacidad de carga admisible,  $q_a$ :

$$q_a = q_c / F_s$$

$$q_c = c' \cdot N'_c + G_m \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 \cdot G_m \cdot B \cdot N'_g$$

Donde :

$q_c$	CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA
$q_a$	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE
$C$	COHESION (Kg/cm <sup>2</sup> )
$G_m$	PESO VOLUMETRICO DEL SUELO
$D_f$	PROFUNDIDAD DE DESPLANTE
$B$	ANCHO DE CIMIENTO
$N_c, N_q, N_g$	FACTORES DEL ANGULO DE FRICCIÓN
$F.S.$	FACTOR DE SEGURIDAD

### CALICATA N°1

Reemplazando los datos correspondientes a las condiciones de cimentación se obtiene en la calicata 1.

$G_m$	1.854 g/cm <sup>3</sup>
$D_f$	3.00 m.
$B$	1.40 m.
$N_c, N_q, N_g$	31.61 , 17.81 , 13.70
$F.S.$	3.0

LABORATORISTA  
 MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

*Jose Manuel Espejo Ludaña*  
 Ing° Jose Manuel Espejo Ludaña  
 CIP N° 101153

Calle Santa Clara N°156 - AA VV La Libertad - San Ramón Chanohamayo - Junín  
 Cel. 964572802 Email joespejo\_01@hotmail.es



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



Se obtiene :

$$q_a = 1.73 \text{ Kg/cm}^2$$

## 7.2 ASENTAMIENTO

En los suelos compuestos de gravas y arenas, los asentamientos son de tipo inmediato y pueden estimarse a partir del método elástico según la relación siguiente:

$$S = \frac{qb(1-u^2)lf}{E_s}$$

Donde:

- S = Asentamiento inmediato ó total ( cm.)
- U = Relación de Poisson
- lf = Factor de forma (cm/m)
- Es = Módulo de elasticidad (Ton/m<sup>2</sup>)
- q = Presión de trabajo (Ton/m<sup>2</sup>)
- B = Ancho de la cimentación (m)

El asentamiento tolerable se adopta en 1 pulgada (2.54 cm.)

Datos:

- q = 17.3 (Ton/m<sup>2</sup>)
- B = 1.40 m.
- Es = 2000 (Ton/m<sup>2</sup>)
- U = 0.3
- lf = 170 (cm/m)

El asentamiento obtenido es menor que el tolerable adoptado y no afectará a la estructura.

$$S = 1.873 \text{ cm}$$

LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
*[Firma]*  
Ing° José Manuel Espejo Ludeña  
CIP N° 101153



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



## 8.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente Informe Técnico corresponde al Estudio de Mecánica de Suelos con fines de cimentación en la "Evaluación del Desempeño Sísmico de Viviendas Multifamiliares de Sistema Mixto con Métodos Estáticos, San Ramón - Junín 2022".

- La Profundidad de cimentación mínima será de 1.60 m.
- Se realizó solamente 01 calicata.
- Se determinó la capacidad de carga admisible mediante un análisis de capacidad portante por corte y verificados luego por asentamientos, obteniéndose:

$$q_{ad} = 1.73 \text{ Kg/cm}^2$$

- No existe peligro de licuación de suelos en la zona de estudio.
- El asentamiento calculado para suelos gravosos arenosos, gravosos limosos fueron adoptadas de tablas e investigaciones publicadas de acuerdo al tipo de suelo donde irá desplantada la cimentación. Aplicando el método elástico es de 1.873 cm. Que es inferior a 2.54 cm. Por lo que la estructura no se verá afectada.
- El presente estudio es válido solo para el área investigada.

LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
Ing. José Manuel Espino Lucena  
CIP N° 101153



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



## BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Reglamento Nacional de Construcciones -Norma- E-030 "Diseño Sismo Resistente". 2018
- ❖ MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES EM-2000 ICG- Ministerio de Transportes y Comunicaciones.2018
- ❖ "MANUAL DE LA CONSTRUCCION" ICG – Décimo Primera Edición 2018
- ❖ INGEMMET – Mapas Geológicos.
- ❖ CAPACIDAD DE CARGA Qc 1.5 Ingº Oscar Eliud Castillo Martinez.2007
- ❖ Braja M. Das. "Principio de Ingenieria de Cimentaciones".
- ❖ CIMENTACIONES SUPERFICIALES Dr. Jorge E. Alva Hurtado.2015
- ❖ GEOMORFOLOGIA, FICHA TECNICA – MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN RAMON – 2018

LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
*J. Espejo*  
INGº José Manuel Espejo Luque  
CIP N° 101453



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



## ANEXO N°1 MAPAS - PERFIL ESTRATIGRAFICO

LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
Ing. José Manuel Espejo Ludeña  
CIP N° 104153

Calle Santa Clara N°156 - AA.VV La Libertad - San Ramón - Chanchamayo - Junín.  
Cel. 964572802 Email joseespejo\_01@hotmail.es

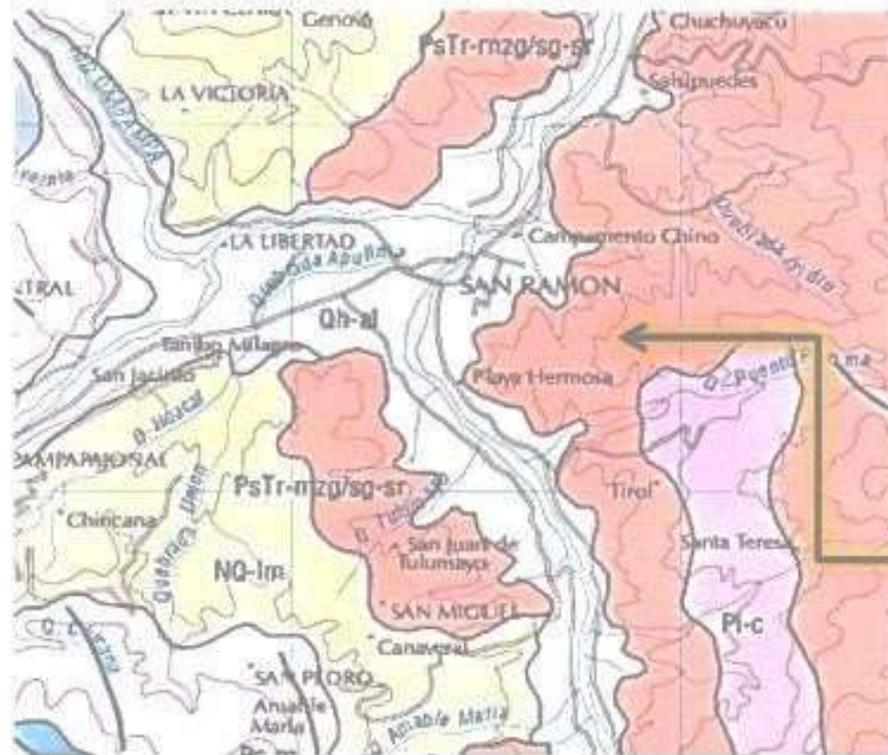


# SIGMSCO E.I.R.L

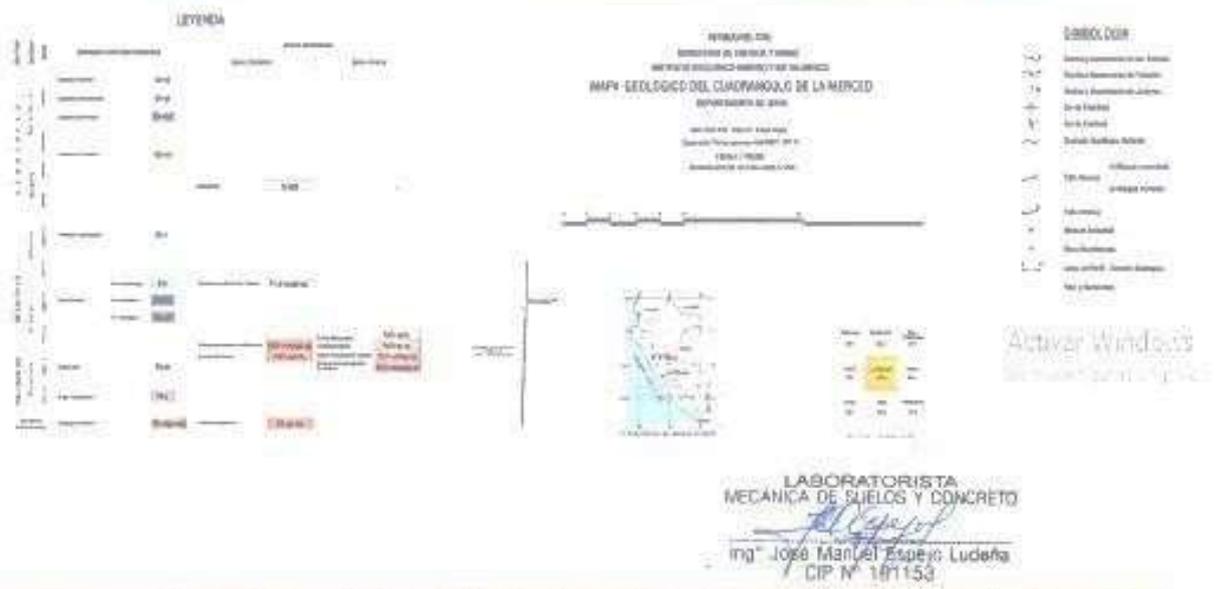
SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 RUC : 20487124011



## MAPA GEOLOGICO DEL DISTRITO DE SAN RAMON - CHANCHAMAYO, SECTOR "PLAYA HERMOSA"



**ZONA DE ESTUDIO**  
 Provincia  
**CHANCHAMAYO**  
 Distrito  
**CHANCHAMAYO**  
 Lugar  
**PLAYA HERMOSA**



Calle Santa Clara N° 156 - AA.VV. La Libertad - San Ramón - Chanchamayo - Junín  
 Cel. 964572802 Email joseespejo\_01@hotmail.es

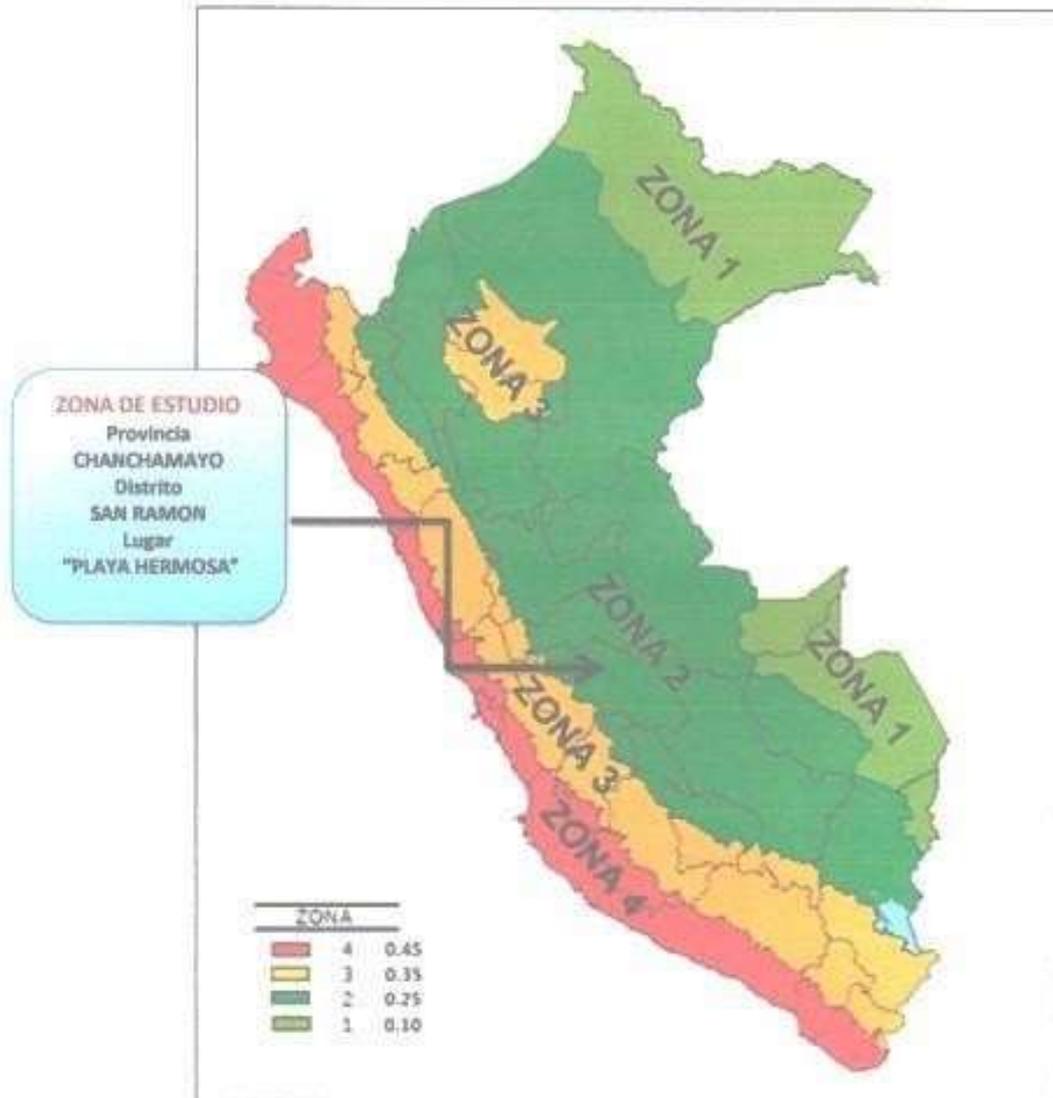


# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



## ZONIFICACION SISMICA DEL PERU SEGUN DECRETO SUPREMO N° 003 - 2016 VIVIENDA



LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
*J. Espejo*  
ING. José Manuel Espejo Ludena  
CIP N° 401153

Calle Santa Clara N° 156 - AA. VV. La Libertad - San Ramón - Chanchamayo - Junín  
Cel. 964572802 Email joseespejo\_01@hotmail.es



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 RUC : 20487124011



PETICIONARIO : REINER REYMUNDO ESPEZA  
 PROYECTO/OBRA : CONSTRUCCION DE VIVIENDA - HOSPEDAJE  
 MATERIAL : SUELO NATURAL  
 UBICACIÓN : CC.PP. PLAYA HERMOSA - AV. HEROES DE LA FAP;  
 CALLE SAN FRANCISCO DE ASIS S/N.  
 Distrito SAN RAMON, Provincia CHANCHAMAYO, Región JUNIN  
 FECHA : Enero del 2022

Calicata	: N°1
Prof. (m)	: 3.00

## PERFIL ESTRATIGRAFICO

Prof. mt.	Muestra Obtenida	Descripción General	SUCS	GRAFICO
0.20	M-1	Suelo orgánico compuesto por raíces y raicillas.	SP-SM	
0.40		Material de relleno de color marrón rojizo.		
0.60				
0.80		Suelo arenoso-gravoso; presencia significativa de grava sub-redondeada con presencia de boloneras hasta de 20" de diámetro. Suelo de color pardo claro, con escasa presencia de finos de muy baja plasticidad.		
1.00				
1.20				
1.40				
1.60				
1.80				
2.00		Suelo semi-denso, semi-compacto y semi-húmedo, de aceptable capacidad de soporte.		
2.20				
2.40				
2.60				
2.80		No se halló la napa freática.		
3.00				

LABORATORISTA  
 MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
 Ing. José Manuel Espejo Ludeña  
 CIP N° 401153



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



## ANEXO N°2 ENSAYOS DE LABORATORIO

LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
Ing. Jose Manuel Espejo Ludeña  
CIP N° 101153



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 RUC : 20487124011



PETICIONARIO : REINER REYMUNDO ESPEZA  
 PROYECTO/OBRA : CONSTRUCCION DE VIVIENDA - HOSPEDAJE  
 MATERIAL : SUELO NATURAL  
 UBICACIÓN : CC.PP. PLAYA HERMOSA - AV. HEROES DE LA FAP;  
 CALLE SAN FRANCISCO DE ASIS S/N.  
 Distrito SAN RAMON, Provincia CHANCHAMAYO, Región JUNIN  
 FECHA : Enero del 2022

Calicata : N°1  
 Prof. (m) : 3.00

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D422

MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO QUE PASA
3"	75.000				100.00
2"	50.000	198.4	4.43	4.43	95.57
1 1/2"	37.500	118.1	2.69	7.12	92.88
1"	25.000	125.8	2.84	9.96	90.04
3/4"	19.000	224.5	5.07	15.02	84.98
1/2"	12.500	137.2	3.10	18.12	81.88
3/8"	9.600	226.8	5.12	23.24	76.76
N° 04	4.750	600.4	13.55	36.79	63.21
N° 10	2.000	1092.0	24.05	61.44	38.56
N° 20	0.850	622.4	14.05	75.49	24.51
N° 40	0.425	330.8	7.47	82.96	17.04
N° 60	0.250	190.7	4.40	87.36	12.64
N° 80	0.180	85.6	1.93	89.30	11.70
N° 100	0.150	27.3	0.62	89.91	11.09
N° 200	0.075	96.5	2.16	91.09	8.91
< N° 200		394.7	8.91	100.00	

% Grava : 36.79  
 % Arena : 54.30  
 % Finos : 8.91

## CURVA GRANULOMETRICA



## LIMITES DE CONSISTENCIA Norma ASTM D423 - D424

Limite Liquido	:	20.3
Limite Plastico	:	18.4
Indice de Plasticidad	:	1.9
Clasificacion SUCS	:	SP-SM
Clasificacion AASHTO	:	A-1a(0)

LABORATORISTA  
 MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
 Ing. José Manuel Espejo Lugo  
 CIP N° 461153



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 RUC : 20467124011



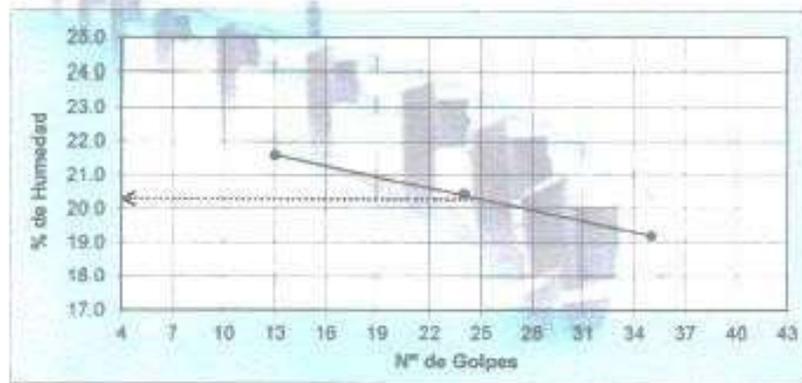
PETICIONARIO : REINER REYMUNDO ESPEZA  
 PROYECTO/OBRA : CONSTRUCCION DE VIVIENDA - HOSPEDAJE  
 MATERIAL : SUELO NATURAL  
 UBICACIÓN : CC.PP. PLAYA HERMOSA - AV. HEROES DE LA FAP,  
 CALLE SAN FRANCISCO DE ASIS S/N.  
 Distrito SAN RAMON, Provincia CHANCHAMAYO, Región JUNIN  
 FECHA : Enero del 2022

Calicata : N°1  
 Prof. (m) : 3.00

## LIMITES DE CONSISTENCIA

ITEM	DESCRIPCION	LIMITE PLASTICO		LIMITE LIQUIDO			
		01	02	01	02	03	04
	Prueba N°	01	02	01	02	03	04
	Capsula N°	10	12	1	14	5	
	N° de golpes			13	24	35	
1	Peso de la capsula y suelo humedo	25.70	24.70	44.90	45.70	41.60	
2	Peso de la capsula y suelo seco	24.50	23.60	40.80	41.90	37.80	
3	Peso de la capsula	18.00	17.60	21.80	23.30	18.00	
4	Peso del Agua	1.2	1.1	4.1	3.6	3.6	
5	Peso del suelo seco	6.5	6.0	19.0	18.5	19.8	
6	% de humedad	18.3	18.5	21.6	20.4	19.2	

LIMITE LIQUIDO : 20.3      LIMITE PLASTICO : 18.6      INDICE DE PLASTICIDAD : 1.9



LABORATORISTA  
 MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
 Ing. José Manuel Espejo Ludaña  
 CIP. N° 101153



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 RUC : 20487124011



PETICIONARIO : REINER REYMUNDO ESPEZA  
 PROYECTO/OBRA : CONSTRUCCION DE VIVIENDA - HOSPEDAJE  
 MATERIAL : SUELO NATURAL  
 UBICACIÓN : CC.PP. PLAYA HERMOSA  
 AV. HEROES DE LA FAP; CALLE SAN FRANCISCO DE ASIS S/N.  
 Distrito SAN RAMON, Provincia CHANCHAMAYO, Región JUNIN  
 FECHA : Enero del 2022

Calicata	: N°1
Prof. (m)	: 3.00

## DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Datos:

Profundidad de desplante, Df. (mts):	1.80
Peso Volumétrico del suelo, Gm (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.854
Cohesión del suelo, c; (Kg/cm <sup>2</sup> ):	0.022
Ángulo de fricción interna del suelo, Fi (grados):	28.32
Ancho o Radio del cimiento; B ó R (mts):	1.40
Tipo de suelo: 1-Arilloso firme / 2-Arilloso blando / 3-Arenoso	3
Factor de seguridad, F.S.: (3.5/3.0/2.5)	3.0

Cálculos y Resultados:

Factores dependientes del ángulo de fricción:

Para suelo arilloso blando o arenoso:

Factor de cohesión, N <sub>c</sub>	= 31.61
Factor de sobrecarga, N <sub>q</sub>	= 17.81
Factor de piso, N <sub>g</sub>	= 13.70

c' = 2/3c	= 0.01
N' c = 2/3N <sub>c</sub>	= 21.07
N' q = 2/3N <sub>q</sub>	= 11.87
N' g = 2/3N <sub>g</sub>	= 9.13

Para todo cimiento:

Capacidad de carga última, q<sub>c</sub>:  
 $q_c = c' \cdot N'_c + G_m \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 \cdot G_m \cdot B \cdot N'_g$   
 Capacidad de carga admisible, q<sub>a</sub>:  
 $q_a = q_c / FS$

$c' \cdot N'_c = 0.3$   
 $G_m \cdot D_f \cdot N'_q = 39.6$   
 $0.5 \cdot G_m \cdot B \cdot N'_g = 11.9$   
 $q_c, (Ton/m^2) = 51.8$   
 $q_a, (Ton/m^2) = 17.3$   
 $q_a, (Kg/cm^2) = 1.73$

LABORATORISTA  
 MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
 Ing. José Miguel Espejo Ludeña  
 CIP: N° 101153



# SIGMSCO E.I.R.L

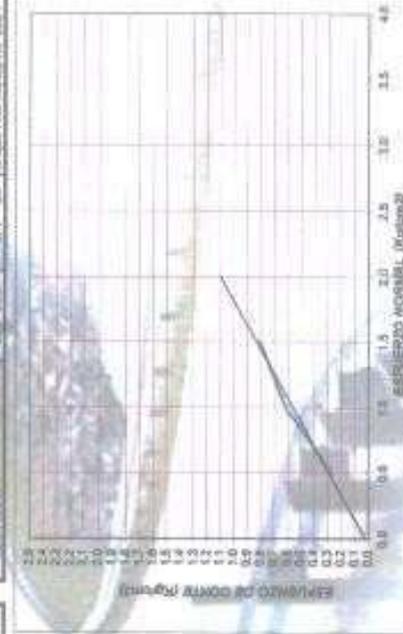
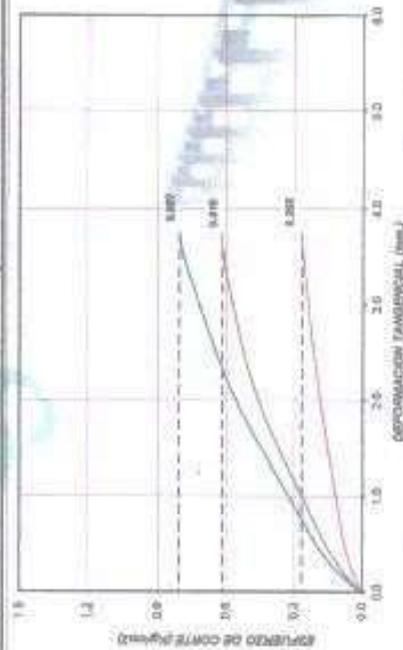
SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080

PROYECTO:	SEWER REMEDIADO LOYSA
PROYECTADORA:	CONSTRUCCION DE UNIDADES - INGENIERIA
MATERIAL:	SUELO NATURAL
UBICACION:	CALLE PLAYA HERAZOSA, AV. HERAZO DE LA ESP. CALLE SAN FRANCISCO DE ASIS E.I.R.L. Distrito Miraflores, Provincia CHICLAYO, Region Ayacucho
ESTRUCTURA:	CONCRETO ARMADO
CALENTA:	SI
ESTRATO:	0.00 mm/cm.
PROFUND:	0.00
INDICACION:	SUELO NATURAL
ESTADO:	Remoldeado (Trasladado desde BTA)

CARACTERISTICAS DE LOS ESPESIMIENTOS					
INDICADA	DIAMETRO (mm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	COEF. AJUS.	DIPL. SOCA (mm)	ESPEZOR NOMINAL (mm)
01	5.98	35.88	0.6	3.854	0.5
02	5.92	35.48	0.6	3.854	1.0
03	5.96	35.58	0.6	3.852	1.5
CLASIF. SUELO:	SP-100	U.C. 75.3	L.P. 3.9	% QUE PASA MALLA N° 200	0.93



RESULTADOS DE ENSAYOS		
COHESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.022	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)
		28.32

OBSERVACIONES: (SI SON) ENCONTRADOS DIFERENCIALMENTE, CONDICIONADO.  
NOTA: MUESTRA REPRESENTATIVA DEL SOLUCIONANTE

LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
Ing. José Manuel Espejo Ludeña  
CIP N° 101153

Calle Santa Clara 156 - AA.VV. La Libertad - San Ramón - Chanchamayo - Junín  
Cel. 964572802  
Email: joseespejo\_01@hotmail.es



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 RUC : 20487124011



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080

PETICIONARIO : REINER REYMUNDO ESPEJA  
 PROYECTO/OBRA : "CONSTRUCCION DE VIVIENDA HOSPEDAJE"  
 MATERIAL : SUELO NATURAL  
 UBICACIÓN : CC.PP. PLAYA HERMOSA  
 AV. HEROES DE LA FAP, CALLE SAN FRANCISCO DE ASIS S/N.  
 Distrito SAN RAMON, Provincia CHANCHAMAYO, Región JUNIN  
 ESTRUCTURA : CONCRETO ARMADO NIVEL FREATICO (m) : -  
 CAUCATA : N°1 PROGRESIVA (MM) : -  
 MATERIAL : SUELO NATURAL FECHA : Enero del 2022  
 PROF (m) : 0.00 ESTRATO : -  
 ESTADO : Remoldeado (material tamiz N°6) DESCRIPCION DEL SUELO : Baja plasticidad

CONTENIDO DE HUMEDAD :		CARACTERISTICAS DEL EQUIPO Y MUESTRA	
		(Anillo)	
NO DE RECIPIENTE	39	PESO DE LA MUESTRA (g)	139.3
PESO DEL ANILLO/SUELO HÓMEDO (gr.)	100.00	ALTO (cm)	5.99
PESO DEL ANILLO/SUELO SECO (gr.)	99.20	AREA (cm <sup>2</sup> )	15.88
PESO DEL AGUA (gr.)	12.80	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	71.04
PESO DE LA TARA (gr.)	219.20	DENSIDAD HÓMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.958
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	338.10	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.854
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	3.80		

ESFUERZO NORMAL : **0.5** Kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO (min.)	EXTENSÓMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	PURPEZA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.0	-	0.00	-	-	0.000
0.5	6.0	0.25	-	3.036	0.057
1.0	8.2	0.50	-	3.795	0.078
1.5	10.3	0.75	-	3.513	0.098
2.0	12.3	1.00	-	4.192	0.117
2.5	14.2	1.25	-	4.831	0.135
3.0	16.0	1.50	-	5.450	0.152
3.5	17.7	1.75	-	6.029	0.168
4.0	19.4	2.00	-	6.608	0.184
4.5	20.9	2.25	-	7.147	0.199
5.0	22.5	2.50	-	7.686	0.214
5.5	23.9	2.75	-	8.145	0.227
6.0	25.2	3.00	-	8.584	0.239
6.5	26.3	3.25	-	8.963	0.250
7.0	27.4	3.50	-	9.343	0.260
7.5	28.2	3.75	-	9.622	0.268

NOTA : MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE.

LABORATORISTA  
 MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
 Ing. José Manuel Espejo Ludena  
 CIP N° 101153

Calle Santa Clara N°156 - AA.VV La Libertad - San Ramón - Chanchamayo - Junín -  
 Cel. 964572802 Email jose.espejo\_01@hotmail.es



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 RUC : 20487124011



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080

**PETICIONARIO** : REINER REYMUUNDO ESPEJA  
**PROYECTO/OBRA** : "CONSTRUCCION DE VIVIENDA HOSPEDAJE"  
**MATERIAL** : SUELO NATURAL  
**UBICACION** : CC.PP. PLAYA HERMOSA  
 AV. HEROES DE LA FAP, CALLE SAN FRANCISCO DE ASS 8/N,  
 Distrito SAN RAMON, Provincia CHANCHAMAYO, Region JUNIN  
**ESTRUCTURA** : CONCRETO ARMADO  
**CALCATA** : N°1  
**MATERIAL** : SUELO NATURAL  
**PROF (m)** : 3.60  
**ESTADO** : Remoldeado (material tambo N°4)  
**NIVEL FREATICO (m)** : -  
**PROGRESIVA (KM)** :  
**FECHA** : Enero del 2022  
**ESTRATO** :  
**DESCRIPCION DEL SUELO** : Baja plasticidad

CONTENIDO DE HUMEDAD :		CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO Y MUESTRA	
		(Anillo)	
AP DEL RECIPIENTE	20	PESO DE LA MUESTRA (g)	140.0
PESO DEL ANILLO+SUELO HUMEDO (gr.)	161.00	TADO (mm)	5.26
PESO DEL ANILLO+SUELO SECO (gr.)	148.30	AREA (cm <sup>2</sup> )	33.88
PESO DEL AGUA (gr.)	12.70	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	71.24
PESO DE LA TARA (gr.)	119.70	DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.958
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	127.00	DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.854
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	9.99		

ESFUERZO NORMAL **1.0** kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO (min)	EXTENSÓMETRO DE CURSA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (kg)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )
0.0	-	0.00	-	-	0.000
0.5	11.8	0.25	-	3.876	0.106
1.0	16.4	0.50	-	5.583	0.156
1.5	22.4	0.75	-	7.655	0.213
2.0	28.5	1.00	-	9.727	0.271
2.5	34.1	1.25	-	11.629	0.324
3.0	39.7	1.50	-	13.384	0.373
3.5	43.9	1.75	-	14.968	0.417
4.0	47.8	2.00	-	16.309	0.455
4.5	51.6	2.25	-	17.626	0.491
5.0	55.0	2.50	-	18.772	0.523
5.5	57.9	2.75	-	19.747	0.550
6.0	60.2	3.00	-	20.551	0.573
6.5	62.8	3.25	-	21.283	0.593
7.0	63.9	3.50	-	21.819	0.608
7.5	64.8	3.75	-	22.111	0.616

NOTA : MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE.

LABORATORISTA  
 MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
 Ing° José Manuel Espejo Ludena  
 CIP N° 101153

Calle Santa Clara N°156 - AA.VV La Libertad - San Ramón - Chanchamayo - Junin  
 Cel. 964572802 Email joseespejo\_01@hotmail.es



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 RUC : 20467124011



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080

PETICIONARIO : REINER REYMUNDO ESPEJA  
 PROYECTO/OBRA : "CONSTRUCCION DE VIVIENDA MODERNA E"  
 MATERIAL : SUELO NATURAL  
 UBICACION : CC.PP. PLAYA HERMOSA  
 AV. HEROES DE LA PMP, CALLE SAN FRANCISCO DE ASIS S/N.  
 Distrito SAN RAMON, Provincia CHANCHAMAYO, Región JUNIN  
 ESTRUCTURA : CONCRETO ARMADO NIVEL FREATICO (m) : -  
 CALICATA : N°1 PROGRESIVA (KM) :  
 MATERIAL : SUELO NATURAL FECHA : Enero del 2022  
 PROF (m) : 3.80 ESTRATO :  
 ESTADO : Remediando (materiali tambr N°4) DESCRIPCION DEL SUELO : Baja (plasticidad)

CONTENIDO DE HUMEDAD :		CARACTERISTICAS DEL EQUIPO Y MUESTRA	
		(Anillo)	
Nº DE RECIPIENTE	13	PESO DE LA MUESTRA (g)	144.3
PESO DEL ANILLO+SUELO HÚMEDO (gr.)	344.40	LADO (cm.)	5.91
PESO DEL ANILLO+SUELO SECO (gr.)	311.40	AREA (cm²)	35.48
PESO DEL AGUA (gr.)	33.00	VOLUMEN (cm³)	71.04
PESO DE LA TARA (gr.)	174.00	DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³)	2.038
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	122.40	DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.852
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	5.20		

ESFUERZO NORMAL **1.5** Kg/cm<sup>2</sup>

TIEMPO (min.)	EXTENSÍMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (kg)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )
0.0	-	0.00	-	-	0.000
0.5	14.5	0.25	-	4.957	0.138
1.0	20.6	0.50	-	7.028	0.196
1.5	27.3	0.75	-	9.332	0.260
2.0	34.6	1.00	-	11.799	0.329
2.5	41.2	1.25	-	14.056	0.392
3.0	47.3	1.50	-	16.128	0.449
3.5	52.8	1.75	-	18.036	0.503
4.0	58.2	2.00	-	19.851	0.553
4.5	63.1	2.25	-	21.550	0.601
5.0	67.8	2.50	-	23.132	0.645
5.5	71.9	2.75	-	24.552	0.684
6.0	75.8	3.00	-	25.878	0.721
6.5	79.2	3.25	-	27.042	0.754
7.0	82.5	3.50	-	28.159	0.785
7.5	84.8	3.75	-	28.950	0.807

NOTA : MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE.

LABORATORISTA  
 MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
  
 Ing° José Manuel Espejo Ludeña  
 DIP N° 101153

Calle Santa Clara N°156 – AA.VV La Libertad – San Ramón – Chanchamayo – Junín \*  
 Cel. 984572802 Email joseespejo\_01@hotmail.es



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



## ANEXO N°3 PANEL FOTOGRAFICO

LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
*[Signature]*  
Ing° José Manuel Espejo Luján  
CIP N° 181153



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



**PETICIONARIO** : REYNER REYMUNDO ESPEZA  
**PROYECTO/OBRA** : CONSTRUCCION DE VIVIENDA - HOSPEDAJE  
**MATERIAL** : SUELO NATURAL  
**UBICACIÓN** : CC.PP. PLAYA HERMOSA – AV. HEROES DE LA FAP;  
CALLE SAN FRANCISCO DE ASIS S/N.  
Distrito SAN RAMON, Provincia CHANCHAMAYO, Región JUNIN



LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
*J. Espejo*  
Ing. José Manuel Espejo Ludeña  
CIP N° 101153

Calle Santa Clara N°156 – AA. VV La Libertad – San Ramón – Chanchamayo – Junín  
Cel. 984572802 Email jose-espejo\_01@hotmail.es



# SIGMSCO E.I.R.L

SERVICIOS DE INGENIERIA Y GEOTECNIA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO Y PAVIMENTOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
RUC : 20487124011



**PETICIONARIO** : REYNER REYMUNDO ESPEZA  
**PROYECTO/OBRA** : CONSTRUCCION DE VIVIENDA - HOSPEDAJE  
**MATERIAL** : SUELO NATURAL  
**UBICACIÓN** : CC.PP. PLAYA HERMOSA – AV. HEROES DE LA FAP;  
CALLE SAN FRANCISCO DE ASIS S/N.  
Distrito SAN RAMON, Provincia CHANCHAMAYO, Región JUNIN



LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO  
*José Manuel Espejo Ludeña*  
Ing. José Manuel Espejo Ludeña  
CIP N° 101153

Calle Santa Clara N°156 - AA.VV La Libertad - San Ramón - Chanchamayo - Junin  
Cel. 964572802 Email joseespejo\_01@hotmail.es

## Anexo 4. Confiabilidad



### PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

#### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1100 - 2017

Página : 1 de 2

Expediente : T 484-2017  
Fecha de emisión : 2017-12-15

1. Solicitante : SIGMSCO E.I.R.L.

Dirección : CAL. SANTA CLARA NRO. 156 AA VV. LA LIBERTAD - SAN RAMON - CHANCHAMAYO - JUNIN

2. Instrumento de Medición : DIAL PARA CORTE DIRECTO

Tipo de Indicación : ANALÓGICA

Alcance de Indicación : 0 mm a 20 mm

División de Escala : 0,01 mm

Marca : INSIZE

Modelo : 2310-20

Serie : 4B11141

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL, y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
15 - DICIEMBRE - 2017

4. Método de Calibración  
Tomando como referencia el procedimiento de calibración PQ-014,  
calibración de comparadores de cuadrante ( usando bloques ).

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
BLOQUES PLANO PARALELOS	INSIZE	LLA - C - 045 - 2016	INACAL - DM

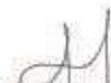
#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,2	20,3
Humedad %	55	55

#### 7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LL - 1100 - 2017

Página 2 de 2

**Resultados:**

**ALCANCE DEL ERROR DE INDICACION ( $f_w$ )**

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACION DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACION (mm)
0.00	0.00	0.00
1.00	1.02	0.02
2.00	2.03	0.03
5.00	5.03	0.03
8.00	8.01	0.01
10.00	10.02	0.02
13.00	13.03	0.03
15.00	15.01	0.01
20.00	20.02	0.02
25.00	25.03	0.03

Alcance de error de indicación ( $f_w$ ) : 0.03 mm  
Incertidumbre del error de indicación :  $\pm 3 \mu\text{m}$

**ERROR DE REPETIBILIDAD ( $f_w$ )**

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACION DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACION (mm)
13.00	13.03	0.03
	13.02	0.02
	13.03	0.03
	13.03	0.03
	13.02	0.02

Error de Repetibilidad ( $f_w$ ) : 0.03 mm  
Incertidumbre de medición :  $\pm 3 \mu\text{m}$

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k = 2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1101 - 2017**

Página - 1 de 2

Expediente : T 484-2017  
Fecha de emisión : 2017.12.15

1. Solicitante : SIGMSCO E.I.R.L.

Dirección : CAL. SANTA CLARA NRO. 156 AA.VV. LA LIBERTAD -  
SAN RAMÓN - CHANCHAMAYO - JUNÍN

2. Instrumento de Medición : DIAL PARA CORTE DIRECTO

Tipo de Indicación : ANALÓGICA

Alcance de Indicación : 0 mm a 25 mm

División de Escala : 0,01 mm

Marca : INSIZE

Modelo : 2310-20

Serie : 6203868

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
15 - DICIEMBRE - 2017

4. Método de Calibración  
Tomando como referencia el procedimiento de calibración PC-014,  
calibración de comparadores de cuadrante ( usando bloques ).

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
BLOQUES PLANOPARALELOS	INSIZE	LLA - C - 045 - 2016	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,3	20,3
Humedad %	55	55

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
Con fines de identificación se colocó una etiqueta adhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión S.A.C.

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LL - 1101 - 2017

Página 2 de 2

### Resultados

#### ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN ( $f_{\alpha}$ )

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
0,00	0,00	0,00
1,00	1,01	0,01
2,00	2,01	0,01
5,00	5,02	0,02
8,00	8,03	0,03
10,00	10,03	0,03
13,00	13,01	0,01
15,00	15,02	0,02
20,00	20,01	0,01
25,00	25,02	0,02

Alcance de error de indicación ( $f_{\alpha}$ ) : 0,03 mm  
Incertidumbre del error de indicación :  $\pm 3 \mu\text{m}$

#### ERROR DE REPETIBILIDAD ( $f_{\beta}$ )

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
13,00	13,01	0,01
	13,01	0,01
	13,02	0,02
	13,02	0,02
	13,01	0,01

Error de Repetibilidad ( $f_{\beta}$ ) : 0,02 mm  
Incertidumbre de medición :  $\pm 3 \mu\text{m}$

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k = 2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capch  
Reg. CIP N° 162631



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 389 - 2017**

Página 1 de 3

Expediente : T 484-2017  
Fecha de emisión : 2017-12-15

**1. Solicitante** : SIGMSCO E.I.R.L.

Dirección : CAL. SANTA CLARA NRO. 156 AA.VV. LA LIBERTAD - SAN RAMON - CHANCHAMAYO - JUNIN

El Equipo de medición con el modelo y número de serie indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

**2. Descripción del Equipo** : CELDA DE CARGA Y PESAS PARA CORTE DIRECTO

Marca de Celda : MAVIN

Modelo de Celda : NS1-500kg

Serie de Celda : e5900769

Capacidad de Celda : 500 kg

Marca de Indicador : HIGH WEIGHT

Modelo de Indicador : TP9000

Serie de Indicador : 221579

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
14 - DICIEMBRE - 2017

**4. Método de Calibración**  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDAS DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 057	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21.5	21.6
Humedad %	54	54

**7. Resultados de la Medición**  
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

**8. Observaciones**

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



*[Firma]*  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capch.  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 / 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

TABLA N° 1

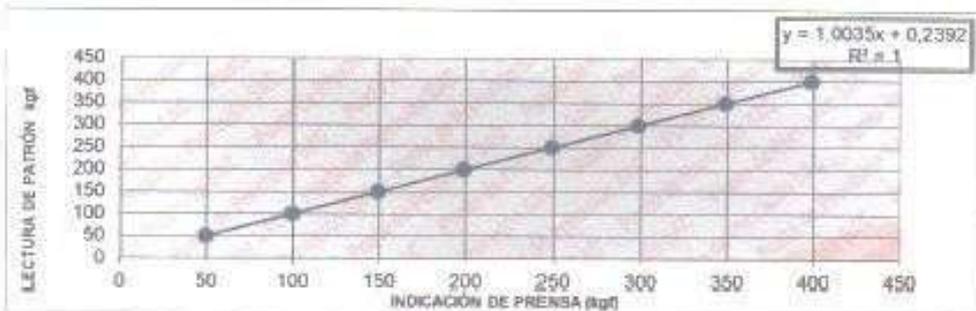
SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
50	49,75	49,90	0,50	0,20	49,83	0,35	-0,30
100	99,50	99,60	0,50	0,40	99,55	0,45	-0,10
150	149,20	149,00	0,53	0,67	149,10	0,60	0,13
200	198,90	198,75	0,55	0,63	198,83	0,59	0,08
250	248,00	248,35	0,40	0,66	248,68	0,53	0,28
300	298,80	298,10	0,40	0,63	298,45	0,52	0,23
350	348,85	348,85	0,33	0,33	348,85	0,33	0,00
400	398,45	398,60	0,39	0,35	398,53	0,37	-0,04

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Percentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma.  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan al 1,0 %.
- Coefficiente de Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1,0035x + 0,2392$

Donde : x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Cápcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Tel: 292-5106 - 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 389 - 2017

Página : 3 de 3

### PESAS DE CORTE DIRECTO

IDENTIFICACIÓN	VALOR DETERMINADO g
1	791,0
2	791,0
3	1581,4
4	1580,2
5	3163,9
6	3164,6
7	6326,5
8	6327,4



  
Jefe de laboratorio  
Ing. Luis Cayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

## Anexo 5. Dosificación y resultados de antecedentes

**TÍTULO:** Desempeño sísmico de viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022.

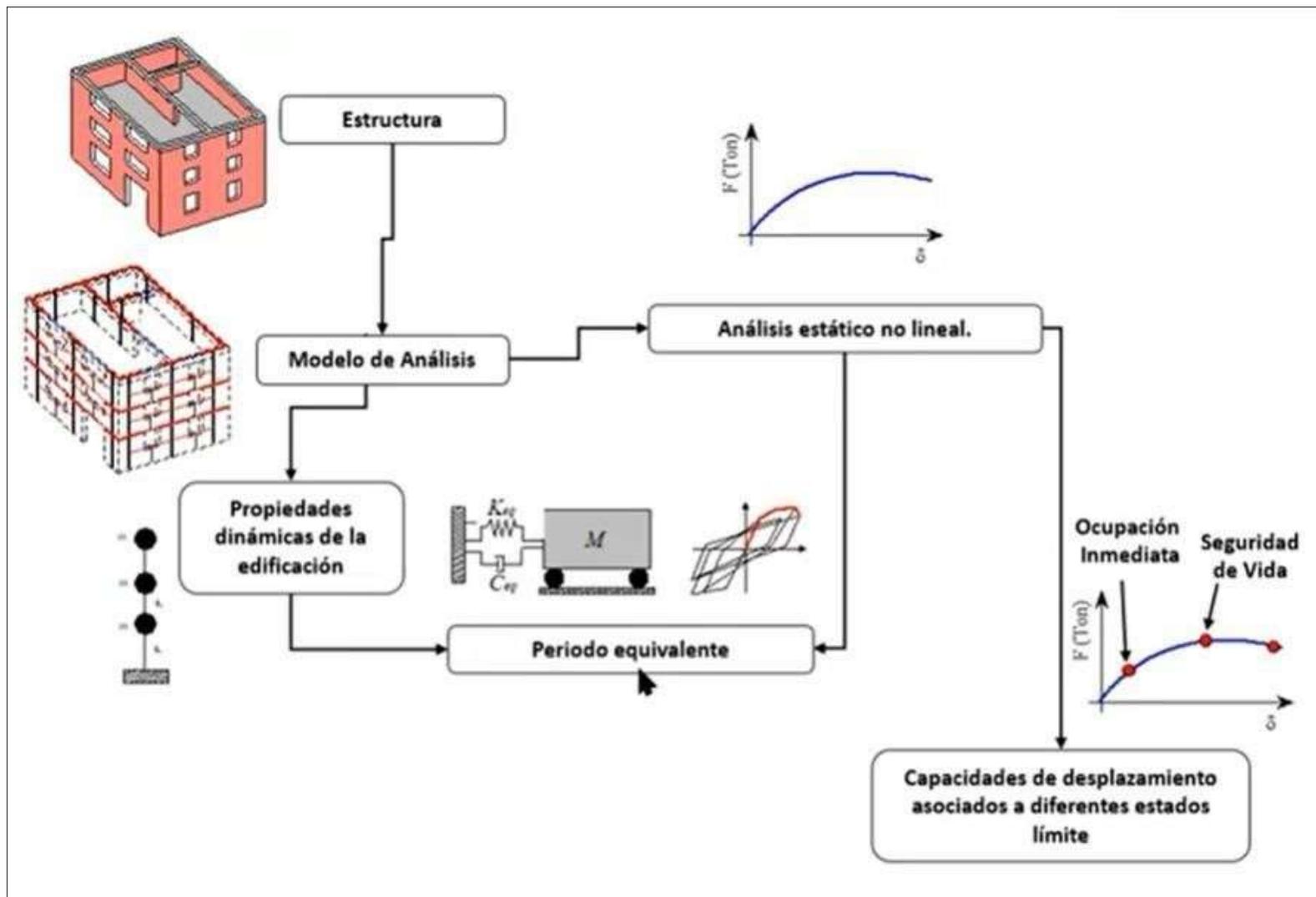
**AUTOR:** Reiner Raymundo Espeza

N°	AUTOR	TITULO	LUGAR	MUESTRA	NORMA PARA EL PUNTO DE DESEMPEÑO	PROPIEDADES ELASTICAS			CURVA DE CAPACIDAD		DERIVA		DESEMPEÑO SÍSMICO
						Cortante basal elástica (Ton)	Desplazamiento elástico (m)	Rigidez elástica (T/m)	Desplazamiento inelástico (m)	Ductilidad	Altura de la edificación (m)	Derivas máxima de entrepiso	
1	VEGA, 2020.	Evaluación del desempeño sísmico mediante el análisis estático no lineal, vivienda comercio Miura Grill, Chiclayo.	Perú	Vivienda - comercio de concreto armado de 6 pisos	ASCE 7-10, FEMA 356	111.83	0.0284	-	0.1279	4.50	18.6	0.0085	Operacional
2	PARAMO, y otros, 2021	Estudio de desempeño sísmico y mejoramiento estructural de las viviendas de emergencia techo en las localidades ciudad Bolívar y Usme de Bogotá.	Colombia	Vivienda de albañilería de 2 pisos (modelo 8).	-	60	0.12	500.00	-	-	-	-	-
3	MURILLO, y otros, 2021.	Desempeño sísmico del sistema estructural de una vivienda unifamiliar de 3 losas ubicada en San Carlos Quevedo y propuesta de reforzamiento	Ecuador	Vivienda unifamiliar de 3 pisos	ASCE 41-13	176.44	0.799	220.83	1.78	2.24	12	0.0235	Prevención de colapso

4	REDIN, 2018.	EVALUACIÓN SÍSMICA DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MEDIANTE CÓDIGO ASCE 41-13"	Ecuador	Edificio aporticado de la facultad de Ingeniería	ATC 40 y Visión 2000	150.2	0.2	751.00	0.5	2.50	12	0.0416	Inmediata ocupación
5	GONZÁLES, 2018.	ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DE ESTRUCTURA APORTICADA DE HORMIGÓN ARMADO CON DIFERENTES GRADOS DE DUCTILIDAD. APLICANDO LA NORMA SISMORRESISTENTE COLOMBIANA 2010 (NSR-10)	España	Edificio aporticado de hormigón de 10 pisos	ATC 40	324.1	0.411	788.56	0.8	1.95	25	0.0320	-
6	MARÍN, 2018.	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE MUROS DE CONCRETO MEDIANTE MÉTODOS SIMPLIFICADOS	Colombia	Edificio de muros de concreto reforzado de 18 pisos	NSR-10, ATC 40 y VISIÓN 2000	400.5	0.517	774.66	0.9	1.74	54	0.0166	Seguridad de vida
7	HAINDL, 2014.	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE UNA VIVIENDA DE MUROS DE HORMIGÓN ARMADO	Chile	Vivienda de muros de hormigón armado de 2 pisos	FEMA P-695	70.8	0.31	228.39	0.05	0.16	5.8	0.0086	Operación inmediata
8	CHÁVEZ, 2017.	VALUACION POR DEEMPEÑO MEDIANTE ANALISIS NO LINEAL, BLOQUE A DEL HOSPITAL DANIEL ALCIDES CARRION, HYO.	PERÚ	Edificio dual de 6 pisos	ATC 40, FEMA 356	180.4	0.34	530.59	0.15	0.44	17	0.0088	Operacional

9	ALCÁNTARA Y OTROS, 2016.	DESEMPEÑO ESTRUCTURAL APLICANDO LA NORMA ATC-40 PARA EL REFORZAMIENTO DEL PABELLÓN "MONOBLOCK" DEL INSTITUTO NACIONAL DE SALUD DEL NIÑO (BREÑA – LIMA)	PERÚ	Edificio dual de 9 pisos	ATC 40	200	0.46	434.78	0.3	0.65	27	0.0111	Seguridad limitada
10	VERGARA Y OTROS, 2014.	ANALISIS SISMICO POR DESEMPEÑO ESTATICO NO LINEAL DE UN EDIFICIO DE 6 NIVELES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, LA LIBERTAD.	PERÚ	Edificio dual de 6 pisos	E030, FEMA 273	150	0.22	681.82	0.22	1.00	27.8	0.0079	Operacional
11	PEREZ, 2015.	DESEMPEÑO SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA DE LA TRIBUNA SUR DEL ESTADIO HUANCAVELICA USANDO UN ANALISIS NO LINEAL ESTATICO, HUANCAVELICA - 2014.	PERÚ	Estructura irregular aporticada de 3 niveles	ATC 40, FEMA 356 Y FEMA 273	99	0.12	825.00	0.08	0.67	8.8	0.0090	Operacional

## Anexo 6. Procedimientos



## Anexo 7. Análisis de costos

Con la finalidad de alcanzar los objetivos planteados se realizó el presupuesto del presente estudio que mostramos en la tabla 9. El presupuesto consta de los servicios, bienes, instrumentos, recursos humanos y el costo detallado de cada ítem dando un total de 3480.00 soles.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	P. UNIT.	P. PARCIAL	P. TOTAL
1.0	RECURSOS HUMANOS					1000.00
	Asesor tematico	Gbl.	1	1000.00	1000.00	
2.0	BIENES					210.00
	Bibliografía	Gbl.	1	100.00	100.00	
	Hojas A4	Gbl.	1	70.00	70.00	
	Cuadernos de apuntes	Gbl.	1	40.00	40.00	
3.0	INSTRUMENTOS					100.00
	Flexómetro	Gbl.	1	50.00	50.00	
	Cinta métrica	Gbl.	1	50.00	50.00	
4.0	SERVICIOS					2170.00
	Ploteo de planos	Gbl.	1	100.00	100.00	
	Impresiones en general	Gbl.	1	100.00	100.00	
	Fotocopias	Gbl.	1	20.00	20.00	
	Estudio de suelos	Gbl.	1	800.00	800.00	
	Esclerometría	Gbl.	1	400.00	400.00	
	Servicios de internet	Gbl.	1	250.00	250.00	
	Viáticos y movilidad	Gbl.	1	500.00	500.00	
TOTAL						S/ 3480.00

## Anexo 8. Turnitin

feedback studio Reiner Reymundo Espeza 'Evaluación del desempeño sísmico de vivie...' /0 9 de 67

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

'Evaluación del desempeño sísmico de viviendas multifamiliares de sistema mixto con muros estelicos, San Ramón, Junín 2022'

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**AUTOR:**  
Sr. Reiner Reymundo Espeza  
[reiner.espeza@ucv.edu.pe](mailto:reiner.espeza@ucv.edu.pe)

**ASESOR:**  
Dr. Luis Alberto Vargas Chacabara  
[luis.vargas@ucv.edu.pe](mailto:luis.vargas@ucv.edu.pe)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño Sísmico y Estratál

**LINA - PERU**  
2022

**Resumen de coincidencias**

**15%**

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

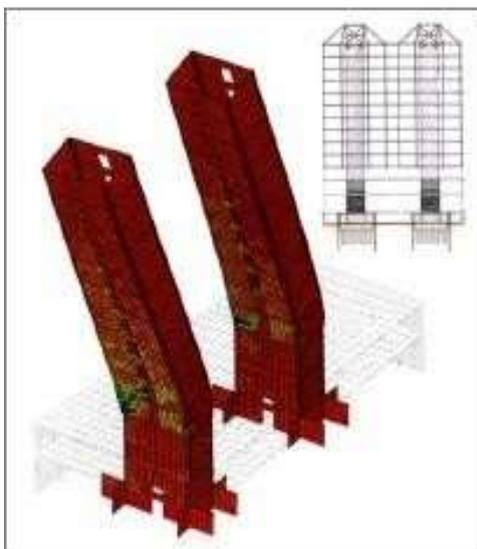
**Coincidencias**

Rank	Source	Percentage
1	fd.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.upi.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	es.wikipedia.org Fuente de Internet	1%
5	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	lócc.pub Fuente de Internet	1%

Página: 1 de 58 Número de palabras: 14010 Versión solo texto del informe Alta resolución Activado



NEHRP Seismic Design Technical Brief No. 4



## Nonlinear Structural Analysis For Seismic Design

A Guide for Practicing Engineers

---

Gregory G. Deierlein  
Andrei M. Reinhorn  
Michael R. Willford

---

# **Recommended Lateral Force Requirements and Commentary**

1999  
Seventh Edition

*Seismology Committee  
Structural Engineers Association of California*





# Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures

FEMA 440

June 2005



FEMA



ASCE STANDARD

ASCE/SEI

**41-17**

# Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings

**ASCE**  
AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS



REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

**NORMA E.030**  
**DISEÑO**  
**SISMORRESISTENTE**

LIMA - PERÚ  
2020

**PUBLICACIÓN OFICIAL**

w w w . g o b . p e / s e n c i c o



REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

**NORMA E.020**  
**CARGAS**

LIMA - PERÚ  
2020

**PUBLICACIÓN OFICIAL**

w w w . g o b . p e / s e n c i c o

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

**NORMA E.050**  
**SUELOS Y**  
**CIMENTACIONES**

LIMA - PERÚ  
2020

**PUBLICACIÓN OFICIAL**

[www.gob.pe/sencico](http://www.gob.pe/sencico)

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

**NORMA E.070**  
**ALBAÑILERÍA**

LIMA - PERÚ  
2020

**PUBLICACIÓN OFICIAL**

w w w . g o b . p e / s e n c i c o



REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

**NORMA E.060**  
**CONCRETO**  
**ARMADO**

LIMA - PERÚ  
2020

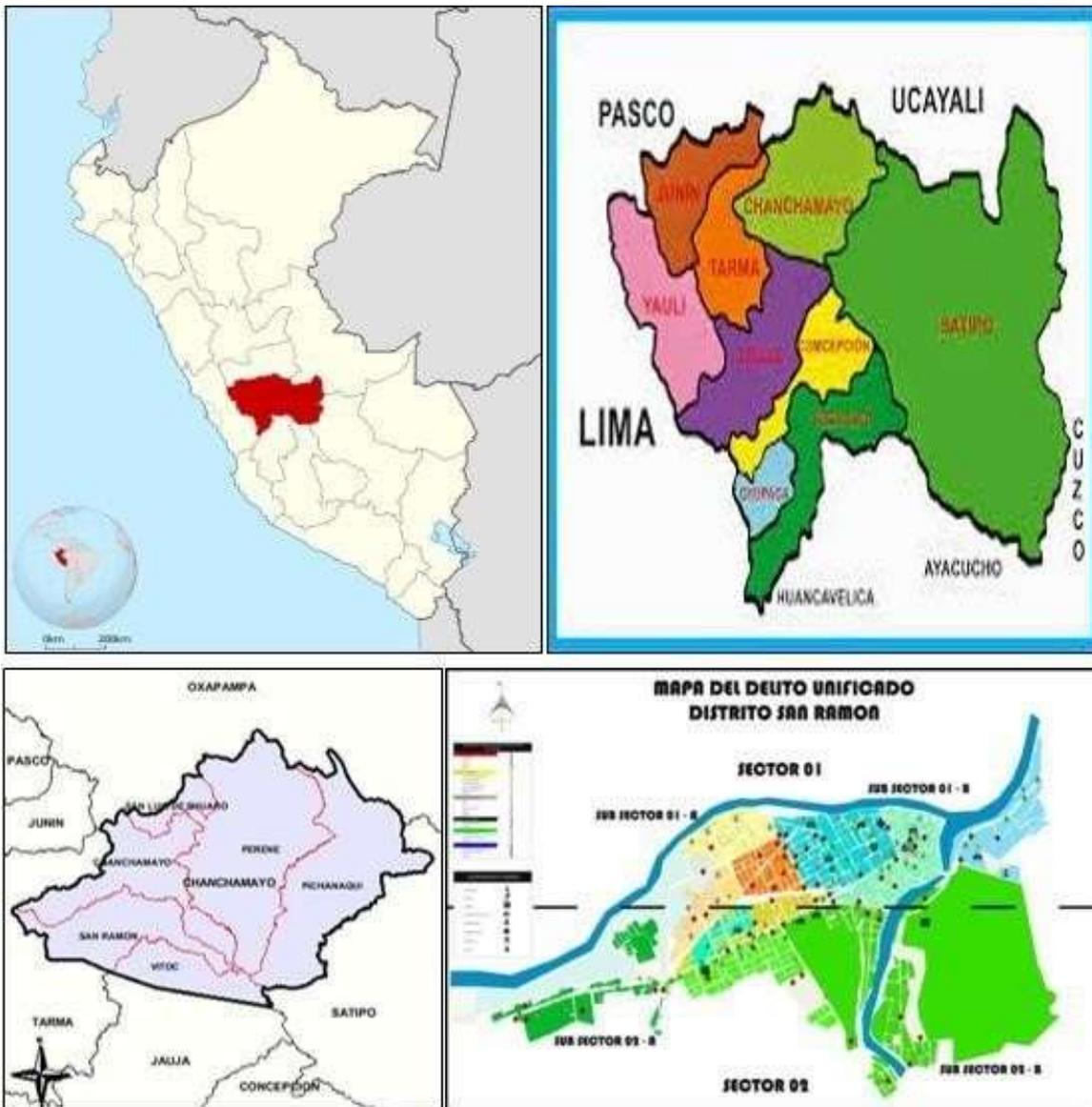
**PUBLICACIÓN OFICIAL**

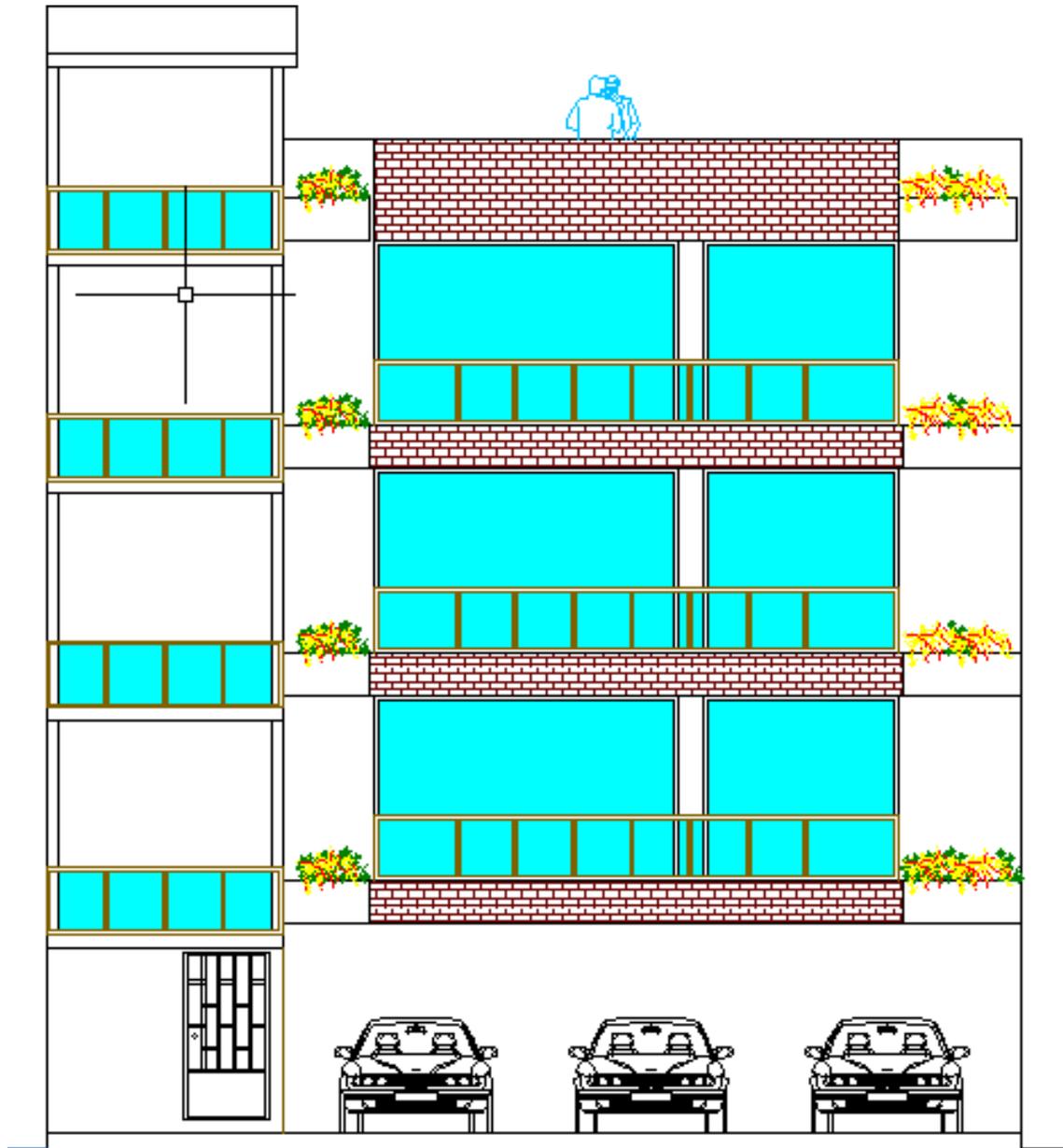
[www.gob.pe/sencico](http://www.gob.pe/sencico)

## Anexo 10. Mapas y planos

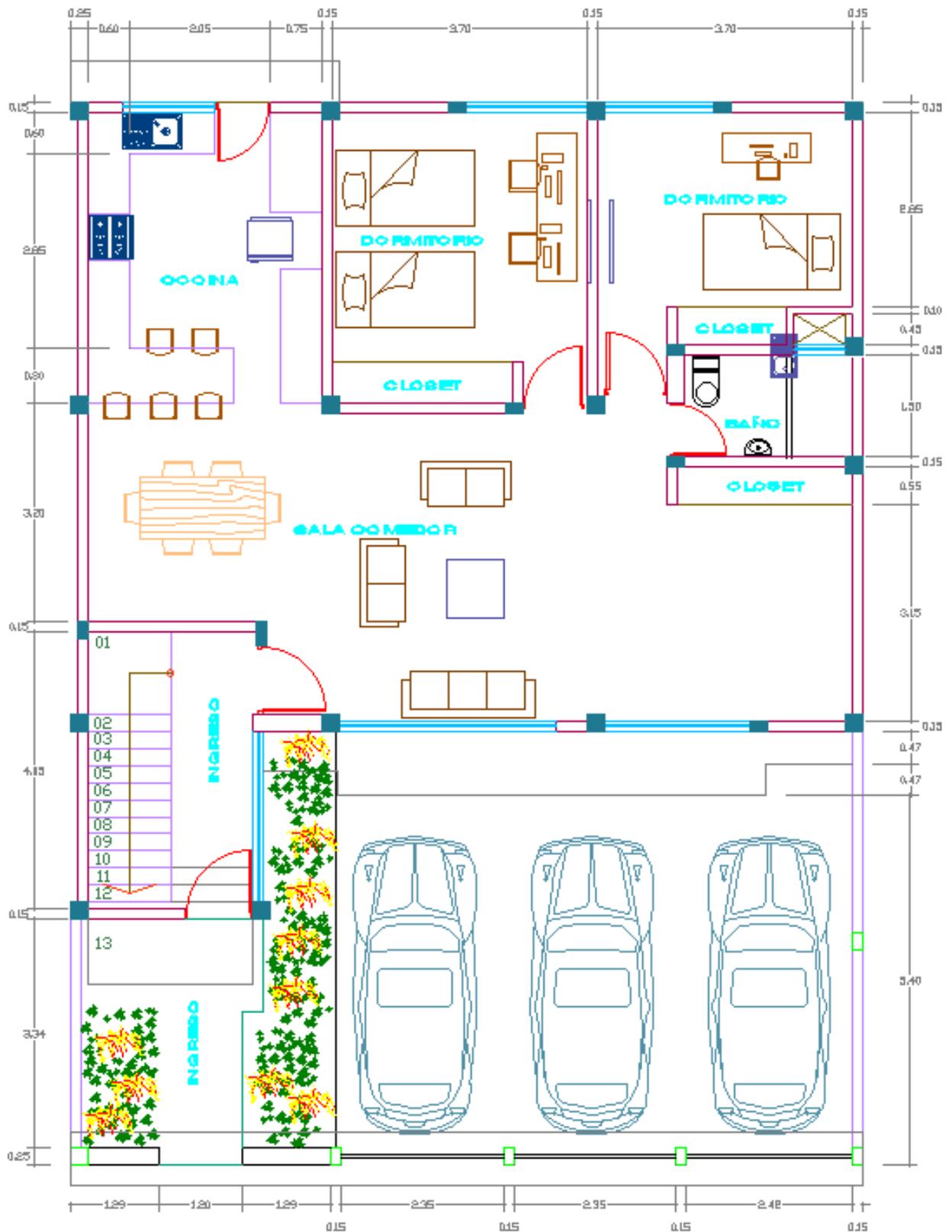
**TÍTULO:** Desempeño sísmico de viviendas multifamiliares de sistema mixto evaluados con métodos estáticos, San Ramón, Junín 2022.

**AUTOR:** Reiner Raymundo Espeza

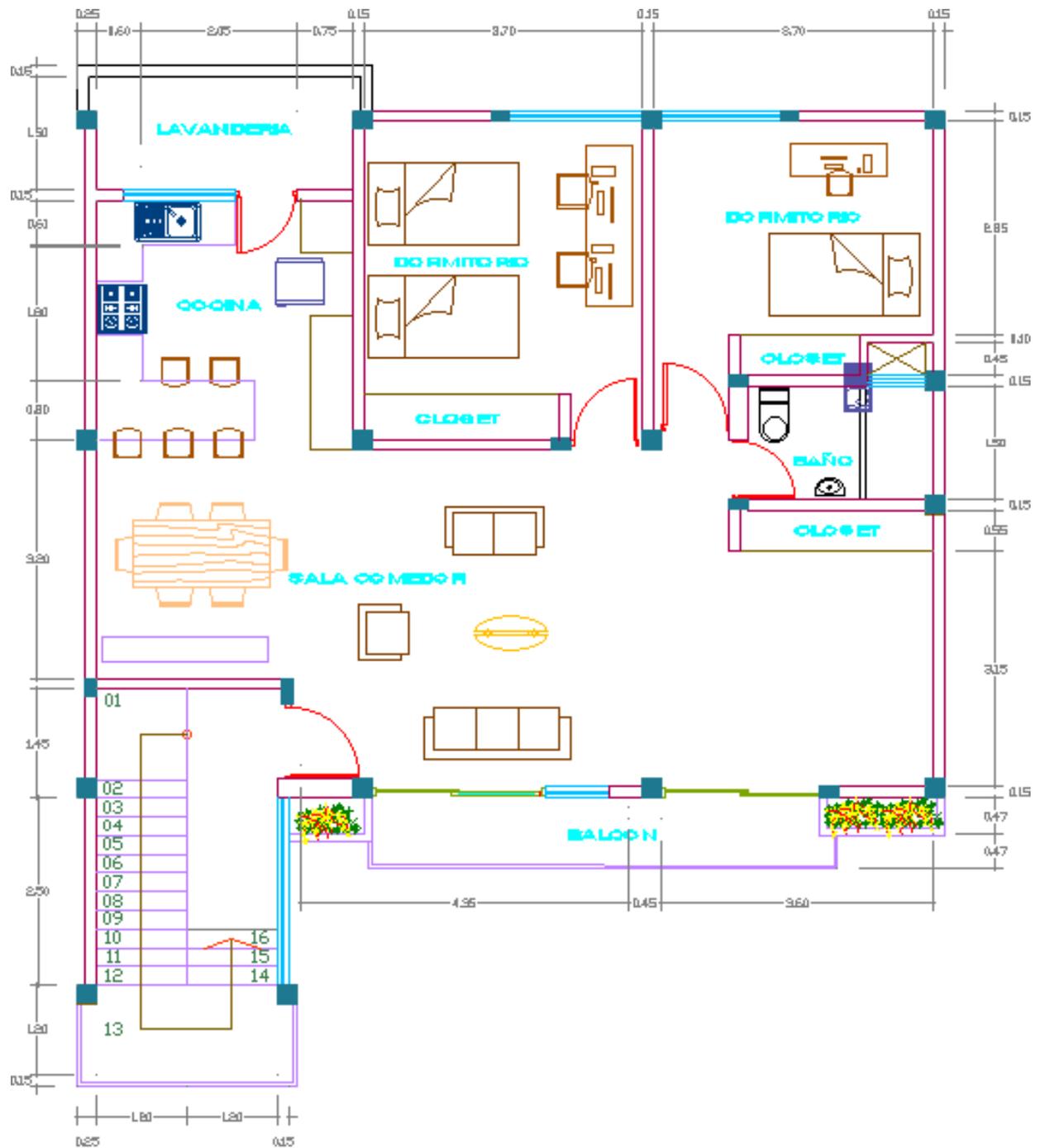




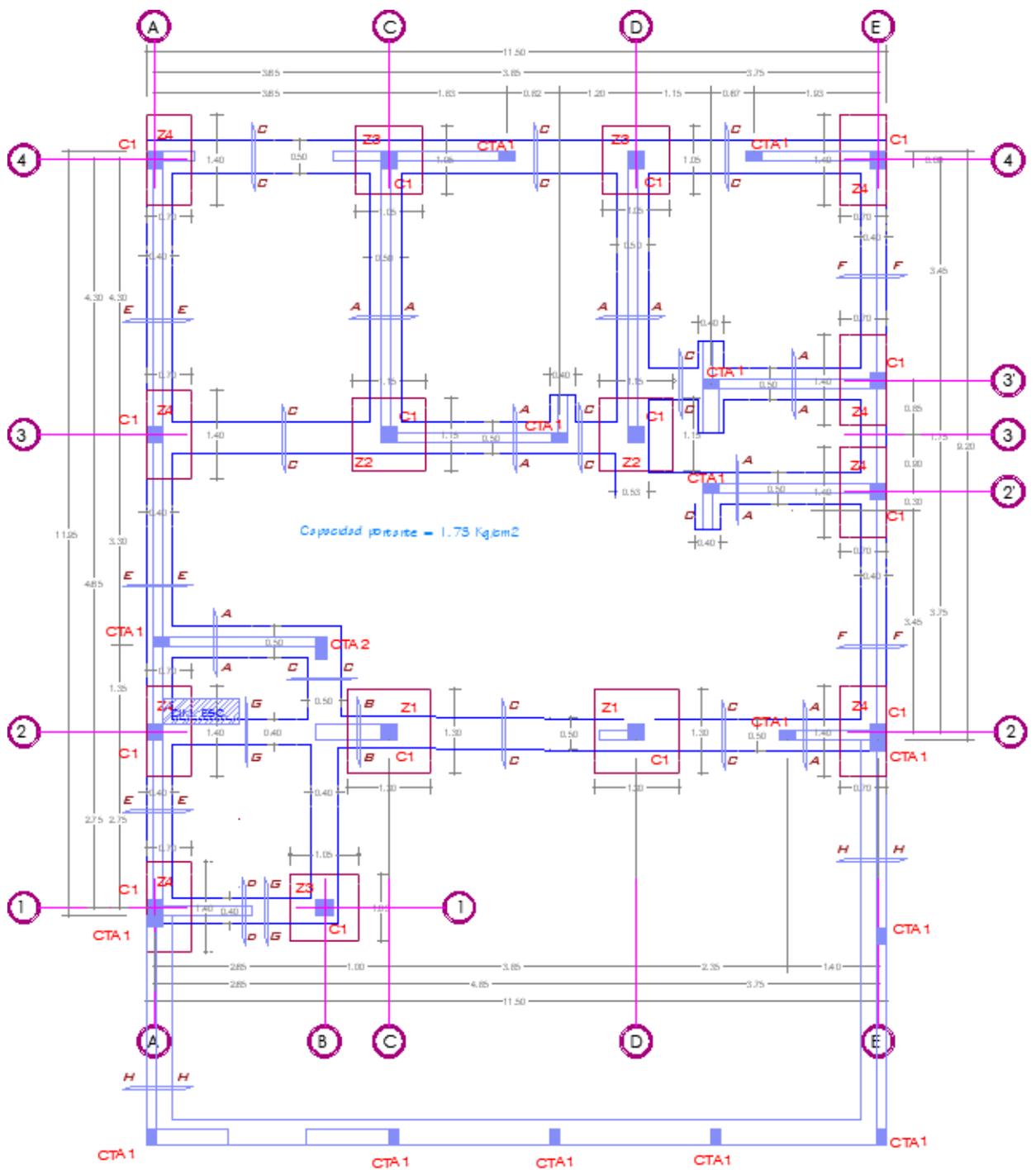
ELEV. PRINCIPAL



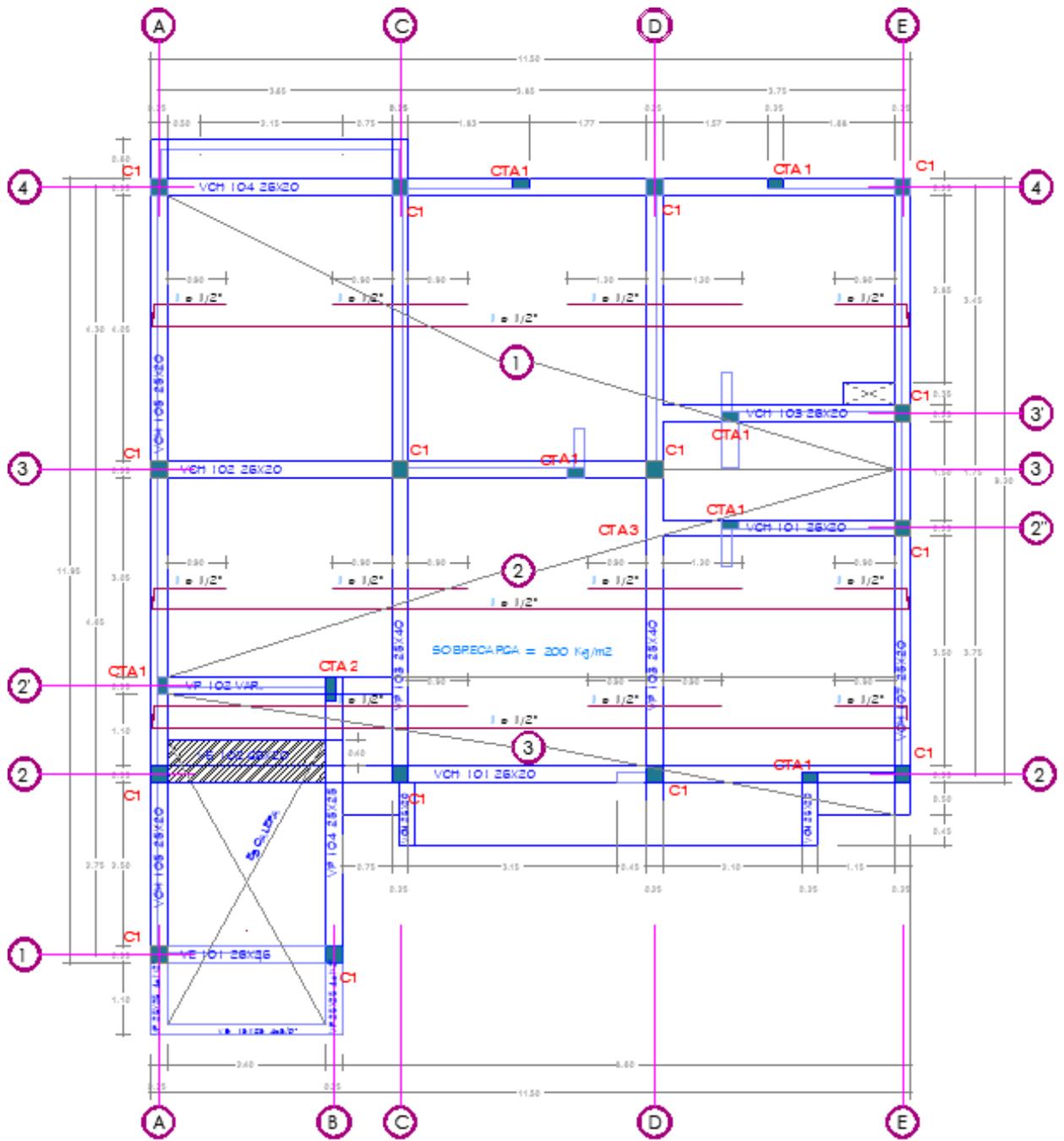
1ª PLANTA



PLANTA TIPICA



**CIMENTACION**



**LOSA ALIGERADA e=0.20cm**

## Anexo 11. Panel fotográfico



Foto N°1: Revisión de la objeto de estudio respecto a los planos.



Foto N°2: Presencia de bolonería.



Foto N°3: Medición de la escalera.



Foto N°4: Medición de la sala.



Foto N°5: Medición de la cocina.



Foto N°6: Presencia de bolonería.



Foto N°7: Excavación de calicata C-1.



Foto N°8: Suelo con poca presencia de arcilla.



Foto N°9: Suelo con poca presencia de arcilla.



Foto N°10: Material para el estudio de suelos.