

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

**RIESGO SÍSMICO EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD CATEGORÍA II-1
EN EL DISTRITO DE CAJAMARCA - 2024**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Presentada por:

SERGIO PAÚL JULCA ALCÁNTARA

Asesor:

Dr. MIGUEL ÁNGEL MOSQUEIRA MORENO

Cajamarca, Perú

2024



**Universidad
Nacional de
Cajamarca**
"Norte de la Universidad Peruana"



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Sergio Paúl Julca Alcántara
DNI: 44487714
Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería. Programa de Maestría en Ciencias.
Mención: Ingeniería y Gerencia de la Construcción.
2. Asesor: Dr. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
"RIESGO SÍSMICO EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD CATEGORÍA II-1 EN EL
DISTRITO DE CAJAMARCA-2024"
6. Fecha de evaluación: **14/01/2025**
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **19%**
9. Código Documento: **3117: 420747492**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **14/01/2025**

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 Dr. Miguel Ángel Mosqueira Moreno DNI: 27664885

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2024 by
SERGIO PAUL JULCA ALCANTARA
Todos los derechos reservados



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD
Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 15:30 horas, del día 16 de Diciembre de dos mil veinticuatro, reunidos en el **Auditorio de la Escuela de Posgrado** de la **Universidad Nacional de Cajamarca**, el Jurado Evaluador presidido por el **DR. MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS, M. CS. MANUEL LINCOLN MINCHÁN PAJARES, M. CS. RONALD JESÚS SALAS BERROSPI**, y en calidad de Asesor el **DR. MIGUEL ÁNGEL MOSQUEIRA MORENO**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la Sustentación de la Tesis titulada **“RIESGO SÍSMICO EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD CATEGORÍA II-1 EN EL DISTRITO DE CAJAMARCA - 2024”**, presentada por el bachiller en Ingeniería Civil **SERGIO PAÚL JULCA ALCÁNTARA**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBAR con la calificación de 16 (DIECISEIS) la mencionada Tesis; en tal virtud, el bachiller en Ingeniería Civil, **Sergio Paúl Julca Alcántara**, se encuentra apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de **Ingeniería**, con Mención en **Ingeniería Y Gerencia de la Construcción**.

Siendo las 16:30 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dr. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
Asesor


.....
Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas
Jurado Evaluador


.....
M. Cs. Manuel Lincoln Minchán Pajares
Jurado Evaluador


.....
M. Cs. Ronald Jesús Salas Berrospi
Jurado Evaluador

A:

Mi madre por su apoyo constante.

Mi hija por su motivación y compañía.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor por su constante apoyo y esfuerzo en la realización de esta tesis.

EPÍGRAFE

“Nadie nos pertenece, salvo en la memoria.”

-John Updike,

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	vi
EPÍGRAFE	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.1.1 Contextualización	1
1.1.2 Descripción del problema	3
1.1.3 Formulación del problema	4
1.2 Justificación y aporte social.....	4
1.3 Delimitación de la investigación.....	4
1.4 Limitaciones.....	4
1.5 Objetivos.....	5
1.5.1. Objetivo general.....	5
1.5.2. Objetivos específicos	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial	6
2.1.1. Internacional	6
2.1.2. Nacional	7
2.1.3. Local	9
2.2. MARCO DOCTRINAL DE LAS TEORIAS PARTICULARES EN EL CAMPO DE LA CIENCIA EN LA QUE SE UBICA EL OBJETO DE ESTUDIO (BASES TEÓRICAS).....	11
2.2.1 Condiciones sísmicas de la región peruana.	11
2.2.2. Vulnerabilidad sísmica en Centros de Salud.	20
2.2.2. Componentes de Vulnerabilidad Sísmica.	20
2.2.2.2. Vulnerabilidad no estructural.....	22
2.2.3. Métodos de análisis de vulnerabilidad	22
2.3. Definición de términos Básicos	26

CAPÍTULO III.....	28
PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES	28
3.1. Hipótesis	28
3.1.1. Hipótesis general.....	28
3.2. Variables/Categorías	28
3.2.1. Categorías de la variable.....	28
3.2.2. Variable.....	28
3.3. Operacionalización /categorización de los componentes de la hipótesis.....	28
CAPÍTULO IV	30
MARCO METODOLÓGICO	30
4.1. Ubicación Geográfica	30
4.2. Diseño de la investigación	31
4.2.1. Recolección de la información.....	31
4.2.2. Uso de los formularios y la inspección visual.....	32
4.2.3. Procesamiento de datos.....	35
Configuración de la Clínica Limatambo I	40
Configuración de la Clínica Limatambo II	47
4.2.4. Presentación y discusión de resultados	51
4.2.5. Redacción de conclusiones y recomendaciones.....	51
4.3. Métodos de investigación	51
4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidad de observación.	51
4.4.1. Población	51
4.4.2. Muestra	51
4.4.3. Unidad de análisis y Unidad de observación	51
4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información	51
CAPÍTULO V	53
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
5.1. Presentación de resultados	53
5.1. Análisis y discusión de resultados de la Vulnerabilidad.....	53
5.2. Análisis y discusión de resultados	59
5.3. Contratación de Hipótesis	59
CAPÍTULO VI.....	66
6.1. CONCLUSIONES	66
6.2. RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de zonas sísmicas en el Perú.....	12
Figura 2. <i>Mapa Sísmico del Perú para el año 2023.</i>	13
Figura 3. <i>Mapa Sísmico del Perú para el año 2022.</i>	14
Figura 4. <i>Mapa Sísmico del Perú para el año 2021.</i>	15
Figura 5. <i>Mapa Sísmico del Perú para el año 2020.</i>	16
Figura 6. <i>Mapa Sísmico del Perú para el año 2019.</i>	17
Figura 7. <i>Reporte de Sismo en Chota.</i>	18
Figura 8. <i>Reporte de Sismo en Chota.</i>	18
Figura 9. <i>Reporte de Sismo en Jaén.</i>	19
Figura 10. <i>Mapa de la intensidad sísmica en Perú.</i>	19
Figura 11. <i>Tabla para Vulnerabilidad Sísmica.</i>	23
Figura 12. <i>Tabla para Peligro Sísmico.</i>	23
Figura 13. <i>Combinaciones de los parámetros para evaluar la Vulnerabilidad.</i>	24
Figura 14. <i>Ubicación de la ciudad de Cajamarca.</i>	30
Figura 15. <i>Ubicación geográfica de la Clínica Limatambo.</i>	31
Figura 16. <i>Ficha de diagnóstico preliminar de la Clínica Limatambo II.</i>	32
Figura 17. <i>Ficha de diagnóstico preliminar de la Clínica Limatambo I.</i>	32
Figura 18. <i>Ficha de aspectos estructurales de la Clínica Limatambo I.</i>	33
Figura 19. <i>Ficha de aspectos técnicos de la Clínica Limatambo II.</i>	34
Figura 20. <i>Resistencia de vigas.</i>	37
Figura 21. <i>Resistencia de vigas.</i>	38
Figura 22. <i>Resistencia de columnas.</i>	38
Figura 23. <i>Resistencia de columnas.</i>	39
Figura 24. <i>Clínica Limatambo I.</i>	42
Figura 25. <i>Intervalos de resistencia de vigas.</i>	45
Figura 26. <i>Probabilidad de resistencia de vigas.</i>	45
Figura 27. <i>Intervalos de resistencia de columnas.</i>	46
Figura 28. <i>Probabilidad de resistencia de columnas.</i>	46
Figura 29. <i>Clínica Limatambo II.</i>	50
Figura 30. <i>Derivas inelásticas de la clínica Limatambo II en X.</i>	61
Figura 31. <i>Derivas inelásticas de la clínica Limatambo II en Y.</i>	62
Figura 32. <i>Verificación de los aceros de la clínica Limatambo II.</i>	63
Figura 33. <i>Cuantías de acero de la clínica Limatambo II.</i>	64

Figura 34. Diagramas de identificación de fallas de la clínica Limatambo II.	65
Figura 35. Definición de material (Concreto).	71
Figura 36. Definición de secciones frame para modelamiento.	72
Figura 37. Definir secciones de columnas.	72
Figura 38. Valores de rigidez para columnas.	73
Figura 39. Definición de sección de vigas.	73
Figura 40. Asignación de valores de rigidez para vigas.	74
Figura 41. Determinación de acero para vigas.	74
Figura 42. Definir Mass Source data.	75
Figura 43. Asignar brazos rígidos.	75
Figura 44. Definir diafragmas.	76
Figura 45. Definir diafragmas.	76
Figura 46. Definir Load Cases.	76
Figura 47. Definir la carga gravitacional no lineal.	77
Figura 48. Definir Análisis Estático No Lineal X.	77
Figura 49. Definir Analisis Estático No Lineal Y.	78
Figura 50. Definir combinaciones.	78
Figura 51. Combinación para X.	79
Figura 52. Combinación para Y.	79
Figura 53. Definir espectro de respuesta.	80
Figura 54. Definir parámetros ATC 40.	80
Figura 55. Definir rotulas plásticas para vigas.	81
Figura 56. Asignar Momento M3 para vigas.	81
Figura 57. Definir rotulas plásticas para columnas.	82
Figura 58. Análisis Estático No Lineal en X.	82
Figura 59. Análisis Estático no Lineal en Y.	83
Figura 60. Fotografía frontal de muro portante -Identificación de fisura en el sótano 2 de la clínica Limatambo II.	85
Figura 61. Fotografía frontal de Columna Corta en clínica Limatambo II.	85
Figura 62. Fotografía del estado de cielo raso clínica Limatambo I.	86
Figura 63. Fotografía frontal de las mamparas de vidrio	86
Figura 64. Fotografía frontal de las puertas de la clínica Limatambo I	87
Figura 65. Fotografía frontal de la escalera de acero y madera en la clínica Limatambo I.	87
Figura 66. Fotografía frontal de escalera de acero Clínica Limatambo II.	88
Figura 67. Fotografía frontal de las rampas de acceso con material madera y triplay.	88
Figura 68. Fotografía frontal de las cargas inadecuadas sobre Columnas.	88

Figura 69. <i>Fotografía de la inspección de vigas.</i>	89
Figura 70. <i>Fotografía de la inspección de Ascensores y placas.</i>	89
Figura 71. <i>Fotografía de la inspección de muros no estructurales.</i>	90
Figura 72. <i>Fotografía frontal de la inspección de muros no estructurales.</i>	90
Figura 73. <i>Fotografía de la inspección de muros no estructurales.</i>	91
Figura 74. <i>Inspección de techos.</i>	91
Figura 75. <i>Esclerómetro con sello de calibración vigente.</i>	93
Figura 76. <i>Ensayo en Viga peraltada de Torre 2.</i>	93
Figura 77. <i>Ensayo en Columna de Torre 2.</i>	94
Figura 78. <i>Ensayo en Viga Peraltada de Torre 2.</i>	94
Figura 79. <i>Ensayo en Viga Peraltada de Torre 1.</i>	95
Figura 80. <i>Ensayo en Viga Peraltada de Torre 2.</i>	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Categorías de establecimientos del sector salud-Perú (MINSA -2004).</i>	3
Tabla 2. <i>Daños estructurales más comunes.</i>	21
Tabla 3. <i>Valores de los parámetros de la vulnerabilidad sísmica.</i>	23
Tabla 4. <i>Rango numérico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica</i>	24
Tabla 5. <i>Valores de los parámetros de peligro sísmico.</i>	25
Tabla 6. <i>Rango de valores para el cálculo del peligro sísmico</i>	25
Tabla 7. <i>Tabla de doble entrada para evaluar Riesgo Sísmico</i>	26
Tabla 10. <i>Condiciones sísmicas de la Clínica Limatambo I.</i>	39
Tabla 11. <i>Altura de pisos de la Clínica Limatambo I</i>	40
Tabla 12. <i>Diagnóstico preliminar de la Clínica Limatambo I.</i>	41
Tabla 13. <i>Aspectos técnicos s estructurales de la Clínica Limatambo I.</i>	41
Tabla 14. <i>Para la Clínica Limatambo II se ha obtenido el siguiente cuadro:</i>	43
Tabla 15. <i>Condiciones sísmicas de la Clínica Limatambo II.</i>	47
Tabla 16. <i>Altura de pisos de la Clínica Limatambo II.</i>	47
Tabla 17. <i>Diagnóstico preliminar de la Clínica Limatambo II.</i>	49
Tabla 18. <i>Aspectos técnicos estructurales de la Clínica Limatambo II.</i>	49
Tabla 19. <i>Riesgo Sísmico.</i>	50
Tabla 21. <i>Vulnerabilidad para la Clínica Limatambo I.</i>	54
Tabla 22. <i>Combinaciones de peligro sísmico alto de la Clínica Limatambo I.</i>	54
Tabla 23. <i>Combinaciones de peligro sísmico Medio de la Clínica Limatambo I.</i>	55
Tabla 24. <i>Combinaciones de peligro sísmico Bajo de la Clínica Limatambo I.</i>	55
Tabla 25. <i>Tabla para determinar Riesgo Sísmico</i>	55
Tabla 26. <i>Tabla para determinar Riesgo Sísmico</i>	56
Tabla 27. <i>Vulnerabilidad para la Clínica Limatambo II.</i>	56
Tabla 28. <i>Combinaciones de peligro sísmico alto de la Clínica Limatambo II.</i>	57
Tabla 29. <i>Combinaciones de peligro sísmico medio de la Clínica Limatambo II.</i>	57
Tabla 30. <i>Combinaciones de peligro sísmico bajo de la Clínica Limatambo II.</i>	58
Tabla 31. <i>Tabla para determinar el Riesgo Sísmico.</i>	58
Tabla 32. <i>Tabla para determinar el Riesgo Sísmico.</i>	58
Tabla 33. <i>Derivas de entrepisos en la dirección X</i>	60
Tabla 34. <i>Derivas de entrepisos en la dirección Y</i>	61

RESUMEN

Las edificaciones en nuestro país están expuestas a eventos sísmicos generados por la interacción de las placas tectónicas. En este contexto, las investigaciones en el ámbito de la ingeniería sísmica se actualizan constantemente, y la determinación del índice de vulnerabilidad, seguida del cálculo del riesgo sísmico, ha demostrado ser altamente efectiva.

Este estudio se enfoca en evaluar el nivel de riesgo sísmico en edificaciones dedicadas a la salud, específicamente en clínicas del sector privado ubicadas en el distrito de Cajamarca. Para ello, se han seleccionado como muestras las Clínicas Limatambo I y II, las cuales han sido diseñadas estructuralmente conforme a la norma E030 de sismorresistencia peruana de 2003.

La investigación contempla un análisis exhaustivo de la vulnerabilidad estructural, considerando factores como la densidad de muros, con una incidencia del 60%; la calidad de la mano de obra y de los materiales, con una incidencia del 30%; así como la vulnerabilidad no estructural, que evalúa la estabilidad de los parapetos con una incidencia del 10%. Además, se aborda la vulnerabilidad funcional, tomando en cuenta los diferentes planes de contingencia de estas edificaciones ante los diversos niveles de amenaza sísmica a los que están expuestas.

El resultado final esperado en la evaluación del riesgo sísmico se fundamenta en el análisis de los muros portantes y parapetos, lo cual permitirá demostrar la estabilidad y cantidad requerida de dichos componentes. La evaluación del peligro sísmico considera la sismicidad, con una incidencia del 40%; el tipo de suelo, también con una incidencia del 40%; y la topografía, con una incidencia del 20%. Los rangos utilizados para clasificar el peligro sísmico son: alto (1.8 - 3.1), medio (1 - 2.6) y bajo (1 - 2.2).

Posteriormente, se elabora una tabla de doble entrada que relaciona los niveles de peligro en las columnas con los niveles de vulnerabilidad en las filas, permitiendo así calcular el riesgo sísmico para cada una de las torres de la Clínica Limatambo. Como resultado, se determina un riesgo sísmico medio para la Clínica Limatambo I y un riesgo sísmico bajo para la Clínica Limatambo II. Adicionalmente, se verifica el comportamiento estructural de ambas clínicas, constatando que se cumplen las derivas inelásticas establecidas en la normativa y que las cuantías de acero empleadas satisfacen el requisito del 1%.

Palabras clave: sismo, riesgo sísmico, vulnerabilidad, peligro.

ABSTRACT

Buildings in our country are immersed in the occurrence of seismic events caused by the interaction of tectonic plates. Research in the field of seismic engineering is constantly updated and currently the vulnerability index methodology to calculate seismic risk has demonstrated great efficiency. This research studies the level of seismic risk of buildings that are at the service of health specifically in the private sector (Clinics) located in the district of Cajamarca, the Limatambo I clinic and Limatambo II clinic located in the city of Cajamarca have been taken as samples for this study, which have been structurally designed based on the Peruvian seismic resistant E030 standard of 2003. To this end, it is necessary to study the structural vulnerability that takes the density of walls with an incidence of 60%, the quality of the workmanship and the quality of the materials with an incidence of 30%, the non-structural vulnerability that considers the stability of the parapets with an incidence of 10% and functional vulnerability that takes into account the different contingency plans of these buildings before the different levels of seismic threat to which we are exposed. The final result to be obtained for the seismic risk depends on the analysis that is carried out on the load-bearing walls and parapets, which with the seismic analysis carried out will demonstrate the stability and required quantity of these components.

The seismic hazard assessment takes into account seismicity with an incidence of 40%, soil with an incidence of 40% and topography with an incidence of 20%. The ranges used to evaluate earthquake hazard are (High, Medium, Low).

Subsequently, a double-entry table is prepared where the danger levels are placed in the columns and the vulnerability levels in the rows, thus obtaining the seismic risk for each of the towers of the Limatambo clinic. As a result, a medium seismic risk is obtained for the Limatambo I Clinic and a low seismic risk for the Limatambo II Clinic.

Additionally, the behavior of the structure of the Limatambo I and II clinic is verified, obtaining that if the inelastic drifts established in the regulations are complied with and with respect to the amounts of steel, the 1% required by the regulations is met.

Keywords: earthquake, seismic risk, vulnerability, danger.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Contextualización

En 2023, se registraron 764 temblores en Perú, lo que se debe a que el Perú se ubica en una zona de constante riesgo sísmico, específicamente en el "Cinturón de Fuego del Pacífico", existiendo dos placas que causan estos movimientos. Esta ubicación provoca muchos movimientos de gran magnitud, resultado es que en muchas ocasiones causa daños a la región. Estos sismos impactan con más frecuencia en el occidente. No obstante, también existen fallas locales que ocasionan movimientos telúricos en el país, como el sismo que ocurrió y que tuvo lugar el 26 de mayo de 2019 en Lagunas, Loreto. Aunque estos sismos suelen tener menor magnitud, su cercanía a la superficie los convierte en potencialmente destructivos si ocurren cerca de zonas urbanas. (Sempertegui, 2021).

Los sismos más recientes han puesto de relieve serias fallas en las estructuras de mampostería confinada, las cuales son atribuibles a la informalidad en los procesos de construcción, a pesar de que existen normativas nacionales que regulan la edificación y el diseño estructural. Un ejemplo de estas deficiencias se observó durante el devastador sismo que afectó a la provincia de Pisco el 15 de agosto de 2007, el cual tuvo una magnitud de 7.9 Mw. Este evento sísmico resultó en 519 fallecimientos y 42 personas desaparecidas, según datos del INEI. El Ministerio de Vivienda comunicó que el impacto en las estructuras de mampostería confinada fue notable, con 3,330 edificaciones que colapsaron, 5,751 que quedaron inhabitables y 15,067 que sufrieron daños menores. (Esteban y Córdova, 2020).

Nuestro país se encuentra en la zona con más peligro sísmico del planeta, denominada Cinturón de Fuego del Pacífico. A lo largo de la historia, la ocurrencia de sismos en esta área ha provocado miles de pérdidas tanto económicas como humanas. Los sismos que han causado las mayores pérdidas en Perú incluyen los del 20 de octubre de 1687 en Lima, el 13 de agosto de 1868 en Tacna, el 31 de mayo de 1970 en Ancash y el 15 de agosto de 2007 en Ica. (Muñoz et al., 2017).

Las construcciones están construidas para resistir ante un evento sísmico, garantizando la vida de sus ocupantes. Sin embargo, aunque las réplicas sean sismos de menor magnitud que el principal, la eficacia de la estructura ya se ven comprometidas tras las primeras ondas, lo que provoca que los temblores posteriores acumulen más daño. La deformación que se genera con el movimiento telúrico principal causa una degradación en la resistencia de la estructura, haciéndola más vulnerable al colapso en eventos sísmicos subsiguientes. Además, las deformaciones que ocurren durante el primer sismo, al alcanzar el rango plástico, amplifican los momentos de segundo orden, aumentando así su riesgo de colapso. (Shafaei y Naderpour, 2020).

La estabilidad de los muros está influenciada por el tipo de la mano de obra y tipo de materiales utilizados. La contratación de mano de obra barata puede resultar en daños futuros en los muros. Un claro ejemplo de esta deficiencia se observa en el asentado de ladrillos, especialmente en las juntas, donde el mortero presenta falta de uniformidad y no está adecuadamente compactado. Hay que tener idea clara de la cantidad de materiales que se usarán en la mezcla del mortero ya que es fundamental verificar la calidad de todos los materiales. En cuanto a lo que refiere al agua es crucial, ya que si usamos mucha cantidad de agua en la mezcla se reduce su resistencia. En algunos casos, los ladrillos no cumplen con las normativas de albañilería. Por lo tanto, se puede concluir que la falta de supervisión técnica en la construcción de edificaciones las deja vulnerables ante los sismos. (Kuroiwa , 2016).

El gobierno peruano a través del (MVCS) señala que muchas de las casas construidas no han tenido un asesoramiento por un profesional responsable, lo que significa que carecen de dirección técnica, ya que se basan en la autoconstrucción. En muchos casos, esta labor es realizada por un operario o un ayudante, quienes están por debajo de los maestros de obra en la jerarquía. Esta situación genera un problema a largo plazo que afecta la calidad de las viviendas y aumenta el riesgo para sus ocupantes. Importa mucho tener en nuestras construcciones una mano de obra buena ya que es crucial para garantizar la vida útil de las edificaciones y, sobre todo, para proteger a sus habitantes. Ante esta problemática, se sugiere que todas las construcciones deben ser supervisadas por personal técnico. En casos donde no sea posible contar con la supervisión de un profesional, se debe planificar un mantenimiento preventivo de los componentes estructurales, especialmente aquellos más expuestos a las condiciones climáticas. (Kuroiwa, 2016).

1.1.2 Descripción del problema

Las edificaciones porticadas con el transcurrir del tiempo han evidenciado mayores daños cuando ocurre un sismo en comparación con otros sistemas empleados en la construcción. En nuestro país antes que se actualice nuestra normativa de diseño resistente, en su mayoría las edificaciones presentaron este diseño aporticado. En nuestro ámbito de estudio es posible observar este sistema estructural.

En la clínica Limatambo II se aprecia que tiene un diseño basado en pórticos estructurales y losas aligeradas de 20 cm de espesor, esto es típico en nuestro distrito en las edificaciones que han sido diseñadas bajo la norma E.030 del 2003.

Estas clínicas llegan a albergar muchas personas a diario, además por ser establecimientos de salud, es posible que sean usadas como construcciones que sirvan para proteger las vidas humanas en caso de un sismo severo.

El estudio de la vulnerabilidad y el peligro sísmico de estos edificios es un buen avance en el estudio de riesgo sísmico que podrían sufrir. Es así que el presente estudio va determinar la calidad de los materiales y mano de obra sí como el análisis sísmico de los componentes estructurales.

A continuación, mostramos la clasificación de los establecimientos de salud categoría II-1 (Fuente Minsa).

Tabla 1. Categorías de establecimientos del sector salud-Perú (MINSA -2004).

Niveles de Atención	Niveles de Complejidad	Categorías de Establecimientos de Salud
Primer Nivel de Atención	1° Nivel de Complejidad	I-1
	2° Nivel de Complejidad	I-2
	3° Nivel de Complejidad	I-3
	4° Nivel de Complejidad	I-4
Segundo Nivel de Atención	5° Nivel de Complejidad	II-1
	6° Nivel de Complejidad	II-2
Tercer Nivel de Atención	7° Nivel de Complejidad	III-1
	8° Nivel de Complejidad	III-2

Nota: Se muestra en la Tabla la clasificación de los centros de salud, de los cuales se ha tomado el nivel de complejidad primero, categoría II 1. Fuente: Ministerio de Salud (2024).

1.1.3 Formulación del problema

- ¿Cuál es el nivel de Riesgo Sísmico en los establecimientos de salud categoría II-1 en el distrito de Cajamarca-2024?

1.2 Justificación y aporte social

Estimar el nivel de riesgo sísmico en establecimientos de salud categoría II-1, lo cual permitirá estar un paso adelante con las acciones preventivas de mantenimiento estructural y arquitectónico y así evitar fatalidades cuando ocurra un sismo.

Esta investigación tiene justificación porque existe la necesidad de evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica de nuestros establecimientos de salud tipo II-1 (clínica Limatambo I y clínica Limatambo II), evaluando el comportamiento de sus componentes estructurales, con el objetivo de identificar los posibles riesgos que puedan producir alguna fatalidad al ocurrir un sismo de magnitud.

Es de gran importancia esta tesis por ser un estudio con proyección social que es un pilar importante para la universidad, personalmente tiene importancia porque me permite incrementar el conocimiento y poder lograr el Grado de Magister.

1.3 Delimitación de la investigación

En esta investigación se ha evaluado el riesgo sísmico utilizando la metodología del índice de vulnerabilidad, para lo cual se ha calculado la vulnerabilidad en sus tres tipos descritos por la literatura (estructural, no estructural y funcional) , asimismo se ha calculado el peligro sísmico. Bajo las siguientes consideraciones se ha hecho delimitaciones:

- El factor suelo no ha sido contemplado como ensayo o estudio de laboratorio, para obtener el valor de la resistencia al corte en condiciones no drenadas se ha visto únicamente el expediente técnico.
- La resistencia al concreto para el modelamiento se ha considerado la media estadística de los ensayos de esclerometría.

1.4 Limitaciones

Esta tesis ha tomado como base el estudio del riesgo sísmico en edificaciones categoría II-1 de concreto armado. Esta metodología no se aplica cuando se requiera evaluar desempeño de estructuras.

Finalmente, un limitante adicional ha sido el modelamiento de las estructuras y poder correr los programas (SAP 2000 y Etabs) con la metodología de la rotulas plásticas ya que se asignar las rótulas a las secciones vigas y columnas el tiempo que demora en procesar es muy considerable, por lo que se ha reducido el modelamiento a un solo edificio.

1.5 Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- Determinar el nivel de riesgo sísmico en los establecimientos de salud categoría II-1 en el distrito de Cajamarca-2024.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar el nivel de peligro sísmico de los establecimientos de salud categoría II-1.
- Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de los establecimientos de salud categoría II-1.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial

2.1.1. Internacional

Bermeo y Hualpa. (2021) En su investigación sobre la "Evaluación del riesgo sísmico del sector 15 de septiembre, ubicado en la planicie aluvial del río Manta, en la ciudad de Manta", se llevó a cabo un estudio para determinar el riesgo sísmico en su zona. Los autores organizaron el estudio estableciendo dos puntos principales de estudio: la primera se enfocó en estudiar el grado de amenaza que tiene un sismo utilizando en cuanto a la geotecnia su zonificación, que tuvo en cuenta aspectos como la geología del lugar, geomorfología, caracterización del suelo, el análisis del comportamiento del suelo ante las ondas sísmicas, prestando especial atención al riesgo de licuación del suelo durante un sismo. La segunda fase analizó cuan vulnerables son las edificaciones frente a procesos de licuación de suelos, evaluando cómo este fenómeno podría comprometer la estabilidad de las construcciones, con un énfasis en los daños posibles en los niveles de las edificaciones debido a los desplazamientos.

Investigaciones previas indicaron que los suelos en la llanura de inundación del río Manta, los cuales presentan una baja velocidad en la propagación de ondas de corte, son especialmente susceptibles a amplificar las vibraciones sísmicas y a experimentar licuación. Al evaluar la vulnerabilidad, se notó un incremento en el riesgo de daños estructurales en las zonas adyacentes al antiguo cauce del río, el cual disminuye conforme se avanza hacia las áreas periféricas. Se llegó a la conclusión de que el daño en las estructuras está estrechamente relacionado con la altura y las dimensiones de los edificios, lo que afecta directamente el período de vibración y la aceleración inicial que se experimenta durante un sismo.

Preciado et al. (2020) evaluó la vulnerabilidad sísmica de las construcciones autoconstruidas de adobe, que se ubican en el Municipio de Tlajomulco, México. El estudio del riesgo sísmico lo hicieron con el usando una metodología precisa y simple a la vez que abarca un estudio correcto de la vulnerabilidad, el objetivo es identificar las posibles fallas que pueda presentar la edificación para luego plantear las acciones preventivas y correctivas que sean necesarias. Para poder lograr el objetivo trazado se eligieron 180 viviendas a las cuales se les ha hecho un análisis visual de las condiciones físicas que presentan cada uno de los

componentes estructurales de la edificación. Los resultados que se obtienen servirán estadísticamente como base para poder proyectar un estudio mucho más grande de 15000 viviendas, dentro de las conclusiones se resaltan las siguientes:

- 2583 edificaciones presentan vulnerabilidad alta y muy alta, ante la ocurrencia de un sismo de categoría VI.
- Si ocurriese un sismo de categoría VII 983 casas se derrumbarían.
- Para la ocurrencia de un sismo VIII Y IX las edificaciones colapsarían en su totalidad provocando pérdidas de vidas humanas.

En su tesis doctoral, Cárdenas (2021) aborda la caracterización estructural y la vulnerabilidad de las edificaciones de adobe ante diversos escenarios sísmicos. Para lograr este propósito, se seleccionó una muestra de 45 edificaciones que son consideradas patrimonio cultural en el Centro Histórico de Cuenca, Ecuador. Se llevaron a cabo pruebas sobre diferentes tipos de esfuerzo, incluyendo adobe común, adobe estabilizado y bloques de tierra comprimida, lo que permitió realizar un total de 270 ensayos de compresión, tracción y flexión. Tras obtener los resultados, se amplió el estudio creando una base de datos que incluye 2670 registros de ensayos realizados en cinco países: Colombia, Ecuador, España, México y Perú. Se recopilaron datos de 14 edificaciones de una planta y 31 de dos plantas. Los hallazgos mostraron diferencias significativas en los valores obtenidos según el material utilizado, revelando que la capacidad de compresión de los bloques de adobe estabilizados y/o comprimidos es superior a la del adobe tradicional. Se concluyó que:

- Aplicando el enfoque empírico determinó que para un sismo con aceleración en roca $Z = 0,05$ g, el 2% tienen vulnerabilidad baja, el 69% vulnerabilidad media y el 29% vulnerabilidad alta y para $Z = 0,25$ g, el 16% tiene vulnerabilidad media y el 84 % vulnerabilidad alta.
- Aplicado el método capacidad – demanda, se determinó el daño, dando como resultado que todos los mecanismos son altamente propensos al colapso, si se someten a intensidades altas de sismo.

2.1.2. Nacional

García (2022) Se llevó a cabo un estudio que comprende el "Riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas en el barrio de Yanama, en el distrito de Huancayo", con el propósito de evaluar las características estructurales que presentan las edificaciones. Los componentes

que están involucrados son la sismicidad, tipo de suelo y la pendiente del terreno fueron fundamentales para esta evaluación. El análisis intentó establecer una relación entre las viviendas que se han construido sin asesoramiento técnico y la susceptibilidad sísmica, encontrando que el 60% de las edificaciones van a presentar cuando ocurra un sismo un daño moderado, mientras que el 40% presentarían un daño elevado. Los problemas principales identificados incluyeron columnas cortas (55%), estructuras metálicas expuestas y corroídas (85%), y defectos críticos como fisuras amplias (90%). También hay un 85% de las viviendas que tenían una calidad constructiva apenas regular, el 65% carecía de planificación (sin planos) y en el 65% de los casos había una escasa supervisión profesional.

Montenegro (2022) llevó a cabo una investigación con el objetivo de determinar el “Riesgo sísmico en edificaciones de albañilería en el sector El Milagro-Moyobamba”, utilizando la matriz de vulnerabilidad y riesgo desarrollada por INDECI como herramienta de evaluación. El enfoque del estudio fue analizar la vulnerabilidad de las estructuras de acuerdo con los criterios establecidos por INDECI y calcular la probabilidad de riesgo sísmico mediante técnicas probabilísticas, específicamente utilizando el algoritmo R-CRISIS. Los hallazgos del estudio indicaron que el 72.1% de las viviendas evaluadas presentaban un riesgo sísmico intermedio, mientras que un 16.5% enfrentaba un alto riesgo y un 11.34% un riesgo muy alto. A partir de estos resultados, Montenegro concluyó que, en caso de un terremoto de gran magnitud, aproximadamente el 27.84% de las casas analizadas tendría un riesgo significativo de colapso.

Castro, M. (2019) en su estudio, se planteó primeramente hacer una evaluación de las características estructurales que pudieran presentar las instalaciones de la Universidad de Piura, para lo cual se plantea usar una metodología relacionada al FEMA 154. En sus líneas, este estudio detalla que inicia con la descripción de cada uno de los componentes estructurales, para luego hacer una inspección visual que determinará la condición de cada uno de ellos. El autor hace una autocrítica indicando que en nuestro país no tenemos una metodología similar al FEMA, que permita a los profesionales realizar una evaluación rápida y eficiente, esta autocrítica se basa según dice en que deberíamos tenerla ya que las edificaciones que se hacen en nuestro país en su mayoría son sin el apoyo de un ingeniero civil. La conclusión de esta investigación es que:

- En su mayoría los edificios de esta universidad (Civil, Química, Hidráulica, Mecánica, Eléctrica) resultaron ser vulnerables para cuando ocurra un evento sísmico.

Calcina (2017) realizó una tesis titulada “Evaluación del desempeño sísmico de una edificación de once pisos mediante análisis estático y dinámico no lineal”. Utilizando el software ETABS y la metodología establecida por los códigos FEMA y ATC 40, llevó a cabo un análisis de la edificación en el rango elástico y posteriormente en el rango inelástico, aplicando el método Pushover y el análisis dinámico incremental.

- Se examinaron rótulas o áreas en los elementos estructurales del edificio que, en caso de un sismo, podrían sufrir daños.
- Al final del estudio, se generaron la curva de capacidad y el punto de desempeño, lo que permitió entender los mecanismos de falla.

2.1.3. Local

Ramos (2020) realizó una evaluación de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones de albañilería confinada situadas en el sector Pueblo Libre de la ciudad de Jaén, empleando el método de Benedetti Petrini. En su estudio, indica un 67.36% de casas presentaría ante un sismo un daño bajo, 31.34% de las edificaciones presentarían afectación de su estructura el rango medio, 1.49% representa un daño elevado. Se aprecia que las edificaciones que el estudia presentan un nivel adecuado en cuanto al diseño; sin embargo, muchas también presentan deficiencias, insuficiente área requerida de muros portantes, como conclusión indica que hay factores negativos también como en toda estructura pero que para este caso se debe a la falta de asesoramiento técnico.

Pérez y Oblitas (2020) llevaron a cabo una evaluación del riesgo sísmico en casas de albañilería confinada en el sector El Huito de la ciudad de Jaén, mediante un análisis sísmico. Los resultados mostraron que, ante un evento sísmico de gran magnitud, las edificaciones podrían sufrir daños estructurales importantes, ya que el 60% de ellas presenta una alta vulnerabilidad, mientras que solo un 40% muestra una vulnerabilidad baja. Además, debido a su ubicación geográfica, las viviendas se encuentran expuestas a un peligro sísmico de nivel medio. Tras analizar tanto la vulnerabilidad como el peligro sísmico, concluyeron que el riesgo sísmico para las casas en esa área es alto.

Soto (2018) se centra en evaluar la vulnerabilidad sísmica de un edificio de la infraestructura educativa Andrés Avelino Cáceres, ubicado en Los Baños del Inca, Cajamarca. En este estudio Soto hace una comparación de 3 metodologías para llegar a determinar la

capacidad que tiene la edificación ante un evento sísmico. Primeramente, usa una inspección visual rápida y exacta del FEMA; posteriormente analiza con la metodología Hirosawa; y finalmente determina en un programa computacional como (Etabs) una curva de desempeño. En su investigación, obtuvo las siguientes conclusiones:

- Obtiene un valor de 4 con la metodología FEMA, por lo que según indica la literatura de dicho método ya no es recomendable hacer otra evaluación.
- Un valor estructural de 0.41 se obtiene por la metodología Hirosawa, lo que indica según literatura que la afectación a la edificación es baja.
- La evaluación de la cuantía requerida de los componentes resulta inadecuada según el modelamiento, por lo que habría daño moderado.

Gómez (2018) hace una evaluación de las construcciones de adobe de la ciudad de Cajamarca. Para este estudio se consideran las edificaciones antiguas que usaban el adobo como material constructivo. Estas edificaciones actualmente están dentro de la delimitación del centro histórico de la ciudad. La meta es determinar el comportamiento de las dos edificaciones (centros educativos). El autor llegó a la conclusión de que:

- Ambas instituciones educativas ante la ocurrencia de un sismo presentarían afectación en muros, asentamientos e incluso hay riesgo de pérdidas de vidas humanas.
- Para las dos edificaciones en la inspección visual se ha llegado a la conclusión que son regulares, ya que con el pasar de los años y el clima de Cajamarca han sido afectadas en su estructura.
- La resistencia que tienen a la compresión es la mitad del valor reglamentario (10 kg/cm²).
- Se recomienda hacer un análisis estructural en un programa computacional para que se pueda hallar una curva de capacidad para ambas instituciones educativas y así determinar posibles reforzamientos en su estructura y de esta manera poder minimizar posibles pérdidas humanas.

2.2. MARCO DOCTRINAL DE LAS TEORIAS PARTICULARES EN EL CAMPO DE LA CIENCIA EN LA QUE SE UBICA EL OBJETO DE ESTUDIO (BASES TEÓRICAS).

2.2.1 Condiciones sísmicas de la región peruana.

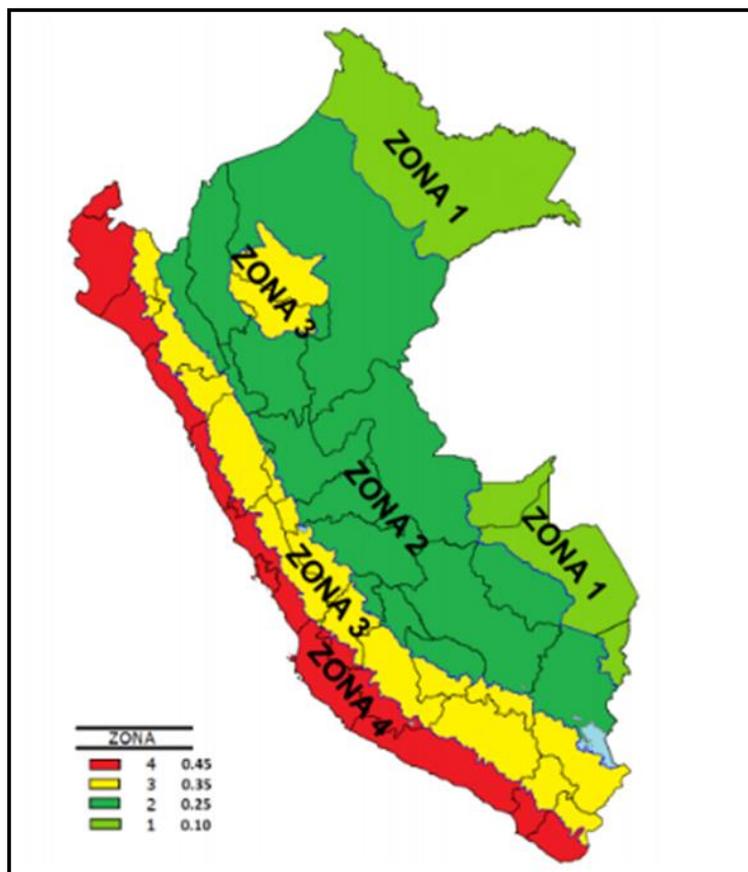
La Tierra desde siempre ha pasado por un proceso de evolución debido a que se ve afectada por procesos que modifican de una forma dinámica su forma. Los responsables de este cambio se han evidenciado mediante estudios geofísicos que luego dividen a nuestra corteza en capas (Litosfera, Astenósfera y Mesosfera). La dinámica de estas placas y su interacción es lo que producen los movimientos sísmicos que afectan a las regiones de la corteza terrestre. Es importante recalcar que los países que se encuentran en el denominado cinturón del fuego son gravemente afectados por la interacción de estas placas, se ha evidenciado sismos severos que han ocasionado pérdida de vidas humanas. (Bernal-Tavera,2002).

Nuestro país se encuentra en una de las regiones más afectadas por la interacción de las placas tectónicas, Los rasgos tectónicos de nuestra región son muy evidentes y llamativos, es decir que la interacción de placas provoca que ahora después de miles de años podamos apreciar a la Cordillera de los Andes, es importante mencionar que nuestro país presenta movimientos telúricos todos los días del año donde los más recurrentes a veces son de magnitud 3 ò 4 en las regiones de la costa peruana. No olvidemos que la literatura sísmica indica que cada 100 años debería ocurrir un evento sísmico catastrófico, para lo cual según estudios realizados no estamos preparados y que de presentarse un sismo de gran magnitud miles serán las personas afectadas y también se pronostica pérdidas de vidas humanas. Por eso tiene importancia el estudio de la vulnerabilidad en las edificaciones no solo educativas, salud sino también en las construcciones particulares que en su mayoría se construyeron sin asesoramiento técnico. Se recomienda que se continúe con los trabajos para determinar el riesgo sísmico y poder predecir cuanta afectación estructural presentaran las edificaciones en nuestro territorio. El último de estos eventos tuvo lugar el 12 y 13 de agosto de 1868 (hace más de 100 años), y estudios recientes han indicado que hay un 95% de probabilidad de que ocurra un evento similar en los próximos cinco años (Rodríguez,1994).

La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica (Norma E-030-2019).

Podemos ver que la zona 1 y zona 2 está en su mayoría constituida por los departamentos de la selva peruana, asimismo la zona de estudio para este trabajo se encuentra en la zona 3, y finalmente se aprecia que en la zona 4 que es la más peligrosa se encuentra los departamentos de la costa peruana (Norma E-030-2019).

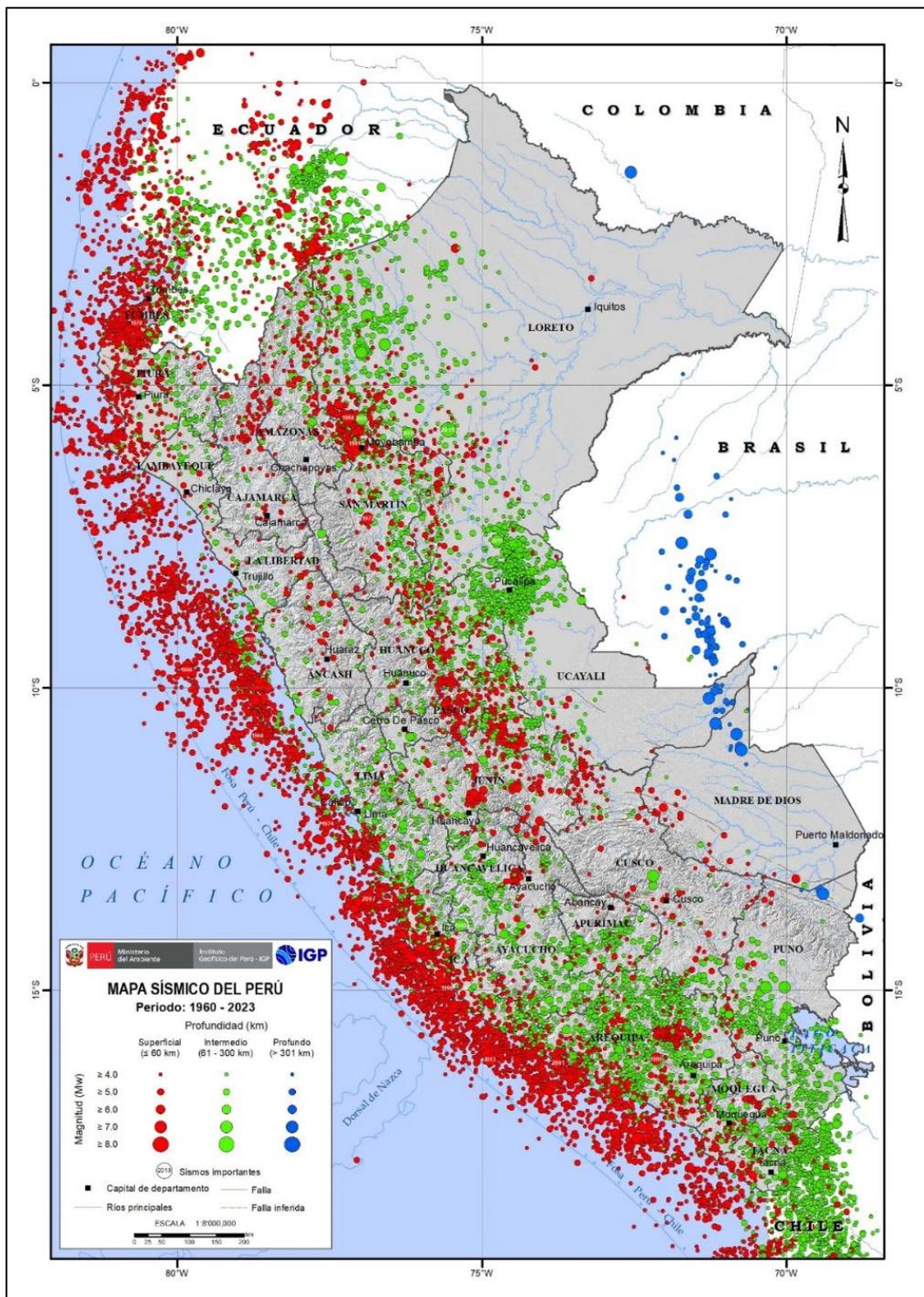
Figura 1. Mapa de zonas sísmicas en el Perú.



Nota: El color amarillo indica la zona de influencia donde se ubica las clínicas materia de estudio. Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones (2019).

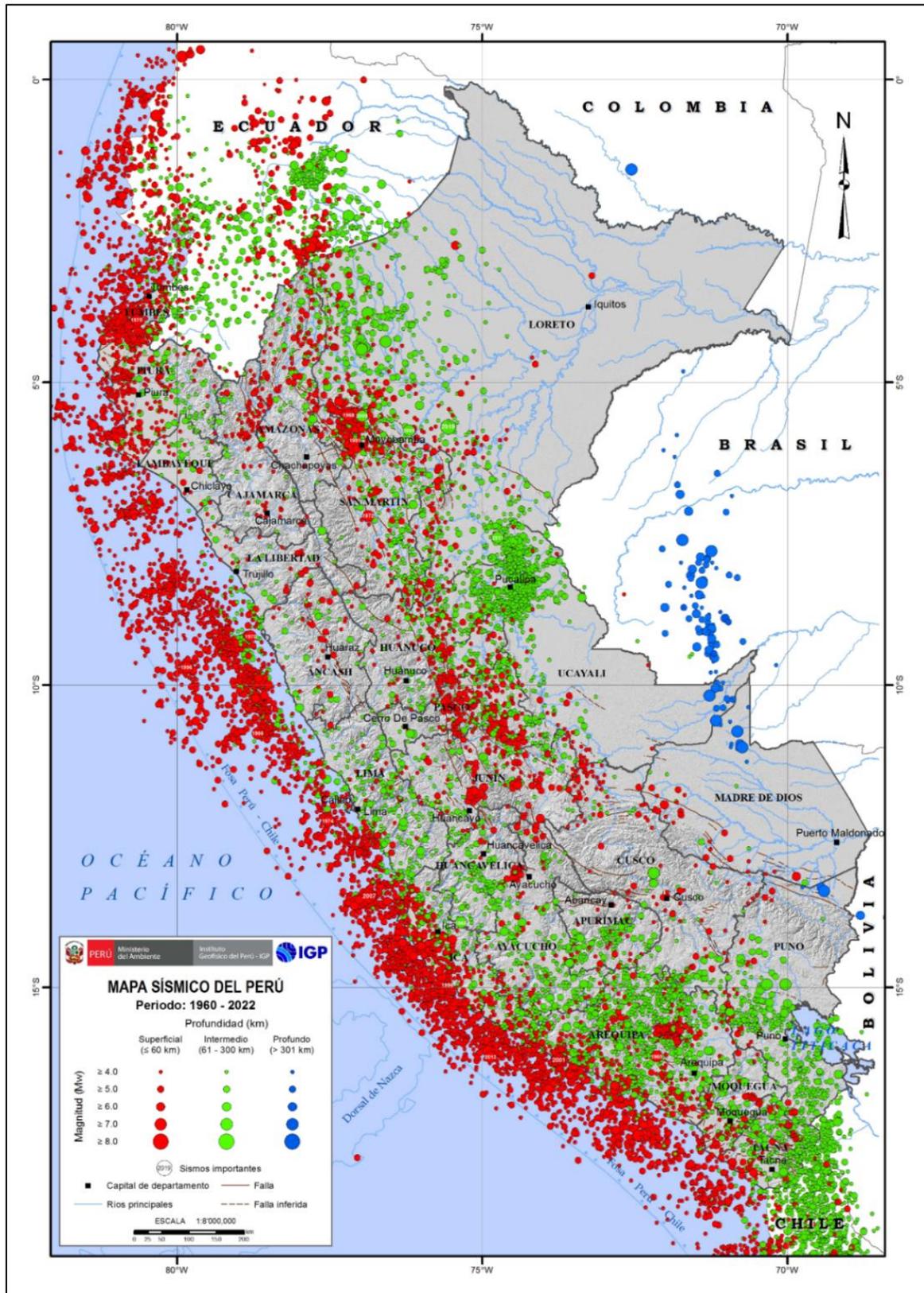
- A continuación, veremos los últimos sismos ocurridos en el departamento de Cajamarca, lo cual no hace más que comprobar lo establecido en la normativa E.030 con respecto a que nuestro país es altamente sísmico.

Figura 2. Mapa Sísmico del Perú para el año 2023.



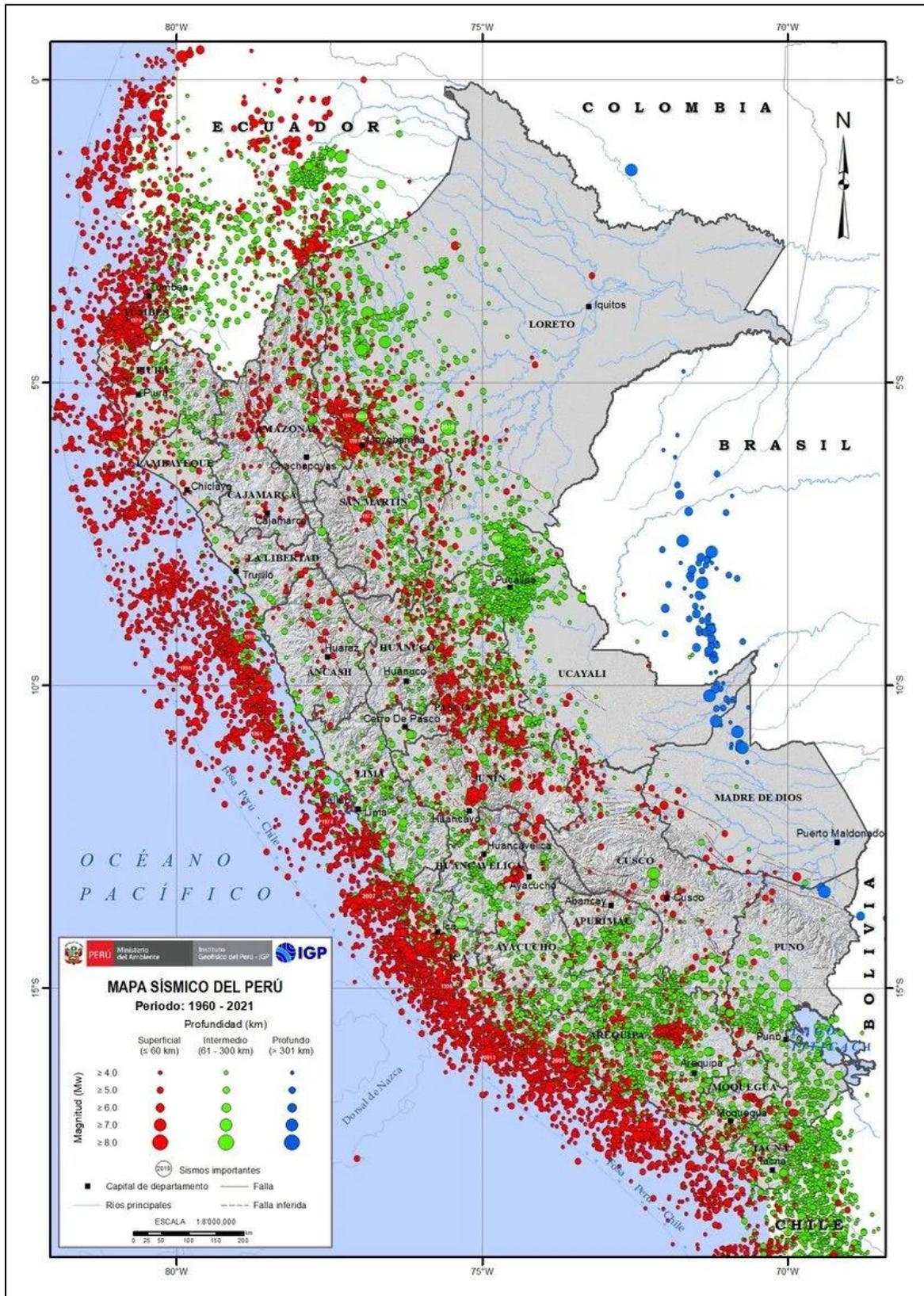
Nota: En rojo se muestra la concentración máxima de los sismos presentados en el territorio nacional, donde se puede evidenciar a la costa peruana como el lugar donde se presentan mayor cantidad de sismos. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (2024).

Figura 3. Mapa Sísmico del Perú para el año 2022.



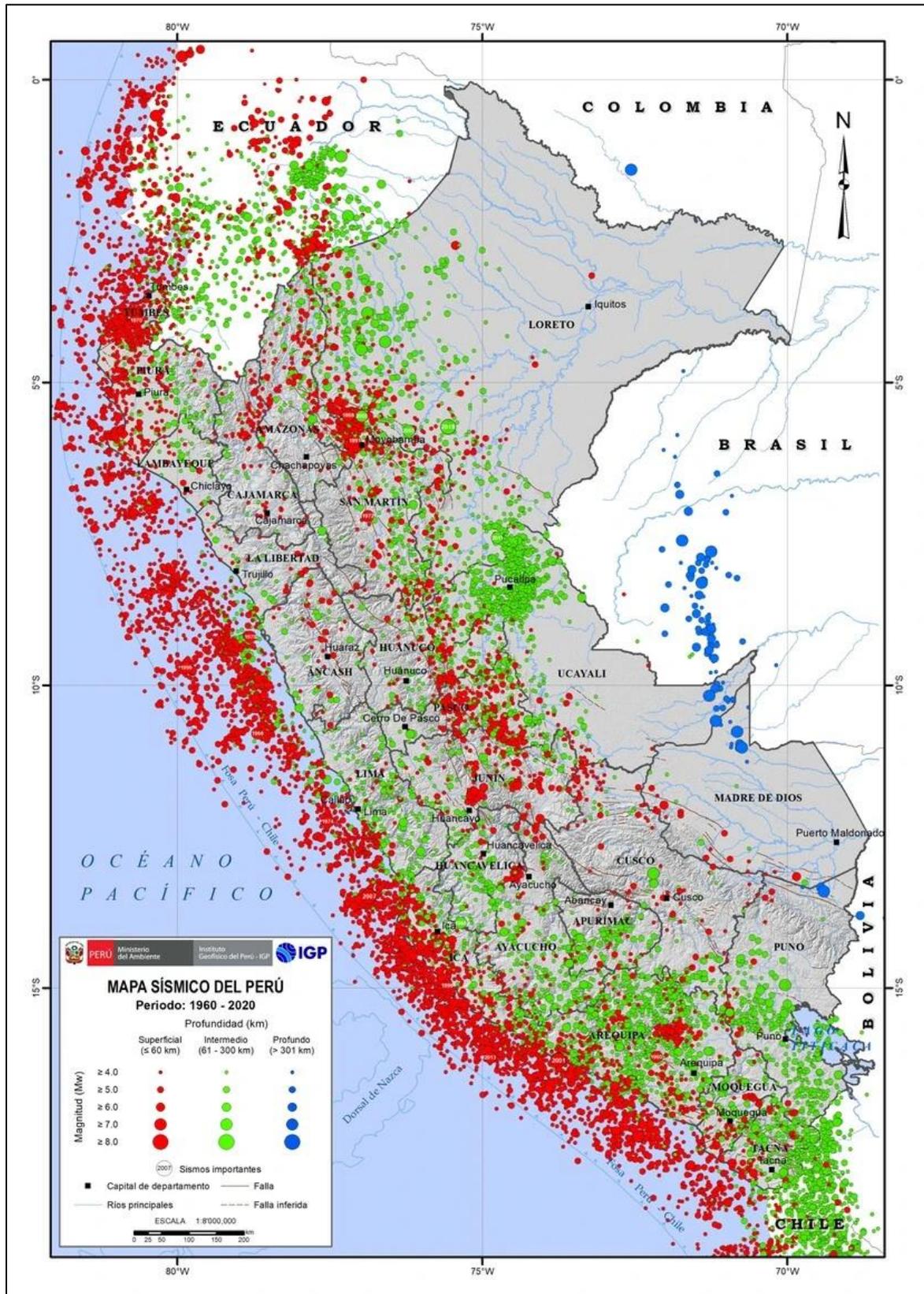
Fuente: Instituto Geofísico del Perú (2024).

Figura 4. Mapa Sísmico del Perú para el año 2021.



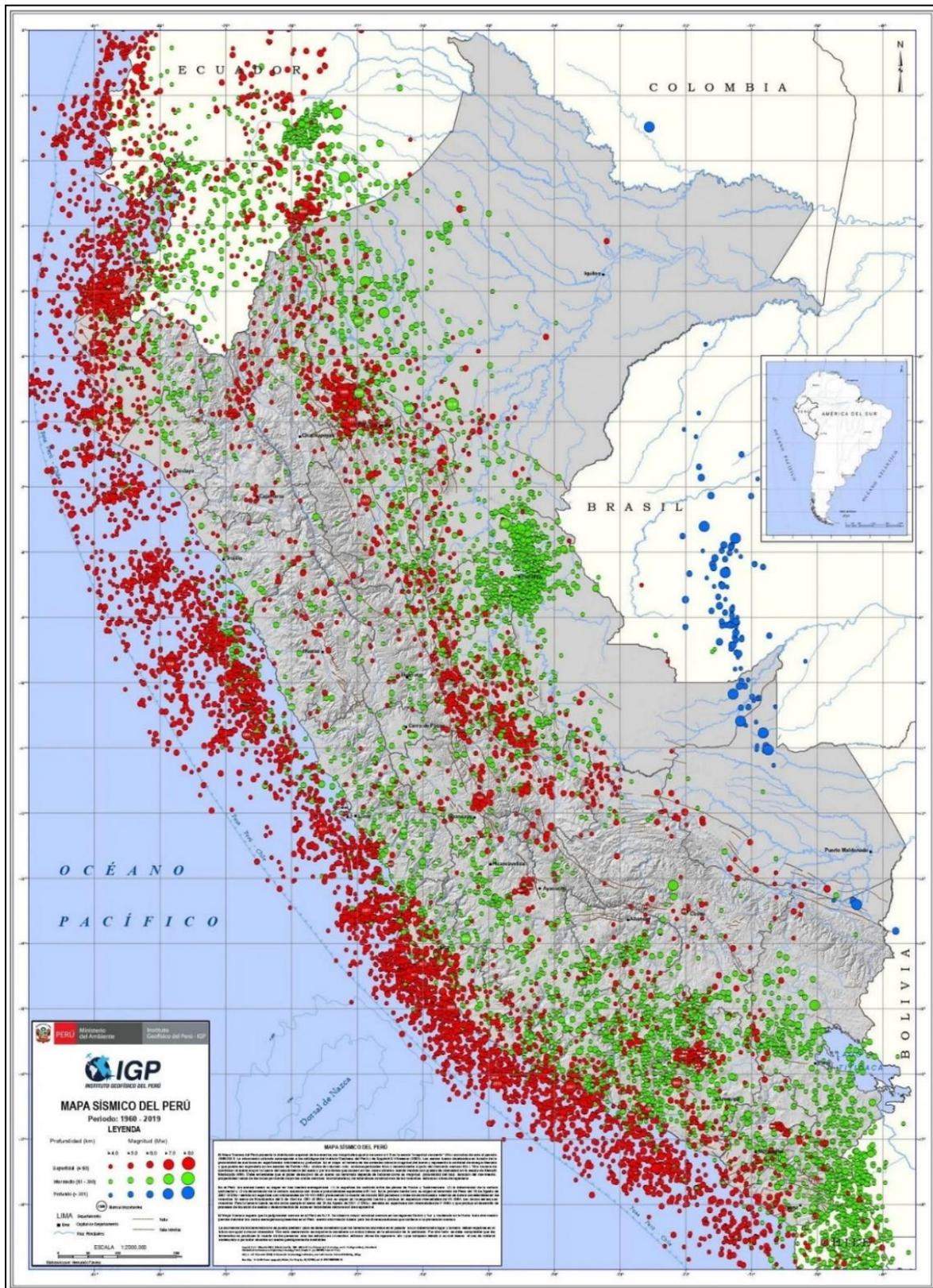
Fuente: Instituto Geofísico del Perú (2024).

Figura 5. Mapa Sísmico del Perú para el año 2020.



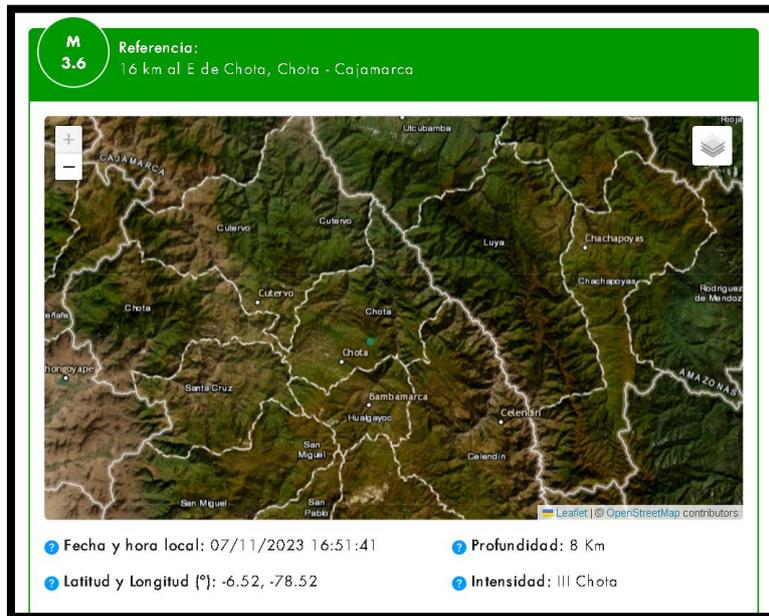
Fuente: Instituto Geofísico del Perú (2024).

Figura 6. Mapa Sísmico del Perú para el año 2019.



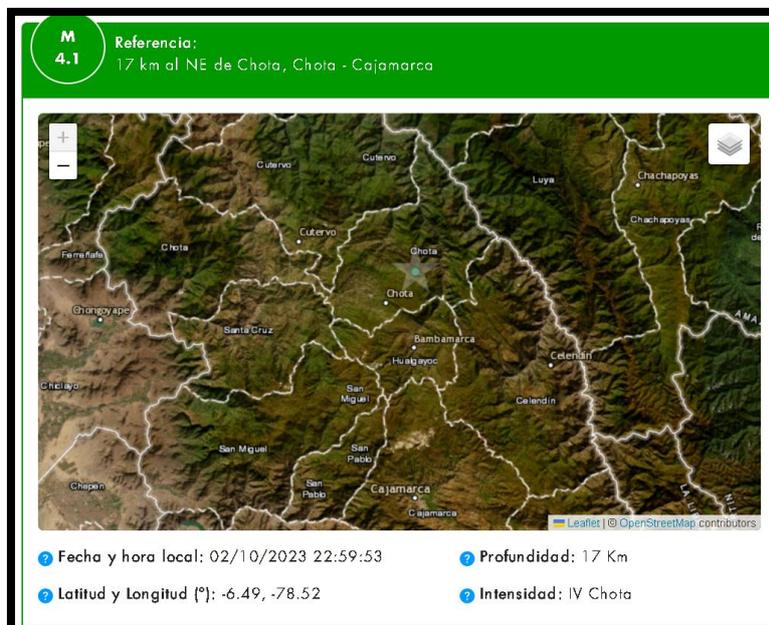
Fuente: Instituto Geofísico del Perú (2024).

Figura 7. Reporte de Sismo en Chota.



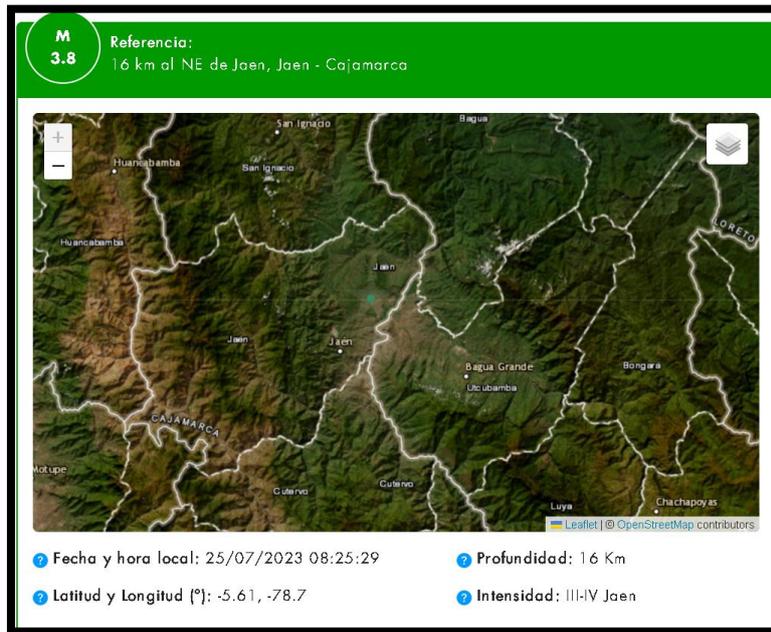
Nota: Se reporta sismo de 3.6 a 16 Km al este de Chota Cajamarca, con una profundidad de 8 Km. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (2024).

Figura 8. Reporte de Sismo en Chota.



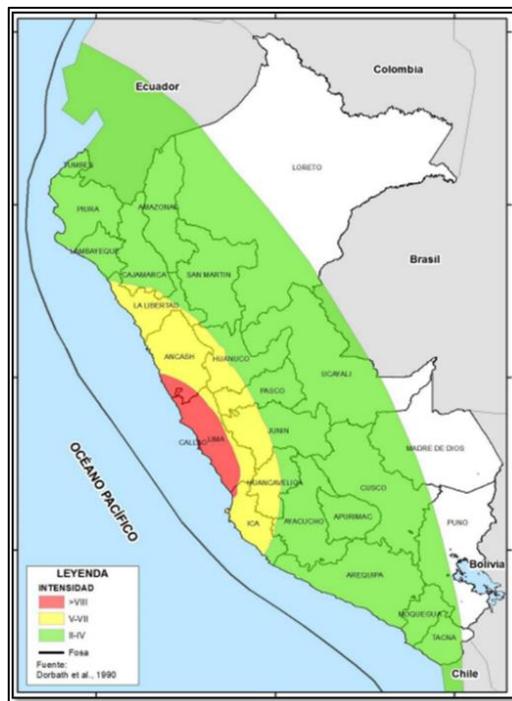
Nota: Se reporta sismo de 4.1 a 17 Km al noreste de Chota Cajamarca, con una profundidad de 17 Km. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (2024).

Figura 9. Reporte de Sismo en Jaén.



Nota: Se reporta sismo de 3.8 a 16 Km al noreste de Chota Cajamarca, con una profundidad de 16 Km. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (2024).

Figura 10. Mapa de la intensidad sísmica en Perú.



Fuente: Instituto Geofísico del Perú (2024).

2.2.2. Vulnerabilidad sísmica en Centros de Salud.

Realizar una evaluación es establecimientos de salud categoría II-1, es importante ya que permite identificar las fallencias estructurales que presentan estas construcciones y tomar las acciones preventivas necesarias. Ministerio de Salud del Perú (2004).

Los centros hospitalarios son complejos ya que abarcan el tema Funcional, administrativo y tecnológico, esto hace que sean altamente vulnerables. Adicionalmente se mencionan otras características que los hacen vulnerables. Organización Panamericana de la Salud (1993).

- Complejo. Los ambientes hospitalarios son muy especiales ya que cumplen indirectamente la función de hotel, almacén, oficinas, etc.
- Tiempo de Ocupación. El tiempo que se encuentran habitados los espacios hospitalarios son prolongados lo cual aumenta el riesgo de pérdidas.
- Suministro. En los ambientes de las clínicas y hospitales se encuentran los almacenes, archivos y farmacias que son los que deberían permanecer intactos cuando ocurra un sismo, ya que en los archivos se guardan las historias de los pacientes, en las farmacias se encuentran los medicamentos y en los almacenes se encuentran los repuestos y equipos a utilizar en caso algún otro falle.
- Materiales peligrosos. Tanto en las clínicas como hospitales y otros centros de salud se debe manejar los conceptos básicos de materiales peligrosos ya que por alguna falta de cuidado se podría ocasionar un incendio, lo que resultaría en un daño grave a las instalaciones de las clínicas u hospitales, es por ello que se debe asegurar bien los cilindros de oxígeno, así como cualquier otro producto químico que se utilice en las labores diarias.

2.2.2. Componentes de Vulnerabilidad Sísmica.

2.2.2.1. Vulnerabilidad estructural

- El posible daño que pudieran sufrir los componentes estructurales de una edificación frente a la acción sísmica se denomina vulnerabilidad (Organización Panamericana de la Salud 2004).

- Cuando ocurre un movimiento sísmico los componentes que deberían fallar primero y mostrar fisuras o grietas , son las vigas, posteriormente deberían presentarse fisuras o grietas en las columnas (Organización Panamericana de la Salud 2004).

Tabla 2. *Daños estructurales más comunes.*

Elemento Estructural	Tipo de daño	Causa
Columnas	Grietas diagonales	Cortante o torsión Flexo compresión Flexo compresión Flexo compresión
	Grietas verticales	
	Desprendimiento de recubrimiento	
	Aplastamiento del concreto y pandeo de barras	
Vigas	Grietas diagonales	Cortante o torsión
	Rotura de estribos	Cortante o torsión
	Grietas verticales	Flexión
	Rotura de refuerzo	Flexión
	Aplastamiento del concreto	Flexión
Unión viga-columna	Grietas diagonales	Cortante Flexión
	Falla por adherencia del refuerzo de vigas	
Sistemas de piso	Grietas alrededor de columnas en losas o placas planas	Penetración
	Grietas longitudinales	Flexión
Muros de concreto	Grietas diagonales	Cortante
	Grietas horizontales	Flexo compresión
	Aplastamiento del concreto y pandeo de barras	Flexo compresión
	Grietas diagonales	
Muros de Mampostería	Grietas verticales en las esquinas y centro	Cortante Flexión y volteo
	Grietas como placa	Flexión
	perimetralmente apoyada	

Fuente: Tomado de Iglesias et al. (1985).

2.2.2.2. Vulnerabilidad no estructural

- El daño que podría producirse en los elementos que no son estructurales se denomina vulnerabilidad no estructural. (Organización Panamericana de la Salud 2004).
- Los tabiques, puertas, cerramientos, ventanas, paneles y otras instalaciones constituyen los elementos no estructurales.
- El daño que sufren los componentes no estructurales es mayor que el daño en la base y esto se debe a que dichos componentes se encuentran sometidos a una aceleración total. (Organización Panamericana de la Salud 2004).

2.2.3. Métodos de análisis de vulnerabilidad

Para hablar de un riesgo sísmico, primero debemos establecer el comportamiento estructural que tienen las edificaciones ante la ocurrencia de un sismo. Existen diversas metodologías para el cálculo de dicho grado de daño como, por ejemplo, el método en el cual se tendrán que calcular en base a parámetros de la vulnerabilidad y del peligro sísmico para luego utilizando una tabla de doble entrada se definirá el riesgo sísmico como alto, medio o bajo. (Barbat, A. H., Vargas, Y. F., Pujades, L. G., & Hurtado, J. E. ,2016, p. 2).

Riesgo Sísmico

La vulnerabilidad estructural está en función a los siguientes factores:

- Densidad de muros (con incidencia del 60%)
- Calidad de mano de obra y la calidad de materiales (con incidencia del 30%)

La vulnerabilidad no estructural está en función a un solo parámetro:

- La estabilidad de muros de volteo (con incidencia del 10 %) para el caso de tabiques y parapetos.

Figura 11. *Tabla para Vulnerabilidad Sísmica.*

Piso	AMBIENTES	VULNERABILIDAD SÍSMICA	ESTRUCTURAL						NO ESTRUCTURAL		
			Densidad (60%)			Calidad M.O y Materiales (30%)			Estabilidad de Parapetos (10%)		
			Adecuado	Aceptable	Inadecuado	Buena	Regular	Mala	Estable	Algunas Estable	Inestable

Fuente: Mosqueira y Tarque,2005.

La evaluación del peligro sísmico está en función a los siguientes parámetros: la sismicidad (con incidencia 40%), tipo de suelo (con incidencia 40%) y la topografía y pendiente (con incidencia 20%) de las zonas donde están ubicadas las viviendas encuestadas. (Mosqueira y Tarque, 2005).

Figura 12. *Tabla para Peligro Sísmico.*

Piso	AMBIENTES	PELIGRO SÍSMICO									VALOR NUMÉRICO
		Sismicidad (40%)			Suelo (40%)			Topografía (20%)			
		Baja	Media	Alta	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada	

Fuente: Mosqueira y Tarque,2005.

Para hablar de Vulnerabilidad primero hay que definir que la vulnerabilidad estructural está acompañada de dos factores importantes como la densidad de muros y la calidad de la mano de obra.

Tabla 3. *Valores de los parámetros de la vulnerabilidad sísmica.*

Vulnerabilidad					
Estructural			No Estructural		
Densidad	Mano de Obra y materiales		Tabiquería y parapetos		
Adecuada	1	Buena Calidad	1	Todos estables	1
Aceptable	2	Regular Calidad	2	Algunos estables	2
Inadecuada	3	Mala Calidad	3	Todos inestables	3

Fuente: Mosqueira y Tarque,2005.

Los valores asignados a dichos parámetros se aplican en la ecuación para calificar numéricamente la vulnerabilidad sísmica de las Clínicas. (Mosqueira y Tarque,2005).

$$V.S.=0.6 \times C.S. + 0.3 \times E.A. + 0.1 \times E.M.$$

Donde:

V.S.: Vulnerabilidad Sísmica

C.S.: Comportamiento Sísmico

E.A.: Estado Actual

E.M.: Estabilidad de Muros

Tabla 4. Rango numérico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad Sísmica	Rango
Baja	1 a 1.4
Media	1.5 a 2.1
Alta	2.2 a 3

Fuente: Mosqueira y Tarque 2005.

- Para el estudio de la topografía , en este trabajo se ha realizado un levantamiento topográfico en coordenadas WGS84 (Datum oficial), para posteriormente trazar un perfil topográfico y obtener la pendiente del terreno que para este caso es de 7%, por lo que consideramos pendiente baja.

Figura 13. Combinaciones de los parámetros para evaluar la Vulnerabilidad.

Piso	AMBIENTES	VULNERABILIDAD SÍSMICA	ESTRUCTURAL						NO ESTRUCTURAL			
			Densidad (60%)			Calidad M.O y Materiales (30%)			Estabilidad de Parapetos (10%)			
			Adecuado	Aceptable	Inadecuado	Buena	Regular	Mala	Estable	Algunas Estable	Inestable	

Fuente: Mosqueira y Tarque 2005.

Tabla 5. Valores de los parámetros de peligro sísmico.

Peligro					
Estructural			No Estructural		
Sismicidad		Suelo		Topografía y pendiente	
Baja	1	Rígido	1	Plana	1
Media	2	Intermedio	2	Media	2
Alta	3	Flexible	3	Pronunciada	3

Fuente: Mosqueira y Tarque 2005.

Cálculo del Peligro Sísmico

$$P.S. = 0.4 \times S + 0.4 \times s + 0.2 \times T$$

Tabla 6. Rango de valores para el cálculo del peligro sísmico

Sismicidad	Peligro Sísmico	Rango
	Baja	1.8
ALTA	Media	2 a 2.4
	Alta	2.6 a 3
MEDIA	Baja	1.4 a 1.6
	Media	1.8 a 2.4
	Alta	2.6
BAJA	Baja	1 a 1.6
	Media	1.8 a 2
	Alta	2.2

Fuente: Mosqueira y Tarque 2005.

Habiendo obtenido la vulnerabilidad y el peligro respectivamente, aplicando la fórmula de que Riesgo Sísmico = (peligro x vulnerabilidad), habremos calculado el riesgo sísmico.

Tabla 7. *Tabla de doble entrada para evaluar Riesgo Sísmico*

RIESGO SÍSMICO			
Vulnerabilidad	Baja	Media	Alta
Peligro			
Bajo	BAJO	MEDIO	MEDIO
Medio	MEDIO	MEDIO	ALTO
Alto	MEDIO	ALTO	ALTO

Fuente: Mosqueira y Tarque 2005.

2.3. Definición de términos Básicos

Amplitud: En general, la amplitud de la señal está directamente asociada a la cantidad de energía que libera el sismo, lo cual permite estimar su magnitud. (Tavera H,2012, p. 1).

Distancia Epicentral: Al momento de georreferenciar el epicentro de un sismo se toma como referencia la plaza principal de la ciudad y/o localidad y su ubicación con respecto al norte geográfico. (Tavera H,2012, p. 1).

Distancia Hipócentral: Define a la distancia calculada entre el hipocentro sísmico (ubicación del foco y/o fuente sísmica) y un punto sobre la superficie de la tierra que puede considerar la plaza principal de la ciudad y/o localidad o la estación sísmica de registro. (Tavera H,2012, p. 1).

Epicentro: Se define como Epicentro al punto exacto en la superficie que representa la proyección del hipocentro o foco sísmico. (Tavera H,2012, p. 1).

Escala de Magnitud: En la actualidad la escala de magnitud más acertada y más utilizada es la escala de magnitud de momento (Mw) en razón que permite medir sin restricción sismos pequeños y grandes como el ocurrido en Japón en el año 2011. (Tavera H,2012, p. 1).

Falla Geológica: Desde el punto de vista geológico, una falla activa es aquella en la cual ha ocurrido desplazamiento en los últimos 2 millones de años; mientras que, desde el punto de vista sísmico se considera activas si ellas producen sismos sin importar su magnitud. (Tavera H,2012, p. 1).

Hipocentro o Foco: Define al punto en el interior de la tierra, en el cual se da inicio a la liberación de energía causada por la ruptura y generación de un sismo, este punto indica la ubicación de la fuente sísmica. (Tavera H,2012, p. 1).

Intervalo de Recurrencia Sísmica: Define al tiempo aproximado que se requiere para correlacionar la ocurrencia de terremotos en una determinada área sísmicamente activa. (Tavera H,2012, p. 1).

Límite de Placa: En el caso del Perú, las Placas de Nazca y Sudamérica son del tipo convergentes. (Tavera H,2012, p. 1).

Onda: En sismología son llamadas ondas sísmicas y ellas cambian sus periodos de propagación conforme atraviesan diversos materiales. (Tavera H,2012, p. 1).

Sismo: Vibraciones o sacudimientos de la corteza terrestre causados por ondas sísmicas que se generan por súbita liberación de energía elástica acumulada en la corteza y parte superior del manto terrestre. (Tavera H,2012, p. 1).

Peligro sísmico: El peligro sísmico representa la probabilidad de ocurrencia dentro de un período específico de tiempo y dentro de un área dada, un movimiento sísmico con una intensidad determinada. (Tavera H,2012, p. 1).

Vulnerabilidad: Es el grado de daño que sufre una estructura debida a un evento sísmico de determinadas características. (Tavera H,2012, p. 1).

Riesgo sísmico: El riesgo sísmico es el grado de pérdidas esperadas que sufren las estructuras durante el lapso de tiempo que permanecen expuestas a la acción sísmica (Tavera H,2012, p. 1).

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

El Nivel de Riesgo Sísmico en los Establecimientos de Salud Categoría II-1 en el Distrito de Cajamarca es alto.

3.2. Variables/Categorías

3.2.1. Categorías de la variable

- Vulnerabilidad Sísmica (V) y Peligro Sísmico (P)

3.2.2. Variable

- Riesgo (R)

3.3. Operacionalización /categorización de los componentes de la hipótesis

Tabla 8. Operacionalización de los componentes de la hipótesis

Hipótesis	Definición Conceptual de variables	DEFINICIÓN OPERACIONAL					Fuentes de recolección de datos
		Tipos	Variables	Categorías de la variable	Dimensiones	Indicadores	
El nivel de Riesgo Sísmico en los establecimientos de salud categoría II-1 en el distrito de Cajamarca es Alto.	Riesgo Sísmico: Se define como la probabilidad esperada de pérdidas de vidas y posibilidad de que se presenten efectos económicos, sociales, físicos-técnicos y ambientales como consecuencia de la materialización de la amenaza y del contexto social y ambiental que facilitan la ocurrencia de los desastres (UNDRO, 1919).	Categorías de la variable.	Vulnerabilidad Sísmica (V).	Vulnerabilidad Sísmica	Densidad de Muros.	Alta Media Baja	Fichas de diagnóstico preliminar.
					Calidad de Materiales.		
			Peligro Sísmico (P).	Peligro Sísmico	Tipo de Suelo.	Alta	
					Topografía.	Media	
					Pendiente de la Zona.	Baja	
		Variable	Riesgo (R).	Riesgo	Estado del comportamiento sísmico actual de la estructura.	Alta Media Baja	Formularios

Fuente: Propia

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo será realizado en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca, las dos clínicas en estudio se ubican a una distancia de 1.5 km del centro de la ciudad.

Figura 14. *Ubicación de la ciudad de Cajamarca.*



Fuente: <https://www.google.com/search?q=mapa+departamental+del+peru> (2024).

Figura 15. Ubicación geográfica de la Clínica Limatambo.



Fuente: <https://www.google.com/intl/es-419/earth/> (2024).

La Clínica Limatambo se ubica en el Jr. Puno N° 265 barrio Chontapaccha. Sus coordenadas en DATUM WGS 84 son 774487.12 E ,9209157.16 N.-hemisferio sur. Huso 17 Zona M.

4.2. Diseño de la investigación

Vamos a pasar a detallar los procedimientos que hemos realizado para este estudio.

4.2.1. Recolección de la información

A. Levantamiento de la Información

Se realizó un reconocimiento de todos los ambientes de la Clínica Limatambo I y Clínica Limatambo II para comprobar lo que nosotros hemos planteado cómo técnicos asumiendo un diseño inicial en base a nuestra experiencia, su estado de conservación y el funcionamiento de cada uno de los ambientes, dentro de las actividades realizadas en el reconocimiento de ambientes tenemos:

- Inspección visual de ambientes.
- Inspección del estado de muros.
- Inspección del estado de columnas.
- Inspección del estado de vigas.
- Inspección para identificar fisuras en muros columnas y vigas.

B. Ensayos de esclerometría

Los ensayos de esclerometría nos permitirán determinar la resistencia del concreto de las vigas, columnas. Las pruebas de esclerometría se realizaron por el tesista (Ingeniero Sergio Julca Alcántara con el apoyo de un asistente de la empresa Guersan) y monitoreadas por el asesor Ingeniero Miguel Mosqueira.

4.2.2. Uso de los formularios y la inspección visual

En la ficha de diagnóstico preliminar de la Clínica Limatambo I y Clínica Limatambo II se recolectó información referente a la ubicación de la Clínica, información de la dirección técnica del diseño y la construcción, los pisos construidos que tiene cada una de las edificaciones, la antigüedad que presenta la construcción, la topografía y el estado de la Clínica, también se recolecta información sobre el número de trabajadores.

Figura 16. Ficha de diagnóstico preliminar de la Clínica Limatambo II.

		DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE LA CLÍNICA	
		FICHA DE REPORTE	
Antecedentes:		Clinica N°:	1
		Fecha:	10/06/2019
Clinica:	CINICA LIMATAMBO II	N° Trabajadores:	50
Ubicación:	Jirón Puno 265-Chontapacha		
Dirección Técnica en el Diseño:	SI		
Dirección Técnica en la construcción:	PARCIAL		
Pisos construidos:	06 PISOS + 02 SÓTANOS+01 SEMISÓTANO		
Pisos proyectados:	06 PISOS + 02 SÓTANOS+01 SEMISÓTANO		
Antigüedad de la Construcción:	2 años		
Topografía y Geología:	2750 msnm		
Estado de la Clínica:	Bueno		

Fuente: Propia.

Figura 17. Ficha de diagnóstico preliminar de la Clínica Limatambo I.

		DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE LA CLÍNICA	
		FICHA DE REPORTE	
Antecedentes:		Clinica N°:	2
		Fecha:	10/06/2019
Clinica:	CINICA LIMATAMBO I	N° Trabajadores:	20
Ubicación:	Jirón Puno 265-Chontapacha		
Dirección Técnica en el Diseño:	NO		
Dirección Técnica en la construcción:	NO		
Pisos construidos:	06 PISOS		
Pisos proyectados:	06 PISOS		
Antigüedad de la Construcción:	18 años		
Topografía y Geología:	2750 msnm		
Estado de la Clínica:	Regular		

Fuente: Propia.

En la ficha de aspectos técnicos de los elementos estructurales de la Clínica Limatambo I y Clínica Limatambo II se recolectó información referente a las características de los componentes estructurales, adicionalmente se ha sacado información de los aspectos negativos encontrados en ambas clínicas

Figura 18. Ficha de aspectos técnicos de elementos estructurales de la Clínica Limatambo I.

 ASPECTOS TÉCNICOS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA CLÍNICA LIMATAMBO I	
ELEMENTO	CARACTERÍSTICAS
CIMIENTOS	Losa Maciza de 30m x 20m x 0,50m
MUROS	Sótanos (muros de 30 cm) Pisos (muros de 25 cm)
TECHO	Losas aligeradas de 15 cm
COLUMNAS	60cm x 60cm
VIGAS	30cm x 40cm
DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA:	
Problemas de Ubicación:	Problemas Constructivos:
LA Clínica Limatambo I no presenta problemas de Ubicación ya que se encuentra en una zona plana del valle de Cajamarca.	Ninguno
Problemas estructurales:	Mano de Obra:
A la actualidad se evidencian problemas de fisuras en los muros en las columnas y en las vigas como se observa en el reporte fotográfico que se anexa.	Se ha empleado mano de obra Calificada: Ingeniero Residente Maestro de Obra Operarios Ayudantes
	Otros:

Nota: Dentro de la evaluación visual de las Clínicas (Clínica Limatambo I) se ha realizado una inspección detallada de todos los componentes estructurales que conforman las edificaciones (columnas, vigas, muros, losas), esto con la finalidad de garantizar una correcta evaluación de los mismos y un adecuado llenado de los formularios, también se ha evaluado los componentes no estructurales y funcionales de la Clínica, con el fin de determinar la vulnerabilidad sísmica de ambas edificaciones, ver el anexo 1 (Fotografías de inspección visual). *Fuente:* Propia.

Figura 19. Ficha de aspectos técnicos de la Clínica Limatambo II.

 ASPECTOS TÉCNICOS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA CLÍNICA LIMATAMBO II	
ELEMENTO	CARACTERÍSTICAS
CIMIENTOS	Zapatatas de 0,90m x 0,90m x 0,90m
MUROS	Pisos (muros de 25 cm)
TECHO	Losas aligeradas de 20 cm
COLUMNAS	40cm x 40cm
VIGAS	30cm x 30cm
DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA:	
Problemas de Ubicación:	Problemas Constructivos:
<i>La Clínica Limatambo II</i> no presenta problemas de Ubicación ya que se encuentra en una zona plana del valle de Cajamarca.	Ninguno
Problemas estructurales:	Mano de Obra:
A la actualidad se evidencian problemas de fisuras prolongadas y de gran diámetro en los muros en las columnas y en las vigas como se observa en el reporte fotográfico que se anexa.	No se ha empleado mano de obra Calificada
	Otros:

Nota: Dentro de la evaluación visual de las Clínicas (Clínica Limatambo II) se ha realizado una inspección detallada de todos los componentes estructurales que conforman las edificaciones (columnas, vigas, muros, losas), esto con la finalidad de garantizar una correcta evaluación de los mismos y un adecuado llenado de los formularios, también se ha evaluado los componentes no estructurales y funcionales de la Clínica, con el fin de determinar la vulnerabilidad sísmica de ambas edificaciones, ver el anexo 1 (Fotografías de inspección visual). *Fuente:* Propia.

4.2.3. Procesamiento de datos

Con los resultados de ambas Clínicas se procedió a elaborar un cuadro en donde se detallan cada uno de los ambientes que conforman dichas Clínicas para para evaluar si dichas clínicas tendrán un comportamiento adecuado cuando ocurra un evento telúrico.

Tabla 9. *Para la Clínica Limatambo I se ha obtenido el siguiente cuadro.*

Piso	Servicios Clínicos y de apoyo	Importancia en caso de emergencia
1	Zona vehicular	3
1	Ingreso de emergencia	4
1	Hall de ingreso	4
1	Farmacia	4
1	Contac center	3
1	Mesa de partes	3
1	Oficina	3
1	Auditoría médica	3
1	Facturación	3
1	Oncología	3
1	Admisión	3
2	Centro obstétrico	3
2	Ecografía	3
2	Ginecología	3
2	Sala de operaciones 1	5
2	Laparoscopia	5
2	Gerencia general	3
2	Asistente de gerencia	3
3	Sala de espera	3
3	Óptica	3
3	Oftalmología	3
3	Neurología	3
3	Estar de personal	3
3	Cuarto séptico	5
3	UCI	5
3	Hospitalización 1	5
3	Hospitalización 2	5
3	Hospitalización 3	5
3	Facturación	3
3	Soat	3
3	Centro quirúrgico	5
3	Estar de médicos	3
3	Vestuario	3

3	Phonix	3
3	Dirección médica	3
3	Neurología	3
3	Oftalmología.	3
4	Radiología	3
4	Dental	3
4	Otorrinolaringología	3
4	Cardiología	3
4	Medicina interna	3
4	Endocrinología	3
4	Traumatología	3
4	Oncología	3
4	Asesoría legal	3
4	Consultorio internista	3
4	Recepción odontológica	3
4	Consultorio dental 3	3
4	Consultorio dental 1	3
4	Consultorio dental 2	3
5	Oftalmología	3
5	Pediatría	3
5	Gastroenterología 2	3
5	Gastroenterología 1	3
5	Procedimiento gastroenterología	5
5	Marketing	3
5	Admisión	3
5	Logística	3
5	Sala de terapia	5
5	Ambiente de terapia 3	5
5	Ambiente de terapia 4	5
5	Almacén	3
5	Ambiente de terapia 1	5
5	Ambiente de terapia 2	5
6	Sala de reuniones	3
6	Auditorio	3
6	Cocina	5
6	SS. HH	4
6	Sala de espera	4
6	Recursos humanos	3
6	Contabilidad	3
6	Gerencia de administración	3
6	Sistemas informáticos	3
6	Convenios y cobranzas	3
6	Separación de muestras	4

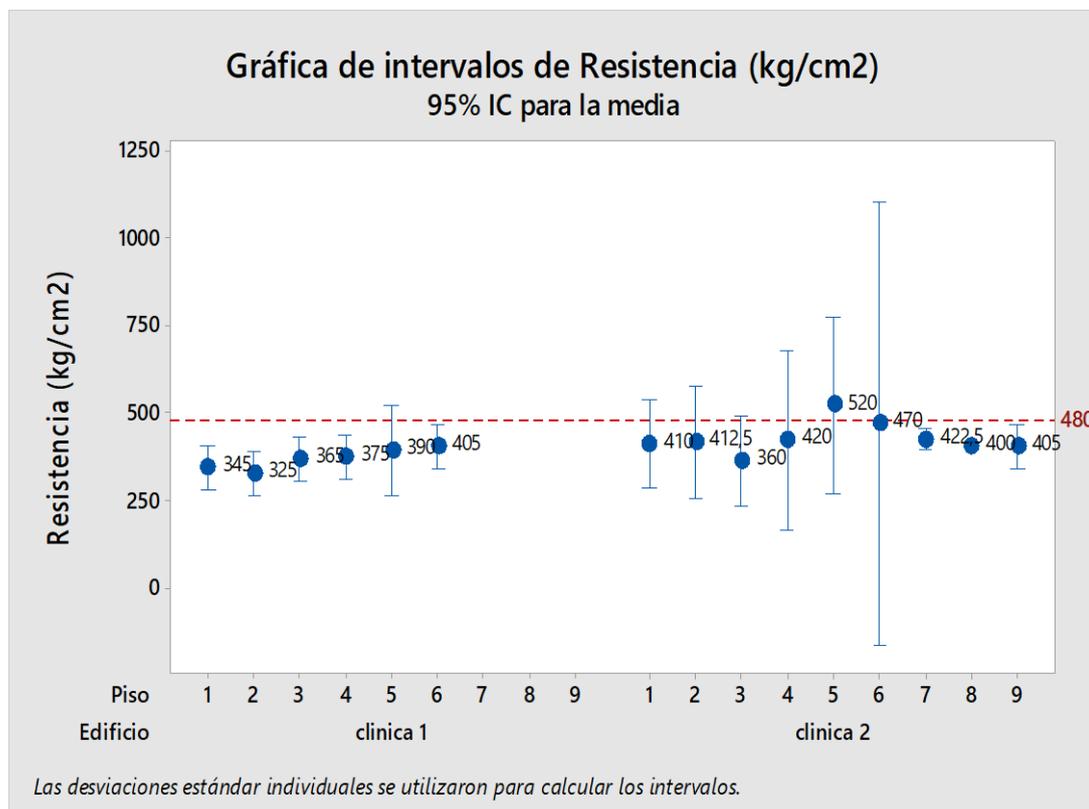
6	Almacén	3
6	Admisión	3
6	Toma de muestras	4

Fuente: Propia.

Especificaciones de los materiales de los ambientes

Parte importante del análisis cualitativo es analizar lo que uno obtiene en campo de los ensayos de esclerometría que se han realizado en las edificaciones y se elaborarán los diagramas de intervalos de resistencia y probabilidad de resistencia, lo que permitirá darnos cuenta si el $f'c$ de los componentes estructurales cumple con lo indicado en las especificaciones técnicas, se iniciarán con las vigas.

Figura 20. Resistencia de vigas.



Nota: Con respecto a los estudios de esclerometría que se han realizado en las clínicas, se han obtenido datos sobre la resistencia a la compresión que presentan dichos componentes, es importante recalcar que para el presente estudio se han presentado las circunstancias óptimas para la toma de las muestras (componentes estructurároslos sin tarrajeo - vigas y columnas) lo que ha permitido obtener resultados mucho mas óptimos y cercanos a la realidad.

Figura 21. Resistencia de vigas.

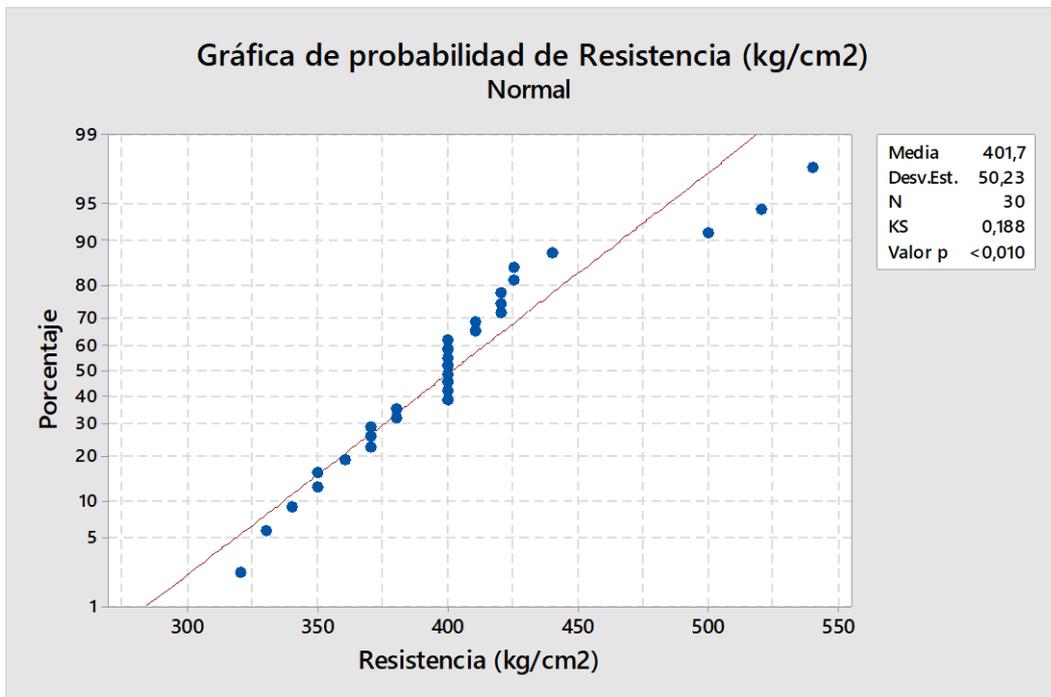


Figura 22. Resistencia de columnas.

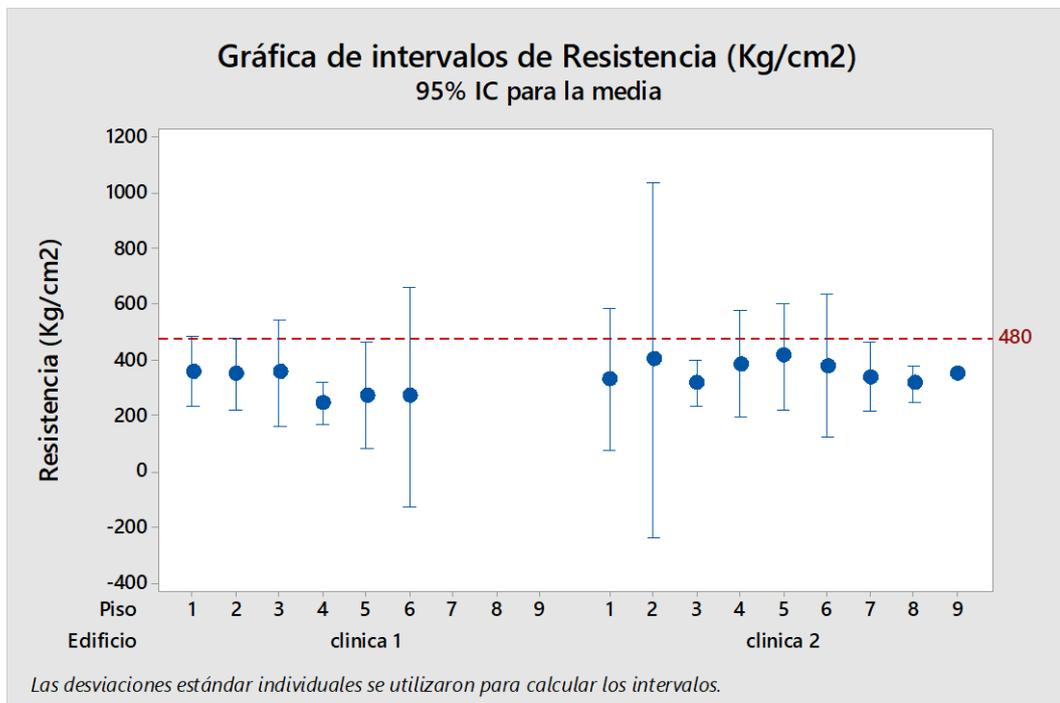
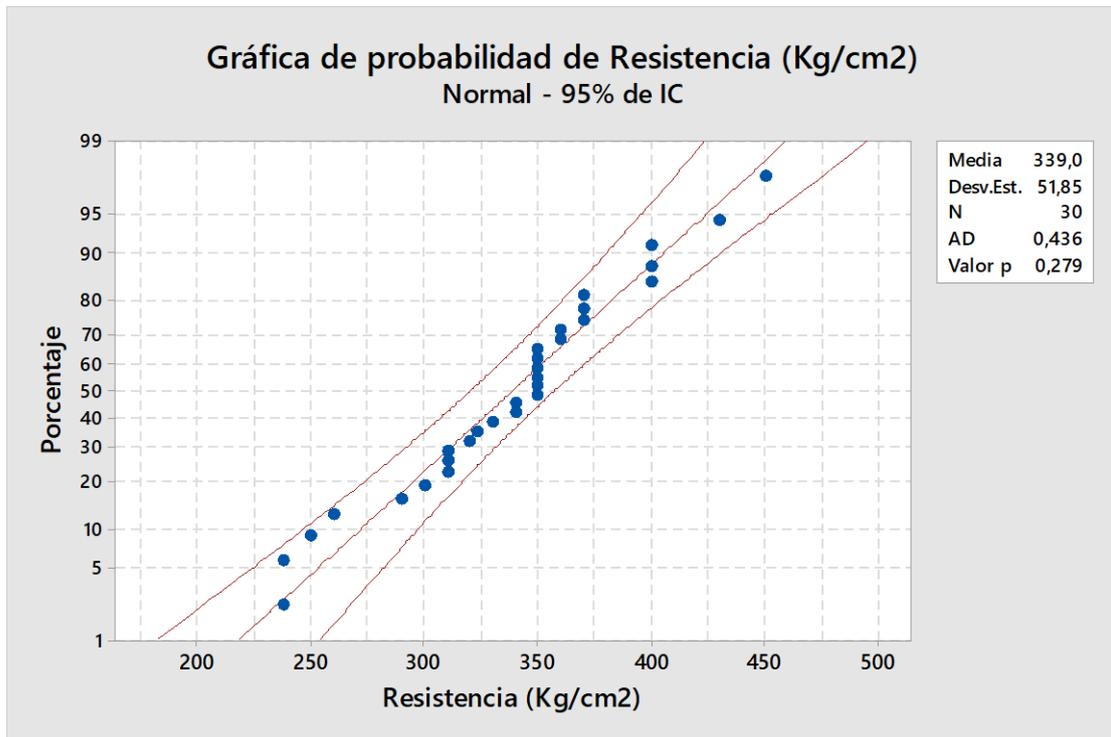


Figura 23. Resistencia de columnas.



Nota: Podemos observar que estadísticamente con los datos que se han obtenido en campo para los estudios de esclerometría, se logra una media de 339.00 Kg/cm² para las columnas en ambas edificaciones.

Tabla 10. Condiciones sísmicas de la Clínica Limatambo I.

Parámetro	Clínica Limatambo I	
Factor de Zona	Z	0,35
Factor de Uso	U	1,50
Factor de Suelo	S	1,15
Periodo Fundamental de Vibración	T	0,34
Factor de Amplificación Sísmica	C	2,50
Coefficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas	R	7,00

NOTA: El factor de Suelo “S” de determina obteniendo la resistencia en condiciones no drenadas, para el presente estudio este valor se indica en el plano (0.9kg/cm²), luego nos vamos al ítem 2.3.1. de la norma E030 y verificamos que para suelos intermedios nos cubre un rango de resistencia de 0.5 kg/cm² hasta 1.00 kg/cm², por lo que elegimos “S2” como tipo de suelo. Posteriormente en el ítem 2.4 específicamente en la tabla N.º 3 obtenemos el valor de 1.15. Es importante mencionar que, en esta tesis se ha tomado el valor que se indica en el expediente técnico.

Configuración de la Clínica Limatambo I

La Clínica Limatambo I tiene la siguiente configuración de acuerdo a los datos obtenidos en campo:

Tabla 11. *Altura de pisos de la Clínica Limatambo I*

Piso	Altura (m)
1	3
2	6
3	9
4	12
5	15
6	18

Fuente: Propia.

- Es una estructura de concreto armado que consta de 6 pisos y una altura de 18 m. La distribución por piso es como sigue:

Primer Piso

Zona vehicular, ingreso de emergencia, hall de ingreso, hall, ascensor, farmacia, contac center, mesa de partes, pacífico, área de circulación, oficina, auditoría médica, facturación, oncología, admisión.

Segundo Piso

Proyecto centro obstétrico, ginecología, ecografía, estar de espera, ascensor, almacén quirúrgico, ss. hh, sala de operaciones 1, pasadizo, neonatología, sala de operaciones 2, sala de operaciones 3, sala de partos, estar de enfermeras, cirugía general y laparoscopia, gerencia general, asistente de gerencia.

Tercer Piso

Sala de espera, ss. hh, óptica, ss. hh, oftalmología, neurología, ascensor, estar de personal, ss. hh, ropa sucia, cuarto séptico, ropa limpia, ambiente 1, uci, hospitalización 1, hospitalización 2, hospitalización 3, facturación, soat, estar centro quirúrgico, estar de médicos, vestuario centro quirúrgico, phonix, dirección médica, neurología, oftalmología.

Cuarto Piso

Pasadizo, radiología, dental, otorrinolaringología, ss. hh, cardiología, medicina interna, endocrinología, traumatología, oncología, asesoría legal, pasadizo, consultorio internista, recepción odontológica, consultorio dental 3, consultorio dental 1, consultorio dental 2.

Quinto Piso

Oftalmología, pediatría, gastroenterología 2, gastroenterología 1, procedimiento gastroenterología, marketing, admisión, logística, sala de terapia, ambiente de terapia 3, ambiente de terapia 4, almacén, ambiente de terapia 1, ambiente de terapia 2.

Sexto Piso

Sala de reuniones, auditorio, cocina, ss. hh damas, ss. hh varones, sala de espera, recursos humanos, contabilidad, gerencia de administración y finanzas, sistemas informáticos, convenios y cobranzas, separación de muestras, almacén, admisión, toma de muestras, hall.

Tabla 12. *Diagnóstico preliminar de la Clínica Limatambo I.*

DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE LA CLÍNICA	
FICHA DE REPORTE	
Antecedentes:	Clínica N°: 1
Clínica: CINICA LIMATAMBO I	Fecha: 10/06/2019
Ubicación: Jirón Puno 265- Chontapacha	N° Trabajadores: 50
Dirección Técnica en el Diseño:	SI
Dirección Técnica en la construcción:	PARCIAL
Pisos construidos:	06 PISOS
Pisos proyectados:	06 PISOS
Antigüedad de la Construcción:	18 años
Topografía y Geología:	2750 msnm
Estado de la Clínica:	Bueno

Fuente: Propia.

Tabla 13. *Aspectos técnicos de los elementos estructurales de la Clínica Limatambo I.*

ASPECTOS TÉCNICOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA CLÍNICA LIMATAMBO I	
ELEMENTO	CARACTERÍSTICAS
CIMIENTOS	Zapatillas de 1mx1mx1m.
MUROS	Pisos (muros de 25 cm)
TECHO	Losas aligeradas de 15 cm

COLUMNAS

60cmx60cm

VIGAS

30cmx40cm

DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA:

Problemas de Ubicación:

La Clínica Limatambo I no presenta problemas de Ubicación ya que se encuentra en una zona plana del valle de Cajamarca.

Problemas Constructivos:

Ninguno

Problemas estructurales:

Mano de Obra:

A la actualidad se evidencian problemas de fisuras en los muros en las columnas y en las vigas como se observa en el reporte fotográfico que se anexa, para lo cual se realizará una inspección visual para determinar el espesor de las fisuras.

Se ha empleado mano de obra Calificada: Ingeniero Residente Maestro de Obra Operarios Ayudantes

Otros:

Fuente: Propia.

Figura 24. Clínica Limatambo I.



Fuente: Propia.

Tabla 14. Para la Clínica Limatambo II se ha obtenido el siguiente cuadro:

Piso	Servicios Clínicos y de apoyo	Importancia en caso de emergencia
S2	Depósito de mantenimiento	4
S2	Almacén de farmacia	3
S2	Sala de reuniones	3
S2	Generador	5
S1	Tomógrafo	5
S1	Cámara hipervárica	5
S1	Psicosensométrico	3
S1	Toma de muestras	4
S1	Dirección médica	3
S1	Rayos x 02	5
S1	Rayos x 01	5
S1	Oficina de archivo	1
S1	Archivo de historias clínicas	1
S1	Sala de espera	3
SS	Tomógrafo	5
SS	Mandos tomógrafo	5
SS	Psicosensométrico	3
SS	Toma de muestras	4
SS	Dirección médica	3
SS	Laboratorio dkar	3
SS	Admisión	3
SS	Cámara hipervárica	3
SS	SS. HH	4
SS	Rayos x 02	5
SS	Rayos x 01	5
SS	Archivo de historias clínicas	1
SS	Mandos rayos x	5
1	Consultorio 1	3
1	Tópico de procedimientos e inyectables	4
1	Vacunas	4
1	Triaje	3
1	Oxígeno	5
2	Emergencia obstétrica	4
2	Traumashock	5
2	Emergencia pediátrica	5
2	Banco de sangre	5
2	Estar	3
3	Habitación 301	3
3	SS. HH	4

3	Preparación de medicamentos	4
3	UCI	5
3	Habitación de recuperación	5
4	Psicoprofilaxis	4
4	SS. HH	4
4	Estar	3
4	Consultorio pediátrico	3
4	Habitación de recuperación	5
5	Consultorio 513	3
5	SS. HH	4
5	Archivo Sucamec	1
5	Archivo Sucamec 2	1
5	Consultorio psiquiátrico	3
5	Aula de trabajo	3
5	Habitación de recuperación	5
6	Parasitología y microbiología	5
6	Esterilización	4
6	Vestidores	3
6	Inmunología	3
6	Almacén	3
6	Laboratorio	3

Fuente: Propia.

Especificaciones de los materiales de los ambientes

Igual como para la Clínica Limatambo I se realizará el análisis de datos obtenidos de los ensayos de esclerometría que se han realizado en las edificaciones y se elaborarán los diagramas de intervalos de resistencia y probabilidad de resistencia, lo que permitirá darnos cuenta si el f'c de los componentes estructurales cumple con lo indicado en las especificaciones técnicas, se iniciarán con las vigas.

Dentro de nuestro campo de acción queremos abarcar lo siguiente:

- Evaluar la uniformidad del concreto en las torres de las clínicas.
- Marcar con pintura las zonas donde salga valores de baja resistencia.
- Realizar un informe para indicar las zonas a reforzar.
- Evaluar la evolución del f'c con otro ensayo de esclerometría que será materia de otro estudio para otras tesis.
- Elaborar estadísticamente los datos en campo para hallar una media.

Figura 25. Intervalos de resistencia de vigas.

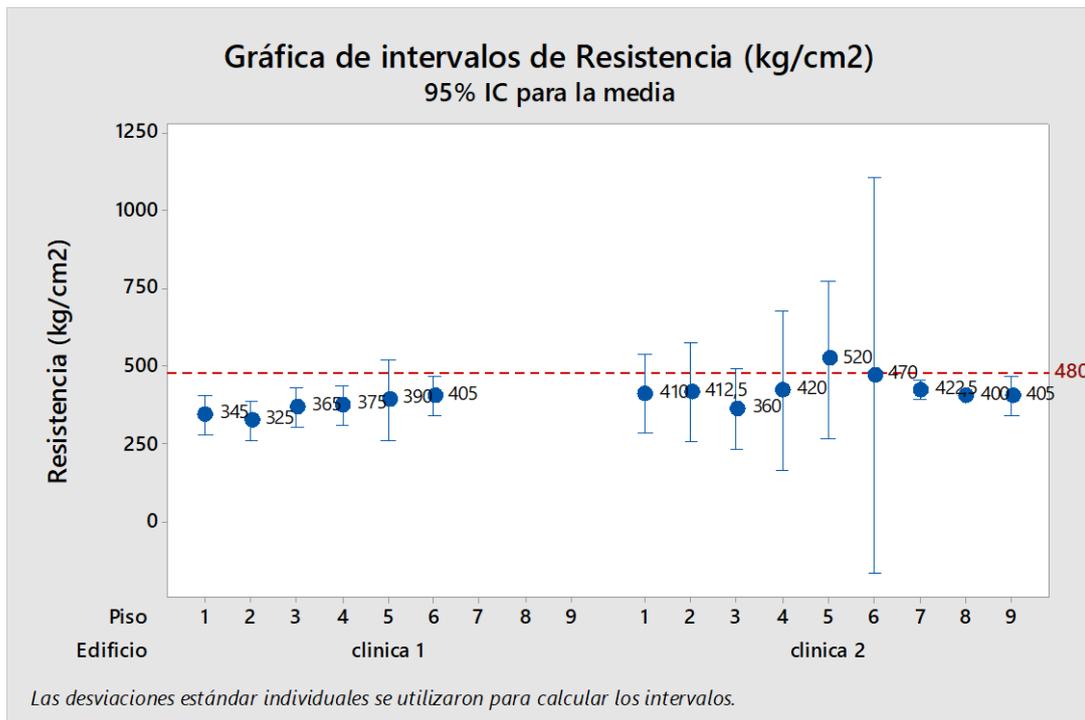
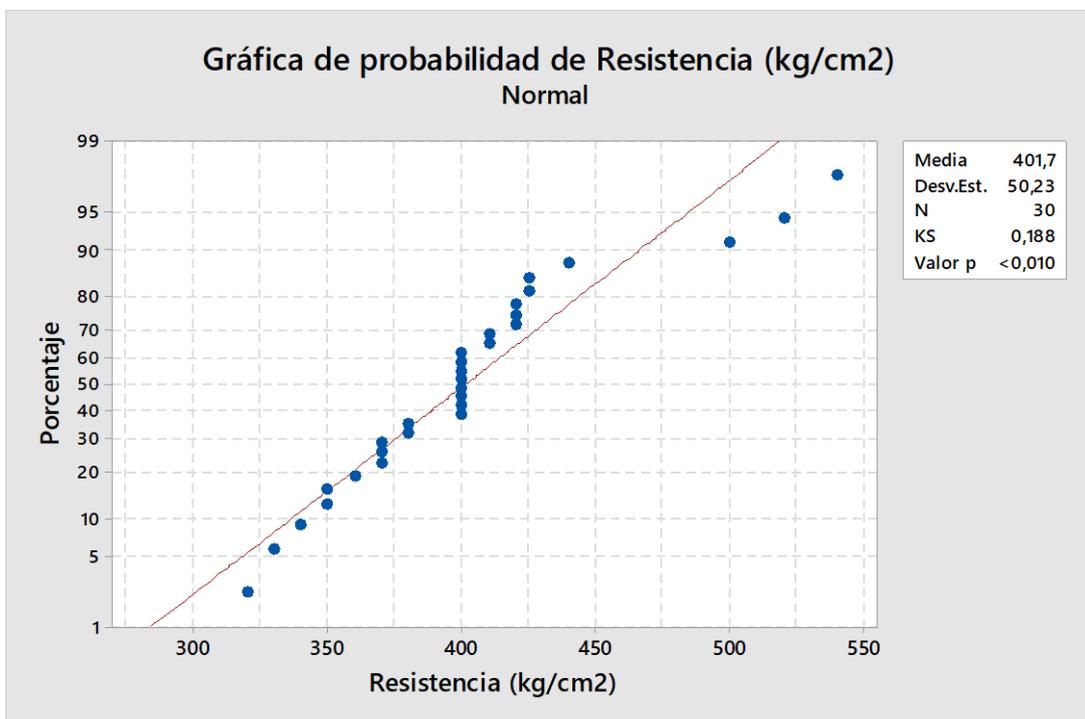


Figura 26. Probabilidad de resistencia de vigas.



- A continuación de se establecerán los intervalos de resistencia y probabilidad de resistencia de las columnas.

Figura 27. Intervalos de resistencia de columnas.

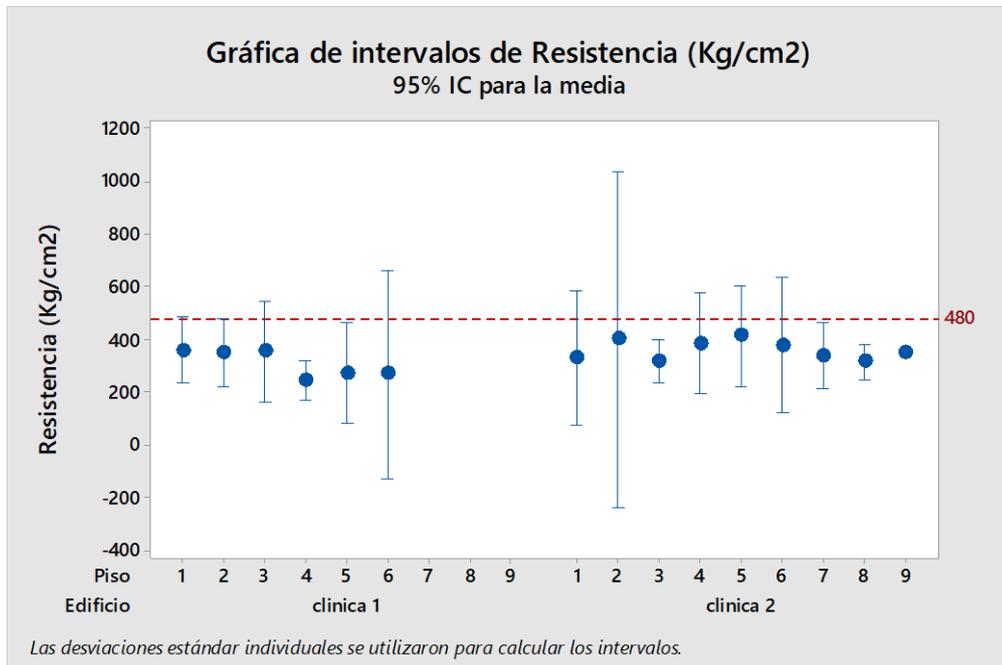
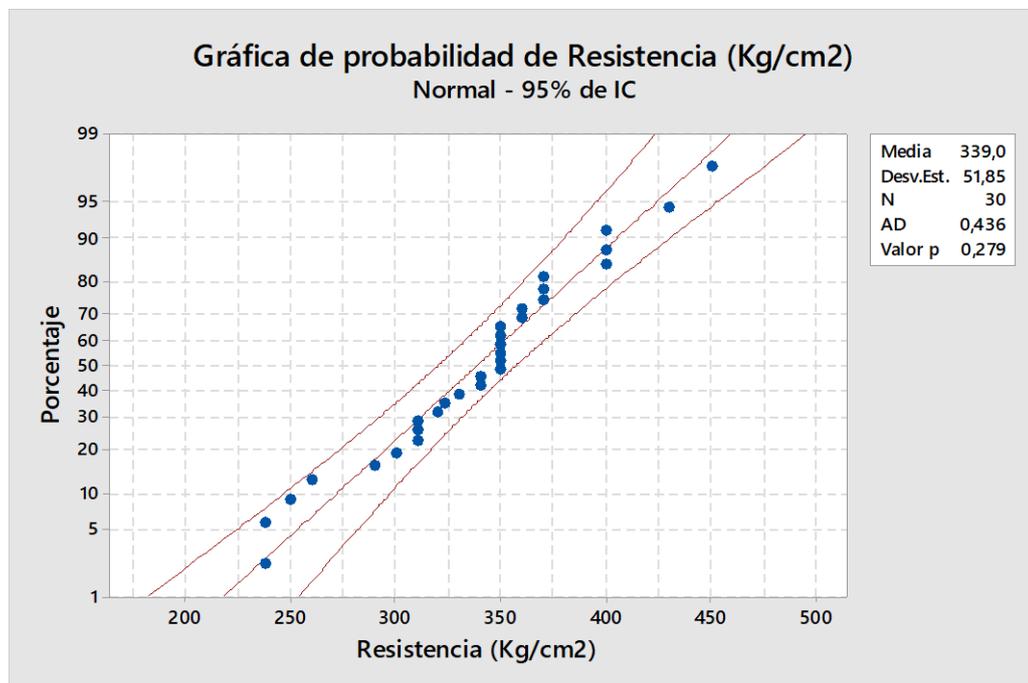


Figura 28. Probabilidad de resistencia de columnas.



Condiciones Sísmicas de la Clínica Limatambo II

El entorno de estudio según la E030 se ubica en una zona sísmica alta, la Clínica Limatambo I y Clínica Limatambo II constituyen una construcción que debe mantenerse en pie al ocurrir un sismo (esencial), por lo que debe tener un factor de Uso =1.5.

Tabla 15. *Condiciones sísmicas de la Clínica Limatambo II.*

Parámetro		Clínica Limatambo 1
Factor de Zona	Z	0,35
Factor de Uso	U	1,50
Factor de Suelo	S	1,15
Periodo Fundamental de Vibración	T	0,34
Factor de Amplificación Sísmica	C	2,50
Coficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas	R	7,00

NOTA: El factor de Suelo “S” se determina obteniendo la resistencia al corte en condiciones no drenadas que se indican en el plano, luego nos vamos al ítem 2.3.1. de la norma E030 y verificamos que para suelos intermedios nos cubre una resistencia de 0.5 kg/cm² hasta 1.00 kg/cm², por lo que elegimos “S2” como tipo de suelo. Posteriormente en el ítem 2.4 específicamente en la tabla N.º 3 obtenemos el valor de 1.15.

Configuración de la Clínica Limatambo II

La Clínica Limatambo II tiene la siguiente configuración:

Tabla 16. *Altura de pisos de la Clínica Limatambo II.*

Piso	Altura (m)
1	2,5
2	5
3	6
4	9
5	12
6	15
7	18
8	21
9	24

Fuente: Propia.

- Edificación que consta de 9 pisos y el sistema es dual, según los planos alcanza una altura de 24 m.

La distribución por piso es como sigue:

Segundo Sótano

Ambiente2, ambiente 1, depósito de mantenimiento, almacén de farmacia, sala de reuniones, generador.

Primer Sótano

Tomógrafo, cámara hipervárica, psicosenométrico, toma de muestras, dirección médica, hall, rayos x 02, rayos x 01, oficina de archivo y servidor, archivo de historias clínicas, sala de espera.

Semisótano

Tomógrafo, mandos tomógrafo, psicosenométrico, toma de muestras, dirección médica, laboratorio dkar, admisión laboratorio, cámara hipervárica, ss, hh damas, ss, hh varones, ss.hh discapacitados, revelado, rayos x 02,rayos x 01,oficina ,archivo de historias clínicas, mandos rayos x.

Primer Piso

Comprimido, consultorio 1, tópico de procedimientos e inyectables, vacunas, triaje, oxígeno.

Segundo Piso.

Emergencia obstétrica, traumashock, emergencia pediátrica, banco de sangre, estar y trabajo de emergencia, observación, lavas chatas.

Tercer Piso

Habitación 301, ss. hh, ss. hh damas, ss. hh varones, ropa limpia, preparación de medicamentos, estar de enfermeras, área de uci, pasadizo, cuarto 302, cuarto 300, cuarto 304, cuarto 305, cuarto 306, ss. hh, cuarto 307, cuarto 308, cuarto 309, cuarto 310, cuarto 311, cuarto 312, cuarto 313, cuarto 314.

Cuarto Piso

Psicoprofilaxis, ss. hh, ss. hh damas, ss. hh varones, estar de enfermeras, consultorio pediátrico, habitación 402, habitación 403, habitación 404, habitación 405, habitación 406, habitación 407, habitación 408, habitación 409, habitación 410, habitación 411, habitación 412.

Quinto Piso

Consultorio 513, ss. hh, ss. hh damas, ss. hh varones, archivo sucamec, archivo sucamec 2, consultorio psiquiátrico, aula de trabajo, cuarto 502, cuarto 503, cuarto 504, cuarto 505, cuarto 506, cuarto 507, cuarto 508, cuarto 509, cuarto 510, cuarto 511, cuarto 512.

Sexto Piso,

Ambiente 1, Ambiente 2, Ambiente 3, parasitología y microbiología, esterilización, vestidores, inmunología, almacén, post analítica, laboratorio.

En la figura se observan fisuras en el sótano 2, fisura vertical fina de (menos de 1mm) en los muros.

Tabla 17. *Diagnóstico preliminar de la Clínica Limatambo II.*

DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE LA CLÍNICA			
FICHA DE REPORTE			
Antecedentes:		Clínica N°:	2
		Fecha:	10/06/2019
Clínica:	CINICA LIMATAMBO II	N° Trabajadores:	20
Ubicación:	Jirón Puno 265-Chontapaccha		
Dirección Técnica en el Diseño:	NO		
Dirección Técnica en la construcción:	NO		
Pisos construidos:	6 pisos + 1 semisótano+2 sótanos		
Pisos proyectados:	6 pisos + 1 semisótano+2 sótanos		
Antigüedad de la Construcción:	4 años		
Topografía y Geología:	2750 msnm		

Fuente: Propia.

Como segundo paso de ha elaborado la ficha de aspectos técnicos de los elementos estructurales de la Clínica Limatambo 1 y Clínica Limatambo 2, aquí se describirán los componentes estructurales y no estructurales que conforman la edificación de cada centro de salud.

Tabla 18. *Aspectos técnicos de los elementos estructurales de la Clínica Limatambo II.*

ASPECTOS TÉCNICOS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA CLÍNICA LIMATAMBO II	
ELEMENTO	CARACTERÍSTICAS
CIMENTOS	Zapatillas de 0,90mx0,90mx0,90m
MUROS	Pisos (muros de 25 cm)
TECHO	Losas aligeradas de 20 cm
COLUMNAS	40cmx40cm
VIGAS	30cmx30cm
DEFICIENCIAS DE LA ESTRUCTURA:	

Problemas de Ubicación:

La Clínica Limatambo II no presenta problemas de Ubicación ya que se encuentra en una zona plana del valle de Cajamarca.

Problemas estructurales:

A la actualidad se evidencian problemas de fisuras en los muros en las columnas y en las vigas como se observa en el reporte fotográfico que se anexa, para lo cual se realizará una inspección visual para determinar el espesor de las fisuras.

Problemas Constructivos:

Ninguno

Mano de Obra:

No se ha empleado mano de obra Calificada

Otros:

Fuente: Propia.

Figura 29. *Clínica Limatambo II.*



Fuente: Propia.

Tabla 19. *Riesgo Sísmico.*

RIESGO SÍSMICO			
Vulnerabilidad Peligro	Baja	Media	Alta
Bajo	BAJO	MEDIO	MEDIO
Medio	MEDIO	MEDIO	ALTO
Alto	MEDIO	ALTO	ALTO

Fuente: Mosqueira y Tarque.

4.2.4. Presentación y discusión de resultados

Luego del análisis y evaluación realizado ya se tiene lo necesario para realizar la discusión del presente tema.

4.2.5. Redacción de conclusiones y recomendaciones

Posteriormente se darán las conclusiones y recomendaciones.

4.3. Métodos de investigación

El método de investigación se realizará a través del método cualitativo y cuantitativo.

4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidad de observación.

4.4.1. Población

La población de estudio será el conjunto de establecimientos de salud categoría II-1 del distrito de Cajamarca.

- Clínicas del distrito de Cajamarca.

4.4.2. Muestra

Para las muestras se ha empleado un muestreo no probabilístico y está constituido únicamente por:

- Clínica Limatambo (I y II)

4.4.3. Unidad de análisis y Unidad de observación

La unidad de análisis y la unidad de observación serán los establecimientos de salud elegidos como muestra.

- Clínica Limatambo (I y II)

4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

- Observación directa (Inspección Visual de concreto e identificación de fisuras).
- Formulario de Diagnostico Preliminar.
- Formulario de recolección de datos
- Ensayos de esclerometría

Tabla 20. Matriz de consistencia metodológica del proyecto

Hipótesis	Definición Conceptual de variables	DEFINICIÓN OPERACIONAL					Fuentes de recolección de datos
		Tipos	Variables	Categorías de la variable	Dimensiones	Indicadores	
El nivel de Riesgo Sísmico en los establecimientos de salud categoría II-1 en el distrito de Cajamarca es Alto.	Riesgo Sísmico: Se define como la probabilidad esperada de pérdidas de vidas y posibilidad de que se presenten efectos económicos, sociales, físicos-técnicos y ambientales como consecuencia de la materialización de la amenaza y del contexto social y ambiental que facilitan la ocurrencia de los desastres (UNDRO, 1919).	Categorías de la variable.	Vulnerabilidad Sísmica (V).	Vulnerabilidad Sísmica	Densidad de Muros.	Alta Media Baja	Fichas de diagnóstico preliminar.
					Calidad de Materiales.		
			Peligro Sísmico (P).	Peligro Sísmico	Tipo de Suelo.	Alta	
					Topografía.	Media	
					Pendiente de la Zona.	Baja	
		Variable	Riesgo (R).	Riesgo	Estado del comportamiento sísmico actual de la estructura.	Alta Media Baja	Formularios

Fuente: Propia.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de resultados

5.1. Análisis y discusión de resultados de la Vulnerabilidad

El análisis del riesgo sísmico en las Clínicas Limatambo I y II revela diferencias significativas en sus niveles de vulnerabilidad y peligro. Según los resultados obtenidos, el riesgo sísmico de la Clínica Limatambo I se clasifica como alto en un 0%, medio en un 5% y bajo en un 95%. Esto indica que, en caso de un evento sísmico, esta clínica sufriría poco daño. Sin embargo, es crucial implementar medidas preventivas para mitigar cualquier posible pérdida, ya que la baja vulnerabilidad no excluye la necesidad de preparación ante un fenómeno natural. Por otro lado, el riesgo de la Clínica Limatambo II se presenta como alto en un 0%, medio en un 10% y bajo en un 100%. Esta clasificación sugiere que, al igual que la Clínica Limatambo I, la Clínica Limatambo II también está en condiciones de sufrir daños mínimos durante un evento sísmico. Sin embargo, la presencia de un 10% de riesgo medio podría indicar una necesidad de atención en ciertas áreas estructurales.

El peligro sísmico para la Clínica Limatambo I se determinó como medio en un 100% cuando se combinó con un peligro sísmico alto, y bajo en un 100% al combinarse con un peligro sísmico medio. Esta situación se debe a que la clínica con respecto a la zona se encuentra en zona 3, con un tipo de suelo intermedio que puede influir en la propagación de las ondas sísmicas. De manera similar, el peligro sísmico para la Clínica Limatambo II también resultó medio en un 100% al combinarse con un peligro sísmico alto y bajo en un 100% con un peligro sísmico medio, confirmando su ubicación en una zona de riesgo similar.

En cuanto a la vulnerabilidad sísmica, los resultados indican que la Clínica Limatambo I tiene un 95% de vulnerabilidad baja y un 5% de vulnerabilidad media. Esto sugiere que la mayoría de sus estructuras están diseñadas para resistir eventos sísmicos, aunque un pequeño porcentaje podría requerir mejoras. Por el contrario, la Clínica Limatambo II presenta un 100% de vulnerabilidad baja, lo que implica que todas sus estructuras son adecuadas para enfrentar un sismo, aunque esto no debe llevar a la complacencia en la implementación de medidas de seguridad.

Tabla 21. Vulnerabilidad para la Clínica Limatambo I.

TORRE	TORRE I	VULNERABILIDAD SÍSMICA	ESTRUCTURAL			NO ESTRUCTURAL			VALOR NUMÉRICO			
			Densidad (60%)	Calidad M.O y Materiales (30%)		Estabilidad de Parapetos (10%)						
			Adecuado	Aceptable	Inadecuado	Buena	Regular	Mala	Estable	Algunas Estable	Inestable	
1	CLINICA LIMATAM BO I	BAJA	x			x			x			1

Nota: La vulnerabilidad sísmica como se aprecia en la tabla toma el área de los muros portantes con una incidencia del 60%, en cuanto a mano de obra y materiales también se evalúa la calidad con una incidencia del 30%, la estabilidad de los parapetos o muretes con una participación del 10%. Es importante destacar que tanto para los muros portantes como para los parapetos se tiene que hacer una evaluación sísmica. Fuente: Propia.

Tabla 22. Combinaciones de peligro sísmico alto de la Clínica Limatambo I.

TORRE	TORRE I	PELIGRO SÍSMICO									VALOR NUMÉRICO	VALORES		
		Sismicidad (40%)			Suelo (40%)			Topografía (20%)						
		Baja	Media	Alta	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada				
1	CLINICA LIMATA MBO I			x		x		x			2,2	3	2	1

Nota: El peligro sísmico toma la sismicidad con una incidencia del 40%, al suelo 40% y a la topografía con una participación del 20%. Es importante mencionar que para el presente estudio el valor de la resistencia al corte que tiene el suelo se ha tomado del plano de estructuras. Con respecto a la topografía se ha realizado un levantamiento topográfico para poder determinar la pendiente que presenta el terreno. Fuente: Propia.

Tabla 23. *Combinaciones de peligro sísmico Medio de la Clínica Limatambo I.*

		PELIGRO SÍSMICO												
TORRE	TORRE I	Sismicidad (40%)			Suelo (40%)			Topografía (20%)			VALOR NUMÉRICO	VALORES		
		Baja	Media	Alta	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada				
1	CLINICA LIMATAMBO I		x			x			x		1,8	2	2	1

Fuente: Propia.

Tabla 24. *Combinaciones de peligro sísmico Bajo de la Clínica Limatambo I.*

		PELIGRO SÍSMICO												
TORRE	TORRE I	Sismicidad (40%)			Suelo (40%)			Topografía (20%)			VALOR NUMÉRICO	VALORES		
		Baja	Media	Alta	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada				
1	CLINICA LIMATAMBO I	x				x			x		1,4	1	2	1

Fuente: Propia.

Luego de haber establecido los criterios de la vulnerabilidad y el peligro sísmico pasamos a realizar un análisis para obtener el nivel de riesgo sísmico que tienen cada uno de los ambientes de la Clínica Limatambo I y Clínica Limatambo II.

Tabla 25. *Tabla para determinar Riesgo Sísmico*

RIESGO SÍSMICO			
Vulnerabilidad	Baja	Media	Alta
Peligro			
Bajo	BAJO	MEDIO	MEDIO
Medio	MEDIO	MEDIO	ALTO
Alto	MEDIO	ALTO	ALTO

Fuente: Mosqueira y Tarque.

Tabla 26. *Tabla para determinar Riesgo Sísmico*

RIESGO SÍSMICO			
Vulnerabilidad	3	2	1
Peligro			
3	3	2.5	2
2	2.5	2	1.5
1	2	1.5	1

Fuente: Propia.

Tabla 27. *Vulnerabilidad para la Clínica Limatambo II.*

TORRE	TORRE II	VULNERABILIDAD SÍSMICA	ESTRUCTURAL			NO ESTRUCTURAL		VALOR NUMÉRICO
			Densidad (60%)	Calidad M.O y Materiales (30%)	Estabilidad de Parapetos (10%)			
			Adecuado	Buena	Estable	Algunas Estable		
			Acceptable	Regular				
			Inadecuado	Mala		Inestable		
2	CLINICA LIMATAMBO II	BAJA	x	x	x		1, 3	

Nota: Según la tabla toma la densidad de los muros portantes con una incidencia del 60%, la calidad de mano de obra y mano de obra y materiales verificando su calidad del 30%, la estabilidad de los parapetos o muretes con una participación del 10%. Es importante destacar que tanto para los muros portantes como para los parapetos se tiene que hacer una evaluación sísmica. Fuente: Propia.

Fuente: Propia.

Tabla 28. Combinaciones de peligro sísmico alto de la Clínica Limatambo II.

		PELIGRO SÍSMICO												
TORRE	TORRE II	Sismicidad (40%)			Suelo (40%)			Topografía (20%)			VALOR NUMÉRICO	VALORES		
		Baja	Media	Alta	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada				
2	CLINICA LIMATA MBO II			x		x		x			2,2	3	2	1

Nota: El peligro sísmico toma la sismicidad con una incidencia del 40% tipo “Alta”, al tipo de suelo con una incidencia del 40% y a la topografía con una participación del 20%. Es importante mencionar que para el presente estudio el valor de la resistencia al corte que tiene el suelo se ha tomado del plano de estructuras. Con respecto a la topografía se ha realizado un levantamiento topográfico para poder determinar la pendiente que presenta el terreno. Fuente: Propia.

Tabla 29. Combinaciones de peligro sísmico medio de la Clínica Limatambo II.

		PELIGRO SÍSMICO												
TORRE	TORRE II	Sismicidad (40%)			Suelo (40%)			Topografía (20%)			VALOR NUMÉRICO	VALORES		
		Baja	Media	Alta	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada				
2	CLINICA LIMATA MBO 2		x			x		x			1,8	2	2	1

Nota: El peligro sísmico toma la sismicidad con una incidencia del 40% ahora con tipo “Media”, al tipo de suelo con una incidencia del 40% y a la topografía con una participación del 20%. Es importante mencionar que para el presente estudio el valor de la resistencia al corte que tiene el suelo se ha tomado del plano de estructuras. Con respecto a la topografía se ha realizado un levantamiento topográfico para poder determinar la pendiente que presenta el terreno. Fuente: Propia.

Tabla 30. *Combinaciones de peligro sísmico bajo de la Clínica Limatambo II.*

		PELIGRO SÍSMICO												
TORRE	TORRE II	Sismicidad (40%)			Suelo (40%)			Topografía (20%)			VALOR NUMÉRICO	VALORES		
		Baja	Media	Alta	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada				
2	CLINICA LIMATA MBO 2	x				x			x		1,4	1	2	1

Fuente: Propia.

Luego de haber establecido las calificaciones de la vulnerabilidad y el Peligro sísmico se evalúa el nivel de riesgo sísmico que tienen cada uno de los ambientes de la Clínica Limatambo I y Clínica Limatambo II. El resultado está en función de la tabla donde se evalúan las posibles combinaciones entre Vulnerabilidad Sísmica y Peligro Sísmico.

Tabla 31. *Tabla para determinar el Riesgo Sísmico.*

RIESGO SÍSMICO			
Vulnerabilidad	Baja	Media	Alta
Peligro			
Bajo	BAJO	MEDIO	MEDIO
Medio	MEDIO	MEDIO	ALTO
Alto	MEDIO	ALTO	ALTO

Fuente: Mosqueira y Tarque.

Tabla 32. *Tabla para determinar el Riesgo Sísmico.*

RIESGO SÍSMICO			
Vulnerabilidad	3	2	1
Peligro			
3	3	2.5	2
2	2.5	2	1.5
1	2	1.5	1

Fuente: Mosqueira y Tarque.

5.2. Análisis y discusión de resultados

De la evaluación de la vulnerabilidad no estructural hemos obtenido que se necesita realizar un estudio de los componentes estructurales, así lo señala Ugarte et al. (1997). Se ha requerido también la participación del personal que labora en la Clínica Limatambo I y Clínica Limatambo II y la disponibilidad de alguna información para poder aplicar la metodología OPS (Guragain y Dixit 2004).

Los resultados de esta investigación señalan que la clínica Limatambo I presenta una vulnerabilidad no estructural media, y la clínica Limatambo II presenta una vulnerabilidad no estructural media. Esto debido a que en ambas clínicas las instalaciones básicas y demás equipos médicos no presentan adecuada protección, además la rigidización que presentan ambas clínicas no son adecuadas. De acuerdo a lo expuesto por Morán – Rodríguez y Novelo – Casanova (2017), en relación a los factores que determinan la vulnerabilidad no estructural.

Los muros de albañilería de la clínica Limatambo I no están aislados de los pórticos, por lo que ante un evento sísmico provocarán daños en los elementos estructurales, a diferencia de la clínica Limatambo II en la que los muros de albañilería si están aislados de los pórticos.

Los soportes y anclajes que aseguran los equipos no son los más adecuados para garantizar una correcta respuesta ante un evento sísmico por lo que se hacen vulnerables.

5.3. Contrastación de Hipótesis

La investigación realizada por Guragain y Dixit (2004), Morán – Rodríguez y Novelo Casanova (2017) indican que es importante que el personal tenga conocimiento de la vulnerabilidad sísmica.

La clínica Limatambo I presenta un Plan de Respuesta ante emergencias así como un plan de seguridad y salud ocupacional aunado al plan de contingencia que tiene implementada lo cual mejora la capacidad de respuesta frente a un evento sísmico, la desventaja que presenta es que si bien es cierto toda la edificación cuenta con señalización las escaleras no ayudarían a la evacuación del personal debido a que están compuestas en algunos casos de madera y fierro y no han recibido un mantenimiento adecuado por lo que presenta una vulnerabilidad media.

La clínica LimatamboII también presenta un Plan de Respuesta ante emergencias, así como un plan de seguridad y salud ocupacional aunado al plan de contingencia que tiene implementada lo cual mejora la capacidad de respuesta frente a un evento sísmico, ésta clínica también presenta en algunos puntos de la edificación escaleras que no cumplen con los parámetros mínimos para garantizar la evacuación correcta de las personas por lo que ésta clínica también presenta vulnerabilidad media.

Los estudios de Chávez et al. (2014), Morán-Rodríguez y Novelo-Casanova (2017), Ugarte et al. y Vizconde (2004) establecen que, para la determinación de la vulnerabilidad sísmica, debe estudiarse el componente estructural, componente no estructural, componente funcional. En nuestra investigación se ha corroborado esto ya que para poder establecer los resultados de la vulnerabilidad no estructural y funcional de ha tenido que evaluar a detalle el componente estructural de cada una de las clínicas.

La vulnerabilidad estructural influye determinantemente en la vulnerabilidad sísmica ya que, si se presenta algún daño en el componente estructural, éste influirá en el componente no estructural y el componente funcional.

Comportamiento Sísmico del Edificio verificado en programa Estructural Etabs.

Verificación de derivas de entrepiso.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del modelamiento de la estructura, verificando que las derivas de entrepiso sean menores a 0.007, límite establecido por norma para estructuras de concreto armado.

Tabla 33. *Derivas de entrepisos en la dirección X*

TABLE: Story Drifts				
Story	Dirección	Drift	Drift/	Condición
Piso 9	X	0.013073	0.003	Si cumple
Piso 8	X	0.015064	0.004	Si cumple
Piso 7	X	0.017023	0.004	Si cumple
Piso 6	X	0.018698	0.005	Si cumple
Piso 5	X	0.019747	0.005	Si cumple
Piso 4	X	0.019762	0.005	Si cumple
Semi sótano	X	0.017897	0.004	Si cumple
Sótano 1	X	0.015391	0.004	Si cumple
Sótano 2	X	0.008892	0.002	Si cumple

Nota: Las derivas máximas permisibles de piso se obtienen como resultado de la aplicación de fuerzas laterales en cada dirección de la estructura que se analiza; con el fin de prevenir excesivos daños estructurales y no estructurales, por lo cual se proponen derivas máximas permisibles. Las derivas de piso son de gran importancia para el diseño estructural, a tal punto que las nuevas teorías para diseño, se basan en desplazamientos de partida antes que en fuerzas de diseño. El control de la deriva o deformaciones laterales máximas se lo requiere por varias razones, entre ellas para controlar o disminuir el daño estructural y no estructural, disminuir el efecto p delta, comprobar la severidad de la irregularidad en planta, la misma que puede provocar torsiones excesivas, etc.

4.2. Derivas de entrepisos en la dirección X

Figura 30. Derivas inelásticas de la clínica Limatambo II en X.

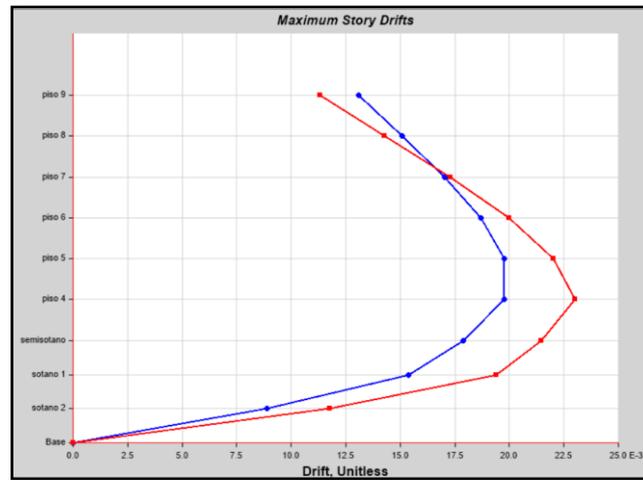


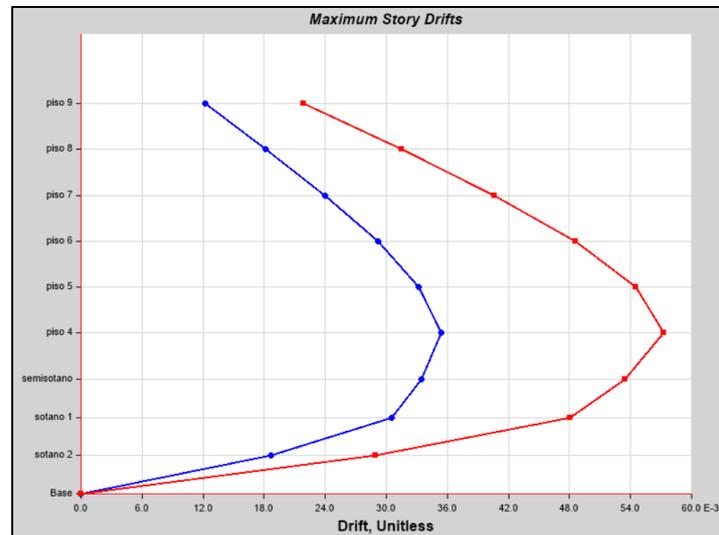
Tabla 34. Derivas de entrepisos en la dirección Y

TABLE: Story Drifts				
Story	Dirección	Drift	Drift/	Condición
Piso 9	Y	0.022	0.005	Si cumple
Piso 8	Y	0.024	0.006	Si cumple
Piso 7	Y	0.025	0.006	Si cumple
Piso 6	Y	0.022	0.006	Si cumple
Piso 5	Y	0.024	0.006	Si cumple
Piso 4	Y	0.015	0.004	Si cumple
Semi sótano	Y	0.023	0.006	Si cumple
Sótano 1	Y	0.024	0.006	Si cumple
Sótano 2	Y	0.025	0.006	Si cumple

Fuente: Elaboración propia

4.3. Derivas de entresijos en la dirección Y

Figura 31. Derivas inelásticas de la clínica Limatambo II en Y.

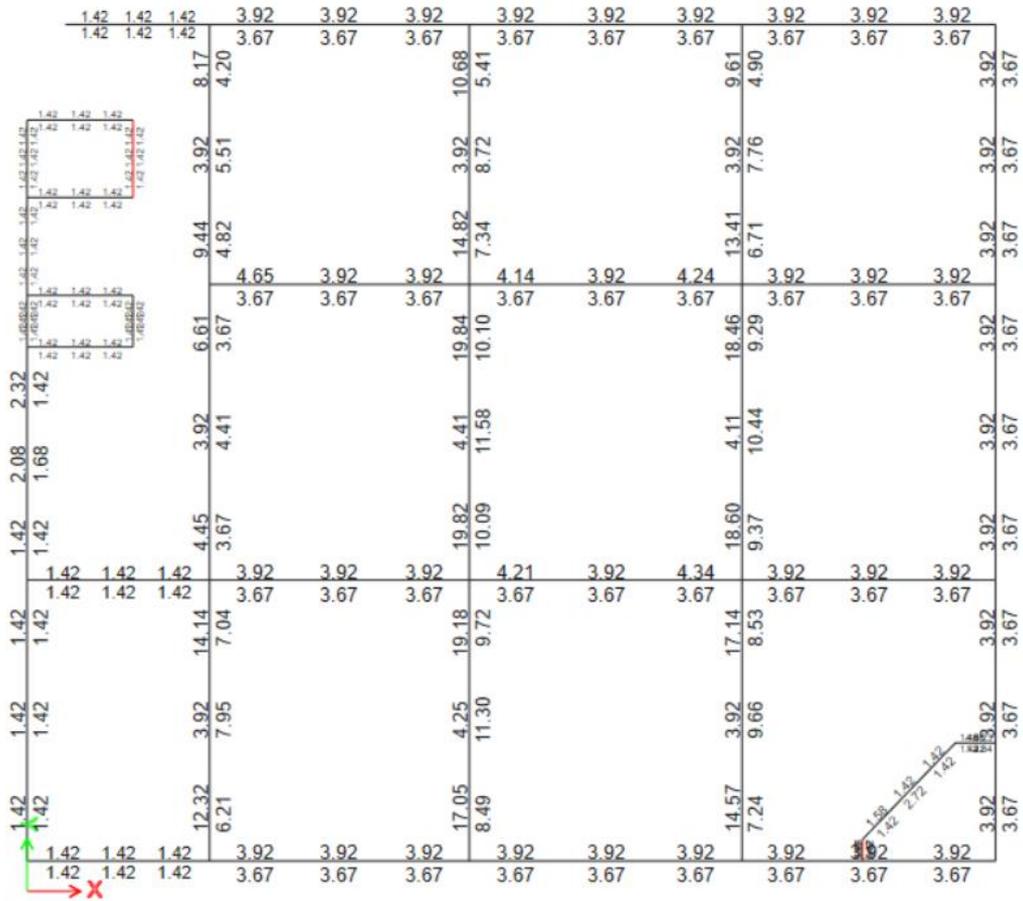


Verificación del acero que tienen las vigas

Con respecto a las vigas se ha verificado la cuantía de acero que le servirá al componente estructural denominado “Vigas” para soportar las acciones de los sismos que se puedan producir durante su vida de servicio, ante lo cual se ha verificado que en un 98 % las vigas cumplen con la cuantía de acero requerida para la combinación denominada “ENVOLVENTE”.

Se ha realizado el mismo análisis para los 8 pisos siguientes encontrando también un correcto porcentaje de acero que le permite un correcto desempeño estructural a las vigas.

Figura 32. Verificación de los aceros de la clínica Limatambo II.



Nota: En la vista en planta se aprecia que la cantidad de acero requerido por el programa para que las vigas cumplan con un buen desempeño estructural tanto a momento positivo, momento negativo y cortante cumplen, lo cual demuestra que está bien estructurado. Lo mismo se ha comprobado en los 8 niveles restantes y también cumplen en su totalidad.

Evaluación del comportamiento de las columnas

Figura 33. Cuantías de acero de la clínica Limatambo II.



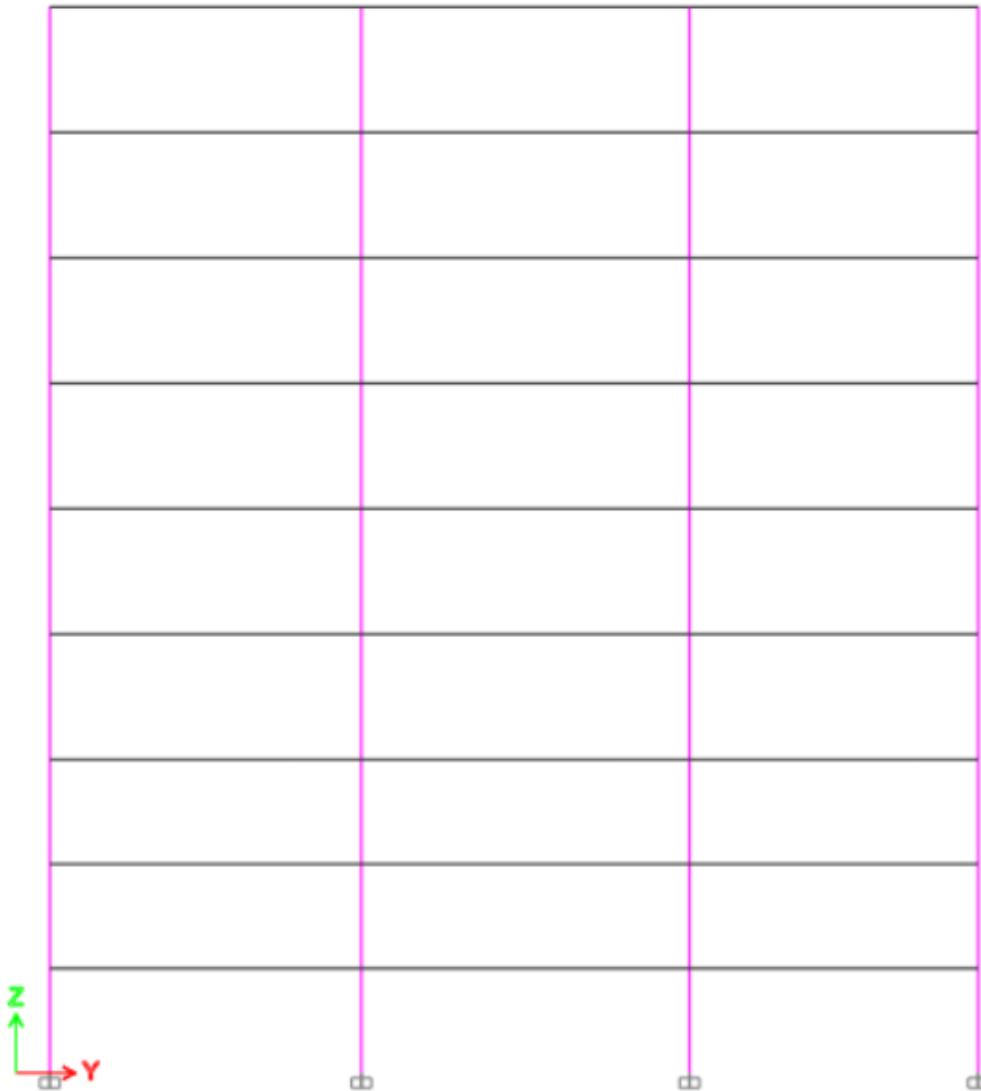
Nota: Podemos ver que en un 98% los componentes denominados "Columnas estructurales" cumplen con la cuantía de acero requerida para un comportamiento adecuado ante un evento sísmico (1%).

Evaluación del tipo de Falla

Para determinar si el tipo de falla de la edificación es frágil o dúctil, se debe evaluar qué tipo de elementos estructurales son los que fallan primero, pues si las columnas fallan antes que las vigas, la edificación tendrá una falla frágil y de darse el caso en que las vigas fallen primero, se dará una falla dúctil en la edificación.

El análisis del tipo de falla se ha realizado con el uso del programa ETABS.

Figura 34. Diagramas de identificación de fallas de la clínica Limatambo II.



Nota: Podemos ver que en el corte G1-a tenemos una vista de las columnas, donde podemos apreciar las fallas (Identify All Failures) que tendría la edificación. Para el presente análisis no se han pintado de color rojo los frame, por lo que no se están presentando fallas en el sistema. Se ha repetido el mismo análisis para 33 vistas de corte, no logrando identificar fallas en las columnas, vigas.

CAPÍTULO VI

6.1. CONCLUSIONES

1. Ambas clínicas, Limatambo I y Limatambo II, han sido construidas con el respaldo de asesoramiento técnico, lo que garantiza un enfoque profesional en su diseño y edificación.
2. La adecuada configuración estructural de las clínicas contribuye significativamente a reducir el daño sísmico, asegurando una mayor resistencia ante eventos sísmicos.
3. La ubicación de las edificaciones es un factor determinante en el peligro sísmico. Ambas clínicas están situadas en suelos intermedios y presentan una pendiente moderada del 6%, lo que disminuye el riesgo asociado a sismos.
4. El área adecuada de los muros en la mayoría de los ambientes del primer nivel también es un factor clave que contribuye a la disminución del riesgo sísmico.
5. Aunque las vigas de la edificación pueden soportar adecuadamente las cargas vivas y muertas, se ha observado que las secciones resultan insuficientes para sismo en X y Y, lo que podría llevar a fallos en caso de un sismo severo.
6. Las columnas están diseñadas para soportar cargas vivas, muertas y sísmicas, lo que garantiza un comportamiento adecuado ante eventos sísmicos.
7. Se prevé que el tipo de falla en la edificación sea de naturaleza dúctil, ya que las primeras rótulas se han formado en las vigas, lo cual ha sido verificado mediante el análisis de rótulas.
8. Un 30% de los tabiques de la edificación se consideran no muy estables ante cargas perpendiculares, lo que podría resultar en fisuras durante un sismo.
9. El nivel de riesgo sísmico en los establecimientos de salud de categoría II-1 en el distrito de Cajamarca se clasifica como medio tanto para la Clínica Limatambo I como para la Clínica Limatambo II.

6.2. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda llevar a cabo otros trabajos de riesgo sísmico en las demás clínicas para evaluar el riesgo que podrían enfrentar durante un evento telúrico.
2. Se sugiere complementar el estudio utilizando la metodología FEMA154.
3. Es importante investigar la presencia de sales en el suelo en las demás clínicas, ya que este fenómeno puede ser un proceso destructivo del concreto.
4. Se recomienda continuar con la evaluación de las clínicas restantes en Cajamarca, incluyendo estudios sobre la "ley de los cinco" de Sitter.
5. Se sugiere extender y priorizar las inducciones técnicas a los colaboradores así como priorizar el plan de respuesta ante emergencias.
6. La gerencia de las clínicas debe designar una empresa de servicios generales para asegurar que los equipos médicos estén correctamente asegurados.
7. Se recomienda desarrollar trabajos de investigación sobre el nivel de desempeño en las demás clínicas utilizando programas de computación como Midas, y comparar los resultados con los obtenidos mediante SAP 2000 y ETABS.
8. Es crucial fomentar la investigación sobre los temas relacionados con la vulnerabilidad, dado que nuestra ciudad es considerada una "zona de silencio sísmico". La falta de asesoramiento técnico incrementa el riesgo.

REFERENCIAS

- ASCE (American Society of Civil Engineer). (2017). Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings. ACSE 41-17 Standard. Virginia. Estados Unidos.
- ASCE (American Society of Civil Engineer). (2002). Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings. FEMA 356. Federal Emergency Management Agency.
- ATC (Applied Technology Council). (1996). Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings. ATC-40. California. Estados Unidos.
- CALAVERA, J. (2005). Patología de estructuras de Hormigón armado y pretensado (1°.ed). Instituto técnico de materiales y construcciones.
- Federal Emergency Management Agency FEMA. (2012). Seismic performance assessment of buildings. Volume I – Methodology. Second Edition. Applied Technology Council. Washington, D.C.
- Kuroiwa, J. (2002). Reducción de Desastres – Viviendo en armonía con la naturaleza. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PUND). Lima: Perú.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (MVCS). (2006a). Norma técnica E.070 Albañilería. Lima, Perú.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (MVCS). (2006b). Norma técnica E.020 Cargas. Lima, Perú. Tesis. Ing. Civil. Lima, Perú.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (MVCS). (2018). Norma técnica E.030 Diseño sismorresistente. Lima, Perú.
- Montenegro Gómez, FK. (2022). Riesgo sísmico en edificaciones de albañilería en el sector El Milagro-Moyobamba, 2020. Tesis de título profesional. Chachapoyas, Perú. Universidad nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. 151p.
- Mosqueira Moreno, M. A. 2012. Riesgo Sísmico en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca. Trujillo, Perú. Universidad Nacional de Trujillo.
- Mosqueira, M. y Tarque, S. 2005. Recomendaciones Técnicas para mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana. Tesis Magistral. Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Muñoz, A., Quiun, D., Speicher, L., y Tinman, M. (2017). Seismic protection of buildings in Peru using energy dissipation and base isolation. 16th World conference on earthquake. Chile, Santiago.
- Preciado, A., Ramirez-Gaytan, A., Santos, J. C., & Rodriguez, O. (2020). Seismic vulnerability assessment and reduction at a territorial scale on masonry and adobe housing by rapid vulnerability indicators: The case of Tlajomulco, Mexico. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 44, 101425. <https://doi.org/10.1016/J.IJDRR.2019.101425>
- Shafaei, H., y Naderpour, H. (2020). Seismic fragility evaluation of FRP-retrofitted RC frames subjected to mainshock-aftershock records. *Structures*. 27, 950-961.
- Tavera, H., y Bernal, I. (2014). Re-evaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú. Lima, Perú.

ANEXOS N° 1
(DETALLES DEL MODELAMIENTO EN SAP 2000)

Figura 35. Definición de material (Concreto).

The image shows a software dialog box titled "Material Property Data" with a close button (X) in the top right corner. The dialog is organized into several sections:

- General Data:** Includes fields for "Material Name and Display Color" (set to "concreto 300 kg/cm2" with a blue color swatch), "Material Type" (set to "Concrete"), "Material Grade" (set to "f'c 4000 psi"), and "Material Notes" (with a "Modify/Show Notes..." button).
- Weight and Mass:** Includes "Weight per Unit Volume" (2400,) and "Mass per Unit Volume" (244,7319).
- Units:** A dropdown menu is set to "Kgf, m, C".
- Isotropic Property Data:** Includes "Modulus Of Elasticity, E" (2,535E+09), "Poisson, U" (0,2), "Coefficient Of Thermal Expansion, A" (9,900E-06), and "Shear Modulus, G" (1,056E+09).
- Other Properties For Concrete Materials:** Includes "Specified Concrete Compressive Strength, f'c" (3000000,) and "Expected Concrete Compressive Strength" (3000000,). There is an unchecked checkbox for "Lightweight Concrete" and a "Shear Strength Reduction Factor" field.
- Switch To Advanced Property Display:** An unchecked checkbox.

At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

Figura 36. Definición de secciones frame para modelamiento.

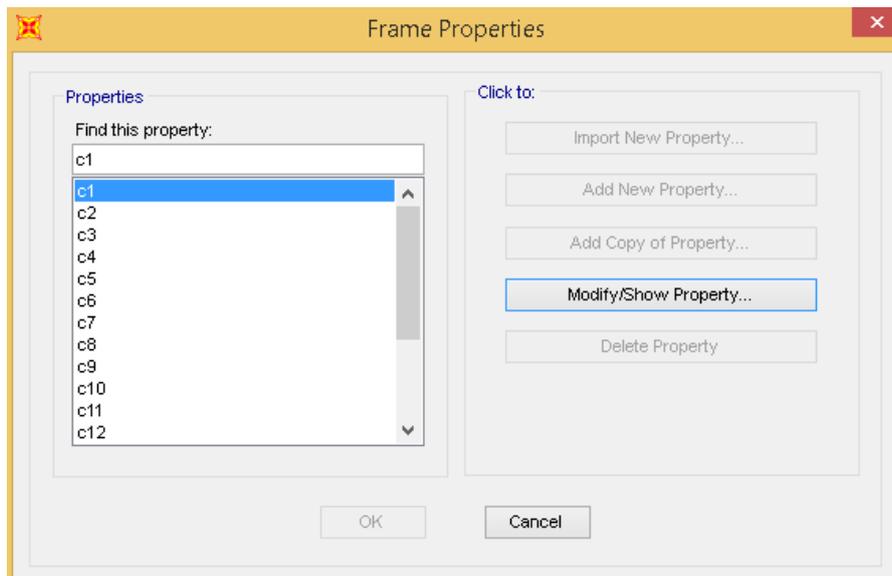


Figura 37. Definir secciones de columnas.

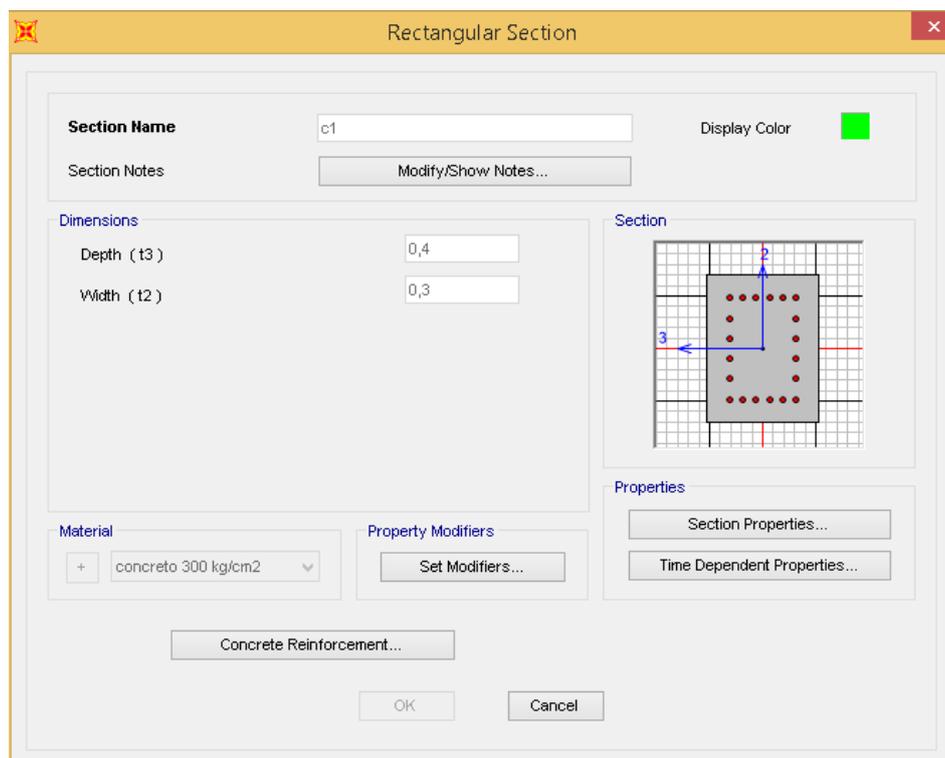


Figura 38. *Valores de rigidez para columnas.*

Property/Stiffness Modifiers for Analysis	
Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	0,4
Shear Area in 3 direction	0,4
Torsional Constant	0
Moment of Inertia about 2 axis	0,7
Moment of Inertia about 3 axis	0,7
Mass	1
Weight	1

Figura 39. *Definición de sección de vigas.*

Section Name v1 **Display Color** ■

Section Notes

Dimensions

Depth (t3) 0,4

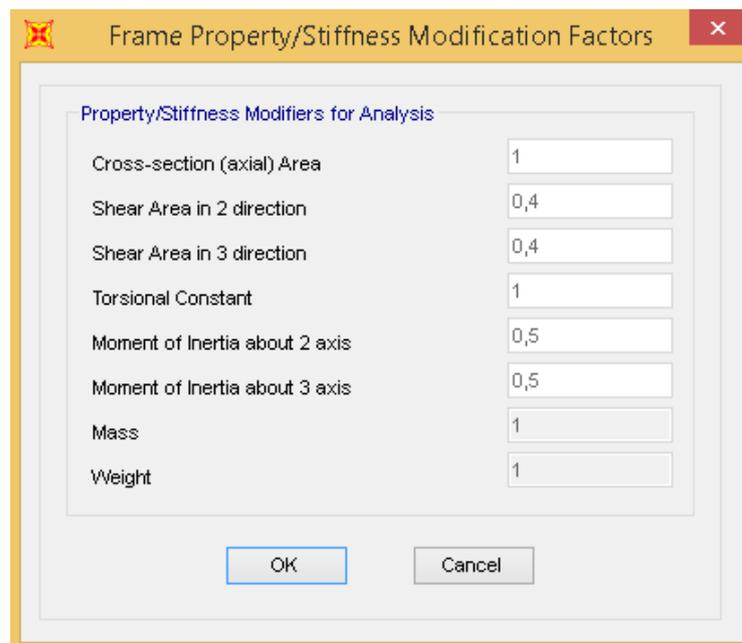
Width (t2) 0,3

Section

Properties

Material concreto 300 kg/cm2

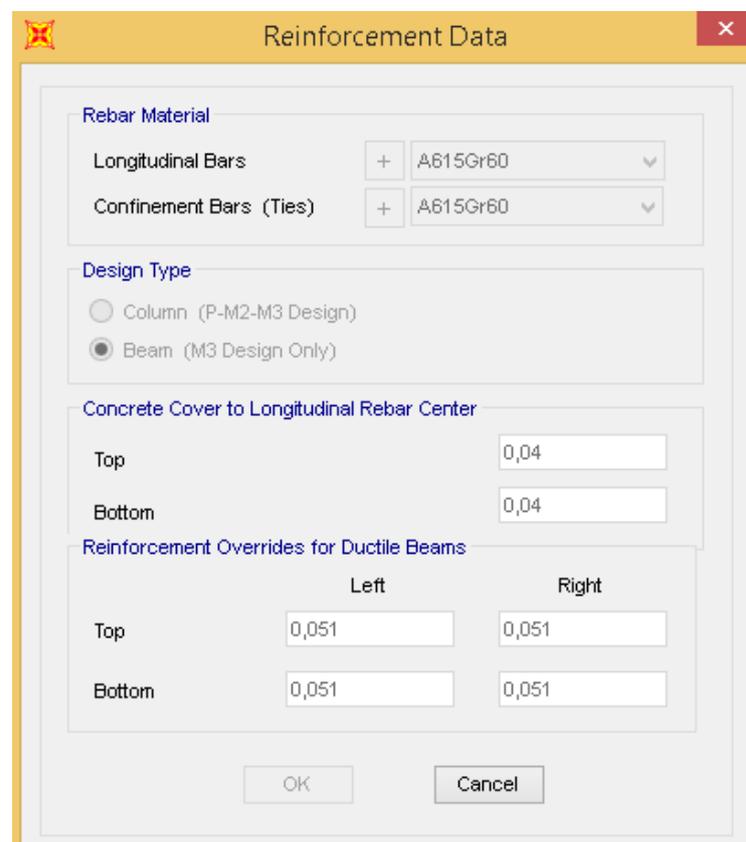
Figura 40. Asignación de valores de rigidez para vigas.



Property/Stiffness Modifiers for Analysis	
Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	0,4
Shear Area in 3 direction	0,4
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	0,5
Moment of Inertia about 3 axis	0,5
Mass	1
Weight	1

Buttons: OK, Cancel

Figura 41. Determinación de acero para vigas.



Reinforcement Data

Rebar Material

Longitudinal Bars	+	A615Gr60	▼
Confinement Bars (Ties)	+	A615Gr60	▼

Design Type

Column (P-M2-M3 Design)

Beam (M3 Design Only)

Concrete Cover to Longitudinal Rebar Center

Top	0,04
Bottom	0,04

Reinforcement Overrides for Ductile Beams

	Left	Right
Top	0,051	0,051
Bottom	0,051	0,051

Buttons: OK, Cancel

Figura 42. Definir Mass Source data.

Mass Source Data

Mass Source Name: masa

Mass Source

- Element Self Mass and Additional Mass
- Specified Load Patterns

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
DEAD	1,
DEAD	1,
carga viva	0,5
carga viva de techo	0,25

Buttons: Add, Modify, Delete, OK, Cancel

Figura 43. Asignar brazos rígidos.

Assign Frame End Length Offsets

Options for End Offset Along Length

- Automatic from Connectivity
- User Defined Lengths

Parameters

User Defined Length Offset at End-I: Auto

User Defined Length Offset at End-J: Auto

Rigid Zone Factor: 0,5

Buttons: Reset Form to Default Values, OK, Close, Apply

Figura 44. Definir diafragmas.

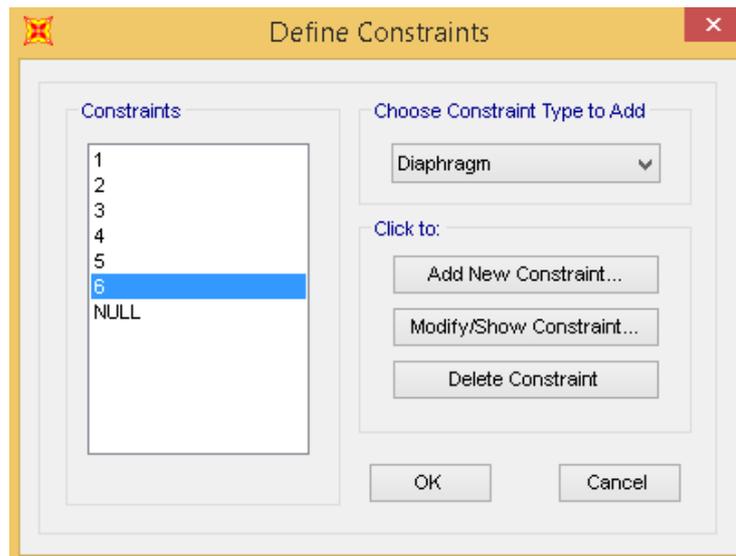


Figura 45. Definir diafragmas.

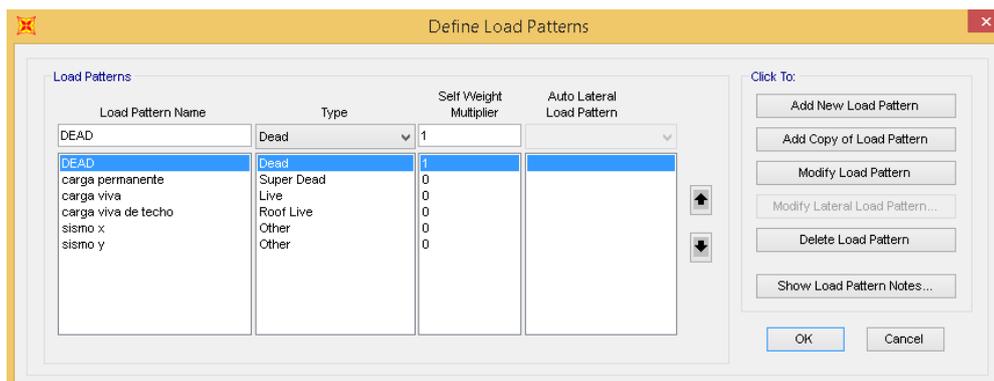


Figura 46. Definir Load Cases.

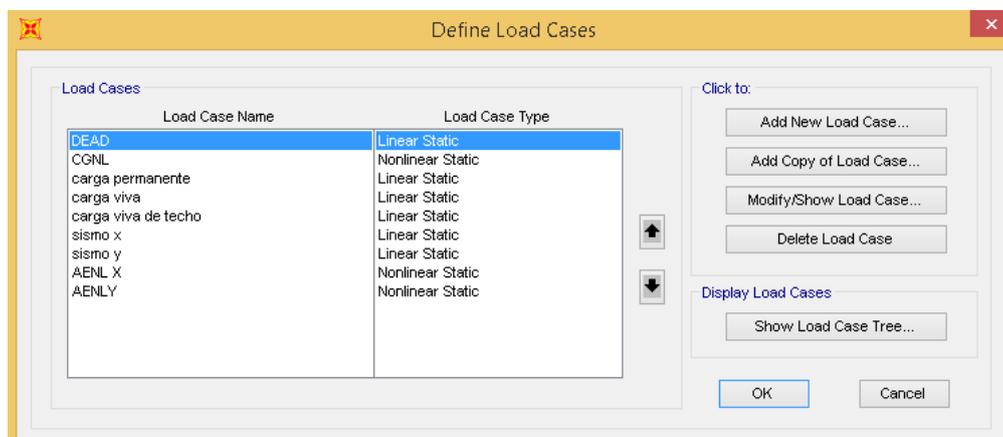


Figura 47. Definir la carga gravitacional no lineal.

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: CGNL [Set Def Name] [Modify/Show...]

Notes: [Modify/Show...]

Load Case Type: Static [Design...]

Initial Conditions:

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Nonlinear Case []

 Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Modal Load Case: All Modal Loads Applied Use Modes from Case []

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	DEAD	1,
Load Pattern	carga viva	1,
Load Pattern	carga viva de techo	1,

[Add] [Modify] [Delete]

Analysis Type:

- Linear
- Nonlinear

Geometric Nonlinearity Parameters:

- None
- P-Delta
- P-Delta plus Large Displacements

Mass Source: Previous []

Other Parameters:

- Load Application: Full Load [Modify/Show...]
- Results Saved: Final State Only [Modify/Show...]
- Nonlinear Parameters: Default [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Figura 48. Definir Análisis Estático No Lineal X.

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: AENL X [Set Def Name] [Modify/Show...]

Notes: [Modify/Show...]

Load Case Type: Static [Design...]

Initial Conditions:

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Nonlinear Case [CGNL]

 Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Modal Load Case: All Modal Loads Applied Use Modes from Case []

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	carga viva	1,
Load Pattern	carga viva	1,
Load Pattern	DEAD	1,
Load Pattern	carga viva de techo	1,

[Add] [Modify] [Delete]

Analysis Type:

- Linear
- Nonlinear

Geometric Nonlinearity Parameters:

- None
- P-Delta
- P-Delta plus Large Displacements

Mass Source: Previous []

Other Parameters:

- Load Application: Displ Control [Modify/Show...]
- Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]
- Nonlinear Parameters: Default [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Figura 49. Definir Analisis Estático No Lineal Y.

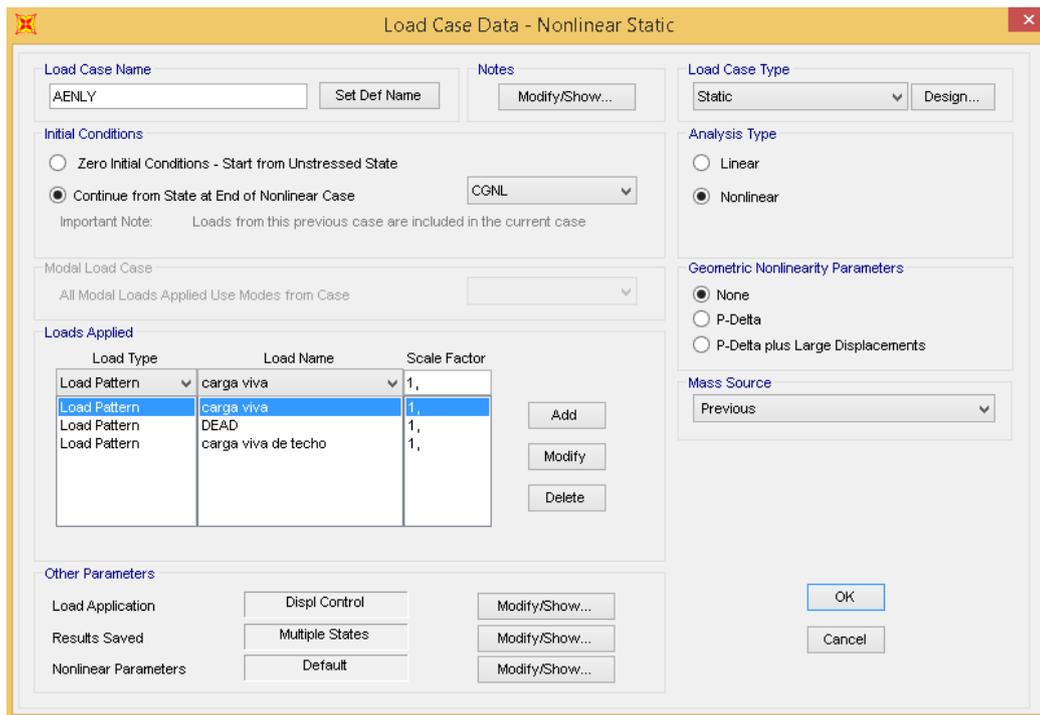


Figura 50. Definir combinaciones.

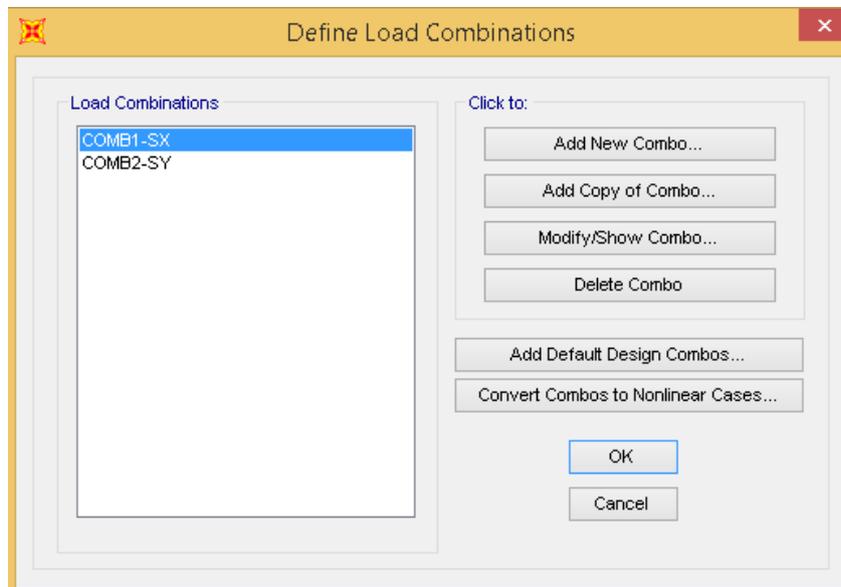


Figura 51. *Combinación para X.*

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
sismo x	Linear Static	5,

Figura 52. *Combinación para Y.*

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
sismo y	Linear Static	5,

Figura 53. Definir espectro de respuesta.

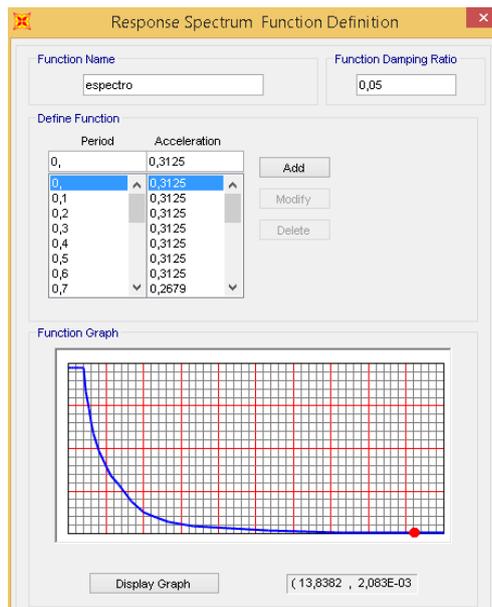


Figura 54. Definir parámetros ATC 40.

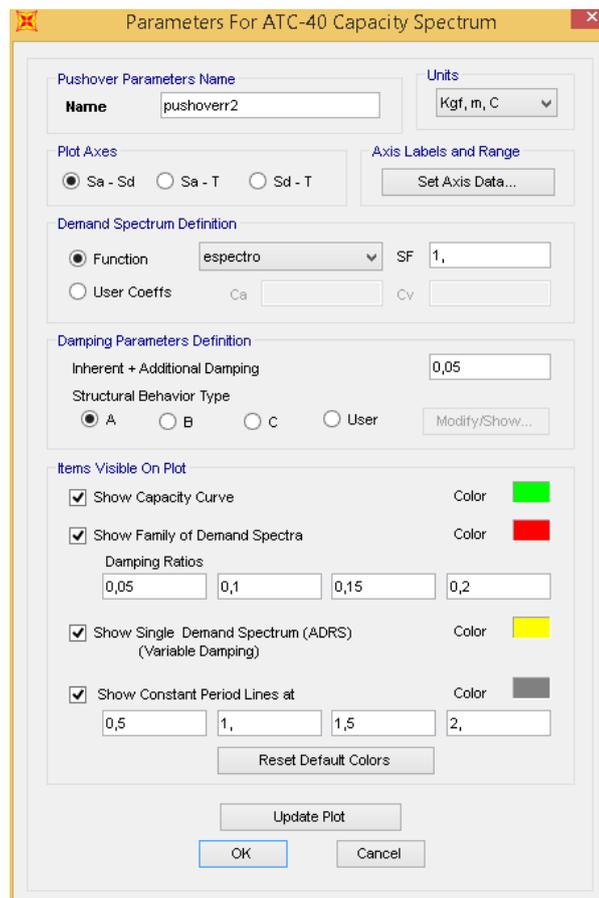


Figura 55. Definir rotulas plásticas para vigas.

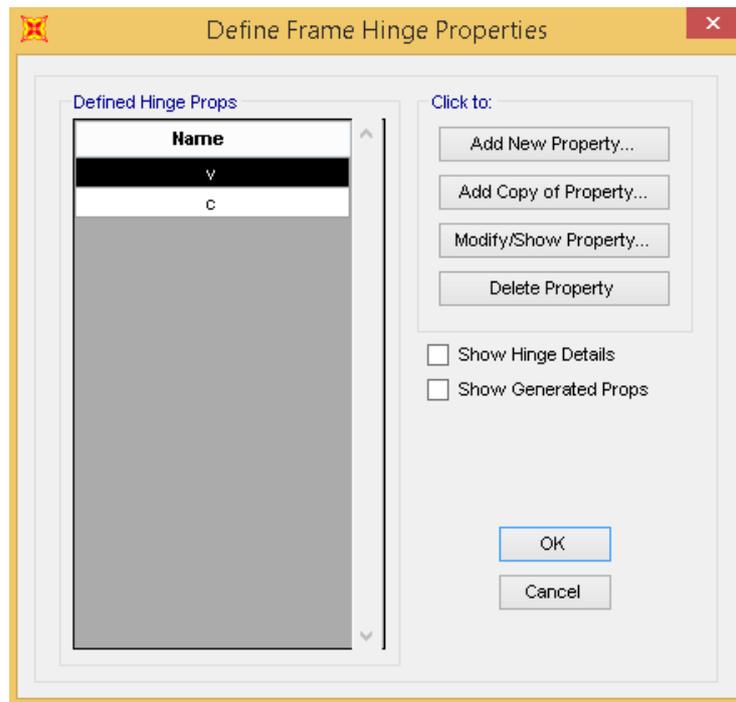


Figura 56. Asignar Momento M3 para vigas.

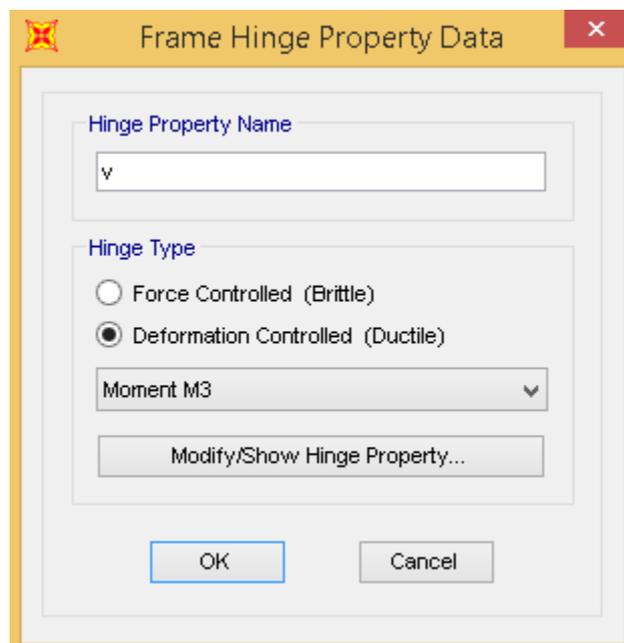


Figura 57. Definir rotulas plásticas para columnas.

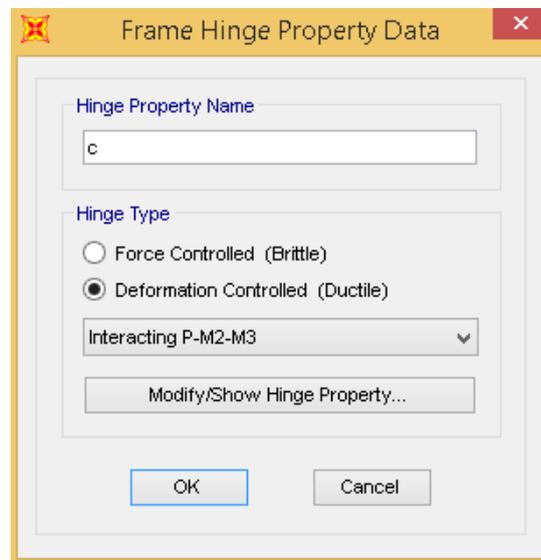


Figura 58. Análisis Estático No Lineal en X.

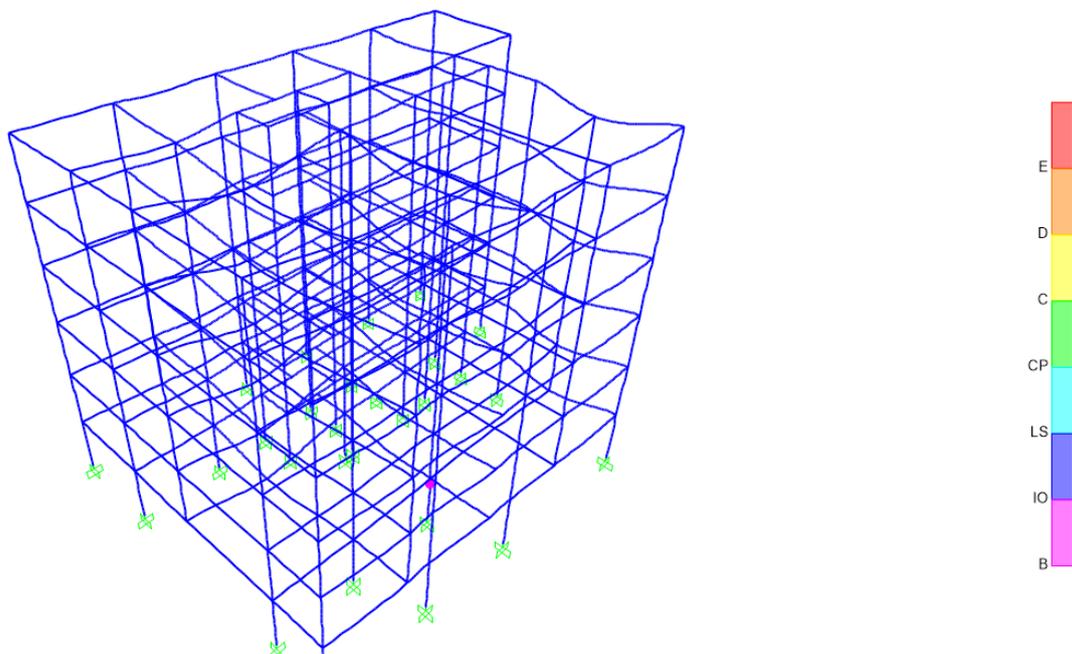
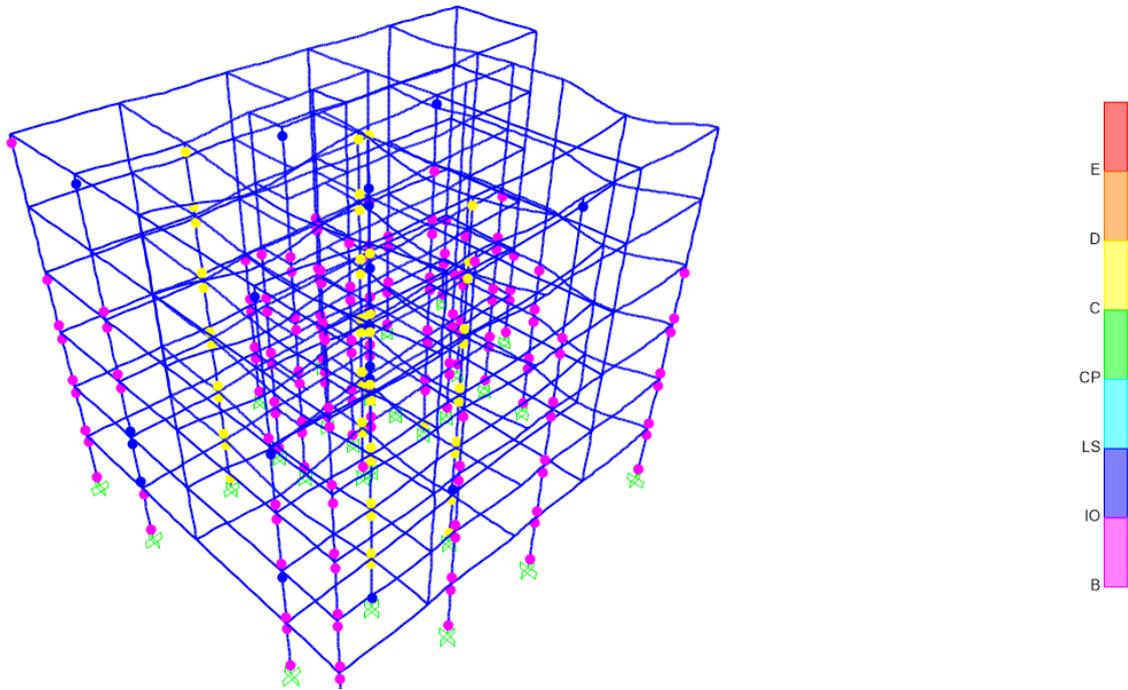


Figura 59. *Análisis Estático no Lineal en Y.*



ANEXOS 2
FOTOGRAFIAS DE INSPECCIÓN VISUAL

Figura 60. *Fotografía frontal de muro portante -Identificación de fisura en el sótano 2 de la clínica Limatambo II.*



Figura 61. *Fotografía frontal de Columna Corta en clínica Limatambo II.*



Se realizó la evaluación del falso cielo raso de dimensiones 0.60 x 0.60, compuesto por baldosas de fibra, suspendido por perfiles de aluminio en la mayoría de casos fijados a las paredes, largueros ensamblados a los perimetrales, y travesaños ensamblados. Se observa que existe evidencia de humedad y desprendimiento de algunas baldosas.

Figura 62. *Fotografía del estado de cielo raso clínica Limatambo I.*



En la evaluación se observó que los marcos de las mamparas se encuentran deteriorados, en otros casos se encuentran deformado, asimismo los marcos de las mamparas de vidrio no se encuentran asegurados, por lo que puede romperse un número importante de vidrios ante un evento sísmico.

Figura 63. *Fotografía frontal de las mamparas de vidrio*



En la evaluación se observó que los marcos de las puertas se encuentran deteriorados, en otros casos se encuentran deformado, los marcos de las mamparas de vidrio no se encuentran asegurados, por lo que puede romperse un número importante de vidrios ante un evento sísmico.

En la figura se observa una leve deformación en los marcos de las puertas lo cual podría causar que dichas puertas no se abran ante la ocurrencia de un evento sísmico.

Figura 64. *Fotografía frontal de las puertas de la clínica Limatambo I*



Nota: Se observa que las escaleras de la clínica Limatambo I presentan en su conformación madera la cual no se encuentra anclada correctamente al acero estructural donde recae, por lo cual representa un riesgo ya que ante la ocurrencia de un evento sísmico estas maderas se pueden salir de su lugar y provocar un accidente a las personas que laboran dentro de la clínica.

Figura 65. *Fotografía frontal de la escalera de acero y madera en la clínica Limatambo I.*



Nota: Se observa que la Clínica Limatambo II presenta escaleras de acero las cuales han sido improvisadas y no cumplen con el ancho para que una persona con carga pueda transitar, asimismo no se encuentran ancladas al concreto por lo que se hacen vulnerables ante un evento sísmico.

Figura 66. *Fotografía frontal de escalera de acero Clínica Limatambo II.*



Figura 67. *Fotografía frontal de las rampas de acceso con material madera y triplay.*



Nota: La Clínica Limatambo II presenta como accesos unas rampas las cuales han sido fabricadas con madera y triplay revestido con cerámica, lo cual representa un riesgo latente.

Figura 68. *Fotografía frontal de las cargas inadecuadas sobre Columnas.*



Nota: Se observa que sobre las columnas de concreto se han colocado antenas de altura considerable lo cual afecta con su movimiento ya que se encuentra anclada a la columna mediante placas de acero.

Figura 69. *Fotografía de la inspección de vigas.*



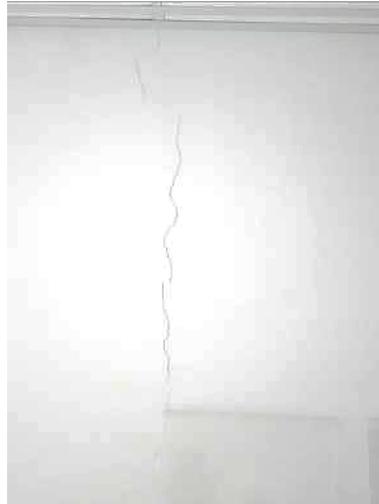
Nota: En la clínica Limatambo I se ha identificado una abertura de diámetro considerable en la viga lo cual se evaluará con el asesor para calificar con juicio de experto como afecta este defecto al comportamiento estructural de la edificación.

Figura 70. *Fotografía de la inspección de Ascensores y placas.*



Nota: Al inspeccionar los Ascensores y placas se han detectado fisuras de muros de los ascensores.

Figura 71. *Fotografía de la inspección de muros no estructurales.*

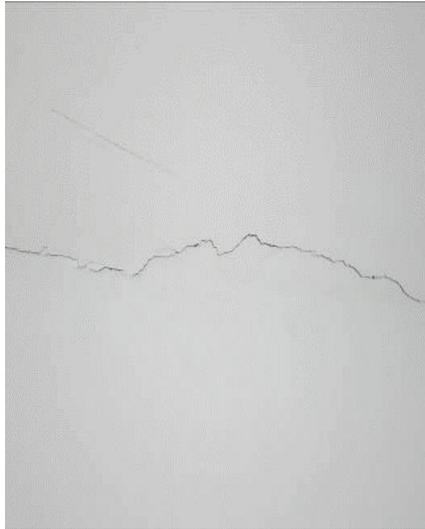


Nota: Al realizar la inspección de los muros se observa fisuras verticales en los mismos de diámetro considerable, los cuales hacen vulnerables a dichos componentes. Las fisuras en los muros no sólo se muestran en las partes centrales de los mismos sino también se han identificado fisuras esquineras de diámetro considerable.

Figura 72. *Fotografía frontal de la inspección de muros no estructurales.*



Figura 73. *Fotografía de la inspección de muros no estructurales.*



Nota: Asimismo, se observa fisuras horizontales en los muros las cuales han alcanzado un diámetro considerable.

Figura 74. *Inspección de techos.*



Nota: Al inspeccionar las losas de los techos se observan fisuras de diámetro muy considerable las cuales se manifiestan en grandes cantidades.

ANEXO 3
ENSAYO DE ESCLEROMETRÌA

Figura 75. Esclerómetro con sello de calibración vigente.



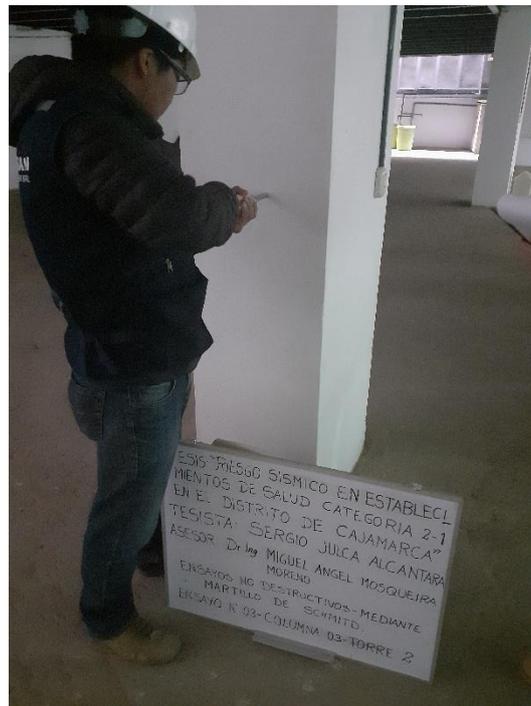
Fuente: Propia.

Figura 76. Ensayo en Viga peraltada de Torre 2.



Fuente: Propia.

Figura 77. *Ensayo en Columna de Torre 2.*



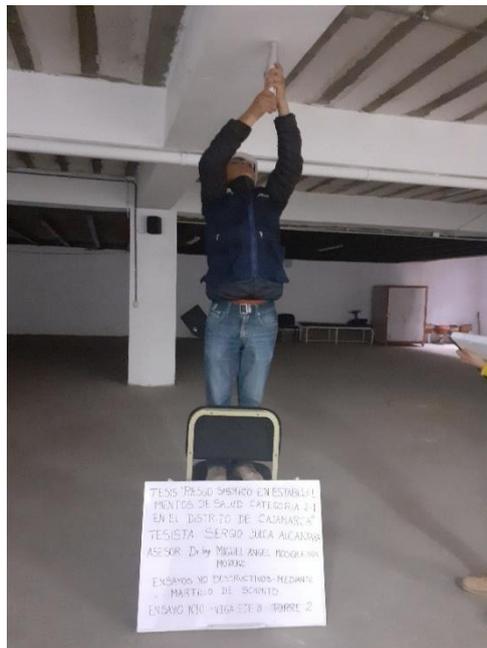
Fuente: Propia.

Figura 78. *Ensayo en Viga Peraltada de Torre 2.*



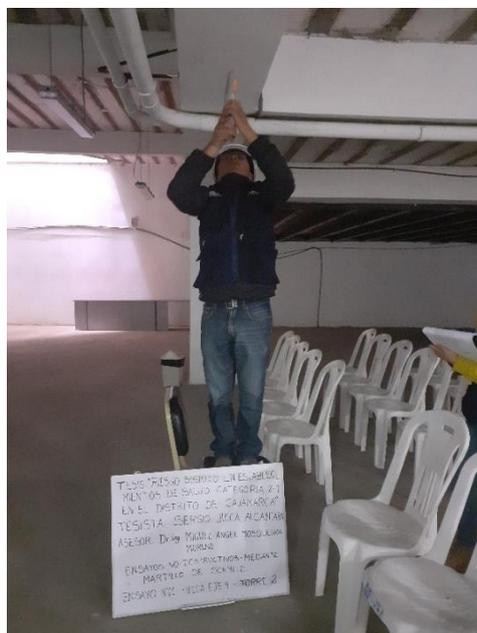
Fuente: Propia.

Figura 79. *Ensayo en Viga Peraltada de Torre 1.*



Fuente: Propia.

Figura 80. *Ensayo en Viga Peraltada de Torre 2.*



Fuente: Propia.