

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE
VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS SIN SUPERVISIÓN TÉCNICA
EN EL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2025”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. JEAN ROYER GINEZ GINEZ

Bach. ROBERTH GUEVARA CABRERA

TACNA – PERÚ

2025

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE
VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS SIN SUPERVISIÓN TÉCNICA
EN EL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2025”**

Tesis sustentada y aprobada el 20 de diciembre de 2025; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Mtra. DINA MARLENE COTRADO FLORES

SECRETARIO : Mtra. GLENDA MILAGROS LINAJA GARCIA

VOCAL : Mtro. GIANCARLOS JAVIER MACHACA FRÍAS

ASESOR : Mtro. EDGAR HIPOLITO CHAPARRO QUISPE

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Jean Royer Ginez Ginez y Roberth Guevara Cabrera, egresados, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 77132133 y 77039202 respectivamente, así como Edgar Hipolito Chaparro Quispe con DNI 40046616; declaramos en calidad de autores y asesor que:

1. Somos los autores de la tesis titulado: “*Evaluación del comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas sin supervisión técnica en el distrito de ciudad nueva, Tacna 2025*”, la cual presentamos para optar el *Título Profesional de Ingeniero Civil*.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la *tesis*, así como por los derechos asociados a la obra.

En consecuencia, nos comprometemos ante a *La Universidad* y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

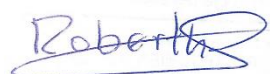
Tacna, 20 de diciembre de 2025



Jean Royer Ginez Ginez
DNI:77132133



Edgar Hipolito Chaparro Quispe
DNI:40046616



Roberth Guevara Cabrera
DNI: 77039202

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico con profundo cariño y gratitud a mis padres, Cecilia Ginez Ticona y Justo Ginez Salas, por su amor, sacrificio y apoyo incondicional a lo largo de todo mi proceso de formación académica.

A mis hermanos, quienes, con su apoyo constante y sus palabras de ánimo, hicieron posible la conclusión de mi formación académica y la finalización de esta investigación.

Jean Royer Ginez Ginez

DEDICATORIA

A mi madre, Cecilia Cabrera Aquino, y a mi padre, Edgar Guevara Chino, por su apoyo incondicional, así como por ser ejemplos de superación y perseverancia a lo largo de mi vida.

A mi hermana, Nérida Guevara Cabrera, por su constante apoyo y palabras de aliento durante las distintas etapas de este trabajo de investigación.

Roberth Guevara Cabrera

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por iluminar mi camino y ser mi sustento en los momentos más complicados.

A mis padres, por su apoyo constante e incondicional a lo largo de mi formación. Asimismo, a la Universidad Privada de Tacna, por proporcionarme las bases académicas que han contribuido a mi desarrollo profesional durante mi vida universitaria.

Jean Royer Ginez Ginez

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mi familia, porque sin su apoyo constante no habría sido posible llegar a este punto de mi vida. En los momentos buenos y difíciles, durante largas jornadas de esfuerzo, fueron mi principal motivación para seguir adelante y lograr la culminación de esta tesis.

Asimismo, expreso mi sincero agradecimiento a los docentes y asesores, quienes con sus conocimientos, orientación y experiencia contribuyeron significativamente a mi formación académica.

de manera especial, agradezco a Dios por poner en mi camino a las personas correctas en el momento oportuno, entre amigos y docentes, durante mi etapa de pregrado y en el desarrollo de este trabajo de investigación

Roberth Guevara Cabrera

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Justificación e importancia.....	3
1.3.1. Desde el punto de vista científico	3
1.3.2. Desde el punto de vista social	4
1.3.3. Desde el punto de vista económico	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	5
1.5.1. Hipótesis general.....	5
1.5.2. Hipótesis específicas	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes de la investigación.....	6
2.1.1. Antecedentes locales.....	6
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	7
2.1.3. Antecedentes internacionales.....	8

2.2.	Bases teóricas	9
2.2.1.	Filosofía y principios del diseño sismorresistente.....	9
2.2.2.	Microzonificación sísmica	10
2.2.3.	Microzonificación para la zona 4, distrito de ciudad nueva – Tacna.....	13
2.2.4.	Acumulación de energía sísmica	14
2.2.5.	Estructuras de concreto armado	15
2.2.6.	Análisis dinámico modal espectral	16
2.2.7.	Modos de vibración.....	16
2.2.8.	Aceleración espectral	17
2.2.9.	Periodo fundamental de vibración.....	17
2.2.10.	Comportamiento sísmico	18
2.2.11.	Sismo	18
2.2.12.	Vulnerabilidad sísmica	20
2.2.13.	Riesgo sísmico	20
2.2.14.	Métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica.....	21
2.2.15.	Ensayo no destructivo	22
2.2.16.	Tipología estructural	25
2.2.17.	Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes	25
2.2.18.	Desplazamientos laterales relativos o derivadas de entrepiso	25
2.2.19.	Viviendas autoconstruidas	26
2.2.20.	Factores de vulnerabilidad y riesgo sísmico en viviendas autoconstruidas.	27
2.3.	Definición de términos	28
2.3.1.	Comportamiento sísmico	28
2.3.2.	Riesgo sísmico	28
2.3.3.	Viviendas autoconstruidas	28
2.3.4.	Supervisión técnica en edificaciones	29
2.3.5.	Sismos.....	29
2.3.6.	Subducción.....	29
2.3.7.	Concreto armado	29
2.3.8.	Albañilería confinada	30
2.3.9.	Esclerómetro	30
2.3.10.	Capacidad portante	30
2.3.11.	Análisis estructural.....	30
2.3.12.	Diseño sismorresistente.....	30
2.3.13.	Estructura de concreto armado.....	31
2.3.14.	Periodo fundamental de vibración.....	31
2.3.15.	Ensayos no destructivos	31

2.3.16. Factor de zona (Z)	32
2.3.17. Deriva máxima.....	32
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	33
3.1. Diseño de la investigación	33
3.2. Acciones y actividades.....	33
3.3. Materiales e instrumentos.....	33
3.3.1. Equipos	34
3.3.2. Materiales	34
3.4. Población y muestra de estudio	34
3.4.1. Población.....	34
3.4.2. muestra	34
3.5. Operacionalización de variables	34
3.6. Procesamiento y análisis de datos.....	36
3.6.1. Recolección de información de la visita a campo.....	36
3.6.2. Ubicación de las viviendas.....	40
3.6.3. Características de las viviendas.....	41
3.6.4. Ensayo no destructivo (esclerometría).....	44
3.6.5. Análisis estructural de la vivienda N°01	50
3.6.6. Análisis estructural de la vivienda N°02	61
3.6.7. Análisis estructural de la vivienda N°03	73
3.6.8. Análisis estructural de la vivienda N°04	86
3.6.9. Índice de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini	99
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	119
4.1. Respuesta dinámica de las viviendas por el proceso de autoconstrucción	119
4.2. Respuesta de las viviendas ante cargas sísmicas.	119
4.2.1. Respuesta dinámica de la vivienda número 1	119
4.2.2. Respuesta dinámica de la vivienda número 2.....	120
4.2.3. Respuesta dinámica de la vivienda número 3.....	121
4.2.4. Respuesta dinámica de la vivienda número 4.....	121
4.3. Vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas	122
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	123
5.1. Hipótesis general.....	123
5.1.1. Contestación a la hipótesis general	123
5.2. Hipótesis específicas 1	123
5.2.1. Contestación a la hipótesis específica 1	123
5.3. Hipótesis específica 2.....	124

5.3.1. Contestación a la hipótesis específica 2	124
5.4. Hipótesis específica 3	124
5.4.1. Contestación a la hipótesis específica	124
CONCLUSIONES	125
RECOMENDACIONES	126
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
ANEXOS	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de zona.....	12
Tabla 2. Zonificación sísmica de la región de tacna	13
Tabla 3. Sistemas constructivo de concreto armado	15
Tabla 4. Adaptación del método de benedetti – petrini con la normativa peruana	22
Tabla 5. Derivas de entrepiso permisibles	26
Tabla 6. Operacionalización de variables de investigación.....	35
Tabla 7. Resultados de ensayos de dureza superficial en columnas de la vivienda N°01	45
Tabla 8. Resultados de ensayos de dureza superficial en columnas de la vivienda N° 02	46
Tabla 9. Resultados de ensayos de dureza superficial en columnas de la vivienda N°03	47
Tabla 10. Resultados de ensayos de dureza superficial en columnas de la vivienda N°04	49
Tabla 11. Resistencia promedio del concreto por vivienda	50
Tabla 12. Tipos de columnas en la vivienda N°1	51
Tabla 13. Tipos de vigas en la vivienda N°1	51
Tabla 14. Periodo fundamental de vibración y masas participativas de la vivienda N°01	52
Tabla 15. Peso sísmico de la vivienda N°01.....	53
Tabla 16. Parámetros sísmicos de la vivienda N°01.....	54
Tabla 17. Resultados de la cortante en la base de la vivienda N°01	54
Tabla 18. Evaluación de la presencia de irregularidad de rigidez en la dirección X, de la vivienda número 01	55
Tabla 19. Evaluación de la presencia de irregularidad de rigidez en la dirección Y. de la vivienda número 01	55
Tabla 20. Comprobación por piso débil en el sentido X, de la vivienda N°01	56

Tabla 21. Comprobación por piso débil en el sentido Y, de la vivienda N°01	56
Tabla 22. Comprobación de irregularidad de masa o peso en la vivienda N°01	56
Tabla 23. Comprobación de irregularidad torsional de la vivienda N°01	57
Tabla 25. Verificación de derivas en el sentido X en la vivienda N°01	60
Tabla 26. verificación de derivas en el sentido Y en la vivienda N°01	60
Tabla 27. Fuerza cortante en la base en los sentidos x-y de la vivienda N°01	61
Tabla 28. Tipo de columnas en la vivienda N°02.....	61
Tabla 29. Tipo de Vigas en la vivienda N°02	62
Tabla 30. Periodo fundamental de vibración y masas participativas de la vivienda N°02	63
Tabla 31. Peso sísmico de la vivienda N°02.....	63
Tabla 32. Parámetros sísmicos de la vivienda N°02.....	65
Tabla 33. Resultados de la fuerza cortante basal en la vivienda N°02	65
Tabla 34. Resultados de la fuerza cortante estático de la vivienda N°02.....	65
Tabla 35. Comprobación de irregularidad de rigidez en X de la vivienda N°02.....	66
Tabla 36. Verificación de irregularidad de rigidez en Y de la vivienda N°02	66
Tabla 37. Comprobación de irregularidad de resistencia en X de la vivienda N°02	67
Tabla 38. Verificación de irregularidad de resistencia en Y de la vivienda N°02	67
Tabla 39. Verificación de irregularidad de masa o peso en la vivienda N°02	67
Tabla 40. Verificación de irregularidad torsional extrema en x de la vivienda N°02	69
Tabla 41. Verificación de irregularidad torsional extrema en Y de la vivienda N°02.....	69
Tabla 42. Verificación de derivas en el sentido X de la vivienda N°02.....	71
Tabla 43. Verificación de derivas en el sentido y de la vivienda N°02	72
Tabla 44. Fuerza cortante en la base en los sentidos x-y de la vivienda N°02	72
Tabla 45. Tipo de columnas en la vivienda N°03.....	73
Tabla 46. Tipo de vigas en la vivienda N°03.....	73
Tabla 47. Periodo fundamental de vibración y masas participativas de la vivienda N°03	75

Tabla 48. Peso sísmico de la vivienda N°03.....	75
Tabla 49. Parámetros sísmicos de la vivienda N°03.....	77
Tabla 50. fuerza cortante de entre piso de la vivienda N°03.....	77
Tabla 51. Resultados de la fuerza cortante basal de la vivienda N°03	77
Tabla 52. Comprobación de irregularidad de rigidez en X de la vivienda N°03.....	78
Tabla 53. Comprobación de irregularidad de rigidez en Y de la vivienda N°03.....	78
Tabla 54. Comprobación de irregularidad de resistencia en X de la vivienda N°03	79
Tabla 55. Comprobación de irregularidad de resistencia en Y de la vivienda N°03	79
Tabla 56. Comprobación de irregularidad de masa o peso de la vivienda N°03	79
Tabla 57. Verificación de Irregularidad torsional extrema en la vivienda N°03.....	81
Tabla 58. Verificación por esquinas entrantes en X de la vivienda N°03	82
Tabla 59. Verificación por esquinas entrantes en Y de la vivienda N°03	82
Tabla 60. Comprobación de irregularidad por discontinuidad de diafragma de la vivienda N°03.....	83
Tabla 61. Verificación de derivas en el sentido X de la vivienda N°03	85
Tabla 62. Verificación de derivas en el sentido Y de la vivienda N°03	85
Tabla 63. Fuerza cortante en la base en los sentidos x-y de la vivienda N°03	86
Tabla 64. Tipo de columnas de la vivienda N°04.....	87
Tabla 65. Tipo de vigas de la vivienda N°04.....	87
Tabla 66. Periodo fundamental de vibración y masas participativas de la vivienda N°04	88
Tabla 67. Peso sísmico de la vivienda N°04.....	88
Tabla 68. Parámetros sísmicos de la vivienda N°04.....	89
Tabla 69. Cortante de entre piso de la vivienda N°04.....	90
Tabla 70. Cortante estático en la base de la vivienda N°04.....	90
Tabla 71. Comprobación de irregularidad por piso blando en X de la vivienda N°04 ...	91
Tabla 72. Comprobación de irregularidad por piso blando en Y de la vivienda N°04 ...	91
Tabla 73. Comprobación de irregularidad por piso débil en X de la vivienda N°04	91

Tabla 74. Comprobación de irregularidad por piso débil en Y de la vivienda N°04	92
Tabla 75. Comprobación de irregularidad de masa o peso en la vivienda N°04	92
Tabla 76. Comprobación de irregularidad torsional extrema en el sentido X de la vivienda N°04.....	94
Tabla 77. Comprobación de irregularidad torsional extrema en el sentido Y de la vivienda N°04.....	94
Tabla 78. Verificación de irregularidad por esquina entrante en la vivienda N°04 sentido X	95
Tabla 79. Verificación de irregularidad por esquina entrante en la vivienda N°04 sentido Y	95
Tabla 80. Verificación de irregularidad por discontinuidad de diafragma en la vivienda N°04.....	96
Tabla 81. Verificación de derivas en el sentido X de la vivienda N°04	98
Tabla 82. Verificación de derivas en el sentido Y de la vivienda N°04	98
Tabla 83. Cortante dinámica en x-y de la vivienda N°04	99
Tabla 84. Cortante máximo admisible en muros de albañilería.....	104
Tabla 85. Parámetros sísmicos de la vivienda N°03 en el sentido X	106
Tabla 86. Resultados de la clasificación de parámetros de la vivienda N°03.....	116
Tabla 87. Categorización del Índice de vulnerabilidad sísmica.....	117
Tabla 88. Nivel de vulnerabilidad de las viviendas estudiadas del distrito de ciudad Nueva.....	117
Tabla 89. Porcentaje del nivel de vulnerabilidad de las viviendas estudiadas en el distrito de Ciudad Nueva.	118
Tabla 90. Verificación de la deriva máxima de entrepiso vivienda N°1	120
Tabla 91. Verificación de la deriva máxima de entrepiso vivienda N°2	120
Tabla 92. Verificación de la deriva máxima de entrepiso vivienda N°3	121
Tabla 93. Verificación de la deriva máxima de entrepiso vivienda N°4	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Microzonificación sísmica	12
Figura 2. Posición del epicentro y del hipocentro	19
Figura 3. Ensayo de esclerometría.....	24
Figura 4. Plano de aligerado de la vivienda N°01	36
Figura 5. Plano de aligerado de la vivienda N°02	37
Figura 6. Plano de aligerado de la vivienda N°03	38
Figura 7. Plano de aligerado de la vivienda N°04	39
Figura 8. Ubicación de la vivienda 01	40
Figura 9. Ubicación de la vivienda 02	40
Figura 10. Ubicación de la vivienda 03	41
Figura 11. Ubicación de la vivienda 04	41
Figura 12. Vivienda 01 - distrito de ciudad nueva.	42
Figura 13. Vivienda 02 - distrito de ciudad nueva.	42
Figura 14. Vivienda 03 - distrito de ciudad nueva.	43
Figura 15. Vivienda 04 - distrito de ciudad nueva.	43
Figura 16. Ensayo esclerométrico aplicado en las columnas de la vivienda número 01	44
Figura 17. Ensayo esclerométrico aplicado en las columnas de la vivienda número 02	45
Figura 18. Ensayo esclerométrico aplicado en las columnas de la vivienda número 03	47
Figura 19. Ensayo esclerométrico aplicado en las columnas de la vivienda número 04	48
Figura 20. Resistencia promedio del concreto por vivienda (kg/cm ²).....	50
Figura 21. Representación tridimensional de la vivienda número 01.	53
Figura 22. Gráfica de aceleraciones en la dirección X para la edificación N°01.....	59
Figura 23. Gráfica de aceleraciones en la dirección Y para la edificación N°01.....	59

Figura 24. Representación tridimensional de la vivienda número 02	64
Figura 25. Espectro de aceleraciones en el sentido X de la vivienda N°02.....	70
Figura 26. Espectro de aceleraciones en el sentido Y de la vivienda N°02.....	71
Figura 27. Vista tridimensional de la vivienda N°03.....	76
Figura 28. Verificación de irregularidad de geometría vertical de la vivienda N°03.....	80
Figura 29. Espectro de aceleraciones en el sentido X de la vivienda N°03.....	84
Figura 30. Espectro de aceleraciones en el sentido Y de la vivienda N°03.....	84
Figura 31. Modelo 3d de la vivienda N°04	89
Figura 32. Verificación de irregularidad por geometría vertical en la vivienda N°04.....	93
Figura 33. Espectro de aceleraciones en el sentido X en la vivienda N°04.....	97
Figura 34. Espectro de aceleraciones en el sentido Y en la vivienda N°04.....	97
Figura 35. Ficha de evaluación método Benedetti - petrini	100
Figura 36. Determinación del primer parámetro	101
Figura 37. Determinación del segundo parámetro.....	102
Figura 38. Determinación del tercer parámetro	103
Figura 39. Clasificación del parámetro 4	107
Figura 40. Clasificación del parámetro 5	108
Figura 41. Clasificación del parámetro 6	109
Figura 42. Clasificación del parámetro 7	111
Figura 43. Determinación del parámetro 8	112
Figura 44. Clasificación del parámetro 9	113
Figura 45. Clasificación del parámetro 10	114
Figura 46. Clasificación del parámetro 11	115

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	131
Anexo 2. Fichas de Evaluación método Benedetti vivienda N°01.....	132
Anexo 3. Fichas de Evaluación método Benedetti vivienda N°02.....	133
Anexo 4. Fichas de Evaluación método Benedetti vivienda N°03.....	134
Anexo 5. Fichas de Evaluación método Benedetti vivienda N°04.....	135
Anexo 6. Planos de las viviendas.....	136

RESUMEN

Esta indagación evalúa la Vulnerabilidad sísmica de inmuebles autoconstruidos carentes de supervisión técnica en el distrito de Ciudad Nueva. Se utilizó tanto el análisis estructural mediante el programa para ingeniería ETABS V 2020.3.0, como el Coeficiente de vulnerabilidad Estandarizada, conforme al modelo de Benedetti–Petrini, con el propósito de evaluar el comportamiento mecano estructural de las construcciones estudiadas. Los resultados, por la carencia de fundamentos ingenieriles, criterios técnicos, planos y acompañamiento profesional durante la construcción de las edificaciones muestran el comportamiento sísmico inadecuado, plasmándose en desplazamientos laterales elevados, presencia de irregularidades, además de altos niveles de vulnerabilidad. Se concluye que la práctica autoconstructiva sin control profesional incrementa de manera significativa las probabilidades de daño o colapso frente a un sismo de gran magnitud, recomendándose una supervisión técnica rigurosa, mayor capacitación en construcción segura y el cumplimiento estricto de la norma Técnica E.030, 2018 Diseño sismorresistente, de esta manera disminuir el riesgo de colapso, además de fortalecer la resistencia estructural de las viviendas.

Palabras clave: evaluación estructural; vulnerabilidad sísmica; esclerometría.

ABSTRACT

This inquiry evaluates the seismic vulnerability of self-built dwellings lacking technical supervision in the district of Ciudad Nueva. Both structural analysis using the engineering software ETABS V 2020.3.0 and the Standardized Vulnerability Coefficient, based on the Benedetti–Petrini model, were employed to assess the mechanical–structural behavior of the buildings studied. The results show inadequate seismic performance—manifested in high lateral displacements, the presence of irregularities, and elevated vulnerability levels—due to the absence of engineering principles, technical criteria, drawings, and professional oversight during construction. It is concluded that self-construction practices without professional control significantly increase the likelihood of damage or collapse in the event of a major earthquake. Therefore, rigorous technical supervision, greater training in safe construction practices, and strict compliance with the Technical Standard E.030 (2018), Seismic Design, are recommended to reduce the risk of collapse and to strengthen the structural resistance of the dwellings.

Keywords: structural assessment; seismic vulnerability; sclerometrics.

INTRODUCCIÓN

La sismicidad representa una de las amenazas predominantes para los núcleos urbanos emplazados en zonas de elevada peligrosidad, como acontece en el distrito de Ciudad Nueva. En este contexto, la mayoría de las viviendas han sido construidas por autogestión de sus propietarios, sin supervisión técnica ni asesoría profesional. Esta modalidad de autoconstrucción conlleva múltiples deficiencias estructurales, desde la ausencia de planos y especificaciones hasta el uso inadecuado de materiales y técnicas constructivas empíricas. La falta de control y supervisión incrementa significativamente la vulnerabilidad de estas edificaciones frente a eventos sísmicos de gran magnitud.

La presente indagación emerge ante la imperiosa necesidad de evaluar el desempeño sísmico de las viviendas autoconstruidas en Ciudad Nueva, con el propósito de detectar sus principales fragilidades estructurales y cuantificar sus niveles de vulnerabilidad. Asimismo, el estudio se orienta a generar información relevante que sirva de base para delinear futuras intervenciones, recomendaciones técnicas y directrices de política pública enfocadas en mitigar el riesgo sísmico y salvaguardar la integridad de la vida humana.

La presente investigación se encuentra organizada en varios capítulos. En el Capítulo I se expone el planteamiento del problema, así como la formulación de los objetivos e hipótesis que orientan el desarrollo de la investigación. El Capítulo II aborda los antecedentes vinculados con la investigación, el sustento teórico y la definición de los principales términos empleados. En el Capítulo III se describen los aspectos metodológicos, precisando el tipo y diseño de investigación, las técnicas e instrumentos utilizados, así como los procedimientos y métodos de análisis aplicados para la elaboración de la tesis. En el Capítulo IV se presentan los resultados obtenidos, los cuales se muestran mediante cuadros resumen acompañados de su respectiva interpretación. El Capítulo V está dedicado a la discusión de los resultados alcanzados. Finalmente, se exponen las conclusiones y recomendaciones del estudio, seguidas de las referencias bibliográficas y los anexos correspondientes

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

El Perú se sitúa dentro de una de las franjas tectónicas de mayor hiperactividad sísmica a nivel planetario, al integrarse al denominado Cinturón del fuego del pacífico. En esta macrozona se disipa más del 85 % del total energético sísmico acumulado, fenómeno directamente correlacionado con la fricción persistente entre placas litosféricas. Específicamente, el proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana origina una dinámica sísmico-volcánica particularmente intensa, constituyendo un atributo geodinámico singular del territorio nacional (Tavera, 2025).

El Distrito de Ciudad Nueva se encuentra en una zona de alta sismicidad, por lo que existe el peligro sísmico. A este contexto se adicionan las propiedades geotécnicas del terreno, conformado por estratos volcánicos de granulometría arenosa y limosa, con baja capacidad portante, fluctuando entre 0,25 y 1,00 kg/cm², la topografía del área está definida por hectáreas planas y urbanizadas de manera uniforme, la topografía inclinada en las principales colinas de Infiorko. Por lo tanto, el nivel de peligro sísmico es alto (Chura, 2019).

La vulnerabilidad Sísmica de las viviendas en las zonas principales del distrito de ciudad nueva. según los parámetros evaluados, en las viviendas ubicadas por el centro urbano, en su mayoría los muros de las viviendas en un 94 % son de bloqueta artesanal, el 6 % de ladrillo, Las viviendas que cuentan elementos de confinamiento columnas y vigas es del 88 %, el 12 % no cuenta con elementos de confinamiento, además los materiales de construcción son de calidad regular. Asimismo, la modalidad de construcción es por autoconstrucción lo cual es el 100 %, las construcciones tienen una 18 de antigüedad; las viviendas ubicadas en las laderas del cerro Intiorko, tuvo como resultado que el 74 % de los muros son de bloqueta artesanal , el 13 % es de ladrillo, el 67 % de las viviendas en esta zona cuentan con elementos de refuerzo columnas y vigas, el 33 % sin elementos de concreto armado, las calidad de los materiales se obtuvo que es regular, la modalidad de construcción es por autoconstrucción en 100 %, el 80 % de viviendas tiene una conservación buena, el 20 % malo (Chura, 2019).

La ciudad de Tacna evidencia un crecimiento urbano acelerado, acompañado de una fuerte demanda de construcción de viviendas. Esta necesidad, combinada con factores económicos y sociales, ha impulsado la proliferación de edificaciones sin

supervisión técnica, particularmente en el distrito de Ciudad Nueva. Muchas de estas viviendas han sido levantadas por los propios dueños o por albañiles empíricos, sin conocimientos técnicos ni formación especializada.

Considerando la proximidad de Tacna al sector de subducción donde interactúan las placas de Nazca y Sudamericana, la edificación de viviendas sin supervisión técnica ni configuración estructural idónea representa una contingencia de magnitud crítica. Bajo este escenario resulta fundamental evaluar la vulnerabilidad estructural de las edificaciones y fomentar medidas de prevención que contribuyan a reducir el impacto de los posibles eventos sísmicos en la ciudad.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el comportamiento sísmico de las viviendas autoconstruidas sin supervisión técnica en el distrito de Ciudad Nueva, Tacna 2025?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cómo influye el proceso de autoconstrucción en la respuesta dinámica de las viviendas del distrito de Ciudad Nueva, Tacna 2025?
- b. ¿Cuál es la relación entre las características constructivas y la respuesta ante cargas sísmicas de las viviendas autoconstruidas en el distrito de ciudad nueva, Tacna 2025?
- c. ¿Cuál es el impacto del proceso de autoconstrucción y las características constructivas en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en el distrito de ciudad nueva, Tacna 2025?

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Desde el punto de vista científico

La investigación procura proporcionar el saber técnico especializado respecto al comportamiento estructural ante sollicitaciones sísmicas de inmuebles erigidos sin asesoría profesional en el distrito de Ciudad Nueva Tacna. el cual permitirá identificar las principales deficiencias estructurales de estas edificaciones y estimar su vulnerabilidad frente a sismos, generando información relevante para futuras investigaciones o estrategias de intervención, fortaleciendo el enfoque científico en ingeniería sísmica y construcción informal.

1.3.2. Desde el punto de vista social

El estudio tiene un alto impacto social, ya que busca contribuir a la seguridad y bienestar de las familias que habitan las viviendas informales del distrito de Ciudad nueva. Al identificar riesgos estructurales, se pretende reducir la vulnerabilidad de estas poblaciones frente a desastres sísmicos. Además, promueve una mayor concientización sobre la importancia de la construcción segura y el cumplimiento de normas técnicas, fortaleciendo la cultura de prevención en zonas urbanas vulnerables.

1.3.3. Desde el punto de vista económico

Esta investigación coadyuva a la disminución de gastos asociados a desastres sísmicos mediante la prevención, en el impacto que los daños estructurales causados por los sismos generan en la economía familiar. la valoración crítica del fenómeno autoconstructivo favorece la disminución de detrimentos patrimoniales, sensibilizando sobre los elevados costes que implican la reconstrucción, la rehabilitación y la paralización de actividades productivas post-evento sísmico. Adicionalmente, se impulsa la edificación segura y el cumplimiento normativa, reduciendo así la dependencia de auxilios estatales y promoviendo una gestión más racional del capital familiar.,

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento sísmico de las viviendas autoconstruidas sin supervisión técnica en el distrito de ciudad nueva, Tacna 2025.

1.4.2. Objetivos específicos

Los Objetivos Específicos de esta investigación son:

- a. Analizar cómo el proceso de autoconstrucción influye en la respuesta dinámica de las viviendas autoconstruidas en el distrito de ciudad nueva, Tacna 2025.
- b. Determinar la relación entre las características constructivas y la respuesta ante cargas sísmicas de las viviendas autoconstruidas en el distrito de ciudad nueva, Tacna 2025.
- c. Evaluar el impacto del proceso de autoconstrucción y las características constructivas en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en el distrito de ciudad nueva, Tacna 2025.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Las viviendas autoconstruidas sin supervisión técnica en el distrito de ciudad nueva, Tacna 2025. Presentan un comportamiento sísmico deficiente debido a la ausencia de criterios técnicos en su construcción.

1.5.2. Hipótesis específicas

Las Hipótesis Específicas de la presente Investigación son las siguientes:

- a. El proceso de autoconstrucción caracterizado por la ausencia de planos estructurales y la falta de asesoría técnica, genera alteraciones significativas en la respuesta dinámica.
- b. Las características constructivas deficientes, evidenciadas en la baja calidad de materiales empleados y técnicas constructivas inadecuadas, producen respuestas ante cargas sísmicas que exceden los límites normativos.
- c. La combinación del proceso de autoconstrucción sin supervisión y las características constructivas deficientes resulta en una alta vulnerabilidad sísmica.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes locales

Acero (2021), en su disertación titulada “evaluación sísmica de una edificación irregular unifamiliar considerando la norma E030-2018”, examinó el comportamiento ante solicitaciones sísmicas de una vivienda unifamiliar con morfología irregular, edificada con albañilería confinada y emplazada en la ciudad de Tacna, conforme a los lineamientos de la normativa E.030-2018. La indagación se inauguró mediante encuestas a proyectistas arquitectónicos sobre la pertinencia del diseño sismorresistente, revelando que un considerable segmento adjudica la responsabilidad sustancial al ingeniero estructural. Mediante la simulación computacional de una vivienda de tres pisos en ETABS, incorporando sus propiedades físico mecánicas, se identificaron disfuncionalidades en planta y elevación. Los resultados evidenciaron que los desplazamientos y derivas laterales se ubicaban dentro de los márgenes permisibles según la E.030-2018, catalogando como admisible su respuesta sísmica. No obstante, se alertó que los componentes estructurales podrían sufrir deterioros severos o incluso colapsar ante un sismo de alta intensidad. En consecuencia, se concluyó que, si bien la edificación satisface las exigencias normativas en cuanto a desplazamientos, las irregularidades detectadas remarcan la necesidad de contemplar ambas dimensiones resistencia y configuración en el diseño sísmico, así como robustecer la fiscalización técnica de este tipo de construcciones

Mamani (2022), realizó una investigación denominada “estudio de la vulnerabilidad sísmica de viviendas informales ubicadas en los sectores IV y VI del distrito Alto de la Alianza”, aplicando la metodología de Benedetti y Petrini. Donde determinan que la mayoría de las viviendas presentan una vulnerabilidad sísmica media, ya que más del 50% requiere algún tipo de refuerzo estructural. Solo el 2% mostró vulnerabilidad baja, mientras que el 73% fue clasificado como media y el 25% como alta, debido principalmente a que muchas viviendas se construyen en pendientes superiores al 30%. Mediante el análisis el análisis cuantitativo en donde determinan que la vivienda evaluada no cumple con la densidad mínima de muros en la dirección X según la Norma E.070, aunque sí cumple en la dirección Y. Asimismo, identificaron irregularidad torsional extrema, puesto que el desplazamiento máximo supero los límites establecidos. La distorsión de entrepiso se aproxima al límite permitido por la Norma

E.030, lo que sugiere la presencia potencial de fisuras y efectos de torsión durante un sismo.

Chino (2021), mediante su tesis “evaluación estructural mediante esclerometría para determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en la ciudad de Tacna”, abordó la problemática vinculada a la precariedad constructiva y la ejecución empírica de viviendas, además de no contar con especificaciones técnicas. La metodología se centró en el uso de esclerometría y pruebas de resistencia para valorar la fragilidad estructural. Los resultados indicaron que, en la mayoría de las zonas diagnosticadas, se observaron niveles críticos de vulnerabilidad frente a eventos sísmicos.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Bendezu et al. (2025), realizaron la investigación denominada "estados de daño y niveles de desempeño sísmico de una estructura de albañilería confinada de tres pisos", donde se propone como solución una vivienda típica de tres pisos en albañilería confinada, siguiendo el Reglamento Nacional de Edificaciones del Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento. La investigación compara el comportamiento sísmico del modelo matemático frente a la realidad de viviendas informales en la zona. Se recopilaron datos de campo de 15 viviendas representativas, usando fichas técnicas o criterios de habitabilidad como de seguridad. Se diseñó y modeló una vivienda prototipo de tres pisos, cumpliendo normas peruanas E.030 (sismo), E.070 (albañilería confinada), con análisis estático lineal en ETABS. El estado de daño se clasificó usando los desplazamientos entre pisos y los umbrales propuestos por Zavala et al., identificando niveles de daño y desempeño estructural (desde leve hasta colapso). El análisis confirmó que los desplazamientos de piso permanecen bajo el umbral permitido, incluso en terremotos severos; los estados de daño fueron, en su mayoría, leves, garantizando el uso inmediato tras el sismo (“Immediate Occupancy”). El sistema de albañilería confinada es técnicamente confiable como eficaz para zonas de alta sismicidad, representando una alternativa segura y replicable para la autoconstrucción urbana. Se destaca la importancia de usar normas técnicas, además de la supervisión para lograr resistencia sísmica adecuada, como solución a la informalidad y déficit constructivo.

Baca (2024), en su indagación denominada “Análisis de vulnerabilidad y comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas del distrito de Tamburco”. El estudio tuvo como objetivo evaluar la vulnerabilidad y el comportamiento sísmico de las viviendas autoconstruidas en el distrito de Tamburco. Se empleó un enfoque

cuantitativo, con una muestra de 5 viviendas seleccionadas de un total de 436. Para la evaluación de vulnerabilidad se utilizó el índice de Benedetti-Petrini, para la determinación de la resistencia del concreto se emplearon ensayos de esclerometría. Además, se modelaron las viviendas en ETABS 2018 para analizar su comportamiento sísmico, considerando también escenarios donde se añadieron pisos adicionales. Los resultados indicaron que 3 de las 5 viviendas presentan vulnerabilidad sísmica alta. sus índices oscilan entre 78,26 y 91,29 (dentro del rango de alta vulnerabilidad). En el comportamiento sísmico, inicialmente solo una vivienda mostró deficiencia, pero al simular la ampliación de 1 a 3 pisos, tres viviendas superaron los límites de deriva fijados por la norma E.030 Diseño sismorresistente. concluyen que la vulnerabilidad sísmica en las viviendas estudiadas es alta y el comportamiento estructural es deficiente, especialmente cuando se incrementa el número de pisos.

Chevarría et al. (2025), en su investigación titulada "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica utilizando FEMA P-154 y refuerzo con malla electrosoldada en asentamientos informales en Perú". Evaluaron 30 viviendas autoconstruidas en asentamientos informales de Perú. Mediante métodos, cualitativo FEMA P-154 y la metodología de refuerzo con malla electrosoldada. La evaluación incluyó inspección visual y simulaciones estructurales. Realizaron el uso de ETABS para realizar el análisis numérico, permitiendo modelar, analizar los desplazamientos y calcular las demandas de deriva de las viviendas antes y después del refuerzo. en donde determinaron que el 100 % de las viviendas presentaron vulnerabilidad sísmica alta. De lo analizado proponen el refuerzo con malla electrosoldada para el aumento de la capacidad de corte en los muros, el cual redujo significativamente las demandas de deriva, mejorando la seguridad estructural, además recomiendan implementar este tipo de refuerzo como medida preventiva en zonas de alta sismicidad y autoconstrucción informal.

2.1.3. Antecedentes internacionales

Romero et al. (2023), en su investigación denominada "Viviendas autoconstruidas en una ciudad andina peruana. vulnerabilidad y comportamiento sísmico". Realizaron el estudio en 30 viviendas usando la metodología INDECI y software ETABS, en donde encontraron que el 90 % de las viviendas estudiadas presentaron vulnerabilidad alta frente a sismos. Los principales factores de riesgo son irregularidades estructurales, deficiente densidad de muros y problemas en la distribución de masas. El estudio resalta la urgencia de colocar refuerzos estructurales y mejores prácticas de gestión de riesgos para aminorar el peligro de desastres sísmicos en la zona.

Tipacti, et al. (2025), mediante su estudio "Análisis de vulnerabilidad sísmica utilizando métodos cualitativos, cuantitativos y propuesta de reforzamiento estructural para viviendas autoconstruidas en asentamientos informales de Latinoamérica". El estudio se centró en diagnosticar el nivel de vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en Puyusca (Villa María del Triunfo, Lima). Se hizo énfasis en los problemas más frecuentes de estructuras informales. baja densidad de muros, grietas, además de la torsión, factores que potencian el daño ante un sismo. Se evaluaron 120 viviendas, en donde se analizaron los desplazamientos y derivas para determinar la respuesta sísmica. Se utilizaron dos enfoques cualitativos, la metodología Benedetti-Petrini, así como la evaluación visual rápida FEMA P-154. en el cual inspeccionaron 120 viviendas mediante observación directa y análisis numérico usando ETABS, enfocándose en los desplazamientos, además de las derivas entre pisos. Llegaron a la conclusión de que el 80,83 % de las viviendas resultaron con vulnerabilidad sísmica alta, el 19,17 % con vulnerabilidad media según Benedetti-Petrini, ninguna fue considerada de baja vulnerabilidad, el 100 % fueron clasificadas como vulnerables según FEMA P-154. Además, los mayores problemas estructurales son la baja densidad de muros, grietas y torsión en la planta. A la vez se aplicaron malla electrosoldada en los muros, lo cual incrementó la capacidad de corte de muros entre 19 % y 30 %, por lo que redujo significativamente las demandas de deriva en los primeros pisos.

Campañas (2015) en su investigación "Análisis comparativo de los sistemas estructurales, aporticado y muros portantes, en un edificio de 10 pisos en Quito, Ecuador". El principal objetivo de su investigación fue comparar el comportamiento estructural entre un sistema de pórticos con otro de muros portantes en un edificio de 10 niveles. La investigación se basó en aplicar el software ETABS 2015 para el análisis estructural. Los resultados indicaron que el sistema de muros portantes soporta mayor cortante basal debido al mayor peso estructural, lo que incrementa la demanda sísmica, mientras que el sistema a porticado presenta mayores derivas por su menor rigidez, lo que lo hace más susceptible a daños durante sismos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Filosofía y principios del diseño sismorresistente

El diseño sismorresistente, conforme a lo estipulado en la Directriz Técnica E.030 (MVCS, 2018). Se fundamenta en una doctrina normativa que orienta la praxis ingenieril hacia la salvaguardia de la vida humana y la integridad física de las edificaciones ante fenómenos sísmicos. Esta doctrina parte del postulado axial según el cual toda intervención estructural debe anteponer la seguridad de los ocupantes, evitando que

una configuración deficiente o mal concebida comprometa su integridad, especialmente en entornos geográficos con recurrencia telúrica. Aunque se admite que la inmunidad absoluta frente a eventos sísmicos en zonas de alta peligrosidad es impracticable, el objetivo de la norma radica en minimizar las afecciones estructurales y funcionales, garantizando que las construcciones conserven estabilidad y operatividad tanto durante como posterior al evento sísmico.

Del mismo modo, la E.030 enfatiza la importancia social, funcional de las construcciones, estableciendo que las infraestructuras esenciales como hospitales, escuelas, además de centros de abastecimiento, deben diseñarse de manera que puedan seguir operando tras un sismo, garantizando así la atención a las necesidades básicas de la población. En conjunto, esta norma promueve la construcción de edificaciones seguras, resilientes y sostenibles, contribuyendo al bienestar colectivo o a la reducción del impacto económico como humano, derivado de los desastres sísmicos.

Para el desarrollo del estudio, se empleará una metodología mixta, combinando enfoques cuantitativos y cualitativos. El enfoque cuantitativo permitirá obtener datos técnicos precisos sobre las características estructurales constructivas de las edificaciones, como materiales, dimensiones, resistencia, además del comportamiento sísmico mediante inspecciones, mediciones, simulaciones estructurales. Por otra parte, el enfoque cualitativo contribuirá en interpretar las condiciones estructurales de las viviendas, los métodos constructivos empíricos utilizados.

En suma, la presente indagación no se limita a caracterizar el estado estructural vigente, sino que procura identificar los factores que exacerban la vulnerabilidad sísmica de las viviendas y plantear directrices orientadas a incentivar la adopción de prácticas constructivas seguras, en concordancia con lo dispuesto en el RNE.

2.2.2. Microzonificación sísmica

La microzonificación sísmica surge a partir de diversas investigaciones multidisciplinarias orientadas al estudio de la actividad sísmica y de los fenómenos que se relacionan con ella, como los deslizamientos de tierra, la licuefacción de suelos y otras manifestaciones geodinámicas vinculadas a los terremotos. Este tipo de estudios permite comprender mejor el comportamiento del terreno ante eventos sísmicos, facilitando la identificación de zonas con diferentes niveles de riesgo.

Además, la Norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la microzonificación es parte fundamental de la planificación, desarrollo de proyectos, construcción, rehabilitación, en zonas donde ya han presentado movimientos sísmicos

y en áreas donde pueda existir el fenómeno. Dichos estudios proporcionan información técnica clave sobre las condiciones geológicas, geotécnicas o estructurales del suelo. Esto favorece una correcta elección en el diseño y localización de construcciones e infraestructuras.

En este sentido, los resultados obtenidos permiten anticipar los efectos que podría generar la actividad sísmica sobre elementos urbanos y naturales dentro de un área específica. A partir de estos datos, es posible definir estrategias de planificación urbana, establecer medidas de mitigación, de esta manera garantizar que las nuevas edificaciones, carreteras u obras públicas se diseñen conforme a las condiciones reales del terreno. En conjunto, la microzonificación sísmica representa una herramienta técnica fundamental para reducir la vulnerabilidad estructural y promover el desarrollo urbano sostenible en zonas expuestas a la amenaza sísmica.

Los estudios de microzonificación sísmica son requeridos obligatoriamente en los siguientes casos:

- a. Zonas en proceso de expansión urbana
- b. Construcción de complejos industriales o de características similares
- c. Reconstrucción de sectores urbanos dañados o destruidos por sismos y eventos asociados

Una vez concluidos los estudios técnicos y los ensayos de microzonificación, corresponde a los especialistas o autoridades competentes evaluar y aprobar los resultados obtenidos. Dichas entidades pueden acceder a información técnica detallada con el fin de verificar la validez de los análisis y emitir un dictamen sobre la viabilidad y seguridad de las futuras obras. Este proceso garantiza que las decisiones de construcción se sustenten en bases científicas y en un conocimiento preciso del comportamiento sísmico del suelo.

La figura 1 presenta la microzonificación sísmica del Perú, la cual muestra la distribución espacial del peligro sísmico en el territorio nacional, en función de las características sismo tectónicas y las condiciones geotécnicas predominantes.

Figura 1*Microzonificación sísmica*

Nota. Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). NT E.030: Diseño Sismorresistente.

Respecto al territorio del Perú, cada segmento de actividad telúrica se halla tipificado mediante un valor escalar conocido como factor Z, conforme a lo consignado en la tabla 1 y 2. Dicho coeficiente simboliza la aceleración máxima anticipada del suelo, con una chance del 10% de ser sobrepasada en un lapso de 50 años. Este parámetro deviene en un insumo cardinal para el cálculo estructural y la ordenación espacial de construcciones, garantizando que estas sean concebidas bajo directrices que aseguren su integridad ante perturbaciones sísmicas

Tabla 1*Factores de zona*

Factores de zona "z"	
zona	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Nota. Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Tabla 2*Zonificación sísmica de la región de Tacna*

Región (dpto.)	Provincia	Distrito	Zona Sísmica	Ambito
Tacna	Tacna	Alto de la Alianza Calana Ciudad nueva Inclán Pachia Pocollay Sama Tacna La yarada los palos	4	Nueve Distritos

Nota. Clasificación sísmica de los distritos de la provincia de Tacna conforme a la Norma Técnica E.030.

2.2.3. Microzonificación para la zona 4, distrito de ciudad nueva – Tacna

El Instituto Geofísico del Perú (IGP) señala que el sur del país se caracteriza por una elevada actividad sísmica asociada al proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana. En este contexto, el 23 de junio de 2001 se registró un sismo de gran magnitud, con epicentro frente a la costa, que alcanzó una magnitud momento de Mw 8.3 a 8.4, lo cual afectó a las regiones de Arequipa, Moquegua y Tacna, donde, según la evaluación macro sísmica realizada por el IGP, en la ciudad de Tacna, particularmente en el distrito de Ciudad Nueva, la intensidad sísmica alcanzó el grado VII de la escala MSK, clasificado como “muy fuerte”, constituyéndose en un referente fundamental para la comprensión del comportamiento sísmico regional y para la evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones en zonas de alta sismicidad.

En este contexto, las autoridades de Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y el Centro de Operaciones de Emergencia Regional Tacna procedieron con la verificación de daños estructurales en edificaciones, movimientos de suelo y posibles fallas superficiales en el distrito. Aun cuando el epicentro original no estuvo estrictamente dentro de Ciudad Nueva, la afectación en su jurisdicción, dada la intensidad registrada en la región sur de Tacna, obliga a asumir condiciones de riesgo presentes.

Adicionalmente, los informes geotécnicos de ese sismo identificaron fallas de tipo “licuefacción”, deslizamientos en taludes, roturas en materiales de relleno y otros efectos de suelo que comprometen la estabilidad de infraestructuras en zonas con

suelos aluviales o coluviales. Por lo tanto, para la microzonificación del distrito de Ciudad Nueva se destaca la necesidad de considerar:

- a. Determinar la composición litológica y aparato estructural del subsuelo (mediante refracción sísmica, tomografía eléctrica u otras técnicas), para conocer las capas sueltas, saturadas o con potencial de amplificación sísmica.
- b. Identificar la profundidad del nivel freático y comportamiento hídrico del terreno, ya que la presencia de agua subterránea puede agravar efectos de licuación o amplificación.
- c. Cartografiar la topografía y morfología local, con especial atención a zonas de pendiente, rellenos o antiguos cauces fluviales que podrían comportarse como amplificadores de onda sísmica.
- d. Evaluar historias de daños anteriores en edificaciones, considerando los materiales, técnicas de construcción y la edad de las mismas, con el fin de priorizar intervenciones de reforzamiento.

Resulta imprescindible tener en cuenta que el Perú está ubicado en una zona en donde la actividad sísmica es del 85% a nivel mundial, Esta condición geotectónica refuerza la relevancia de adoptar una cultura permanente de prevención, investigación geofísica y planificación urbana en distritos como Ciudad Nueva.

2.2.4. Acumulación de energía sísmica

La acumulación de energía sísmica se produce en los sectores donde las placas tectónicas se desplazan entre sí, generando tensión en las superficies de contacto. Esta energía se va almacenando de manera progresiva en la corteza terrestre debido al movimiento constante de las placas, y mientras no se libere mediante un sismo, aumenta la tensión acumulada. Cuando la energía almacenada supera la resistencia del terreno, se libera súbitamente, provocando un sismo que puede variar en intensidad y magnitud.

En regiones donde la recurrencia sísmica es escasa, la carga energética almacenada tiende a ser mayor, lo cual eleva la posibilidad de que, eventualmente, se desencadene un terremoto de considerable magnitud. Esta dinámica pone de relieve la necesidad de examinar tanto la sismicidad histórica como las particularidades geológicas de cada zona, con el objetivo de estimar los niveles de amenaza.

2.2.5. Estructuras de concreto armado

Según la Norma Técnica E.060, son los componentes estructurales de concreto armado destinados a resistir la acción sísmica se agrupan en cuatro categorías principales, cada una con funciones particulares dentro del sistema. Estos elementos deben tener la capacidad de absorber, distribuir una fracción específica de la fuerza cortante aplicada en la base de la edificación, de esta manera permitiendo una adecuada transferencia de cargas y garantizando tanto la estabilidad como la seguridad de la edificación (MVCS, 2009)

El concreto armado combina la capacidad del concreto para tolerar solicitaciones de compresión con la resistencia a tracción proporcionada por el acero de refuerzo, lo cual permite a las estructuras absorber y disipar la energía sísmica con mayor eficacia. La correcta disposición y dimensionamiento de estos componentes resulta fundamental para prevenir colapsos estructurales ante un evento sísmico, asegurando de este modo la conservación estructural.

Los elementos sismorresistentes, como vigas, columnas, losas y muros estructurales, se diseñan para cumplir criterios de rigidez, ductilidad, capacidad resistente, permitiendo una adecuada transmisión y distribución de las fuerzas sísmicas, lo que reduce el riesgo de colapso y protege a los ocupantes. La tabla 3 presenta los sistemas constructivos de concreto armado.

Tabla 3

Sistemas constructivo de concreto armado

Estructuras de concreto armado			
Pórticos	Muros Estructurales	Estructuras de ductilidad Limitada	Dual
Sistema estructural constituida por una viga y columna, por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos.	Sistema estructural en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre la que actúa por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base.	Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros es mayor que 20% y menor que 70% del cortante en la base del edificio.	Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema en el que la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos

Nota. elaborado y adaptado conforme a la Norma Técnica E.060 Concreto Armado.

Edificaciones cuyos elementos sismorresistentes están conformados por pórticos y muros de concreto armado, diseñados para resistir las acciones sísmicas (MVCS, 2018).

2.2.6. Análisis dinámico modal espectral

Conforme a lo estipulado por la NT E.030 de diseño sismorresistente, requiere considerarse un número suficiente de modos para cubrir al menos el 90% de la masa participativa de la estructura. La masa participativa se refiere a la porción del peso total del edificio que contribuye efectivamente al movimiento durante un sismo. Además, la norma indica que el número mínimo de modos a analizar debe ser tres para garantizar una caracterización precisa de la respuesta dinámica de la estructura (MVCS, 2018).

En este tipo de análisis, se toma en cuenta el centro de masa de la estructura, que corresponde al punto geométrico donde se concentra la respuesta de la edificación frente a las fuerzas sísmicas. La estructura puede experimentar tres tipos de movimientos principales, dos traslaciones, una en la dirección X y otra en la dirección Y, y un movimiento de rotación alrededor del eje Z. Esta consideración permite simular de manera más realista cómo se deformará y desplazará la construcción durante un evento sísmico.

El análisis modal espectral es especialmente útil porque permite descomponer la respuesta de la estructura en modos individuales, facilitando la identificación de aquellos más significativos para el diseño sismorresistente. Cada modo aporta información sobre la frecuencia natural, la forma de vibración, así como la distribución de esfuerzos en la edificación, lo que ayuda a los ingenieros a dimensionar, reforzar correctamente los elementos estructurales. De esta manera, se mejora la capacidad de la edificación para resistir sismos de diferente magnitud, reduciendo riesgos y asegurando la protección de los ocupantes y bienes materiales.

2.2.7. Modos de vibración

Según lo establecido NT E.030 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018), los modos de vibración se entienden como movimientos de la estructura en los que la suma de las masas efectivas supera el 90% del total, representando la mayor parte de la respuesta sísmica y la concentración de energía, además de los desplazamientos principales.

Para efectos del análisis estructural, generalmente se consideran los tres primeros modos predominantes en cada dirección de estudio, ya que estos reflejan las

principales deformaciones y traslaciones que la edificación sufrirá bajo la acción sísmica. Cada modo de vibración se caracteriza por su frecuencia natural, además de su forma de desplazamiento, lo que permite identificar los puntos críticos de la estructura que podrían requerir refuerzo adicional.

El conocimiento de los modos de vibración es fundamental para un diseño sismorresistente eficiente, ya que posibilita la predicción de cómo se comportará la construcción frente a movimientos telúricos, facilitando la distribución adecuada de esfuerzos, de esta manera se optimiza los elementos estructurales para mejorar la seguridad y reducir el riesgo de daños.

2.2.8. Aceleración espectral

La aceleración espectral se utiliza como una herramienta fundamental en el análisis sísmico de las estructuras, ya que permite evaluar la respuesta de un edificio frente a diferentes periodos de vibración. De acuerdo con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018), en cada dirección considerada en el análisis estructural se utiliza un espectro inelástico de pseudo aceleraciones, el cual refleja cómo varía la aceleración que experimentaría una masa ubicada en la estructura según su periodo de vibración.

Este tipo de análisis permite identificar los rangos de frecuencia en los que la estructura podría experimentar mayores desplazamientos o esfuerzos, facilitando la adopción de medidas de diseño y refuerzo adecuadas. La aceleración espectral es especialmente útil para comparar la respuesta de distintos elementos estructurales y para estimar las fuerzas sísmicas que deberán resistir, considerando el comportamiento real del material, así como la ductilidad de la construcción.

En conjunto, el uso de la aceleración espectral contribuye a un diseño más preciso y seguro, asegurando que las edificaciones puedan soportar los movimientos sísmicos esperados sin comprometer la estabilidad ni la integridad de sus ocupantes.

2.2.9. Periodo fundamental de vibración

De acuerdo con lo establecido en la Norma Técnica E.030 del Perú, El periodo fundamental de vibración se entiende como el tiempo que tarda la estructura en completar una oscilación durante un el movimiento sísmico, considerando el modo de vibración predominante. La norma E.030 describe procedimientos para obtener una estimación de este valor y es uno de los parámetros clave en el diseño, así como el análisis sísmico.

De acuerdo con lo establecido en la Norma Técnica E.030 del Perú, Establecer el período fundamental de vibración de una estructura es crucial, ya que dicho parámetro incide de manera directa en la magnitud de las fuerzas sísmicas que actúan sobre la edificación durante un evento sísmico. La estimación adecuada del periodo permite diseñar, dimensionar correctamente los componentes estructurales, asegurando la protección y el bienestar de quienes ocupan la edificación ante movimientos sísmicos

Para evaluar los desplazamientos laterales relativos, la norma indica que en estructuras regulares se debe multiplicar el resultado del análisis lineal por un factor de $0,75R$, mientras que en estructuras irregulares se aplica un factor de $0,85R$. Estos factores consideran las diferencias en el comportamiento dinámico, así como la distribución de rigidez, asegurando que el diseño sea suficientemente conservador y que la edificación mantenga su estabilidad durante un sismo.

Este análisis es esencial para anticipar posibles deformaciones y daños, optimizando tanto la seguridad como la durabilidad de la construcción.

2.2.10. Comportamiento sísmico

El comportamiento sísmico se basa a partir de un análisis minucioso de parámetros como fuerzas inerciales, desplazamientos, deformaciones generadas en las estructuras por la acción de un sismo. Estos aspectos permiten entender la forma en que una edificación reacciona ante la energía liberada durante el evento sísmico. De acuerdo con la Norma Técnica E.030, para abordar este fenómeno, se aplican distintos métodos de evaluación, además de herramientas de modelamiento estructural que proporcionan resultados cuantitativos, esenciales para orientar el diseño de edificaciones más seguras y resistentes frente a movimientos telúricos.

Cuando estos métodos se aplican correctamente y se combinan con un diseño estructural eficiente, que considere los materiales, la geometría, condiciones del suelo, se logra reducir significativamente los daños, además de prevenir el colapso. De este modo, la incidencia de un sismo deja de representar una amenaza considerable para la seguridad de las personas, asegurando la estabilidad de las estructuras y la protección de sus ocupantes frente a movimientos telúricos de gran intensidad

2.2.11. Sismo

Los sismos se originan a partir de la interacción entre las placas tectónicas que conforman la corteza terrestre; este proceso da lugar a la liberación súbita de energía acumulada, causando vibraciones y desplazamientos del suelo. Según el Instituto

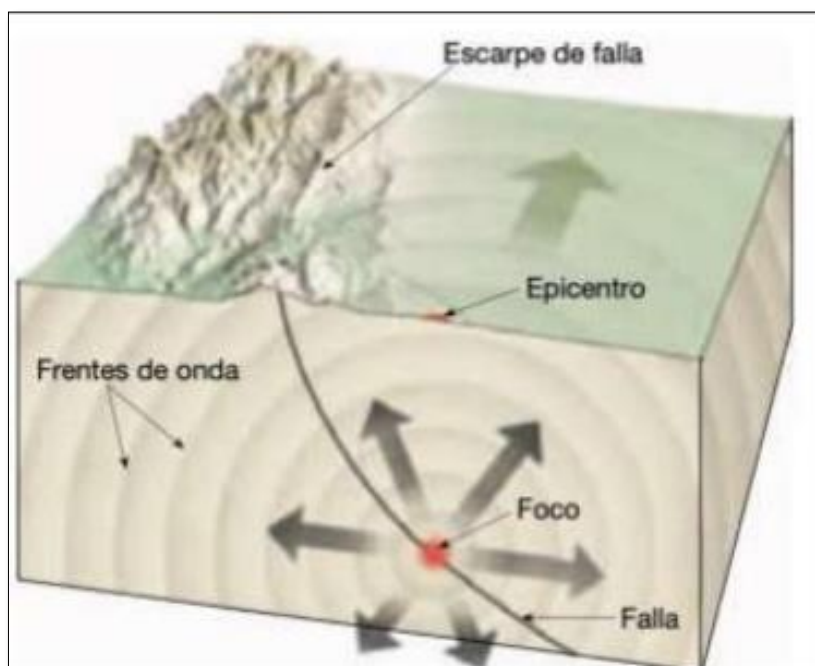
Geofísico del Perú (IGP), estos fenómenos ocurren cuando las tensiones acumuladas durante largos intervalos en las áreas de interacción entre placas tectónicas exceden la capacidad resistente del terreno, Produciendo ondas sísmicas que se transmiten, de esta manera afectan la superficie terrestre.

Un sismo puede definirse como la liberación súbita de energía acumulada en el interior de la Tierra en forma de ondas sísmicas que se propagan y generan movimientos perceptibles en la superficie. Estos movimientos pueden ser leves o intensos, dependiendo de la magnitud del evento, así como de las características del terreno. La mayoría de los terremotos se originan en los límites de las placas tectónicas, especialmente en las zonas donde estas convergen o se separan, conocidas como fallas geológicas.

El lugar de liberación de la energía sísmica se conoce como hipocentro o foco, desde allí las ondas se transmiten en múltiples direcciones, semejando las ondas concéntricas que se generan al arrojar un objeto sobre el agua. A medida que las ondas se alejan del hipocentro, la energía disminuye, pero puede seguir siendo perceptible a grandes distancias dependiendo de la profundidad y potencia del evento sísmico. Según se muestra en la figura 2.

Figura 2

Posición del epicentro y del hipocentro



Nota. Fuente tomada de Tarbuck, E., Lutgens, F., y Tasa, D. (2005). Ciencias de la Tierra.

2.2.12. Vulnerabilidad sísmica

Según el Instituto Geofísico del Perú (IGP) Se considera como el nivel de exposición de una construcción, infraestructura, sistema social o natural a sufrir afectaciones ante un evento sísmico. Es decir, expresa la probabilidad de que los elementos expuestos, como viviendas, estructuras o incluso comunidades, presenten afectaciones físicas, funcionales o sociales frente a los efectos de un terremoto, dependiendo de sus características constructivas, ubicación, estado de conservación y capacidad de respuesta ante un evento sísmico.

Por lo tanto. Al analizar la susceptibilidad sísmica de una construcción, es necesario tomar en cuenta una variedad de aspectos, entre ellos la magnitud del evento sísmico, las características del terreno, La idoneidad de los insumos utilizados para edificar, el sistema estructural adoptado, el grado de cumplimiento de las normas técnicas vigentes. Además, el mantenimiento realizado y la edad de las edificaciones también inciden en su capacidad para resistir los efectos de un sismo.

El grado de vulnerabilidad se puede categorizar en bajo, medio o alto, según el nivel de daño potencial que una estructura podría experimentar frente a un sismo nivel de vulnerabilidad puede clasificarse como bajo, medio o alto, dependiendo del grado de afectación que podría sufrir una estructura ante un evento sísmico. Por ello, es fundamental que las construcciones cumplan con los criterios de diseño sismorresistente establecidos en las normativas nacionales, con el fin de reducir los riesgos, además de garantizar la seguridad estructural y humana.

2.2.13. Riesgo sísmico

Según el Instituto Geofísico del Perú (IGP), se define como la probabilidad de que una zona específica experimente perjuicios materiales, pérdida de vidas humanas o afectación en la funcionalidad de sus edificaciones como consecuencia de un sismo. Este concepto resulta de la interacción entre la amenaza sísmica y el nivel de vulnerabilidad de las estructuras o la exposición de la comunidad y sus posesiones.

En otras palabras, el riesgo sísmico no depende únicamente de la intensidad del sismo, sino también por aspectos como la calidad constructiva, los materiales empleados, la planificación del entorno urbano. Las áreas con viviendas frágiles, suelos inestables o alta densidad de habitantes presentan un riesgo mayor, ya que incluso sismos de moderada magnitud pueden ocasionar daños significativos.

Analizar el riesgo sísmico implica estudiar los factores que aumentan la vulnerabilidad y la exposición, con el fin de implementar acciones preventivas, así como de mitigación. Entre estas medidas se incluyen la construcción de viviendas seguras, la planificación urbana adecuada, la educación sobre desastres, la adopción de políticas que fortalezcan la resiliencia frente a los movimientos sísmicos.

2.2.14. Métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica

2.2.14.1. Método de Benedetti – Petrini

Es una técnica para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones, especialmente desarrollada para construcciones de albañilería y viviendas existentes. Consiste en asignar una serie de parámetros o puntuaciones a diferentes características y deficiencias de la estructura, como la calidad de los materiales, la regularidad geométrica, el estado de conservación, la conexión entre elementos, la presencia de refuerzos, además del tipo de cimentación, entre otros.

Durante la década de 1970, específicamente en 1976, se iniciaron estudios orientados a comprender los efectos de los movimientos telúricos y su impacto sobre las ciudades, las edificaciones y los entornos naturales. Estos trabajos marcaron un punto de partida importante en el análisis del riesgo sísmico y sirvieron como base para la creación del método de Benedetti-Petrini (Benedetti y Petrini, 1984).

El método destaca por su confiabilidad y por la diversidad de contextos en los que ha sido aplicado con éxito. Inicialmente implementado en Europa, especialmente en Italia y España, fue posteriormente adoptado por diversos países latinoamericanos como Ecuador, Colombia y Perú, donde se ha validado su eficacia para analizar y clasificar el nivel de daño estructural tras un evento sísmico.

Esta metodología se diseñó principalmente para evaluar los efectos de los terremotos en construcciones con sistemas de concreto armado y mampostería, permitiendo identificar los puntos débiles de las estructuras. En el contexto nacional, el método ha sido adaptado a la normativa peruana vigente, lo que ha facilitado su aplicación práctica en proyectos de diagnóstico, de esta manera realizar el reforzamiento estructural, tal como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4*Adaptación del método de benedetti – petrini con la normativa peruana*

Método de Benedetti - Petrini		
Parámetro	descripción	criterio propuesto por el RNE
1	Organización del sistema resistente	Asesoría técnica y criterios de estructuración en adobe y albañilería (Norma E.070 y E.080)
2	Calidad del sistema resistente	Calidad y proceso constructivo (Norma E.060 y E.080)
3	Resistencia convencional	Factores sismorresistentes (Norma E.060, E.070 y E.080)
4	Posición del edificio y cimentación	Condiciones geotécnicas (Norma E.030)
5	Diafragmas horizontales	Consideraciones para diafragma (Norma E.030, E.060, E.070 y E.080)
6	Configuración en planta	Irregularidades estructurales en planta (Norma E.030)
7	Configuración en elevación	Irregularidades estructurales en altura (Norma E.030)
8	Separación máxima entre muros	Densidad de muros en las viviendas (Norma E.070 y E.080)
9	Tipo de cubierta	Condición de la unión de la cobertura con el sistema resistente
10	Elementos no estructurales	Factores de sismorresistencia en los elementos no estructurales (Norma E.070)
11	Estado de conservación	Aspecto actual de la vivienda

Nota. Referencia extraída del estudio "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones habituales en la ciudad de Pimentel", realizado por Mestas-C en el año 2014.

2.2.15. Ensayo no destructivo

Se definen como aquellos métodos que permiten evaluar las propiedades y el estado de un material, componente o estructura sin causar daños ni alterar sus características originales. Estas pruebas son especialmente útiles porque posibilitan obtener información precisa sobre la calidad, resistencia, así como el comportamiento de los elementos analizados, sin comprometer su integridad ni funcionalidad.

De esta manera, los ensayos no destructivos se aplican ampliamente en las áreas de ingeniería civil, mecánica y de materiales, ya que permiten detectar defectos internos, evaluar el desgaste o verificar la uniformidad estructural sin necesidad de realizar cortes o demoliciones. Su empleo resulta fundamental en el mantenimiento preventivo, la evaluación de estructuras existentes, contribuyendo a garantizar su seguridad, durabilidad y eficiencia, tanto en construcciones realizadas por el ser humano como en formaciones naturales.

2.2.15.1. Método esclerométrico ASTM C805 / NTP 339.181

El método esclerométrico según la norma ASTM C805 Se basa en analizar la resistencia superficial del concreto ya Endurecido aplicando una prueba de rebote con el uso de un esclerómetro (martillo Schmidt). Este procedimiento se realiza presionando el martillo sobre la superficie del concreto, lo que provoca el impacto de un martillo impulsado por resorte y mide el valor de rebote. El resultado obtenido permite estimar la uniformidad, así como la calidad superficial del concreto. Además, su resistencia a la compresión.

El esclerómetro, según la norma ASTM C805, es un instrumento utilizado para evaluar de manera no destructiva la dureza superficial y la resistencia del concreto endurecido mediante el método de rebote. Esta técnica consiste en presionar un pistón cargado por resorte contra la superficie del concreto. De esta manera medir el rebote resultante, el cual se relaciona con el esfuerzo a la compresión del material.

El ensayo esclerométrico pertenece al grupo de los ensayos no destructivos, ya que permite analizar el comportamiento del concreto sin dañarlo ni alterar su forma. Su principio se basa en medir el rebote que produce un impacto controlado sobre la superficie del material. Este valor de rebote se interpreta como un indicador de la resistencia superficial del concreto, y al compararlo con valores de referencia, se pueden estimar sus características mecánicas y su grado de conservación.

La precisión de los resultados obtenidos con este método depende en gran medida de las condiciones del material y de la correcta aplicación del ensayo. Cuando se realiza adecuadamente, permite clasificar los diferentes tipos de concreto según su densidad, homogeneidad, así como el estado de envejecimiento. Además, su ventaja principal radica en que no requiere extracción de muestras ni genera daños visibles en la estructura, lo que lo convierte en una herramienta práctica confiable para el control y evaluación de edificaciones nuevas o existentes.

La figura 3 presenta el ensayo de esclerometría utilizado para la evaluación de la resistencia superficial del concreto en los elementos estructurales.

Figura 3*Ensayo de esclerometría*

Nota. Evaluación de la resistencia del concreto mediante el ensayo esclerométrico. Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), 2018.

A fin de efectuar apropiadamente las mediciones utilizando el método esclerométrico, es importante que los elementos de concreto seleccionados cumplan con ciertas condiciones. En primer lugar, las piezas deben tener un espesor mínimo de 100 milímetros (aproximadamente 4 pulgadas) y encontrarse firmemente integradas en la estructura, ya que esto garantiza que los resultados sean representativos de su resistencia real. En el caso de elementos más pequeños, estos deben estar bien apoyados sobre una base rígida que impida cualquier tipo de movimiento durante la prueba.

Asimismo, se deben evitar las zonas que presenten defectos visibles como vacíos entre los agregados gruesos, superficies rugosas o con alta porosidad, pues podrían alterar el valor de rebote y generar lecturas inexactas. De ser posible, se recomienda seleccionar áreas lisas, preferentemente sin acabados superficiales, ya que estos pueden modificar el comportamiento del impacto. El área destinada a la prueba debe tener un diámetro mínimo de 150 milímetros (alrededor de 6 pulgadas) para permitir una correcta aplicación del ensayo.

Además, la prueba no debe realizarse en concretos que se encuentren congelados o expuestos a bajas temperaturas extremas, ya que esto puede afectar la respuesta del material ante el golpe del esclerómetro. También se debe evitar efectuar mediciones sobre zonas donde el recubrimiento del acero de refuerzo sea menor a 20

milímetros, con el fin de no alterar la precisión de los resultados. Cumpliendo con estas condiciones, el procedimiento asegura una evaluación más confiable y representativa de la calidad del concreto.

2.2.16. Tipología estructural

Hace referencia a la categorización de las edificaciones en función de las técnicas y métodos constructivos que tienen en común., así como métodos constructivos que comparten. En otras palabras, agrupa aquellas construcciones que presentan características estructurales similares por lo que responden de manera comparable frente a cargas y condiciones externas, como los sismos.

2.2.17. Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes

Según la Norma Técnica E.030 del Perú, se trata de un procedimiento simplificado que permite estimar las solicitaciones sísmicas mediante la aplicación de fuerzas laterales equivalentes, distribuidas de acuerdo con la masa y rigidez de cada nivel de la edificación.

Pese a que este análisis puede proporcionar resultados adecuados, también tiene ciertas limitaciones. Principalmente, no siempre permite determinar con certeza si la estructura será capaz de soportar deformaciones mayores que las previstas dentro de parámetros de seguridad razonables. Esto ocurre porque las fuerzas empleadas para limitar el desplazamiento inelástico relativo pueden diferir de las fuerzas horizontales reales que la edificación podría experimentar durante su vida útil. Por lo tanto, aunque los resultados sean favorables, es recomendable complementar este análisis con otros métodos que consideren el comportamiento dinámico de la edificación, además su capacidad para resistir sismos más intensos o condiciones inesperadas.

2.2.18. Desplazamientos laterales relativos o derivadas de entrepiso

Según la Norma Técnica E.030, los desplazamientos laterales relativos, también denominados derivadas de entrepiso, corresponden al desplazamiento horizontal entre dos pisos adyacentes como resultado de la acción de fuerzas laterales, principalmente sísmicas. Para estructuras regulares, La norma E.030 señala que estos desplazamientos deben obtenerse multiplicando los valores resultantes del análisis lineal estático por el factor $0.75R$. Para edificaciones que presentan irregularidades, se estipula que los desplazamientos derivados del análisis lineal elástico deben amplificarse empleando el factor $0.85R$, con el fin de incorporar en el cálculo las

irregularidades geométricas y de rigidez propias de la estructura (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Este control es fundamental, ya que excesivas derivaciones pueden generar daños en elementos no estructurales, fallas en conexiones, en casos extremos, comprometer la integridad global de la construcción. Por este motivo, determinar y comprobar las derivadas de entrepiso resulta fundamental al analizar la vulnerabilidad de las estructuras.

De acuerdo con la Norma Técnica E.030, se establecen valores máximos admisibles para la distorsión que pueden experimentar los entrepisos, los cuales buscan garantizar que los movimientos horizontales no comprometan la estabilidad ni la seguridad estructural del edificio. Estos límites se presentan de manera detallada en la tabla 5, y sirven como referencia para evaluar si la edificación cumple con los estándares de seguridad frente a desplazamientos laterales durante un evento sísmico.

Tabla 5

Derivas de entrepiso permisibles

Material predominante	($\Delta i / h_{ei}$)
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Nota. Información extraída de la Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

2.2.19. Viviendas autoconstruidas

Las viviendas constituyen los espacios donde las personas de un determinado grupo social establecen su residencia. Cuando estas edificaciones son autoconstruidas, generalmente no cumplen con los requisitos mínimos de seguridad y funcionalidad establecidos por las normas técnicas legales. Estas regulaciones buscan garantizar la integridad de los habitantes o la durabilidad de las construcciones. Sin embargo, en las casas autoconstruidas es frecuente encontrar deficiencias en la estructura, los acabados, los materiales empleados. Estas falencias, derivadas muchas veces de procedimientos constructivos inadecuados o improvisados, se vuelven especialmente preocupantes frente a fenómenos naturales, como sismos o inundaciones, que pueden comprometer la seguridad de los residentes, así como la estabilidad de la vivienda.

Entre los materiales comúnmente utilizados en la autoconstrucción se encuentran el ladrillo artesanal, el adobe, bloques de cemento de baja calidad, maderas no tratadas o techos de chapa ligera. Estos materiales, cuando no son seleccionados ni instalados correctamente, disminuyen la resistencia estructural y aumentan la vulnerabilidad frente a sismos, lluvias intensas o viento fuerte. Por ejemplo, los muros de adobe sin refuerzo pueden agrietarse fácilmente durante un sismo, mientras que techos mal fijados pueden desprenderse durante fuertes vientos.

A pesar de estas limitaciones, la autoconstrucción también refleja un esfuerzo de resiliencia y creatividad de las familias por generar un hogar con los recursos disponibles. Sin embargo, la ausencia de planificación y supervisión profesional puede tener consecuencias graves a largo plazo, incluyendo deterioro prematuro de la vivienda, problemas de humedad, filtraciones, riesgos de accidentes y disminución del valor económico de la propiedad.

En el ámbito nacional, la práctica de la autoconstrucción se ha incrementado notablemente, particularmente en las regiones del interior. El deseo de contar con una vivienda impulsa a numerosas familias a dar mayor importancia a la rapidez en la construcción, relegando la calidad de los insumos y el acompañamiento profesional. Esto implica que gran parte de estas viviendas carezca de supervisión profesional, utilice insumos de calidad mal, además de no cumplir con los estándares de construcción.

2.2.20. Factores de vulnerabilidad y riesgo sísmico en viviendas autoconstruidas.

Los factores se refieren a todas aquellas condiciones que aumentan la exposición de estas edificaciones ante un sismo, comprometiendo la seguridad de sus habitantes. Estas viviendas, por lo general edificadas sin asesoría profesional ni la aplicación de las normativas de construcción vigentes, suelen presentar múltiples fallas en el diseño, la ejecución. Entre sus principales problemas destacan el uso de materiales de baja calidad, la carencia de refuerzos estructurales apropiados, la presencia de muros irregulares y poco resistentes, una distribución incorrecta de las cargas, la discontinuidad en los elementos estructurales, la localización en terrenos con condiciones geotécnicas adversas, tales como suelos blandos, zonas aluviales o áreas propensas a licuación

Adicionalmente, las condiciones socioeconómicas y el conocimiento limitado de los propietarios sobre técnicas constructivas seguras contribuyen significativamente a la vulnerabilidad de estas viviendas. La falta de planificación, presupuesto reducido o desconocimiento técnico genera construcciones que, aunque cumplen con la función

básica de vivienda, son altamente susceptibles a daños severos frente a eventos sísmicos. La evaluación de estos factores permite no solo identificar los puntos críticos de riesgo, sino también orientar estrategias de mitigación o reforzamiento estructural, promoviendo soluciones que incrementen la seguridad.

2.3. Definición de términos

2.3.1. Comportamiento sísmico

El comportamiento sísmico de una edificación alude a la manera en que la estructura reacciona durante un terremoto y cómo se encuentra posteriormente a este. Esto incluye los movimientos, las deformaciones, además de los daños que la edificación sufre durante la sacudida sísmica, así como su capacidad de mantener seguridad en las vidas de los ocupantes, soportando las cargas sísmicas sin colapsar. En estudios utilizando el análisis pushover, así como el modelado en software ETABS, se establece si la edificación soporta deformaciones inelásticas y se determinan las necesidades de reforzamiento que el edificado puede necesitar si su respuesta estructural en sismos es deficiente. Uno de los objetivos en estas evaluaciones es establecer si los daños sufridos en el edificio permiten su uso, si hay un riesgo de colapso, o si es necesario una reparación estructural de fondo inmediata (Mera y Núñez, 2024).

2.3.2. Riesgo sísmico

Según el Instituto Geofísico del Perú (IGP). Se entiende como la posibilidad de que una determinada zona experimente daños materiales, pérdidas humanas o alteraciones en su funcionalidad a consecuencia de la ocurrencia de un sismo. Este riesgo resulta de la interacción entre la peligrosidad sísmica (probabilidad y características del evento), la fragilidad de las estructuras, además del grado de exposición de la población y sus bienes ante el evento sísmico.

2.3.3. Viviendas autoconstruidas

Las viviendas autoconstruidas son edificaciones realizadas por sus propios propietarios, generalmente sin asesoría profesional ni cumplimiento de normas técnicas. Aunque responden a la necesidad de vivienda en sectores vulnerables, presentan deficiencias estructurales por el uso de materiales no certificados y la falta de supervisión, lo que incrementa su vulnerabilidad frente a sismos (Villafuerte, 2020)

2.3.4. Supervisión técnica en edificaciones

La supervisión técnica en edificaciones es una actividad regulada por el Estado peruano, lo cual es obligatoria para asegurar que las edificaciones de habilitación urbana y construcción sean ejecutadas de acuerdo con los planos aprobados, las especificaciones técnicas, así como la normativa vigente. La supervisión técnica debe ser realizada por profesionales debidamente habilitados (Ingenieros o arquitectos colegiados), quienes asumen la responsabilidad de controlar la calidad de los materiales, verificar la correcta ejecución de los procesos constructivos. De esta manera garantizar el cumplimiento de todas las disposiciones legales o técnicas (MVSC, 2017).

2.3.5. Sismos

Según el Instituto Geofísico del Perú (IGP), un sismo se define técnicamente como una vibración súbita del suelo producida por el paso de ondas sísmicas, generadas por la liberación súbita de la energía acumulada a causa de la interacción y el rozamiento entre las placas tectónicas, o por la deformación de la corteza terrestre. Esta energía se transmite en forma de ondas que causan movimientos en la superficie terrestre, los cuales pueden tener variada magnitud, de esta manera generar efectos desde leves hasta destructivos en las zonas afectadas

2.3.6. Subducción

Según el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), la subducción es el proceso tectónico en el cual una placa oceánica desciende por debajo de una placa continental, lo que provoca la destrucción de la corteza oceánica. Este fenómeno es responsable de la alta sismicidad en Perú y de la formación de varias estructuras tectónicas como la fosa oceánica, así como la cadena de los Andes. La zona de subducción peruana es una de las regiones sísmicas más activas del mundo, en ella han ocurrido terremotos, además de tsunamis de gran magnitud

2.3.7. Concreto armado

Según la Norma Técnica E.060 (2009), el concreto armado es un elemento estructural conformado por concreto y acero de refuerzo que actúan de manera conjunta para resistir las acciones aplicadas, donde el concreto soporta principalmente esfuerzos de compresión y el acero aporta resistencia a tracción y flexión, garantizando un comportamiento estructural seguro y eficiente.

2.3.8. Albañilería confinada

La albañilería confinada es un sistema constructivo en el cual Los muros de albañilería compuestos por ladrillos o bloques unidos con mortero quedan enmarcados en todo su contorno por elementos de concreto armado, como columnas y vigas, los cuales se construyen después de la ejecución de los muros. Estos componentes de confinamiento actúan reforzando la albañilería, aportando mayor estabilidad al sistema estructural y mejorando su desempeño ante las acciones sísmicas y otros esfuerzos estructurales, al incrementar su ductilidad, resistencia o capacidad de soportar deformaciones sin colapsar (MVCS, 2006).

2.3.9. Esclerómetro

El esclerómetro (o martillo de rebote) es un dispositivo de ensayo no destructivo utilizado para determinar el “número de rebote” en la superficie del concreto endurecido. Este valor está relacionado con la dureza superficial del material y, mediante curvas de calibración, permite estimar su resistencia a compresión (ASTM C805, 2021).

2.3.10. Capacidad portante

La capacidad portante es la máxima presión que el suelo puede soportar antes de que ocurra una falla estructural (ruptura) bajo la cimentación (MVCS, 2006).

2.3.11. Análisis estructural

Es el procedimiento necesario para determinar, verificar y garantizar que una edificación pueda resistir de forma segura las solicitaciones sísmicas previstas para su ubicación, utilizando modelos matemáticos y procedimientos normados. La E.030 establece condiciones mínimas para la configuración, rigidez y resistencia que deben tener las estructuras ante sismos, definiendo cómo debe realizarse el análisis estático, dinámico espectral o incluso el análisis modal si la edificación lo requiere (MVCS, 2018).

2.3.12. Diseño sismorresistente

El diseño sismorresistente se refiere al conjunto de criterios, técnicas y normativas que se aplican en la planificación o construcción de edificaciones Con la finalidad de asegurar la protección de los ocupantes, así como la estabilidad de las estructuras frente a movimientos sísmicos. Este enfoque incluye la selección de sistemas estructurales adecuados, el uso de materiales con propiedades resistentes a la deformación y el esfuerzo sísmico, así como la implementación de procedimientos estrictos de control de

calidad durante todo el proceso constructivo. Asimismo, el diseño sismorresistente considera factores como la geometría de la edificación, la altura, la distribución de cargas. Además, la interacción con el terreno, de manera que la estructura pueda absorber, disipar la energía liberada durante un sismo, minimizando daños materiales y riesgos para los ocupantes. La aplicación de estos principios es fundamental para reducir pérdidas humanas, proteger la inversión en infraestructura, Asimismo contribuir a ciudades más seguras, resilientes ante eventos sísmicos (MVCS, 2018).

2.3.13. Estructura de concreto armado

El sistema Estructural de Concreto armado, permite a las estructuras resistir tanto cargas de compresión como de tracción, al mismo tiempo que proporciona ductilidad frente a los movimientos sísmicos. La correcta planificación, ejecución o mantenimiento de estas construcciones son fundamentales para garantizar su desempeño estructural durante un sismo, minimizar daños, proteger la seguridad de los ocupantes, Este tipo de sistema constructivo es ampliamente utilizado en edificaciones modernas debido a su capacidad de absorber, además de disipar energía sísmica, asegurando estabilidad, durabilidad y resiliencia frente a eventos sísmicos de diversa magnitud (MVCS, 2018).

2.3.14. Periodo fundamental de vibración

El período fundamental de vibración de una estructura es el tiempo que el sistema requiere para realizar un ciclo completo de oscilación durante la acción de un sismo. Este valor depende directamente de características como la altura, la masa, además la rigidez de la edificación, así resulta determinante para estimar las fuerzas sísmicas que actuarán sobre la estructura. Conocer el periodo fundamental permite seleccionar sistemas constructivos adecuados, de esta manera diseñar elementos estructurales que absorban o disipen de manera eficiente la energía sísmica, contribuyendo así a la seguridad y resiliencia de la edificación (MVCS, 2018).

2.3.15. Ensayos no destructivos

Son procedimientos de evaluación aplicados a materiales o estructuras que permiten estimar su resistencia y estado general sin causar daño. Entre ellos destaca el ensayo esclerométrico, el cual evalúa la dureza superficial del concreto para aproximar su resistencia, siendo una herramienta clave para la inspección, control de calidad y toma de decisiones sobre mantenimiento, refuerzo o reparación de estructuras existentes (MVCS, 2018).

2.3.16. Factor de zona (Z)

El factor de zona (Z) es un parámetro que representa la aceleración máxima probable en un determinado lugar durante un sismo, tomando en cuenta una probabilidad de excedencia del 10 % a lo largo de 50 años. Este parámetro resulta esencial en la concepción sismorresistente. Además, permite dimensionar adecuadamente las estructuras según el nivel de riesgo sísmico de cada área. Su correcta determinación contribuye a garantizar la seguridad de los ocupantes, optimizar los sistemas estructurales y asegurar que las edificaciones puedan soportar las cargas sísmicas proyectadas sin comprometer su estabilidad (MVCS, 2018).

2.3.17. Deriva máxima

La deriva permisible se define como el valor máximo permitido del desplazamiento relativo entre niveles consecutivos de una estructura durante la acción de un sismo, establecido para asegurar la seguridad, así como la integridad de la edificación. El control de esta deriva es fundamental para prevenir daños graves tanto en elementos estructurales como no estructurales. asimismo, para mantener la estabilidad general de la construcción. Su correcta evaluación y cumplimiento permiten diseñar sistemas estructurales más resistentes, así garantizar la protección de los ocupantes frente a eventos sísmicos (MVCS, 2018).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

Esta investigación adopta un diseño no experimental, en el cual se recolecta información relevante para examinar el comportamiento de las edificaciones existentes en su estado actual, a través de la realización de una evaluación estructural.

3.2. Acciones y actividades

Esta Investigación está previsto para llevarse a cabo en un plazo mínimo de 5 meses y contempla la realización de las siguientes actividades:

a. Recopilación de datos

- Búsqueda y recolección de Información Bibliográfica.
- Elaboración del plan de tesis, estableciendo el problema de Investigación y la matriz de consistencia.

b. Actividades de gabinete

- Selección de la información pertinente.
- Preparación del marco teórico.
- Realización de inspecciones y recolección de datos.
- Elaboración y actualización de planos de las viviendas.
- Comprobación del estado estructural.
- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.
- Redacción de las conclusiones y recomendaciones.

c. Presentación y valoración

- Exposición formal y defensa del trabajo ante el jurado.

3.3. Materiales e instrumentos

para la presente Investigación, es de necesidad la recolección de datos como la existencia de planos, estudios básicos. Asimismo, se empleará el método de inspección visual a través de recorridos en las viviendas autoconstruidas en el distrito de ciudad nueva.

3.3.1. Equipos

- laptop HP core I5, el cual se emplea para la presente Investigación.
- Teléfono móvil Xiaomi Poco X6pro, para la evidencia fotográfica de la investigación.

3.3.2. Materiales

- AUTOCAD 2021: Software empleado para la elaboración de planos de las viviendas.
- ETABS 2020: Programa especializado en ingeniería utilizado para estudiar la respuesta sísmica de las viviendas.
- Microsoft Excel: software empleado para el análisis y comprobaciones según la normativa vigente, también para la elaboración de cuadros y gráficos.
- Método de Benedetti-Petrini se empleará mediante fichas de evaluación para analizar y determinar el índice de vulnerabilidad de las viviendas estudiadas.

3.4. Población y muestra de estudio

3.4.1. Población

La muestra de esta investigación abarcará las viviendas en proceso de autoconstrucción ubicados en el distrito de Ciudad Nueva. Se desconoce el número exacto de Viviendas, pues no se cuenta con un registro detallado de las edificaciones proyectadas para el año 2025.

3.4.2. muestra

La población de esta Investigación en la que no se tiene una población establecida, es decir, no se sabe la cantidad de viviendas construidas en el año 2025. El número muestra a tomar será todas las viviendas que sean necesarias y ayuden a realizar esta investigación, el número de muestra será de 4 viviendas autoconstruidas siendo esta una muestra referencial a conveniencia de los autores.

3.5. Operacionalización de variables

En la Tabla 6 se detalla la operacionalización de las variables de la investigación. asimismo, la matriz de consistencia se presenta en el Anexo 01 como sustento metodológico del estudio

Tabla 6*Operacionalización de variables de investigación*

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Escala	Técnicas o métodos
Viviendas autoconstruidas sin supervisión técnica	Comprende en identificar los factores que definen la autoconstrucción informal, así como los elementos que pueden incidir en la seguridad y calidad de las viviendas construidas sin el respaldo técnico adecuado.	Proceso de autoconstrucción	Ausencia de planos estructurales falta de asesoría técnica profesional Calidad de los Materiales empleados	Cualitativa: si/no categórica	Observación directa Fichas de diagnóstico
		Características Constructivas	Técnicas Constructivas Utilizadas	Cualitativa: si/no categórica	Observación de campo Registro fotográfico Ficha técnica de materiales
Comportamiento sísmico	consiste en analizar cómo responde una edificación ante movimientos sísmicos, considerando su dinámica estructural, el efecto de las cargas sísmicas y su nivel de vulnerabilidad.	Respuesta Dinámica	Periodo fundamental de vibración Modos de Vibración	Cuantitativa: segundos / n° de modos	Modelado estructural en Etabs V.20
		Respuesta ante cargas Sísmicas	Desplazamientos laterales máximos Derivas de entrepiso Fuerzas cortantes de piso	Cuantitativa: mm / % / Tn	Simulación estructural Análisis sísmico con software especializado
		Vulnerabilidad sísmica	Índice de vulnerabilidad estructural	Cuantitativa: índice (%)	Método Benedetti–Petrini ficha de evaluación

Nota. En la tabla se presenta la matriz de operacionalización de las variables.

3.6. Procesamiento y análisis de datos

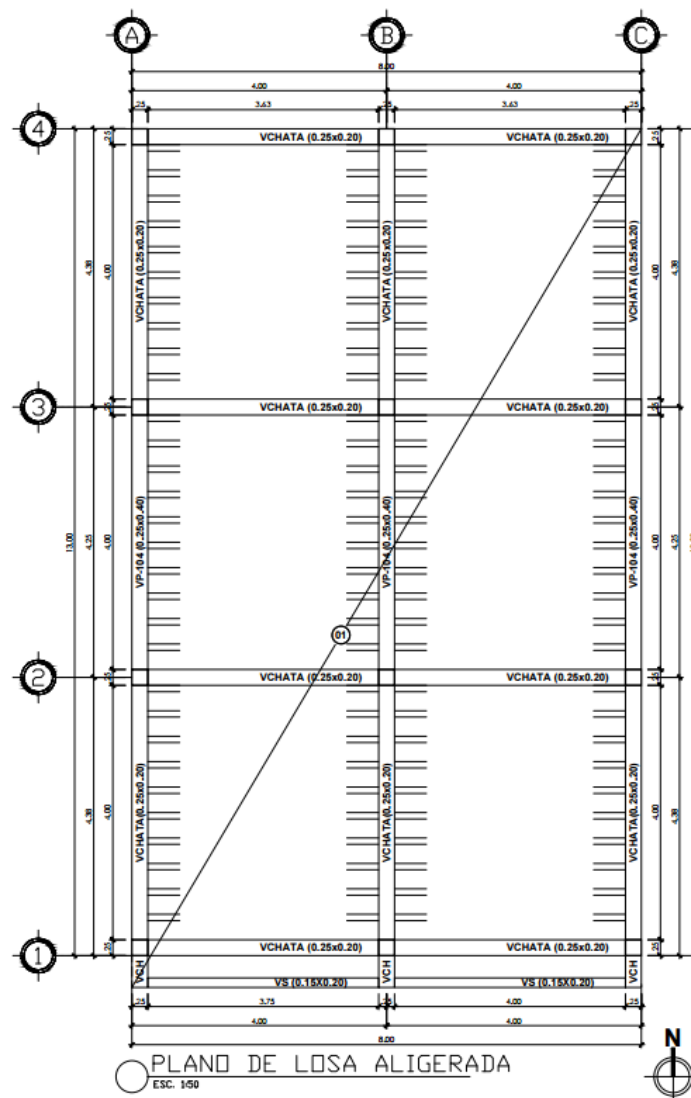
3.6.1. Recolección de información de la visita a campo

a. Plano de losa aligerada de las viviendas

Como parte de la recolección de información, se presentan los planos estructurales de las losas aligeradas de las viviendas evaluadas, los cuales detallan la configuración y disposición de los elementos resistentes, así como sus dimensiones principales y orientación, constituyendo información base para la modelación y el análisis estructural. dichos planos se muestran en las Figuras 4, 5, 6 y 7.

Figura 4

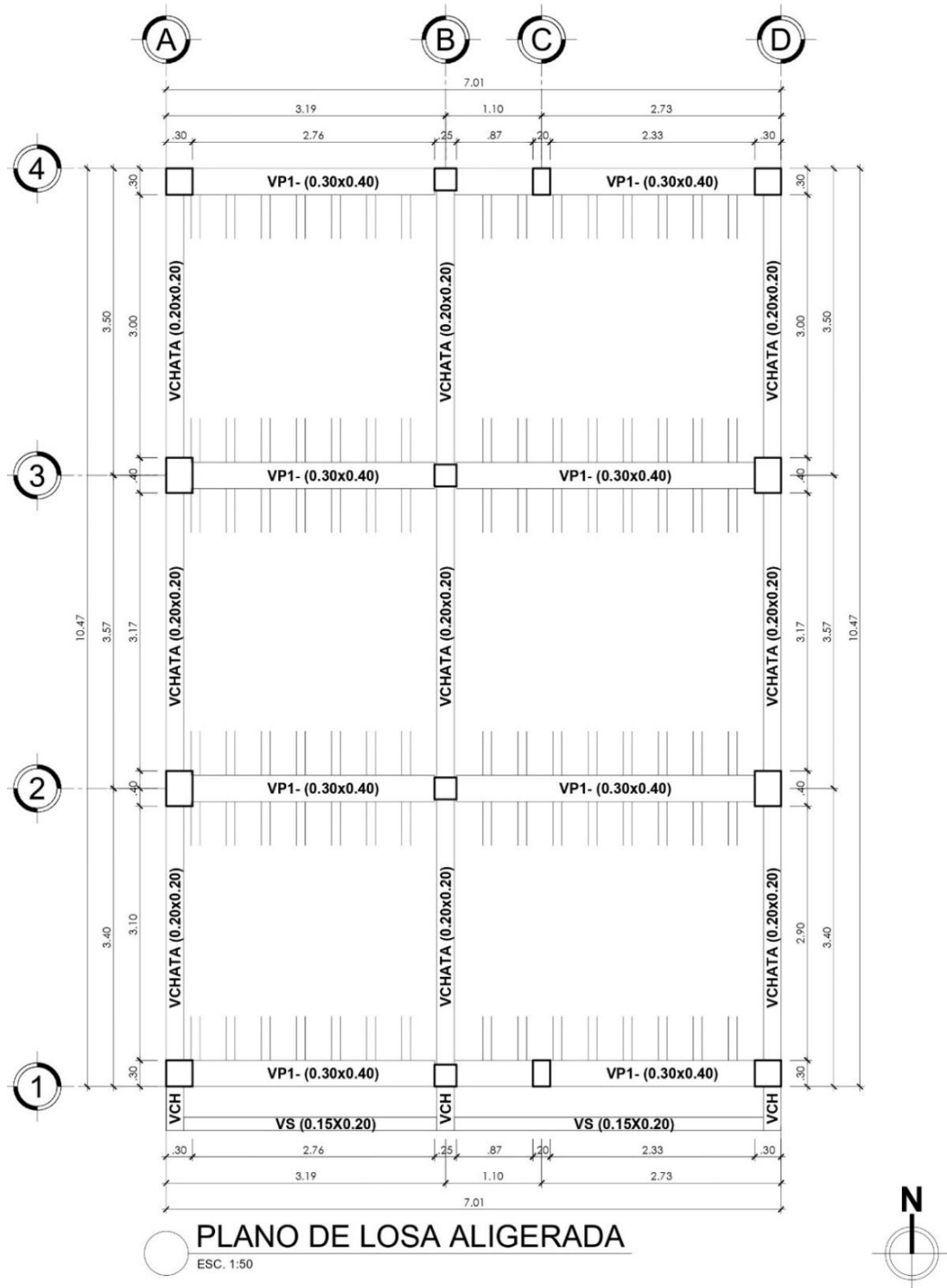
Plano de aligerado de la vivienda N°01



Nota. Plano estructural de losa aligerada de la vivienda N° 01, que presenta la disposición de viguetas y vigas, así como las dimensiones principales y la orientación del sistema.

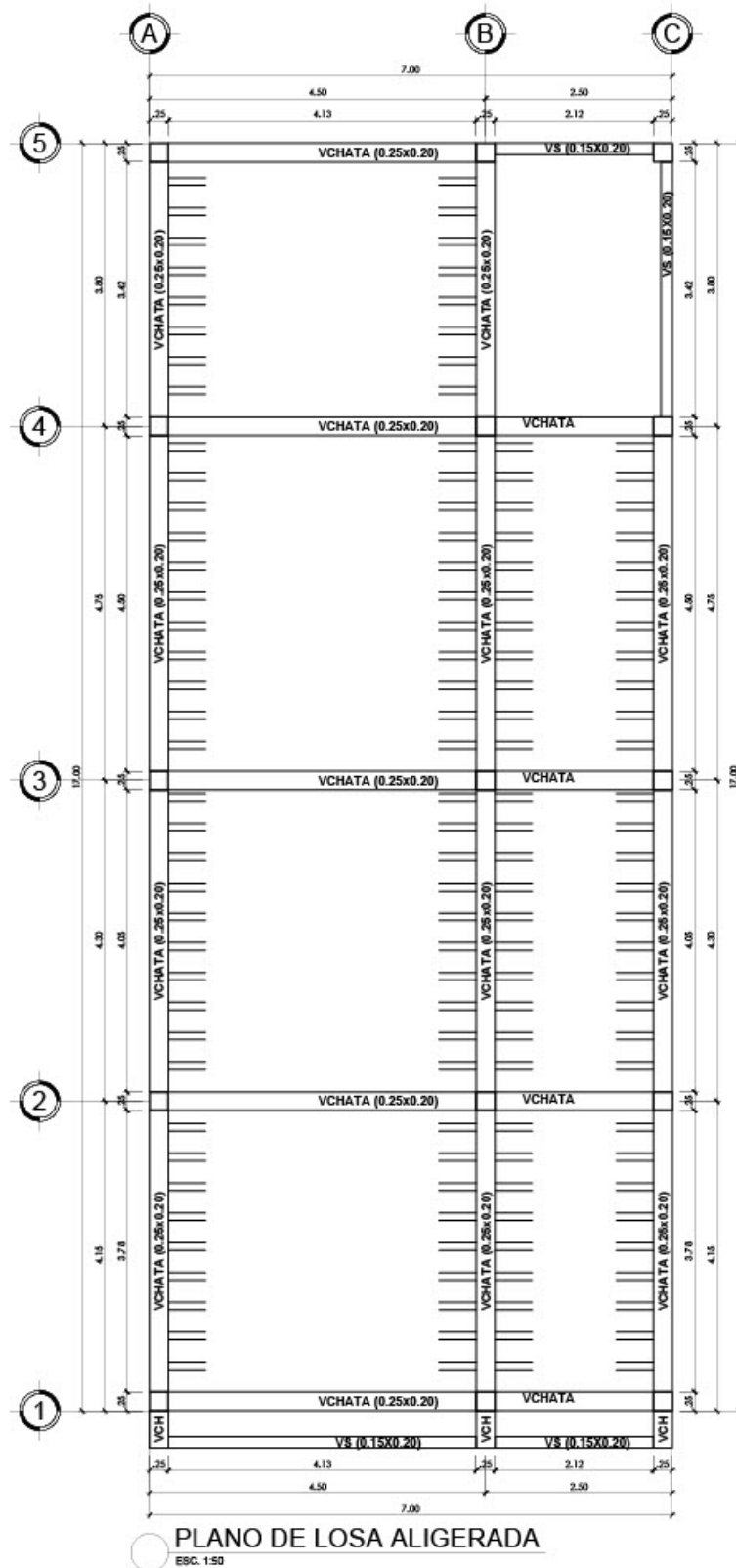
Figura 5

Plano de aligerado de la vivienda N°02



Nota. Plano aligerado de la vivienda N° 02, donde se muestra la distribución de la losa aligerada, indicando la ubicación de las viguetas, vigas, dimensiones principales y la orientación del plano. información necesaria para el análisis estructural.

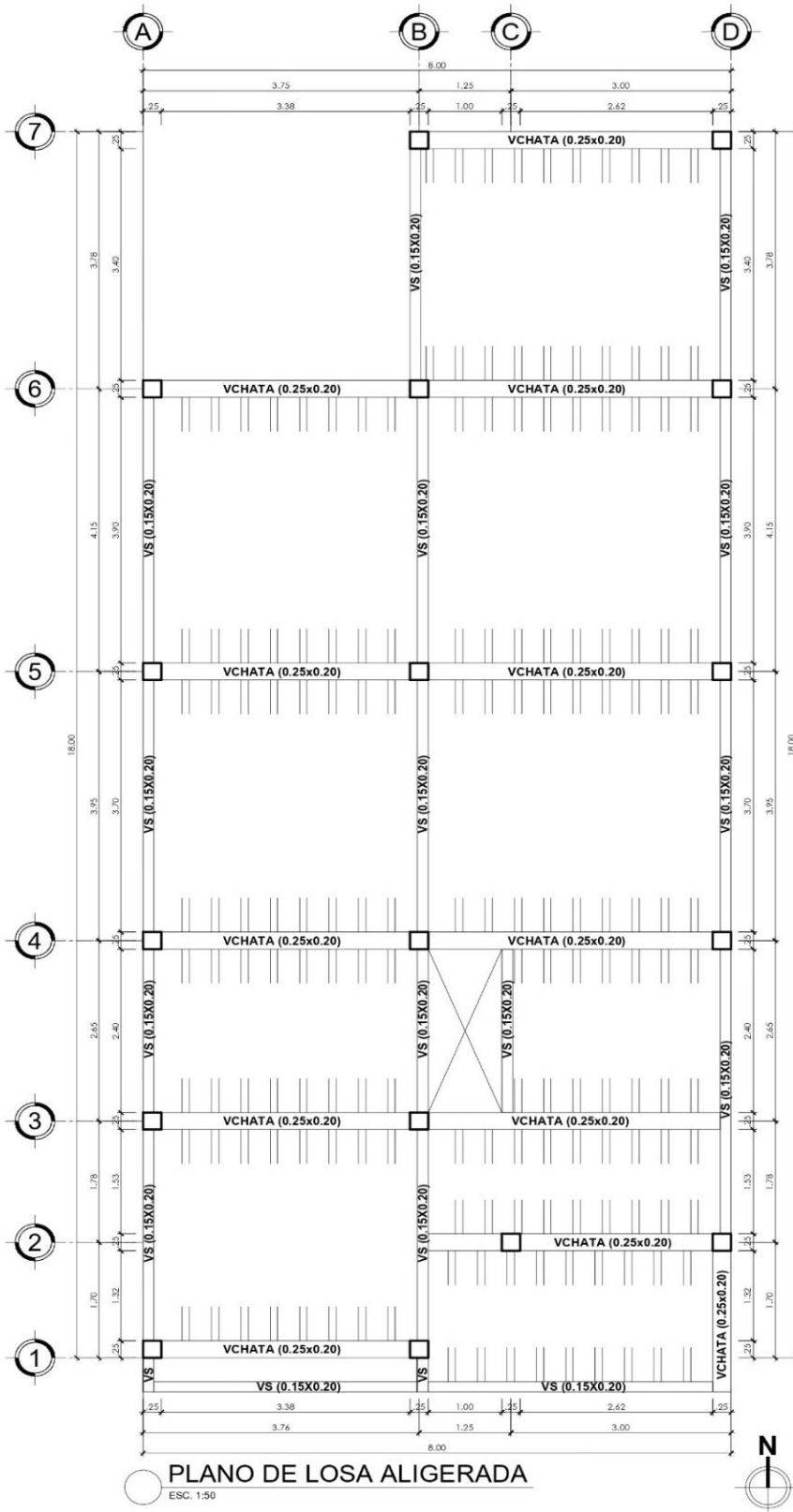
Figura 6
Plano de aligerado de la vivienda N°03



Nota. Plano aligerado de la vivienda N° 03, donde se muestra la distribución de la losa aligerada, indicando la ubicación de las viguetas, vigas, dimensiones principales y la orientación del plano. información necesaria para el análisis estructural.

Figura 7

Plano de aligerado de la vivienda N°04



Nota. Plano aligerado de la vivienda N° 04, donde se muestra la distribución de la losa aligerada, indicando la ubicación de las viguetas, vigas, dimensiones principales y la orientación del plano. información necesaria para el análisis estructural.

3.6.2. Ubicación de las viviendas

La investigación se desarrolló en el distrito de Ciudad Nueva, donde se ubican las viviendas analizadas. Su ubicación se muestra en las Figuras 8, 9, 10 y 11.

Figura 8

Ubicación de la vivienda 01



Nota. Imagen obtenida de Google Earth (2025). Vivienda ubicada en la Asociación López Albújar, Mz. 183 Lt. 10, distrito de Ciudad Nueva.

Figura 9

Ubicación de la vivienda 02



Nota. Imagen obtenida de Google Earth (2025). Vivienda ubicada en la Asociación 26 de enero, Mz. O Lt. 06, distrito de Ciudad Nueva.

Figura 10*Ubicación de la vivienda 03*

Nota. Imagen obtenida de Google Earth (2025). Vivienda ubicada 03 en la Asociación 7 de junio, Mz. D Lt. 22, distrito de Ciudad Nueva.

Figura 11*Ubicación de la vivienda 04*

Nota. Imagen obtenida de Google Earth (2025). Vivienda ubicada en la Asociación 7 de junio, Mz. D Lt. 17, distrito de Ciudad Nueva.

3.6.3. Características de las viviendas**3.6.3.1. Características de la vivienda N°01**

La vivienda N°01 se ubica en la Asociación López Albújar Mz. 183 Lte 10, dentro del distrito de Ciudad Nueva, presenta un sistema de albañilería de un nivel, según lo mostrado en la figura 12.

Figura 12

Vivienda 01 - distrito de ciudad nueva.



Nota. Observando la figura, se puede ver la elevación principal de la vivienda N° 01.

3.6.3.2. Características de la vivienda N°02

La vivienda N°02 está ubicada en la Asociación 26 de enero, Mz. O Lt. 06, distrito de Ciudad Nueva, tiene un sistema mixto, albañilería confinada y concreto armado de dos niveles, según lo mostrado en la figura 13.

Figura 13

Vivienda 02 - distrito de ciudad nueva.



Nota. Se aprecia en la figura la elevación frontal de la vivienda N°02.

3.6.3.3. Características de la vivienda N°03

La vivienda N°03 está ubicada en la Asociación 7 de junio, Mz. D Lt. 22, distrito de Ciudad Nueva, tiene un sistema mixto albañilería confinada y concreto armado de dos niveles, según lo mostrado en la figura 14.

Figura 14

Vivienda 03 - distrito de ciudad nueva.



Nota. Observando la figura, se puede ver la elevación principal de la vivienda N° 03.

3.6.3.4. Características de la vivienda N°04

La vivienda N°04 está ubicada en la Asociación 7 de junio, Mz. D Lt. 17, distrito de Ciudad Nueva, tiene un sistema de albañilería confinada de dos niveles, según lo mostrado en la figura 15.

Figura 15

Vivienda 04 - distrito de ciudad nueva.



Nota. Se aprecia en la figura la elevación frontal de la vivienda N°04.

3.6.4. Ensayo no destructivo (esclerometría)

Se realizó el ensayo de esclerometría en las cuatro viviendas evaluadas para determinar la calidad del concreto empleando el martillo de rebote. Esta técnica permite estimar la resistencia ($f'c$) del concreto y evaluar su calidad sin necesidad de recurrir a métodos destructivos.

3.6.4.1. Ensayo de esclerometría en la vivienda N°01

La vivienda dispone de un solo nivel, por lo que se aplicó la prueba en tres columnas, realizando en total nueve ensayos. El procedimiento se llevó a cabo siguiendo lo establecido por la norma ASTM C-805, registrando diez lecturas en cada ensayo en cada punto de las columnas, según lo mostrado en la figura 16.

Figura 16

Ensayo esclerométrico aplicado en las columnas de la vivienda número 01



Nota. Se visualiza el procedimiento del ensayo esclerométrico aplicado a las columnas de la vivienda.

En la tabla 7, se detalla los resultados obtenidos mediante la esclerometría en las columnas.

Tabla 7

Resultados de ensayos de dureza superficial en columnas de la vivienda N°01

N°	Descripción	Lecturas tomadas										Resist. Kg/cm ²	
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10		Prom.
1	Columna 01	25	27	28	22	24	27	26	24	26	24	25,3	144,50
2	Columna 01	26	24	26	28	24	26	28	28	26	24	26,0	155,00
3	Columna 01	27	25	28	23	27	26	25	28	26	24	25,9	153,50
4	Columna 02	30	22	26	29	26	20	26	24	30	28	26,0	155,00
5	Columna 02	24	26	22	28	26	26	28	28	29	24	26,1	156,00
6	Columna 02	25	26	27	28	25	24	26	25	29	26	26,1	156,00
7	Columna 03	22	28	24	26	24	28	26	28	22	24	25,2	143,00
8	Columna 03	30	32	30	27	29	29	30	31	28	27	29,3	199,00
9	Columna 03	30	29	28	29	28	29	30	28	27	29	28,7	187,00
Promedio												161,00	

Nota. Se aprecia los resultados del ensayo de esclerometría realizado en la vivienda.

3.6.4.2. Ensayo de esclerometría en la vivienda N°02

La vivienda dispone de dos niveles, por lo que se aplicó la prueba en tres columnas, realizando en total nueve ensayos. El procedimiento se llevó a cabo siguiendo lo establecido por la norma ASTM C-805, registrando diez lecturas en cada ensayo en cada punto de las columnas, según lo mostrado en la figura 17.

Figura 17

Ensayo esclerométrico aplicado en las columnas de la vivienda número 02



Nota. Se visualiza el procedimiento del ensayo esclerométrico aplicado a las columnas de la vivienda.

El ensayo de esclerometría se aplicó en las columnas de concreto armado con el objetivo de evaluar de manera no destructiva la resistencia superficial del material y verificar su uniformidad. Para ello, se utilizó un esclerómetro tipo martillo de rebote, realizando impactos sobre la superficie previamente limpia y seca de las columnas, distribuidos en diferentes puntos y alturas para obtener resultados representativos.

Los valores de rebote obtenidos fueron promediados y posteriormente correlacionados con curvas de calibración para estimar la resistencia a la compresión del concreto. La tabla 8 muestra los valores de rebote obtenidos.

Tabla 8

Resultados de ensayos de dureza superficial en columnas de la vivienda N°02

N°	Descripción	Lecturas tomadas										Prom.	Resist. Kg/cm ²
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10		
1	Columna 01	29	28	28	29	27	26	28	29	27	28	27,9	178,50
2	Columna 01	29	28	26	30	28	29	29	30	30	25	28,4	184,00
3	Columna 01	29	27	27	27	28	29	29	30	30	26	28,2	182,00
4	Columna 02	22	22	28	24	24	24	28	22	18	24	26,0	155,00
5	Columna 02	26	24	24	24	24	24	24	24	26	28	24,8	138,00
6	Columna 02	24	24	23	25	25	24	23	24	25	24	24,1	131,00
7	Columna 03	28	30	31	30	29	27	30	27	31	29	29,2	196,00
8	Columna 03	27	26	29	30	31	29	27	25	26	29	27,9	178,50
9	Columna 03	29	31	28	25	24	29	28	26	26	27	27,3	169,50
Promedio												168,00	

Nota. Se aprecia los resultados del ensayo de esclerometría realizado en la vivienda.

En la tabla 8, se detalla los resultados obtenidos mediante la esclerometría en las columnas, obteniendo **F'c=168 Kg/cm²** para la vivienda N°02.

3.6.4.3. Ensayo de esclerometría en la vivienda N°03

La vivienda cuenta con un (01) piso. Asimismo, el segundo nivel cuenta solo con muros perimetrales de albañilería; por lo tanto, se realizó la prueba en tres (03) columnas, obteniéndose un total de nueve (09) ensayos. Para el procedimiento se tuvo en cuenta la norma ASTM C-805, registrando diez lecturas en cada ensayo en cada punto de las columnas, según lo mostrado en la figura 19.

Figura 18

Ensayo esclerométrico aplicado en las columnas de la vivienda numero 03



Nota. En la figura se observa el procedimiento del ensayo esclerométrico aplicado a las columnas de la vivienda.

La tabla 9 muestra los valores de rebote obtenidos, las cuales fueron promediados y posteriormente correlacionados con curvas de calibración para estimar la resistencia a la compresión del concreto.

Tabla 9

Resultados de ensayos de dureza superficial en columnas de la vivienda N°03

N°	Descripción	Lecturas tomadas										Prom.	Resist. Kg/cm ²
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10		
1	Columna 01	22	26	24	26	20	20	20	22	22	22	22,4	114,00
2	Columna 01	24	22	20	24	18	22	24	20	22	20	21,6	110,00
3	Columna 01	22	21	23	25	24	23	22	21	23	24	22,8	118,00
4	Columna 02	26	28	26	26	28	24	28	29	26	26	26,0	155,00
5	Columna 02	18	18	14	16	18	20	22	24	16	15	18,1	110,00
6	Columna 02	18	17	19	18	20	17	18	19	17	20	18,3	110,00
7	Columna 03	22	24	26	22	26	24	18	22	22	20	22,6	116,00
8	Columna 03	24	26	24	24	22	26	28	26	22	24	24,6	136,00
9	Columna 03	23	24	25	22	23	24	23	25	23	22	23,4	124,00
Promedio												121,00	

Nota. Se aprecia los resultados del ensayo de esclerometría realizado en la vivienda.

La tabla 9 detalla los resultados de los ensayos esclerométricos efectuados en las columnas obteniendo la resistencia a la compresión del concreto $F'c=121 \text{ Kg/cm}^2$.

3.6.4.4. Ensayo de esclerometría en la vivienda N°04

La vivienda dispone de dos niveles, por lo que se aplicó la prueba en tres columnas, realizando en total nueve ensayos. El procedimiento se llevó a cabo siguiendo lo establecido por la norma ASTM C-805, registrando diez lecturas en cada ensayo en cada punto de las columnas, tal como se muestra en la figura 20.

Figura 19

Ensayo esclerométrico aplicado en las columnas de la vivienda número 04



Nota. Se aprecia el procedimiento del ensayo esclerométrico aplicado a las columnas de la vivienda.

La tabla 10 muestra los valores de rebote obtenidos, los cuales fueron promediados y posteriormente correlacionados con curvas de calibración para estimar la resistencia a la compresión del concreto.

Tabla 10

Resultados de ensayos de dureza superficial en columnas de la vivienda N°04

N°	Descripción	Lecturas tomadas										Prom.	Resist. Kg/cm ²
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10		
1	Columna 01	22	21	22	23	22	20	21	22	21	22	21,6	110,00
2	Columna 01	23	21	20	21	23	22	21	20	22	21	21,4	110,00
3	Columna 01	20	22	21	23	20	21	22	22	23	21	21,5	110,00
4	Columna 02	22	24	20	22	22	24	18	22	18	14	26,0	155,00
5	Columna 02	24	24	26	22	24	26	22	28	26	26	24,8	138,00
6	Columna 02	22	25	24	23	22	24	22	24	23	25	23,4	124,00
7	Columna 03	24	26	24	25	25	26	24	25	26	25	25,0	140,00
8	Columna 03	22	25	24	23	24	22	23	22	25	23	23,3	123,00
9	Columna 03	21	22	24	24	24	25	26	20	23	24	23,3	123,00
Promedio												126,00	

Nota. Se aprecia los resultados del ensayo de esclerometría realizado en la vivienda.

La tabla 10 detalla los resultados de los ensayos esclerométricos efectuados en las columnas, obteniendo el esfuerzo a la compresión del concreto $F'c=126,00$ Kg/cm² para la vivienda N°04.

3.6.4.5. Resultados de resistencia del concreto por vivienda

Se elaboró un resumen con el propósito de establecer la cifra promedio del esfuerzo a la compresión del concreto ($f'c$) en las columnas de las cuatro viviendas analizadas.

Los valores promedios obtenidos fueron los siguientes:

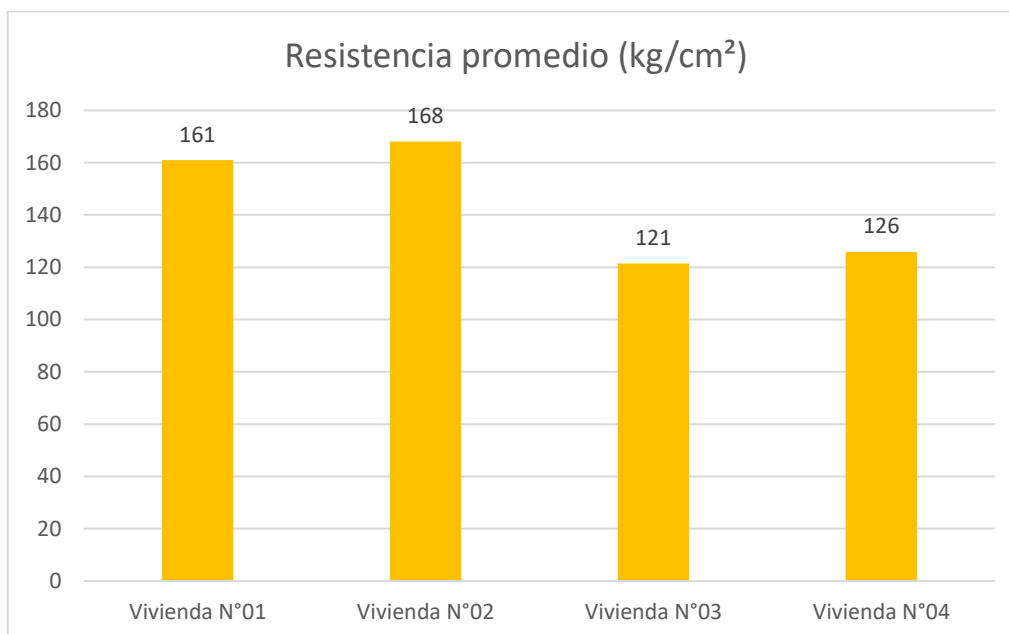
- Primera Casa : 161,00 kg/cm²
- segunda Casa : 168,00 kg/cm²
- tercera Casa : 121,00 kg/cm²
- cuarta Casa : 126,00 kg/cm²

De acuerdo con los resultados del ensayo esclerométrico realizado en las viviendas evaluadas, se determinó que todas presentan valores de resistencia del concreto inferior a 210 kg/cm², resultados mostrados en la tabla 11 y figura 21. Esto evidencia una deficiente calidad del concreto, asociada a la falta de un adecuado diseño y control en su dosificación durante la construcción. Esta condición puede afectar el desempeño estructural de los elementos y su capacidad para cumplir con los requisitos de seguridad y servicio establecidos en la normativa vigente.

Tabla 11*Resistencia promedio del concreto por vivienda*

Vivienda	Resistencia promedio (kg/cm ²)
Edificación N°01	161,00
Edificación N°02	168,00
Edificación N°03	121,00
Edificación N°04	126,00

Nota. Resultados promedio de resistencia a la compresión obtenidos en las pruebas.

Figura 20*Resistencia promedio del concreto por vivienda (kg/cm²)*

Nota. El gráfico muestra la resistencia promedio a la compresión del concreto (f_c) obtenida en cada una de las cuatro viviendas evaluadas.

3.6.5. Análisis estructural de la vivienda N°01

3.6.5.1. Descripción de la vivienda

La construcción se compone por 1 nivel, edificado en el año 1998. La estructura está construida en concreto armado las columnas y vigas, asimismo están construidos por Unidades de Albañilería en los muros perimetrales como divisorios. La edificación dispone de losas aligeradas construidas con concreto armado y bloques de arcilla. El segundo nivel se constituye de un módulo de material prefabricado.

3.6.5.2. Dimensiones de los elementos estructurales

Las tablas 12 y 13 muestran las dimensiones de los elementos estructurales de la edificación, luego del levantamiento de información en la visita a campo.

a. Columnas

Tabla 12

Tipos de columnas en la vivienda N°1

Tipo	Dimensiones (cm)
C1	25×25

Nota. los datos fueron tomados durante las visitas a la vivienda.

b. Vigas

Tabla 13

Tipos de vigas en la vivienda N°1

Tipo	Dimensiones (cm)
VCHATA	20×20
VS	15×20

Nota. los datos fueron tomados durante las visitas a la vivienda

c. Muros de albañilería

Espesor de Muros $e = 12$ cm, sin acabados

3.6.5.3. Definición de materiales concreto armado

- Resistencia mecánica del concreto en compresión ($F'c$) = 161,00 Kg/cm²
- Esfuerzo de fluencia del acero ($F'y$) = 4200 Kg/cm²

3.6.5.4. Definición de materiales albañilería

Caraza (2015), llevo a cabo un estudio donde establece el valor de la resistencia a compresión de la unidad de albañilería tipo blocker II.

- Esfuerzo a la compresión de la U. Albañilería $f'm = 46,60$ Kg/cm²
- Módulo de Elasticidad $E = 13980,00$ Kg/cm²
- Peso Especifico $Y = 1,8$ tn/m³

3.6.5.5. Estimación de cargas

El cálculo de las cargas se realizó siguiendo las disposiciones de la Norma E.020 del RNE.

- CM (losa + Acabados) = 400 kg/m²
- CM (tabiquería) = 150 kg/m²
- CV (viviendas) = 200 kg/m²
- CV (Azotea) = 100 kg/m²

3.6.5.6. Modos y periodos de vibración de la edificación

Los modos y pedidos de vibración se detallan en la tabla 14. Tomando en cuenta el estudio en los dos ejes principales (X y Y), se obtuvieron los valores de los períodos. principales que muestran la mayor aportación modal y reflejan el comportamiento dinámico predominante en cada eje.

Tabla 14

Periodo fundamental de vibración y masas participativas de la vivienda N°01

Case	Mode	Period seg	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Modal	1	0,241	0,826	0,000001343	0,826	1,34E-06	0,188	0,188
Modal	2	0,148	0,173	0,00003	1,000	3,37E-05	0,811	1,000
Modal	3	0,122	2,00E-06	1,000	1,000	1,000	0,000	1,000

Nota. Se observa los resultados del periodo fundamental de vibración, extraídos del software ETABS V 20.3.0.

De la tabla 14 se tiene los periodos fundamentales en cada sentido de estudio.

a. X=0,241 segundos

b. Y= 0,122 segundos

3.6.5.7. Peso de la edificación

El peso de la edificación se muestra en la tabla 15. Para edificaciones de uso vivienda (Categoría C según la Norma E.020), el peso sísmico se determina mediante la suma de. (1) el 100% de las cargas permanentes, y (2) el 25% del peso total por ocupación, según las exigencias definidas para este tipo de estructura (MVCS, 2018).

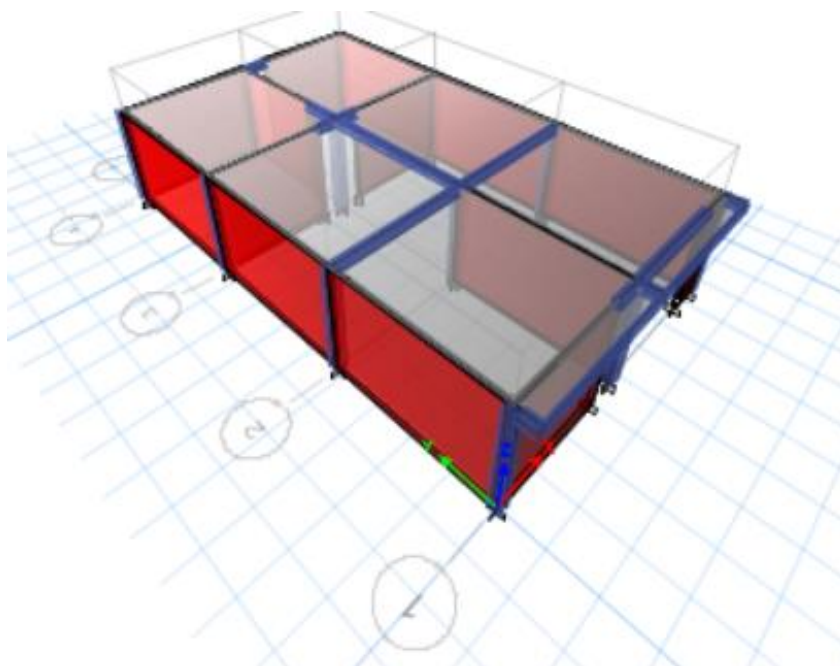
Tabla 15*Peso sísmico de la vivienda N°01*

Story	Output Case	Case Type	Location	P (tnf)	MX (tnf-m)	MY (tnf-m)	Peso Por Planta (tnf)
Nivel 01	Peso Sísmico	Combination	Bottom	129,41	815,26	-487,939	129,414
Peso Total							129,414

Nota. Se observa el Peso de cada nivel, extraídos del software ETABS V 20.3.0.

3.6.5.8. Representación analítica de la construcción

La figura 22 muestra la vista 3D de la edificación. El modelo y el análisis estructural se realizó con el programa de ingeniería ETABS v20.3.0, herramienta empleada para efectuar el análisis por fuerzas estáticas equivalentes y el estudio dinámico modal espectral, permitiendo una evaluación detallada del comportamiento estructural de la vivienda.

Figura 21*Representación tridimensional de la vivienda número 01.*

Nota. Se aprecia la configuración general del sistema estructural y la distribución de los elementos principales de la vivienda.

3.6.5.9. Parámetros sísmicos

La Tabla 16 muestra los parámetros sísmicos utilizados en el diseño estructural de la vivienda N° 01 para las direcciones X y Y, de acuerdo con lo indicado en la Norma Técnica E.030 (MVCS, 2018). Dichos parámetros son fundamentales para obtener el coeficiente sísmico, por tanto, las fuerzas sísmicas de diseño que se aplicarán a la edificación.

Tabla 16

Parámetros sísmicos de la vivienda N°01

Parámetros		Dirección X	Dirección Y
Factor de Zona	Z	0,45	0,45
Factor de Uso	U	1,00	1,00
Factor de Suelo (S3)	S	1,10	1,10
	Tp	1,00	1,00
	Tl	1,60	1,60
Factor de reducción Sísmica	Ro	3,00	3,00
Factor Exponencial de distribución	K	1,00	1,00
Factor de amplificación sísmica	C	2,50	2,50
Coeficientes Sísmicos	ZUCS/R	0,412	0,412

Nota. Se muestran los parámetros sísmicos establecidos conforme a la Norma Técnica E.030.

3.6.5.10. Análisis estático

a. Cortante basal

Al tener reunida toda la información requerida, Se lleva a cabo el análisis estático correspondiente. En primera instancia, la estructura es modelada suponiendo un comportamiento regular en términos de distribución de masa, rigidez y resistencia. Posteriormente, se realiza una evaluación rigurosa destinada a identificar posibles irregularidades en planta y elevación, atendiendo a los parámetros de clasificación estructural y a las disposiciones establecidas por la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente. En la tabla 17 Se muestra la cortante basal de la edificación.

Tabla 17

Resultados de la cortante en la base de la vivienda

N°01

	XX	YY
ZUCS/R	0,4125	0,4125
V estático (tnf)	53,383	53,383

Nota. se aprecia la cortante basal de la vivienda.

- a. $C/R > 0.11$ En el sentido X-X = 0,83
- b. $C/R > 0.11$ En el sentido Y-Y = 0,83

3.6.5.11. Verificación de irregularidad en altura (la)

a. Irregularidad de Rigidez – Piso blando

La Tabla 18 muestra la evaluación de la irregularidad de rigidez en el eje X de la vivienda N° 01, basada en los valores de rigidez lateral obtenidos del modelo estructural generado en ETABS v20.3.0. Esta verificación permite identificar la posible presencia de pisos blandos o variaciones significativas de rigidez entre niveles, conforme a los criterios establecidos en la Norma Técnica E.030.

Tabla 18

Evaluación de la presencia de irregularidad de rigidez en la dirección X, de la vivienda número 01

Story	Elevation m	X-Dir tnf/m	$0,70 \cdot K_i$ tnf/m	$K_i < 0,70 \cdot K_{(i+1)}$	$K_i < 0,80 \cdot \text{Prom. Rigidez}$
Nivel 1	2,85	5941,43		Regular	Regular

Nota. De los datos extraídos del software ETABS v20.3.0. La estructura es regular por baja rigidez lateral en el sentido X.

La Tabla 19 muestra la evaluación de la irregularidad de rigidez en el eje Y de la vivienda N° 01, basada en los valores de rigidez lateral obtenidos del modelo estructural.

Tabla 19

Evaluación de la presencia de irregularidad de rigidez en la dirección Y, de la vivienda número 01

Story	Elevation	Y-Dir tnf/m	$0,70 \cdot K_i$	$K_i < 0,70 \cdot K_{(i+1)}$	$K_i < 0,80 \cdot \text{Prom. Rigidez}$
Nivel 1	2,85	23435,55		Regular	Regular

Nota. De los datos extraídos del software ETABS v20.3.0. La estructura es regular por piso blando en el sentido Y.

b. Irregularidad de resistencia – piso débil

Las Tablas 20 y 21 presentan la evaluación de la irregularidad de resistencia en los ejes X y Y de la vivienda N° 01, a partir de los valores de cortante del análisis dinámico, permitiendo identificar la posible presencia de un piso débil conforme a la Norma Técnica E.030.

Tabla 20

Comprobación por piso débil en el sentido X, de la vivienda N°01

Story	Output Case	Step Type	Location	VX tnf	VY tnf	$0,80 \cdot V_i$ tnf	$V_i < 0,80 \cdot K(i+1)$
Nivel 01	Sismo Dinámico XX	Max	Bottom	39,4796	0,1231		Regular

Nota. De los datos extraídos del Software ETABS V 20.3.0. la edificación no presenta irregularidad asociada a la condición de piso débil.

Tabla 21

Comprobación por piso débil en el sentido Y, de la vivienda N°01

Story	Output Case	Step Type	Location	VX tnf	VY tnf	$0,80 \cdot V_i$ tnf	$V_i < 0,80 \cdot K(i+1)$
Nivel 01	Sismo Dinámico YY	Max	Bottom	0,0803	30,2686		Regular

Nota. De los datos extraídos del Software ETABS V 20.3.0. la edificación no presenta irregularidad asociada a la condición de piso débil.

c. Irregularidad de masa o peso

La Tabla 22 analiza la presencia de irregularidad de masa o peso entre los niveles de la vivienda N° 01, siguiendo los criterios de la Norma E.030, la cual indica que un nivel se considera irregular cuando su peso supera en más del 50 % al del nivel que se encuentra por encima.

Tabla 22

Comprobación de irregularidad de masa o peso en la vivienda N°01

Story	Output Case	Location	Peso Acum.	Peso por Piso	1.5P por piso Sig.	Condición
Nivel 01	P=100CM+25CV	Bottom	129,4	129,4		Regular

Nota. De los datos extraídos del software ETABS v20.3.0. la estructura no es irregular de masa o peso.

d. Irregularidad geométrica vertical

No presenta irregularidad.

e. Irregularidad en los sistemas resistentes

La estructura se encuentra con elementos estructurales uniformes y continuos.

f. Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

La estructura no evidencia irregularidades vinculadas a discontinuidades extrema.

3.6.5.12. Verificación de irregularidad en planta (Ip)

a. Irregularidad torsional

La tabla 23 muestra la verificación de irregularidad torsional. De acuerdo con la Norma E.030, se deben cumplir dos condiciones para que una estructura sea considerada irregular por torsión:

- Cuando, en alguna de las direcciones de análisis, el desplazamiento relativo máximo de entrepiso en uno de los extremos de la edificación ($\Delta_{\text{máx}}$), considerando la excentricidad accidental, excede en más de 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso bajo la misma condición de carga (Δ_{prom}), se considera la presencia de esta irregularidad (MVCS, 2018)
- Este criterio es aplicable exclusivamente a edificaciones que cuenten con diafragmas rígidos y únicamente cuando el desplazamiento relativo máximo de entrepiso excede el 50 % de la distorsión permisible establecida por la normativa (MVCS, 2018).

Tabla 23

Comprobación de irregularidad torsional de la vivienda N°01

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Condición
Nivel 1	Deriva XX	Combination	Max	D1 X	7,00E-04	0,0005	1,493	Hay Torsion en X-X
Nivel 2	Deriva YY	Combination	Max	D1 Y	3,00E-04	0,0003	1,039	No Hay Torsion en Y-Y

Nota. Extraído del software ETABS v20.3.0.

Según la tabla 23, en la dirección X, el desplazamiento relativo máximo supera en 1,30 veces el promedio, lo que indica que la estructura presenta una irregularidad por torsión, con un valor de **Ip=0,75**. No obstante, este resultado debe confirmarse verificando las derivas máximas de entrepiso.

b. Irregularidad torsional extrema

No hay irregularidad torsional extrema.

c. Esquinas entrantes

No se tiene irregularidad por Esquinas entrantes.

d. Discontinuidad de diafragma

La estructura no muestra irregularidad correspondiente a la interrupción o falta de continuidad del diafragma.

e. Sistemas no paralelos

La edificación no muestra irregularidades asociadas a sistemas no paralelos, puesto que los componentes estructurales que no siguen la alineación principal soportan menos del 10 % de la cortante de piso.

3.6.5.13. Factores de irregularidad en X

$I_a=1,00$

$I_p=0,75$

3.6.5.14. Factores de irregularidad en Y

$I_a=1,00$

$I_p=1,00$

3.6.5.15. Análisis dinámico

Mediante el software ETABS (versión 20.3.0) permite generar automáticamente los espectros de respuesta sísmica conforme a lo establecido en la Norma E.030. En el modelo desarrollado, se incorporaron los parámetros correspondientes para las direcciones X y Y, garantizando así una adecuada representación de las acciones sísmicas que actúan sobre la estructura.

Las figuras 23 y 24 muestran los espectros de pseudo aceleración empleados en el software ETABS v20.3.0 para la consideración de la acción sísmica en ambas direcciones de análisis.

Figura 22

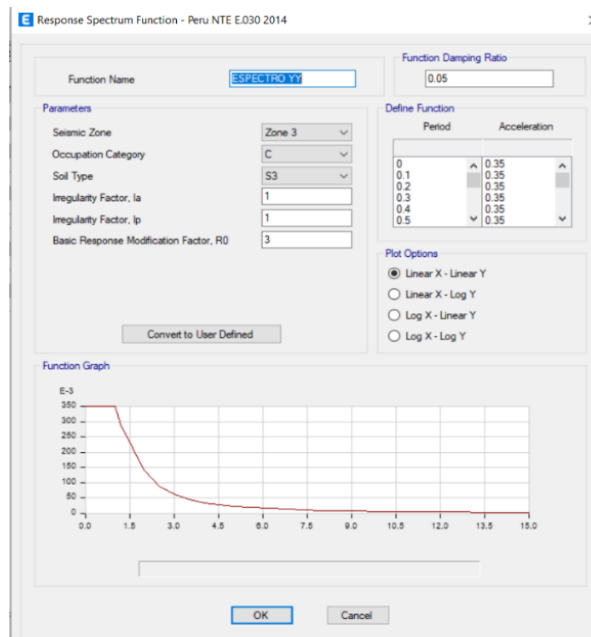
*Gráfica de aceleraciones en la dirección X
para la edificación N°01*



Nota. Espectro de pseudoaceleración en la dirección X, obtenido en el software ETABS v20.3.0 conforme a la Norma E.030

Figura 23

*Gráfica de aceleraciones en la dirección Y
para la edificación N°01*



Nota. Espectro de pseudoaceleración en la dirección Y, obtenido en ETABS v20.3.0 conforme a la Norma E.030

a. Verificación de derivas de entrepiso

A partir del análisis estructural, en las tablas 24 y 25 se determinan las distorsiones máximas para cada piso conforme a las exigencias de la normativa vigente y en ambas direcciones principales. Como la edificación presenta irregularidad, el desplazamiento relativo máximo entre pisos debe ser incrementado aplicando el factor 0,85 sobre el coeficiente R, tal como lo establece la normativa.

Tabla 24

Verificación de derivas en el sentido X en la vivienda N°01

Piso	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	D _{MAX} =0,005
Nivel 1	Deriva-X	Combination	Max	X	0,0022	Cumple

Nota. Los resultados fueron extraídos del software ETABS v20.3.0.

Tabla 25

verificación de derivas en el sentido Y en la vivienda N°01

Piso	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	D _{MAX} =0,005
Nivel 1	Deriva-Y	Combination	Max	Y	0,0001	Cumple

Nota. Los resultados fueron extraídos del software ETABS v20.3.0.

La vivienda N°01 muestra un comportamiento estructural adecuado y seguro frente a cargas laterales, dado que las derivas obtenidas en los sentidos X y Y (0,0022 y 0,0001, respectivamente) se encuentran por debajo de la deriva máxima permitida de 0.005 para edificaciones de albañilería confinada, según los resultados extraídos del software ETABS v20.3.0.

b. Cortante dinámica en X y Y

Una vez realizado las verificaciones correspondientes, por lo que se puede obtener el valor real de la fuerza cortante de la edificación.

En la tabla 26. El valor de la fuerza cortante dinámica se obtendrá del ETABS v 20.3.0 en ambas direcciones de análisis.

Tabla 26*Fuerza cortante en la base en los sentidos x-y de la vivienda N°01*

Output Case	Case Type	Step Type	FX tnf	FY tnf	MX tnf-m	MY tnf-m	MZ tnf-m
Sismo Dinámico XX	LinRespSpec	Max	39,479	0,123	0,350	112,517	207,071
Sismo Dinámico YY	LinRespSpec	Max	0,080	30,268	86,265	0,228	114,138

Nota. los datos fueron extraídos del software ETABS v20.3.0.

- La estructura responde adecuadamente en ambas direcciones, mostrando fuerzas dominantes en la dirección correspondiente a cada análisis (FX para X y FY para Y).
- Los momentos torsionales (especialmente MZ) presentan valores relevantes, lo cual es típico en edificaciones irregulares o con masa desplazada del centro, pero no necesariamente preocupante.

3.6.6. Análisis estructural de la vivienda N°02

3.6.6.1. Descripción de la vivienda

La edificación fue construida en 1993 y consta de dos niveles, con estructura de concreto armado en columnas y vigas, muros de albañilería y losas aligeradas de concreto armado con ladrillos de arcilla, además de techo liviano en el segundo nivel

3.6.6.2. Dimensiones de los elementos estructurales

Las tablas 27 y 28 muestran las dimensiones de los elementos estructurales de la edificación, luego del levamiento de información en la visita a campo.

a. Columnas

Tabla 27*Tipo de columnas en la vivienda N°02*

Tipo	Dimensiones (cm)
C1	30×30
C2	25×25
C3	40×30
C4	20×30

Nota. los datos fueron tomados durante las visitas a la vivienda.

b. Vigas

Tabla 28

Tipo de Vigas en la vivienda N°02

Tipo	Dimensiones (cm)
VP1	30×40
VS	15×20
VCHATA	20×20

Nota. los datos fueron tomados durante las visitas a la vivienda.

3.6.6.3. Definición de materiales concreto armado

- Esfuerzo a la Compresión del Concreto $F'c = 168,00 \text{ Kg/cm}^2$
- Esfuerzo de fluencia del acero $F'y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

3.6.6.4. Definición de materiales albañilería

Caraza (2015), llevo a cabo un estudio donde establece el valor de la resistencia a compresión de la unidad de albañilería tipo blocker II.

- Esfuerzo a la compresión de la U. Albañilería $f'm = 46,60 \text{ Kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad $E = 13980,00 \text{ Kg/cm}^2$
- Peso Específico $\gamma = 1,8 \text{ tn/m}^3$

3.6.6.5. Estimación de cargas

Las cargas se determinaron siguiendo las disposiciones de la Norma E.020 "Cargas" del Reglamento Nacional de Edificaciones.

- CM (peso de losa + Acabados) = 400 Kg/m^2
- CM (divisores) = 353 kg/m
- CV (viviendas) = 200 kg/m^2
- CV (Azotea) = 100 kg/m^2

3.6.6.6. Modos y periodos de vibración de la edificación

Los modos y pedidos de vibración se detallan en la tabla 29. Teniendo en cuenta la evaluación en ambos sentidos (X y Y), se determinaron los períodos principales que más aportan significativamente a la respuesta modal y reflejan el comportamiento dinámico predominante en cada eje.

Tabla 29*Periodo fundamental de vibración y masas participativas de la vivienda N°02*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
modal	1	0,346	0,962	0,000	0,962	0	0,000	0,000
modal	2	0,13	9,77E-06	1,10E-06	0,962	1,20E-06	0,068	0,068
modal	3	0,121	0,021	1,20E-06	0,982	2,40E-06	0,001	0,068
modal	4	0,108	0,008	1,50E-05	0,990	1,70E-05	0,156	0,225
modal	5	0,087	0,010	1,80E-06	1,000	1,90E-05	0,090	0,315
modal	6	0,057	0,000	0,001	1,000	0,001	0,683	0,998
modal	7	0,051	0,000	0,929	1,000	0,930	0,001	0,998
modal	8	0,037	9,52E-07	0,000	1,000	0,930	4,10E-05	0,998
modal	9	0,036	1,91E-06	5,40E-06	1,000	0,930	3,00E-05	0,998

Nota. Se observa los resultados del periodo fundamental de vibración, extraídos del software ETABS v20.3.0.

En la tabla 29 se presentan los valores de los períodos principales para cada eje:

a. X=0,346 segundos

b. Y= 0,051 segundos

3.6.6.7. Peso de la edificación

El peso de la edificación se presenta en la Tabla 30. Al tratarse de una vivienda (Clasificación C según la Norma E.020), el peso sísmico se determina considerando la totalidad de las cargas permanentes más el 25 % de la carga de ocupación.

Tabla 30*Peso sísmico de la vivienda N°02*

Story	Output Case	Case Type	Location	P (tnf)	MX (tnf-m)	MY (tnf-m)	Peso Por Nivel (tnf)
Nivel 02	Peso Sísmico	Combination	Bottom	253,10	1454,75	-895,732	253,10
Nivel 01	Peso Sísmico	Combination	Bottom	1032,90	5931,05	-3662,76	779,79
Peso Total							1032,90

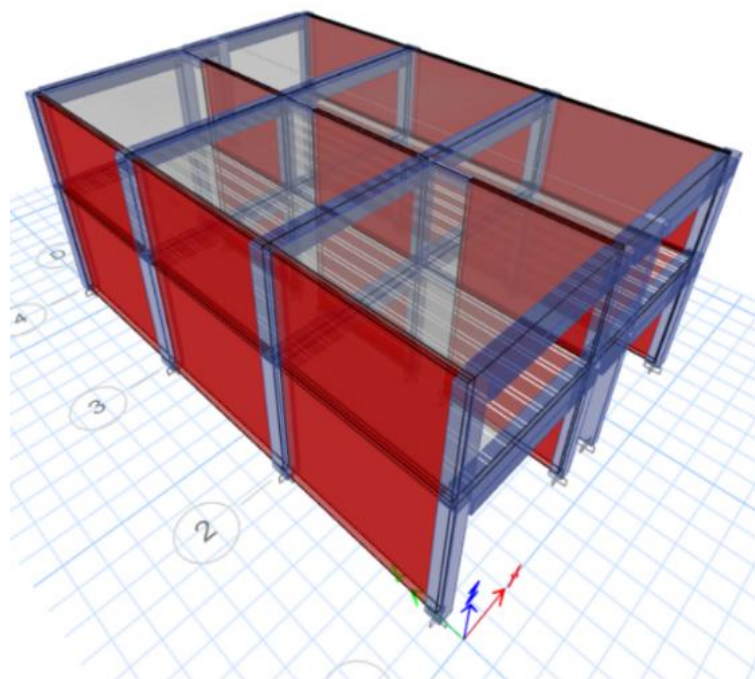
Nota. Se observa el Peso de cada nivel, extraídos del software ETABS v 20.3.0.

3.6.6.8. Representación analítica de la construcción

La figura 25 muestra la vista 3D de la edificación. El modelo y el análisis estructural se realizó con el programa de ingeniería ETABS V20.3.0, herramienta enfocada en el análisis de fuerzas estáticas equivalentes, así mismo en la evaluación dinámica modal espectral para estudiar el desempeño de la estructural de la vivienda.

Figura 24

Representación tridimensional de la vivienda número 02



Nota. Se aprecia la configuración general del sistema estructural y la distribución de los elementos principales de la vivienda.

3.6.6.9. Parámetros sísmicos

La Tabla 31 presenta los parámetros sísmicos empleados en el diseño estructural de la vivienda N° 02 en las direcciones X y Y, conforme a lo establecido en la Norma Técnica E.030 (MVCS, 2018). Estos parámetros, tales como el factor de zona, el perfil de suelo, el factor de uso y el sistema estructural, son esenciales para la determinación del coeficiente sísmico. En función de este coeficiente, se calculan las fuerzas sísmicas de diseño que actuarán sobre la edificación, permitiendo evaluar su respuesta ante acciones sísmicas y verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural establecidos por la normativa vigente.

Tabla 31*Parámetros sísmicos de la vivienda N°02*

Parámetros		Dirección X	Dirección Y
Factor de Zona	Z	0,45	0,45
Factor de Uso	U	1,00	1,00
Factor de Suelo (S3)	S	1,10	1,10
	Tp	1,00	1,00
	Tl	1,60	1,60
Factor de reducción Sísmica	Ro	8,00	3,00
Factor Exponencial de distribución	K	1,00	1,00
Factor de amplificación sísmica	C	2,50	2,50
Coeficientes Sísmicos	ZUCS/R	0,15	0,41

Nota. En la tabla se presentan los parámetros sísmicos establecidos por la normativa vigente.

En el sentido X el factor de reducción sísmica es de $R_o=8$, ya que la edificación no cuenta con muros de albañilería en el sentido X.

3.6.6.10. Análisis estático

a. Cortante basal

Con la información recopilada, se desarrolla el análisis estático considerando inicialmente la estructura como regular. Posteriormente, se identifican y evalúan las posibles irregularidades en planta y en elevación. Las Tablas 32 y 33 presentan las cortantes de entrepiso y la cortante basal obtenidas del análisis.

Tabla 32*Resultados de la fuerza cortante basal en la vivienda N°02*

Piso	Vx (Tnf)	Vy (Tnf)
Nivel 2	58,220	155,260
Nivel 1	101,550	270,800

Nota. Se especifican los valores de cortante en cada nivel de la construcción.

Tabla 33*Resultados de la fuerza cortante estático de la vivienda N°02*

	XX	YY
ZUCS/R	0,154	0,410
V estático (tnf)	159,770	426,070

Nota. Se detalla la fuerza cortante basal de la estructura.

- a. $C/R > 0,11$ En el sentido X-X = 0,31
- b. $C/R > 0,11$ En el sentido Y-Y = 0,83

3.6.6.11. Verificación de irregularidad en altura (Ia)

a. Irregularidad de Rigidez – Piso blando

La Tabla 34 muestra la evaluación de la irregularidad de rigidez en el eje X de la vivienda N° 02, basada en los valores de rigidez lateral obtenidos del modelo estructural generado en ETABS v20.3.0. Esta verificación permite identificar la posible presencia de pisos blandos o variaciones significativas de rigidez entre niveles, conforme a los criterios establecidos en la Norma Técnica E.030.

Tabla 34

Comprobación de irregularidad de rigidez en X de la vivienda N°02

story	elevation m	x-dir tnf/m	0,70*ki tnf/m	ki< 0,70*k(i+1)	ki< 0,80*prom. rigidez
Nivel 2	4,84	22507,913	15755,539	No aplica	No aplica
Nivel 1	2,74	31506,552		Regular	Regular

Nota: De la información extraída del software ETABS v20.3.0. La estructura no es irregular por piso con baja rigidez lateral en el sentido X.

La Tabla 35 muestra la evaluación de la irregularidad de rigidez en el eje Y de la vivienda N° 02, basada en los valores de rigidez lateral obtenidos del modelo estructural.

Tabla 35

Verificación de irregularidad de rigidez en Y de la vivienda N°02

Story	Elevation	Y-Dir tnf/m	0,70*Ki	Ki< 0,70*K(i+1)	Ki< 0,80*Prom. Rigidez
Nivel 2	4,84	1218194,41	852736,08	No aplica	No aplica
Nivel 1	2,74	1501039,11		Regular	Regular

Nota: De la información extraída del software ETABS v20.3.0. La estructura no es irregular por piso con baja rigidez lateral en el sentido Y

b. Irregularidad de resistencia – piso débil

Las Tablas 36 y 37 presentan la evaluación de la irregularidad de resistencia en los ejes X y Y de la vivienda N° 02, a partir de los valores de cortante del análisis dinámico, permitiendo identificar la presencia de un piso débil conforme a la Norma Técnica E.030.

Tabla 36

Comprobación de irregularidad de resistencia en X de la vivienda N°02

Story	Output Case	Step Type	Location	VX tnf	VY tnf	0,80*Vi tnf	Vi< 0,80*K(i+1)
Nivel 02	Sismo Dinámico XX	Max	Bottom	6,1881	0,0014	4,9500	No aplica
Nivel 01	Sismo Dinámico XX	Max	Bottom	14,7564	0,0031		Regular

Nota. De la información extraída del software ETABS v20.3.0. la vivienda es regular en el sentido X.

Tabla 37

Verificación de irregularidad de resistencia en Y de la vivienda N°02

Story	Output Case	Step Type	Location	VX tnf	VY tnf	0,80*Vi tnf	Vi< 0,80*K(i+1)
Nivel 02	Sismo Dinámico YY	Max	Bottom	0,0037	8,0375	6,4300	No aplica
Nivel 01	sismo dinámico YY	Max	Bottom	0,0041	19,8896		Regular

Nota. De la información extraída del software ETABS v20.3.0. la vivienda es regular en el sentido Y.

c. Irregularidad por distribución no uniforme de masas

La Tabla 38 analiza la presencia de irregularidad de masa o peso entre los niveles de la vivienda N° 01, siguiendo los criterios de la Norma E.030, la cual indica que un nivel se considera irregular cuando su peso supera en más del 50% al del nivel que se encuentra por encima.

Tabla 38

Verificación de irregularidad de masa o peso en la vivienda N°02

Story	Output Case	Location	Peso Acum.	Peso por Piso	1,5P piso Sig.	Condicion
Nivel 02	P=100CM+25CV	Bottom	41,2299	41,2299		
Nivel 01	P=100CM+25CV	Bottom	117,0748	75,8449	61,8448	Regular

Nota. de la información obtenida del software ETABS v20.3.0. la vivienda no es regular por masa o peso.

d. Irregularidad geométrica vertical

La vivienda no presenta irregularidad asociada a la geometría vertical.

e. Irregularidad en los sistemas resistentes

La estructura se encuentra con elementos estructurales uniformes y continuos. En ese sentido No presenta irregularidad.

f. Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

la vivienda no es irregular por Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes.

3.6.6.12. Verificación de irregularidad en planta (Ip)**a. Irregularidad torsional**

no existe irregularidad torsional en la vivienda.

b. Irregularidad torsional extrema

Las tablas 39 y 40, muestran la verificación de irregularidad torsional extrema. Según lo establecido en la Norma E.030, una estructura será clasificada como irregular por torsión únicamente si cumple con dos condiciones específicas.:

- Según la Norma Técnica E.030, si en alguna dirección de estudio el desplazamiento relativo máximo de entrepiso en un extremo del edificio, considerando la excentricidad accidental, supera en más de 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos de dicho entrepiso bajo la misma carga, se reconoce la presencia de una irregularidad estructural en altura.
- Este criterio se aplica únicamente a edificios con diafragmas rígidos y solo si el desplazamiento relativo máximo de entrepiso supera 0,50 veces la distorsión permisible establecido en la norma.
- La aplicación de este criterio es válida únicamente para estructuras con diafragmas rígidos y se considera únicamente cuando el desplazamiento relativo máximo de entrepiso excede el 50 % de la distorsión permitida definida en la normativa.

Tabla 39

Verificación de irregularidad torsional extrema en x de la vivienda N°02

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Condición
Nivel 1	Deriva X-X	Combination	Max	Diaph D1 X	0,01	0,01	1,007	No hay torsión en X-X

Nota. De la información obtenida del software ETABS v20.3.0. Se verifica que no hay torsión extrema en la vivienda en el sentido X.

Tabla 40

Verificación de irregularidad torsional extrema en Y de la vivienda N°02

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Condición
Nivel 1	Deriva Y-Y	Combination	Max	Diaph D1 Y	2E-04	0,0002	1,035	No hay torsión en Y-Y

Nota. De la información obtenida del software ETABS v20.3.0. Se verifica que no hay torsión extrema en la vivienda en el sentido y.

b. Esquinas entrantes

En la estructura no se tiene irregularidad por Esquinas entrantes.

c. Discontinuidad de diafragma

la vivienda no presenta irregularidad discontinuidad de diafragma.

d. Sistemas no paralelos

La vivienda no evidencia irregularidades asociadas a sistemas no paralelos, puesto que los elementos estructurales fuera de la alineación principal soportan menos del 10 % de la cortante de piso

3.6.6.13. Factores de irregularidad en XX

$I_a=1,00$

$I_p=1,00$

3.6.6.14. Factores de irregularidad en YY

$I_a=1,00$

$I_p=1,00$

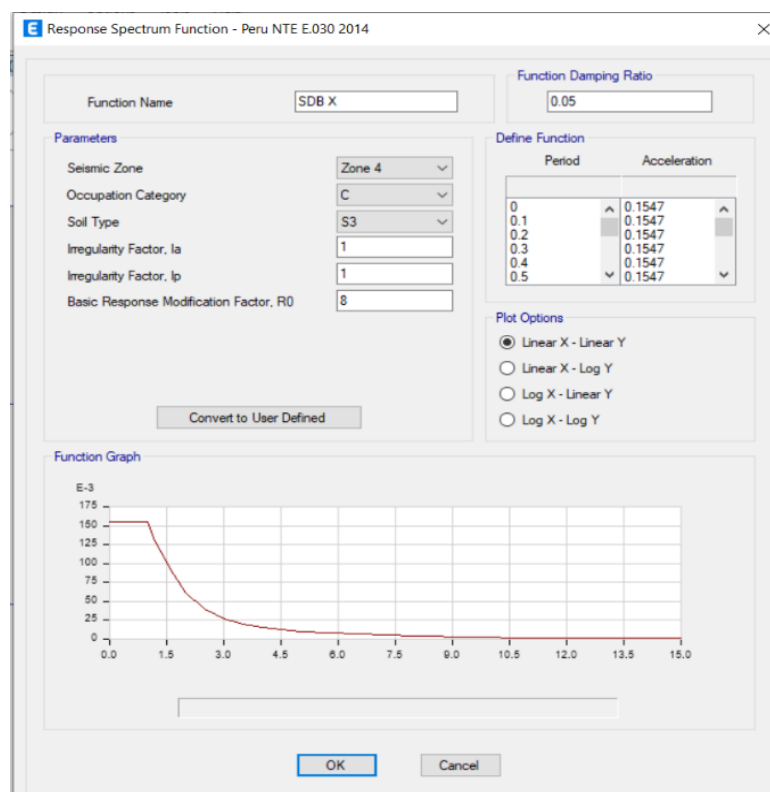
3.6.6.15. Análisis dinámico

Mediante el software ETABS (versión 20.3.0) el cual permite configurar automáticamente los espectros de respuesta sísmica de acuerdo a la Norma E.030. En el modelo estructural desarrollado se definieron los parámetros sísmicos correspondientes para las direcciones X y Y, asegurando la adecuada caracterización de las solicitaciones dinámicas mediante la correcta asignación de los espectros de respuesta y factores normativos, lo que permite una representación fiel de las acciones sísmicas que actúan sobre la edificación.

En la figura 26 y 27, se muestran los espectros de pseudo aceleraciones empleados en el software ETABS v20.3.0, considerando las cargas de sismo en cada dirección.

Figura 25

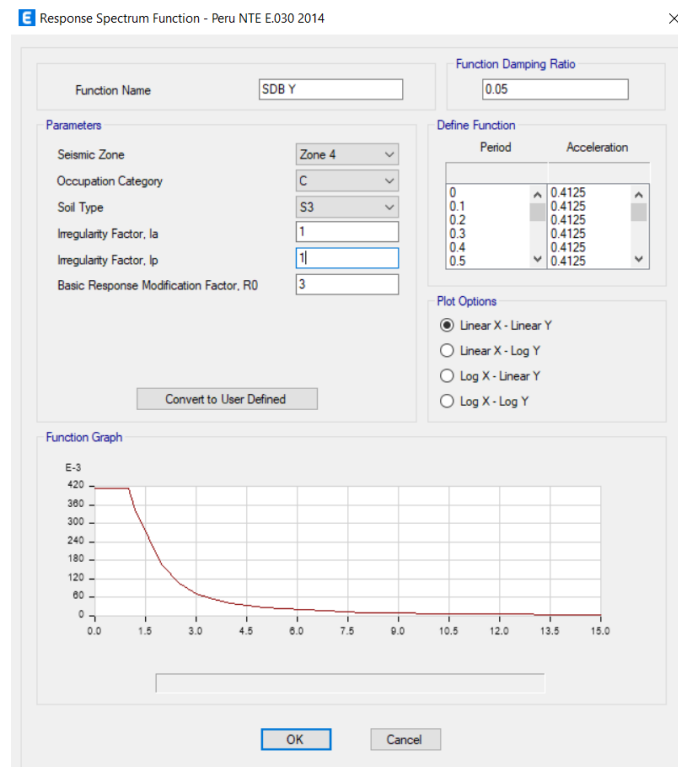
Espectro de aceleraciones en el sentido X de la vivienda N°02



Nota. Espectro de pseudoaceleración en la dirección X, obtenido en el software ETABS v20.3.0 conforme a la Norma E.030

Figura 26

Espectro de aceleraciones en el sentido Y de la vivienda N°02



Nota. Espectro de pseudoaceleración en la dirección Y, obtenido en el software ETABS v20.3.0 conforme a la Norma E.030

a. Verificación de derivas de entrepiso

A partir del análisis estructural, en las tablas 41 y 42 se determinan las distorsiones máximas para cada piso conforme a las exigencias de la normativa vigente, El análisis dinámico aplicado en las dos direcciones principales evidencia que la edificación no manifiesta ningún tipo de irregularidad estructural, el desplazamiento relativo máximo entre pisos debe ser incrementado aplicando el factor 0,75 sobre el coeficiente R, tal como lo establece la normativa.

Tabla 41

Verificación de derivas en el sentido X de la vivienda N°02

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	DMAX=0.007
Nivel 2	Deriva XX	Combination	Max	X	0,0082	No Cumple
Nivel 1	Deriva XX	Combination	Max	X	0,0106	No Cumple

Nota. datos extraídos del software ETBAS v20.3.0.

Tabla 42*Verificación de derivas en el sentido y de la vivienda N°02*

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Dmax=0.005
Nivel 2	Deriva YY	Combinación	Max	Y	0,0002	Cumple
Nivel 1	Deriva YY	Combinación	Max	Y	0,0002	Cumple

Nota. datos extraídos del software ETBAS v20.3.0.

La revisión de derivas revela que, en la dirección X, los desplazamientos laterales de la vivienda N° 02 exceden lo permitido por la norma, registrando valores de 0,0082 y 0,0106 cuando el límite es 0,007. En consecuencia, la estructura no cumple con el criterio de rigidez lateral en ese eje y muestra mayor susceptibilidad a daños por deformaciones excesivas durante un sismo.

Por el contrario, en la dirección Y las derivas obtenidas se encuentran muy por debajo del valor máximo admisible de 0,005. lo que indica que la rigidez y la estabilidad lateral en ese sentido son satisfactorias, sin presentar inconvenientes de servicio ni riesgos asociados a desplazamientos.

b. Cortante dinámica en X y Y

Una vez realizado las verificaciones correspondientes, por lo que se puede obtener el valor real de la fuerza cortante de la edificación.

La tabla 43 muestra el valor de la fuerza cortante dinámica, el cual se obtendrá del ETABS v20.3.0 en ambas direcciones de análisis.

Tabla 43*Fuerza cortante en la base en los sentidos x-y de la vivienda N°02*

Output Case	Case Type	Step Type	FX (tnf)	FY (tnf)	MX (tnf-m)	MY (tnf-m)	MZ (tnf-m)
Sismo Dinámico XX	LinRespSpec	Max	15,459	0,003	0,011	55,602	93,017
Sismo Dinámico YY	LinRespSpec	Max	0,008	41,673	148,780	0,033	154,456

Nota. los datos extraídos del software ETBAS v20.3.0.

- se observa que los mayores momentos se dan en MX y MZ, evidenciando efectos significativos de flexión y torsión causados por la acción sísmica en Y.
- El sismo en la dirección Y produce cortantes significativamente mayores que el sismo en dirección X. Esto implica que la estructura presenta una respuesta más exigida cuando las fuerzas sísmicas actúan en Y.

3.6.7. Análisis estructural de la vivienda N°03

3.6.7.1. Descripción de la vivienda

Su edificación fue en el año 1993, lo cual se compone por 2 niveles y la estructura está construida en concreto armado en columnas y vigas. los muros perimetrales y divisorios están contruidos por bloques de concreto hueco. Asimismo, en el segundo nivel cuenta con tabiquería móvil (DRYWALL).

La vivienda cuenta con losa aligerada de concreto armado, bloques de arcilla en el primer nivel y el segundo nivel no cuenta con losa aligerada.

3.6.7.2. Propiedades geométricas de los elementos estructurales

Las tablas 44 y 45 muestran las dimensiones de los elementos estructurales de la edificación, luego del levamiento de información en la visita a campo.

a. Columnas

Tabla 44

Tipo de columnas en la vivienda N°03

Tipo	Dimensiones (cm)
C1	25×25

b. Vigas

Tabla 45

Tipo de vigas en la vivienda N°03

Tipo	Dimensiones (cm)
VCHATA	25×20
Vs	15×20

c. Muros de albañilería

Espesor de Muros $e = 13\text{cm}$, sin acabados

3.6.7.3. Definición de materiales concreto armado

- Esfuerzo a la Compresión del Concreto $F'c = 121\text{ Kg/cm}^2$
- Esfuerzo de fluencia del acero $Fy = 4200\text{ kg/cm}^2$

3.6.7.4. Definición de materiales albañilería

Choque y Ticona (2024), llevaron a cabo una investigación donde determinan el valor de la resistencia a compresión de bloques de concreto hueco.

- Esfuerzo a la compresión de la U. Albañilería $f'm = 44,36\text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad $E = 13\,308,00\text{ kg/cm}^2$
- Peso Especifico $\gamma = 2.40\text{ tn/m}^3$

3.6.7.5. Estimación de cargas

Respecto al peso propio de la estructura, el software ETABS v20.3.0 efectúa un cálculo automático de las cargas internas. sin embargo, esto resulta insuficiente para un análisis integral del edificio. Por tal motivo, se efectuó una evaluación minuciosa de las cargas basada en los planos arquitectónicos.

Las cargas fueron determinadas de acuerdo con la normativa actual E.020 "Cargas" del Reglamento Nacional de Edificaciones.

- CM (peso de losa + Acabados) $= 400\text{ kg/m}^2$
- CM (tabiquería) $= 150\text{ kg/m}^2$
- CM (parapeto) $= 135\text{ kg/m}$
- CV (viviendas) $= 200\text{ kg/m}^2$

3.6.7.6. Modos y periodos de vibración de la edificación

Los modos y periodos de vibración se detallan en la tabla 46. Tomando en cuenta el análisis en ambas direcciones (X y Y), se determinaron los periodos principales asociados a los modos con mayor influencia, los cuales describen la respuesta dinámica más significativa de la estructura en cada sentido.

Tabla 46*Periodo fundamental de vibración y masas participativas de la vivienda N°03*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Modal	1	0,418	0,7711	0,0001	0,7711	0,0001	0,6656	0,1328
Modal	2	0,280	0,024	0,0000	0,7952	0,0001	0,0016	0,1385
Modal	3	0,261	0,0146	0,0002	0,8097	0,0002	0,0375	0,1741
Modal	4	0,247	0,0261	0,0001	0,8359	0,0003	0,0022	0,1757
Modal	5	0,209	0,0368	0,0007	0,8727	0,0011	0,0079	0,2066
Modal	6	0,196	0,0011	0,1028	0,8738	0,1039	0,0006	0,2130
Modal	7	0,187	0,1257	0,0014	0,9995	0,1053	0,0304	0,9572
Modal	8	0,161	0,0004	0,8816	0,9999	0,9869	1E-05	0,9612
Modal	9	0,133	1,4E-05	0,0027	0,9999	0,9896	0,1048	0,9990

Nota. Se observa los resultados del periodo fundamental de vibración, extraídos del software ETABS v20.3.0.

De la tabla 46 se tiene los periodos fundamentales de cada dirección:

a. X=0,418 segundos

b. Y= 0,161 segundos

3.6.7.7. Peso de la edificación

El peso de la edificación se muestra en la tabla 47. Para edificaciones destinadas a vivienda (Categoría C según la Norma E.020), el peso sísmico se determina considerando el 100 % de las cargas permanentes más el 25 % de la carga viva total, conforme a los criterios establecidos para esta tipología estructural (MVCS, 2018).

Tabla 47*Peso sísmico de la vivienda N°03*

Story	Output Case	Case Type	Location	P	MX	MY	Peso Por Nivel (tnf)
				tnf	tnf-m	tnf-m	
Nivel 02	Peso Sísmico	Combination	Bottom	21,402	148,368	-75,613	21,403
Nivel 01	Peso Sísmico	Combination	Bottom	150,596	1203,532	530,076	129,194
Peso Total							150,597

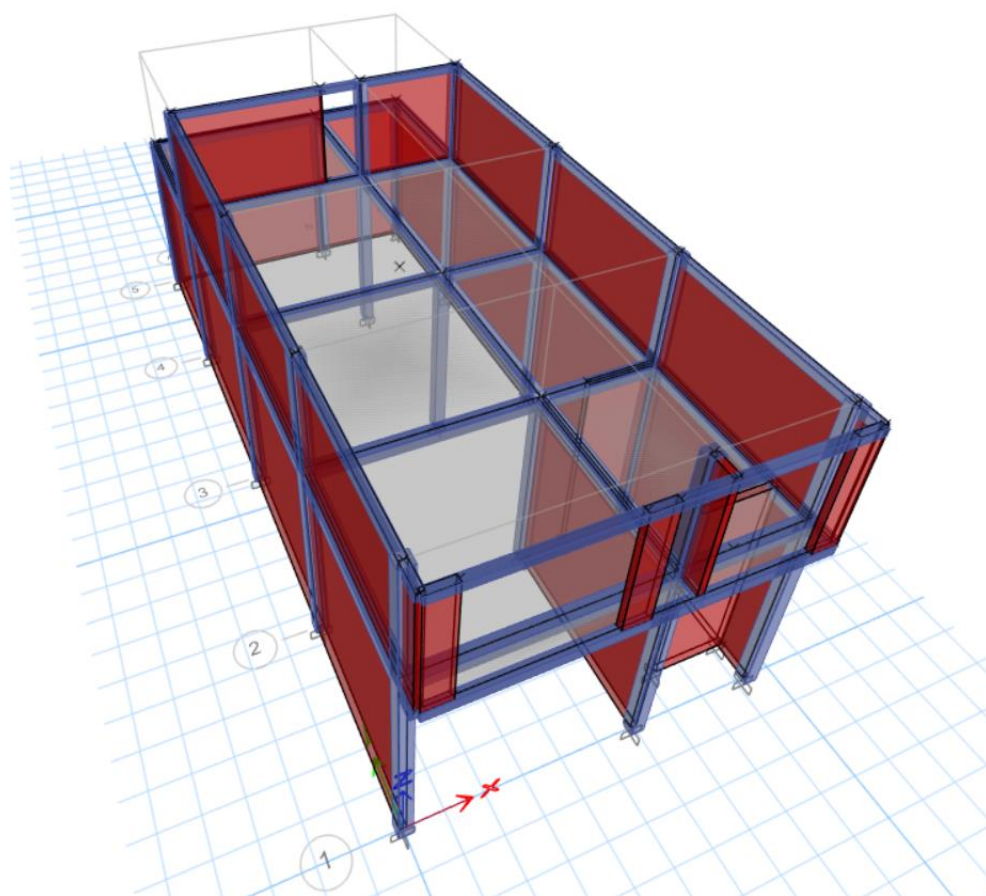
Nota. Se observa el peso de cada nivel, extraídos del software ETABS v20.3.0.

3.6.7.8. Modelamiento de la edificación

La figura 28 muestra la vista 3D de la edificación. La elaboración del modelo estructural y la evaluación sísmica se efectuaron mediante el software ETABS (versión 20.3.0), especializado en determinar fuerzas estáticas equivalentes y analizar el comportamiento dinámico modal espectral de la edificación.

Figura 27

Vista tridimensional de la vivienda N°03



Nota. Se aprecia la configuración general del sistema estructural y la distribución de los elementos principales de la vivienda.

3.6.7.9. Parámetros sísmicos

La tabla 48 muestra los parámetros sísmicos utilizados en el diseño estructural de la vivienda N° 03 para las direcciones X y Y, de acuerdo con lo indicado en la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente". Dichos parámetros son fundamentales para obtener el coeficiente sísmico, por tanto, las fuerzas sísmicas de diseño que se aplicarán a la edificación.

Tabla 48*Parámetros sísmicos de la vivienda N°03*

Parámetros		Dirección X	Dirección Y
Factor de Zona	Z	0,45	0,45
Factor de Uso	U	1,00	1,00
Factor de Suelo (S3)	S	1,10	1,10
	Tp	1,00	1,00
	Tl	1,60	1,60
Factor de reducción Sísmica	Ro	8,00	3,00
Factor Exponencial de distribución	K	1,00	1,00
Factor de amplificación sísmica	C	2,50	2,50
Coefficientes Sísmicos	ZUCS/R	0,312	0,833

Nota. Se observa en la tabla que los parámetros sísmicos han sido determinados conforme a lo establecido en la normativa vigente, específicamente según lo dispuesto en la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente".

3.6.7.10. Análisis estático

Cortante basal

Con la información recopilada, se realiza el análisis estático de la estructura, modelándola inicialmente como regular y verificando luego las posibles irregularidades en planta, como en elevación. En las Tablas 49 y 50 se presentan las cortantes de entrepiso y la cortante basal.

Tabla 49*fuerza cortante de entre piso de la vivienda N°03*

Piso	Vx (Tnf)	Vy (Tnf)
Nivel 2	4,705	11,987
Nivel 1	18,591	50,134

Nota. Se presentan los valores de la cortante en cada nivel de la estructura.

Tabla 50*Resultados de la fuerza cortante basal de la vivienda N°03*

	XX	YY
ZUCS/R	0,154	0,412
V estático (tnf)	23,295	62,121

Nota. Se aprecia la cortante basal de la vivienda.

- $C/R > 0.11$ En el sentido X-X = 0,312
- $C/R > 0.11$ En el sentido Y-Y = 0,833

3.6.7.11. Verificación de irregularidad en altura (Ia)

a. Irregularidad de rigidez – piso blando

La tabla 51 muestra la evaluación de la irregularidad de rigidez en el eje X de la vivienda N° 03, basada en los valores de rigidez lateral obtenidos del modelo estructural generado en ETABS v20.3.0. Esta verificación permite identificar la posible presencia de pisos blandos o variaciones significativas de rigidez entre niveles, conforme a los criterios establecidos en la Norma Técnica E.030.

Tabla 51

Comprobación de irregularidad de rigidez en X de la vivienda N°03

Story	Elevation (m)	X-Dir (tnf/m)	0.70*K (tnf/m)	Ki< 0,70*K(i+1)	Ki< 0,80*Prom. Rigidez
Nivel 02	7,00	446,79	312,753	No aplica	No aplica
Nivel 01	4,50	3184.721		Regular	Regular

Nota. De los datos extraídos del software ETABS V 20.3.0. La estructura es regular por baja rigidez lateral en el sentido X.

La tabla 52 muestra la evaluación de la irregularidad de rigidez en el eje Y de la vivienda N° 03, basada en los valores de rigidez lateral obtenidos del modelo estructural.

Tabla 52

Comprobación de irregularidad de rigidez en Y de la vivienda N°03

Story	Elevation (m)	X-Dir (tnf/m)	0.70*K (tnf/m)	Ki< 0,70*K(i+1)	Ki< 0,80*Prom. Rigidez
Nivel 02	7,00	571,539	400,077	No aplica	No aplica
Nivel 01	4,50	19223,237		Regular	Regular

Nota. De los datos extraídos del software ETABS v20.3.0. La estructura es regular por piso blando en el sentido Y.

b. Irregularidad de resistencia – piso débil

Las tablas 53 y 54 muestran la evaluación de la irregularidad de resistencia en los ejes X y Y para los distintos niveles de la vivienda N° 03, empleando los valores de cortante obtenidos del análisis dinámico. Esta verificación permite identificar la presencia de un piso débil, es decir, un nivel cuya capacidad de resistencia resulta considerablemente menor en comparación con el nivel superior, según los criterios de la Norma Técnica E.030.

Tabla 53*Comprobación de irregularidad de resistencia en X de la vivienda N°03*

Story	Output Case	Step Type	Location	VX tnf	0,80*Vi tnf	Vi < 0,80*K(i+1)
Nivel 02	Sismo Dinámico XX	Max	bottom	2,758	2,206	No aplica
Nivel 01	Sismo Dinámico XX	Max	bottom	15,527		Regular

Nota. De los datos extraídos del Software ETABS v20.3.0. La estructura es regular por piso débil en el sentido X

Tabla 54*Comprobación de irregularidad de resistencia en Y de la vivienda N°03*

Story	Output Case	Step Type	Location	VY tnf	0,80*Vi tnf	Vi < 0,80*K(i+1)
Nivel 02	Sismo Dinámico YY	Max	Bottom	4,422	3,537	No aplica
Nivel 01	Sismo Dinámico YY	Max	Bottom	47,505		Regular

Nota. De los datos extraídos del Software ETABS v20.3.0. La estructura es regular por piso débil en el sentido Y.

c. Irregularidad de masa o peso

La tabla 55 analiza la presencia de irregularidad de masa o peso entre los niveles de la vivienda N.º 03, siguiendo los criterios de la Norma E.030, la cual indica que un nivel se considera irregular cuando su peso supera en más del 50% al del nivel que se encuentra por encima.

Tabla 55*Comprobación de irregularidad de masa o peso de la vivienda N°03*

Story	Output Case	Location	Peso Acum.	Peso por Piso	1.5P piso Sig.	Condición
Nivel 02	P=100CM+25CV	Bottom	21,40	21,40		
Nivel 01	P=100CM+25CV	Bottom	150,59	129,19	32,10	Irregular

Nota. De los datos extraídos del software ETABS v20.3.0. La estructura es irregular de masa o peso.

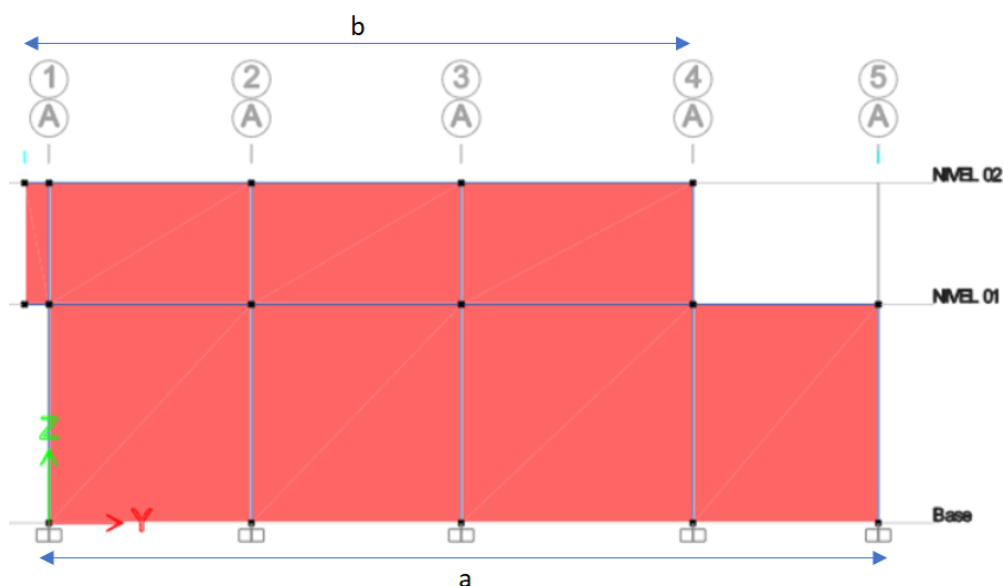
De la tabla 55 se evidencia que la vivienda 03 es irregular en masa o peso. $I_a=0.90$ según el criterio normativo de la E.030.

d. Irregularidad geométrica vertical

La figura 29 representa el esquema estructural de la vivienda N° 03 en elevación, evidenciando la distribución de sus niveles y las variaciones del perfil vertical. Esta revisión permite determinar si la edificación presenta irregularidad geométrica vertical, condición que se da cuando existen cambios marcados en las dimensiones en planta o discontinuidades notables entre un nivel y otro.

Figura 28

Verificación de irregularidad de geometría vertical de la vivienda N°03



Nota. La elevación mostrada ha sido obtenida directamente del modelo estructural elaborado en el software ETABS v20.3.0.

La edificación presenta un retranqueo moderado o reducción de longitud entre el primer y segundo nivel.

- Como $1.24 < 1.30$, la relación se encuentra dentro del rango admisible.
- Por lo tanto, la estructura se clasifica como **REGULAR** en cuanto a geometría vertical.

e. Irregularidad en los sistemas resistentes

La edificación cuenta con componentes estructurales uniformes y continuos, sin evidenciar presencia de irregularidades

f. Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

No presenta irregularidad.

3.6.7.12. Verificación de irregularidad en planta (I_p)

a. Irregularidad torsional

Existe irregularidad torsional, ya que la vivienda es irregular por torsión extrema.

b. Irregularidad torsional extrema

la tabla 56 muestra la existencia de irregularidad torsional extrema Según la Norma E.030, la clasificación de una estructura como irregular por torsión requiere la verificación simultánea de dos condiciones específicas.

- De acuerdo con la Norma Técnica E.030, existe irregularidad torsional extrema si, en cualquier dirección de análisis, el desplazamiento relativo máximo de entrepiso en un extremo incluyendo la excentricidad accidental es mayor a 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso bajo la misma acción sísmica.
- Este requisito se aplica únicamente a estructuras con diafragmas rígidos y solo si el desplazamiento relativo máximo de entrepiso excede el 50 % de la distorsión permitida por la normativa

Tabla 56

Verificación de Irregularidad torsional extrema en la vivienda N°03

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Condición
Nivel 01	Deriva en XX	Combinación	Max	Diaph D1 X	0,009	0,006	1,522	Hay torsión en X-X
Nivel 01	Deriva en YY	Combinación	Max	Diaph D1 Y	0,001	0,001	1,013	No hay torsión en Y-Y

Nota. Extraído del software ETABS v20.3.0.

Según la tabla 56, en la dirección X, el desplazamiento relativo máximo supera en 1,50 veces el promedio, lo que indica que la estructura presenta una irregularidad por torsión extrema, con un valor de $I_p=0,60$. No obstante, este resultado debe confirmarse verificando las derivas máximas de entrepiso.

c. Esquinas entrantes

Las tablas 57 y 58 muestran la evaluación de la irregularidad por esquinas entrantes en la vivienda N° 03, analizando la geometría en planta en los ejes X y Y conforme a los criterios de la Norma Técnica E.030. Esta condición se presenta cuando la dimensión entrante supera el 20% de la longitud total de la planta en la dirección correspondiente.

Tabla 57

Verificación por esquinas entrantes en X de la vivienda N°03

Piso	Dimensión x(m)	Dimensión Entrante X (m)	20% Dim.	Condición
Nivel 1	7.00	2.50	1.40	Irregular

Nota. Se verifica que existe irregularidad por esquina entrante en el sentido X.

se realiza la verificación de irregularidad por esquinas entrantes en el sentido Y de la vivienda N.° 03, conforme a los criterios establecidos en la normativa vigente

Tabla 58

Verificación por esquinas entrantes en Y de la vivienda N°03

Piso	Dimensión Y (m)	Dimensión Entrante Y (m)	20% Dim.	Condición
Nivel 1	17,00	3,80	3,40	Irregular

Nota. Se verifica que existe irregularidad por esquinas entrantes en el sentido Y.

Se verifica que la vivienda N° 03 presenta irregularidad por esquinas entrantes tanto en la dirección X como en la dirección Y, debido a que las dimensiones entrantes superan el 20% de la longitud total en cada eje, según los criterios de la Norma E.030. en ese sentido **Ip= 0.90**

d. Discontinuidad de diafragma

La tabla 59 presenta la verificación de la irregularidad por discontinuidad de diafragma en el primer nivel de la vivienda N° 03, evaluando la presencia de aberturas significativas en la losa que puedan afectar su funcionamiento como diafragma rígido, de acuerdo con los criterios establecidos en la Norma Técnica E.030.

Tabla 59

Comprobación de irregularidad por discontinuidad de diafragma de la vivienda N°03

Nivel	Área de Diafragma (m ²)	Área abertura (m ²)	Porcentaje de Abertura (%)
Piso 1	119,00	9,50	7,98

Nota. Se verifica que no hay Irregularidad por discontinuidad de diafragma.

e. Sistemas no paralelos

No se identifica irregularidad por sistemas no paralelos en la vivienda, dado que los elementos fuera de la orientación principal participan con menos del 10 % de la cortante de piso.

3.6.7.13. Factores de irregularidad en X

Los factores de irregularidad en X ($I_a = 0,90$ e $I_p = 0,60$) evidencian que la vivienda N° 03 presenta una configuración claramente irregular en esta dirección, con una marcada torsión extrema debido a la presencia de esquinas entrantes y asimetrías en planta. Estas condiciones generan una distribución no uniforme de rigidez o resistencia, incrementando la demanda sísmica.

3.6.7.14. Factores de irregularidad en Y

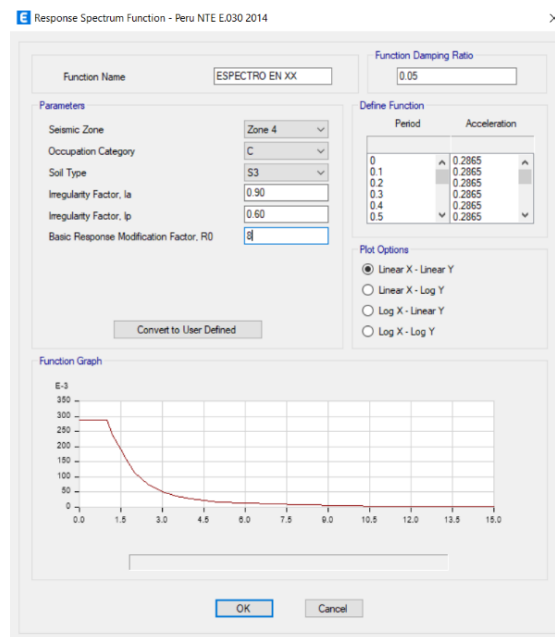
Los factores de irregularidad en el sentido Y ($I_a = 0,90$ e $I_p = 0,90$) indican que la vivienda N° 03 presenta una configuración moderadamente irregular. El valor de I_a es menor a 1,0, lo cual refleja la presencia de irregularidad en altura, asociada principalmente a la variación significativa de masa entre niveles, mientras que $I_p = 0,90$ evidencia irregularidades en planta vinculadas a la presencia de esquinas entrantes, que generan discontinuidades geométricas y afectan la distribución de rigidez.

3.6.7.15. Análisis dinámico

En las figuras 30 y 31 se muestra los espectros de respuesta generados en el programa ETABS (versión 20.3.0), lo cual permite definir espectros de respuesta sísmica de manera automática cumpliendo con los requisitos de la Norma E.030. En el modelo estructural se definieron los parámetros espectrales correspondientes a cada una de las direcciones principales de análisis (X y Y), asegurando una adecuada representación de las acciones sísmicas aplicadas.

Figura 29

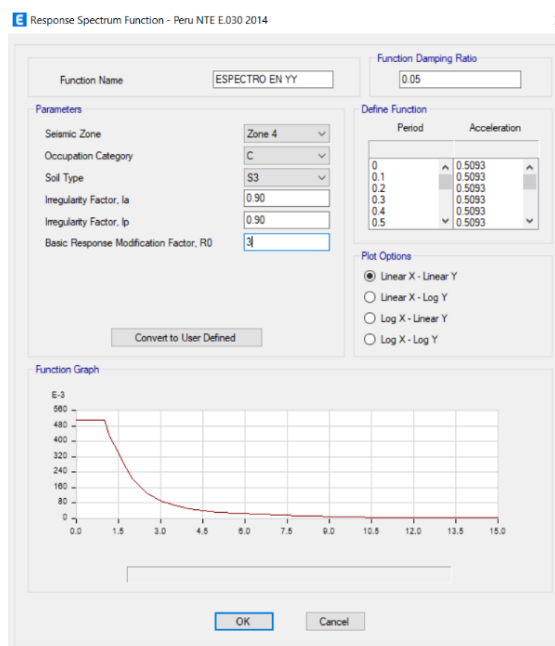
Espectro de aceleraciones en el sentido X de la vivienda N°03



Nota. Espectro de pseudoaceleración en la dirección X, obtenido en el software ETABS v20.3.0 conforme a la Norma E.030

Figura 30

Espectro de aceleraciones en el sentido Y de la vivienda N°03



Nota. Espectro de pseudoaceleración en la dirección Y, obtenido en el software ETABS v20.3.0 conforme a la Norma E.030

a. Verificación de derivas de entrepiso

A partir del análisis estructural, en las tablas 60 y 61 se determinan las distorsiones máximas para cada piso conforme a las exigencias de la normativa vigente. Al evaluar ambas direcciones principales de análisis, se determina que la edificación presenta irregularidad, el desplazamiento relativo máximo entre pisos debe ser incrementado aplicando el factor 0,85 sobre el coeficiente R, tal como lo establece la normativa.

Tabla 60

Verificación de derivas en el sentido X de la vivienda N°03

Piso	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Dmax=0.007
Nivel 02	Deriva en X	Combination	Max	X	0,0292	No cumple
Nivel 01	Deriva en X	Combination	Max	X	0,0098	No cumple

Nota. Los resultados fueron extraídos del software ETABS v20.3.0.

Tabla 61

Verificación de derivas en el sentido Y de la vivienda N°03

Piso	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Dmax=0.005
Nivel 02	Deriva en Y	Combination	Max	Y	0,0137	No cumple
Nivel 01	Deriva en Y	Combination	Max	Y	0,0012	Cumple

Nota. Los resultados fueron extraídos del software ETABS v20.3.0.

La revisión de derivas revela que, en la dirección X, los desplazamientos laterales de la vivienda N° 03 exceden lo permitido por la norma, registrando valores de 0,0292 y 0,0098 cuando el límite es 0,007. En consecuencia, la estructura no cumple con el criterio de rigidez lateral en ese eje y muestra mayor susceptibilidad a daños por deformaciones excesivas durante un sismo.

En la Tabla 61 se evidencia que la vivienda N° 03 no cumple con el límite de deriva en el Nivel 02, al registrarse un valor de 0.0137, el cual supera el máximo permitido de 0.005 para edificaciones de albañilería. Este resultado refleja una insuficiente rigidez lateral en la dirección Y. En contraste, el Nivel 01 sí cumple con la exigencia normativa, al presentar una deriva de 0.0012, valor que se encuentra dentro del límite establecido.

b. Cortante dinámica en X y Y

Una vez realizado las verificaciones correspondientes, por lo que se puede obtener el valor real de la fuerza cortante de la edificación.

El valor de la fuerza cortante dinámica se obtendrá del ETABS v20.3.0 en ambas direcciones de análisis, según lo mostrado en la tabla 62.

Tabla 62

Fuerza cortante en la base en los sentidos x-y de la vivienda N°03

Output Case	Case Type	Step Type	FX tnf	FY tnf	FZ tnf	MX tnf-m	MY tnf-m	MZ tnf-m
Sismo Dinámico X	LinRespSpec	Max	15,527	0,5591	0,000	2,606	76,273	113,869
Sismo Dinámico Y	LinRespSpec	Max	1,491	47,506	0,000	224,281	6,564	165,555

Nota. los datos fueron extraídos del software ETABS v20.3.0.

La tabla 62 muestra que la respuesta sísmica de la vivienda N° 03 es más crítica bajo la acción del sismo en dirección Y, ya que genera un cortante basal significativamente mayor en comparación con la acción en X. Asimismo, los momentos globales resultantes del sismo en Y superan ampliamente a los generados en la dirección X, evidenciando que la estructura experimenta mayores demandas torsionales y de flexión cuando la excitación sísmica actúa en el eje Y. En conjunto, los resultados indican que la dirección Y gobierna el diseño sísmico, requiriendo especial atención en la verificación de rigidez y resistencia lateral en ese sentido.

3.6.8. Análisis estructural de la vivienda N°04

3.6.8.1. Descripción de la vivienda

La edificación fue construida en el año 1993 y está conformada por dos niveles. El sistema estructural principal está compuesto por pórticos de concreto armado, constituidos por columnas y vigas que conforman el armazón resistente de la vivienda.

3.6.8.2. Dimensiones de los elementos estructurales

Las tablas 63 y 64 muestran las dimensiones de los elementos estructurales de la edificación, luego del levantamiento de información en la visita a campo.

a. Columnas

Tabla 63

Tipo de columnas de la vivienda N°04

Tipo	Dimensiones (cm)
C1	25×25
C2	20×20

Nota. los datos fueron tomados durante las visitas a la vivienda

b. Vigas

Tabla 64

Tipo de vigas de la vivienda N°04

Tipo	Dimensiones (cm)
VCHATA	25×20
Vs	15×20

Nota. los datos fueron tomados durante las visitas a la vivienda

3.6.8.3. Definición de materiales concreto armado

- Esfuerzo a la Compresión del Concreto $F'c = 126 \text{ Kg/cm}^2$
- Esfuerzo de fluencia del acero $Fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

3.6.8.4. Definición de materiales albañilería

Choque y Ticona (2024), llevaron a cabo una investigación donde determinan el valor de la resistencia a compresión de bloques de concreto hueco.

- Esfuerzo a la compresión de la U. Albañilería $f'm = 44,36 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad $E = 13\,308,00 \text{ kg/cm}^2$
- Peso Específico $\gamma = 2.40 \text{ tn/m}^3$

3.6.8.5. Estimación de cargas

Las cargas fueron estimadas siguiendo los lineamientos de la Norma E.020 "Cargas" del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente.

- CM (peso de losa + Acabados) = 400 Kg/m^2
- CM (tabiquería) = 150 Kg/m^2
- CM (parapeto) = 135 kg/m
- CV (viviendas) = 200 Kg/m^2

3.6.8.6. Modos y periodos de vibración de la edificación

Los modos y periodos de vibración se presentan en la tabla 65. A partir del análisis en las direcciones X y Y, se identificaron los periodos principales con mayor participación modal, los cuales representan el comportamiento dinámico predominante en cada eje.

Tabla 65

Periodo fundamental de vibración y masas participativas de la vivienda N°04

Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Modal	1	0,325	0,753	0,001	0,753	0,001	0,136	0,136
Modal	2	0,167	0,084	0,010	0,836	0,011	0,787	0,922
Modal	3	0,131	0,009	0,859	0,845	0,869	0,004	0,926
Modal	4	0,125	0,127	0,069	0,973	0,938	0,015	0,941
Modal	5	0,108	0,016	0,001	0,988	0,938	0,001	0,942
Modal	6	0,082	0,001	0,000	0,989	0,938	0,000	0,942
Modal	7	0,066	0,011	0,001	1,000	0,939	0,057	0,999
Modal	8	0,052	0,000	0,061	1,000	1,000	0,001	1,000
Modal	9	0,051	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000

Nota. Se observa los resultados del periodo fundamental de vibración, extraídos del software ETABS v20.3.0.

De la tabla N°65 se tiene los periodos fundamentales de cada eje:

- a. X=0,325 segundos
- b. Y= 0,131 segundos

3.6.8.7. Peso de la edificación

El peso de la edificación se presenta en la tabla 66. Para viviendas (Categoría C, Norma E.020), el peso sísmico se calcula considerando el 100 % de las cargas permanentes más el 25 % de la carga viva, conforme a la normativa vigente.

Tabla 66

Peso sísmico de la vivienda N°04

Story	Output Case	Case Type	Location	P tnf	MX tnf-m	MY tnf-m	Peso Por Nivel (tnf)
Nivel 02	Peso Sísmico	Combination	Bottom	120,33	976,39	-500,35	120,33
Nivel 01	Peso Sísmico	Combination	Bottom	261,70	2169,50	-1088,46	141,37
Peso Total							261,70

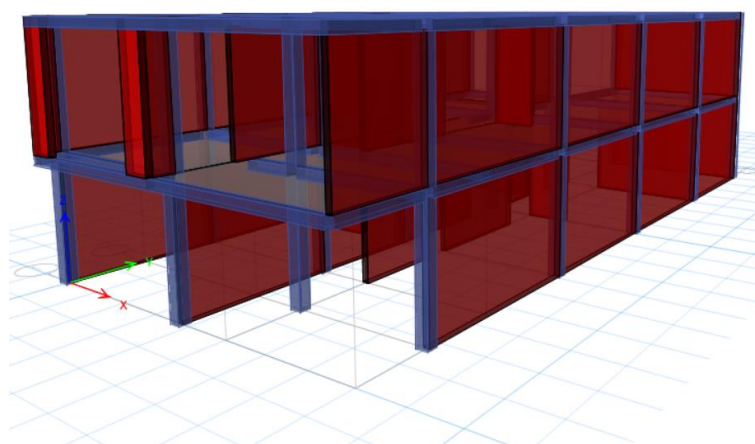
Nota. Se observa el Peso de cada nivel, extraídos del software ETABS V 20.3.0.

3.6.8.8. Modelamiento de la edificación

La figura 32 muestra la vista 3D de la edificación. El modelado estructural y la evaluación sísmica se realizaron mediante el software ETABS (versión 20.3.0), una herramienta especializada en el análisis por fuerzas estáticas equivalentes y en el cálculo dinámico modal espectral para la valoración del comportamiento de la vivienda.

Figura 31

Modelo 3d de la vivienda N°04



Nota. Se aprecia la configuración general del sistema estructural y la distribución de los elementos principales de la vivienda.

3.6.8.9. Parámetros sísmicos

La tabla 67 muestra los parámetros sísmicos utilizados en el diseño estructural de la vivienda N° 04 para las direcciones X y Y, de acuerdo con lo indicado en la Norma Técnica E.030 (MVCS, 2018). Dichos parámetros son fundamentales para obtener el coeficiente sísmico, por tanto, las fuerzas sísmicas de diseño que se aplicarán a la edificación.

Tabla 67

Parámetros sísmicos de la vivienda N°04

Factores		Dirección X	Dirección Y
Factor de Zona	Z	0,45	0,45
Factor de Uso	U	1,00	1,00
Factor de Suelo (S3)	S	1,10	1,10
	Tp	1,00	1,00
	Tl	1,60	1,60
Factor de reducción Sísmica	Ro	3,00	3,00
Factor Exponencial de distribución	K	1,00	1,00
Factor de amplificación sísmica	C	2,50	2,50
Coefficientes Sísmicos	ZUCS/R	0,412	0,412

Nota. Se tiene los parámetros sísmicos de acuerdo a la normativa vigente.

3.6.8.10. Análisis estático

a. Cortante basal

Reunidos los datos necesarios, se procede con el análisis estático. En una primera aproximación. En una primera aproximación, se considerará toda la estructura como regular, posteriormente, se buscará identificar las irregularidades que se encuentran en la distribución horizontal (planta) como vertical (altura) de la edificación. En las tablas 68 y 69 Se muestran la cortantes de entrepiso, además de la cortante basal.

Tabla 68

Cortante de entre piso de la vivienda N°04

Piso	Vx (Tnf)	Vy (Tnf)
Nivel 2	67,774	67,774
Nivel 1	40,178	40,178

Nota. Se describe la fuerza cortante desarrollada en cada entrepiso de la edificación.

Tabla 69

Cortante estático en la base de la vivienda N°04

	XX	YY
ZUCS/R	0.4125	0.4125
V estático (tnf)	107,953	107,954

Nota. Se aprecia la cortante basal de la vivienda.

a. $C/R > 0.11$ en el sentido X-X = 0.83

b. $C/R > 0.11$ en el sentido Y-Y = 0.83

3.6.8.11. Verificación de irregularidad en altura (Ia)

a. Irregularidad de rigidez – piso blando

La tabla 70 muestra la evaluación de la irregularidad de rigidez en el eje X de la vivienda N° 04, basada en los valores de rigidez lateral obtenidos del modelo estructural generado en ETABS v20.3.0. Esta verificación permite identificar la posible presencia de pisos blandos o variaciones significativas de rigidez entre niveles, conforme a los criterios establecidos en la Norma Técnica E.030.

Tabla 70

Comprobación de irregularidad por piso blando en X de la vivienda N°04

Story	Elevation m	X-Dir tnf/m	0,70*Ki tnf/m	Ki< 0,70*K(i+1)	Ki< 0,80*Prom. Rigidez
Nivel 2	5,45	7624,534	5337,173	No Aplica	No Aplica
Nivel 1	2,75	13425,275		Regular	Regular

Nota. De los datos extraídos del software ETABS v20.3.0. La estructura no es irregular por piso blando en el sentido X.

La tabla 71 muestra la evaluación de la irregularidad de rigidez en el eje Y de la vivienda N° 03, basada en los valores de rigidez lateral obtenidos del modelo estructural.

Tabla 71

Comprobación de irregularidad por piso blando en Y de la vivienda N°04

Story	Elevation	Y-Dir tnf/m	0,70*Ki	Ki< 0,70*K(i+1)	Ki< 0,80*Prom. Rigidez
Nivel 2	5,45	47726,80	33408,76	No Aplica	No Aplica
Nivel 1	2,75	58595,10		Regular	Regular

Nota. De los datos extraídos del software ETABS v20.3.0. La estructura no es irregular por piso blando en el sentido Y.

b. Irregularidad de resistencia – piso débil

Las tablas 72 y 73 muestran la evaluación de la irregularidad de resistencia en los ejes X y Y para los distintos niveles de la vivienda N° 04, empleando los valores de cortante obtenidos del análisis dinámico. Esta verificación permite identificar la presencia de un piso débil, es decir, un nivel cuya capacidad de resistencia resulta considerablemente menor en comparación con el nivel superior, según los criterios de la Norma Técnica E.030.

Tabla 72

Comprobación de irregularidad por piso débil en X de la vivienda N°04

Story	Output Case	Step Type	Location	VX tnf	0,80*Vi tnf	Vi< 0,80*K(i+1)
Nivel 02	Sismo Dinámico XX	Max	Bottom	79,475	63,580	No Aplica
Nivel 01	Sismo Dinámico XX	Max	Bottom	129,753		Regular

Nota. De los datos extraídos del Software ETABS v20.3.0. la vivienda no es irregular por piso débil en el sentido X.

Tabla 73*Comprobación de irregularidad por piso débil en Y de la vivienda N°04*

Story	Output Case	Step Type	Location	VY tnf	0,80*Vi tnf	Vi< 0,80*K(i+1)
Nivel 02	Sismo Dinámico YY	Max	Bottom	86,280	69,024	No Aplica
Nivel 01	Sismo Dinámico YY	Max	Bottom	153,834		Regular

Nota. De los datos extraídos del Software ETABS v20.3.0. la vivienda no es irregular por piso débil en el sentido Y.

c. Irregularidad de masa o peso

La tabla 74 analiza la presencia de irregularidad de masa o peso entre los niveles de la vivienda N° 04, siguiendo los criterios de la Norma E.030, la cual indica que un nivel se considera irregular cuando su peso supera en más del 50 % al del nivel que se encuentra por encima.

Tabla 74*Comprobación de irregularidad de masa o peso en la vivienda N°04*

Story	Output Case	Location	Peso Acum.	Peso por Piso	1,5P piso Sig.	Condición
Nivel 02	P=100CM+25CV	Bottom	120,330	120,330		
Nivel 01	P=100CM+25CV	Bottom	261,703	141,374	180,495	Regular

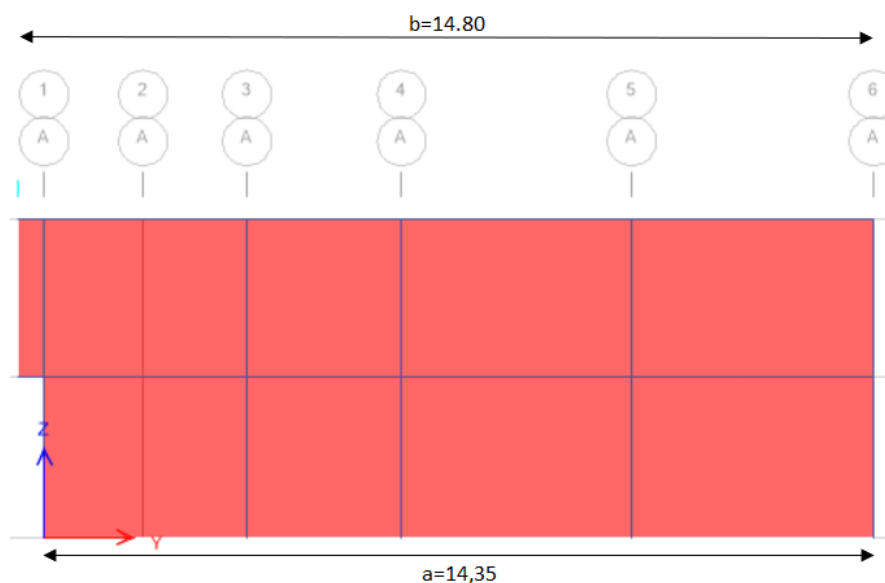
Nota. De los datos extraídos del software ETABS v20.3.0. la vivienda es regular por peso o masa.

d. Irregularidad geométrica vertical

La figura 33 representa el esquema estructural de la vivienda N° 04 en elevación, evidenciando la distribución de sus niveles y las variaciones del perfil vertical. Esta revisión permite determinar si la edificación presenta irregularidad geométrica vertical, condición que se da cuando existen cambios marcados en las dimensiones en planta o discontinuidades notables entre un nivel y otro.

Figura 32

Verificación de irregularidad por geometría vertical en la vivienda N°04



Nota. La elevación mostrada ha sido obtenida directamente del modelo estructural elaborado en el software ETABS v20.3.0.

- Como $0,96 < 1,30$. La relación se encuentra dentro del rango admisible.
- Por lo tanto, la estructura se clasifica como **REGULAR** en cuanto a geometría vertical.

e. Irregularidad en los sistemas resistentes

La vivienda cuenta con elementos estructurales uniformes y continuos, por lo que no presenta la irregularidad.

f. Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

La vivienda no es irregular por sistemas resistentes.

3.6.8.12. Verificación de irregularidad en planta (I_p)

a. Irregularidad torsional

la estructura presenta irregularidad torsional, por lo que la vivienda es irregular por torsión extrema.

b. Irregularidad torsional extrema

Las tablas 75 y 76 muestra la existencia de irregularidad torsional extrema, Según la Norma E.030, se deben cumplir dos condiciones para que una estructura sea considerada irregular por torsión:

- Según la Norma E.030. Una estructura presenta irregularidad por torsión extrema cuando, en alguna dirección de análisis, el desplazamiento relativo máximo de entrepiso en un extremo, considerando la excentricidad accidental supera 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio registrado en los extremos del mismo nivel bajo la misma condición de carga.
- Este criterio se aplica exclusivamente a edificaciones que cuenten con diafragmas rígidos y únicamente cuando el desplazamiento relativo máximo de entrepiso excede el 50 % de la distorsión permitida por la normativa.

Tabla 75

Comprobación de irregularidad torsional extrema en el sentido X de la vivienda N°04

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Condición
Nivel 02	Deriva en X-X	Combination	Max	Diaph D2 X	0,0083	0,0059	1,411	Hay torsión
Nivel 01	Deriva en X-X	Combination	Max	Diaph D1 X	0,0089	0,0053	1,654	Hay torsión extrema

Nota. Extraído del software ETABS v20.3.0.

Tabla 76

Comprobación de irregularidad torsional extrema en el sentido Y de la vivienda N°04

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Condición
Nivel 2	Deriva en Y-Y	Combination	Max	Diaph D2 Y	0,0011	0,0009	1,172	No hay torsión extrema
Nivel 1	Deriva en Y-Y	Combination	Max	Diaph D1 Y	0,0017	0,0014	1,206	No hay torsión extrema

Nota. Extraído del software ETABS v20.3.0.

De la tabla 75, en la dirección X, el desplazamiento relativo máximo supera en 1,50 veces el promedio, lo que indica que la estructura presenta una irregularidad por torsión extrema, con un valor de $I_p=0,60$. No obstante, este resultado debe confirmarse verificando las derivas máximas de entrepiso.

De la tabla 76, en la dirección Y, el desplazamiento relativo máximo es inferior a 1,50 veces el promedio, lo que indica que la estructura presenta no presenta irregularidad por torsión extrema.

b. Esquinas entrantes

Las tablas 77 y 78 muestran la evaluación de la irregularidad por esquinas entrantes en la vivienda N° 04, analizando la geometría en planta en los ejes X y Y conforme a los criterios de la Norma Técnica E.030. Esta condición se presenta cuando la dimensión entrante supera el 20 % de la longitud total de la planta en la dirección correspondiente.

Tabla 77

Verificación de irregularidad por esquina entrante en la vivienda N°04 sentido X

Piso	Dimensión x(m)	Dimensión Entrante X (m)	20 % Dim.	Estado
Nivel 2	8,00	3,76	1,60	Irregular
Nivel 1	8,00	3,76	1,60	Irregular

Nota. La vivienda es irregular en el sentido X.

Tabla 78

Verificación de irregularidad por esquina entrante en la vivienda N°04 sentido Y

Piso	Dimensión Y (m)	Dimensión Entrante Y (m)	20 % Dim.	Estado
Nivel 2	18,00	3,78	3,60	Irregular
Nivel 1	18,00	3,78	3,60	Irregular

Nota. La vivienda es irregular en el sentido Y.

Las Tablas 77 y 78 confirman que la vivienda N°04 presenta irregularidad por esquina entrante en los sentidos X y Y, ya que las dimensiones entrantes (3,76 m y 3,78 m) exceden el límite del 20 % permitido, clasificando la edificación como irregular en ambas direcciones. Por ello, se debe considerar un comportamiento sísmico menos favorable, aplicando el factor de irregularidad $I_p = 0,90$ en el análisis estructural.

c. Discontinuidad de diafragma

La tabla 79 presenta la verificación de la irregularidad por discontinuidad de diafragma en las dos plantas de la vivienda N° 04, evaluando la presencia de aberturas significativas en la losa que puedan afectar su funcionamiento como diafragma rígido, de acuerdo con los criterios establecidos en la Norma Técnica E.030.

Tabla 79

Verificación de irregularidad por discontinuidad de diafragma en la vivienda N°04

Piso	Área de Diafragma (m2)	Área abertura (m2)	Porcentaje de Abertura (%)
Nivel 1	147,60	24,33	16,48
Nivel 2	147,60	24,33	16,48

Nota. No se tiene irregularidad por discontinuidad de diafragma.

d. Sistemas no paralelos

La estructura no presenta irregularidades por sistemas de tipo no paralelo, ya que los elementos estructurales de tipo no paralelo, admiten menos del 10 % de las fuerzas cortantes del piso.

3.6.8.13. Factores de irregularidad en X

$I_a=1,00$

$I_p=0,60$

3.6.8.14. Factores de irregularidad en Y

$I_a=1,00$

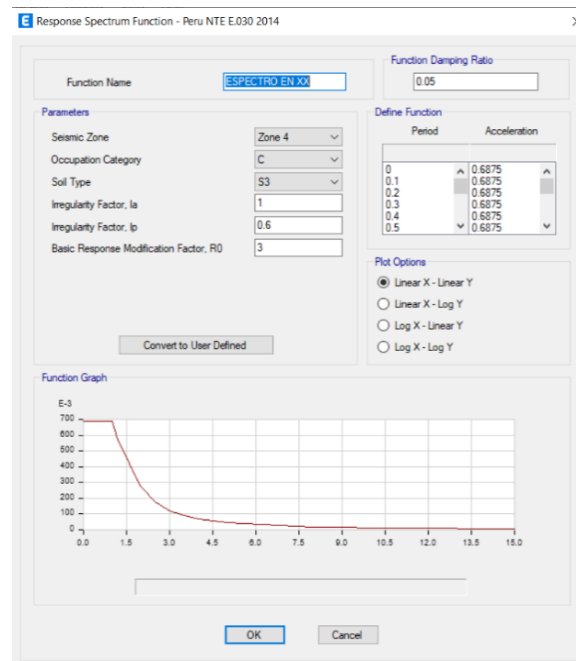
$I_p=0,90$

3.6.8.15. Análisis dinámico

Mediante el software ETABS (versión 20.3.0) el cual permite configurar automáticamente los espectros de respuesta sísmica de acuerdo con lo establecido en la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente". En el modelo estructural se definieron los parámetros sísmicos para los ejes X y Y, garantizando un análisis adecuado en ambas direcciones principales y una representación precisa de las acciones sísmicas que actúan sobre la edificación, lo cual se muestra en las figuras 34 y 35.

Figura 33

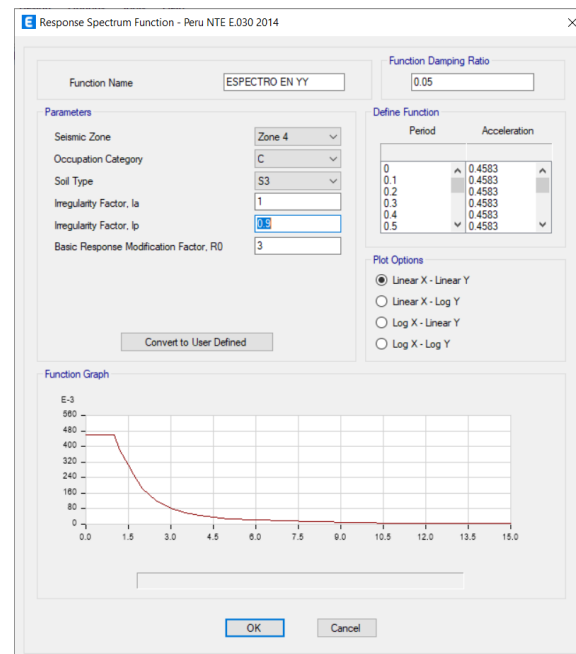
*Espectro de aceleraciones en el sentido X
en la vivienda N°04*



Nota. Espectro de pseudoaceleración en la dirección X, obtenido en el software ETABS v20.3.0 conforme a la Norma E.030

Figura 34

*Espectro de aceleraciones en el sentido Y
en la vivienda N°04*



Nota. Espectro de pseudoaceleración en la dirección X, obtenido en el software ETABS v20.3.0 conforme a la Norma E.030

En las Figuras 34 y 35 se presentan los espectros de pseudoaceleraciones utilizados para el análisis sísmico en el software ETABS v.20.3.0. Estos espectros fueron definidos conforme a los parámetros establecidos para la zona de estudio y se aplicaron considerando las acciones sísmicas en cada una de las direcciones principales de la estructura.

a. Verificación de derivas de entrepiso

A partir del análisis estructural, en las tablas 80 y 81 se determinan las distorsiones máximas para cada piso conforme a las exigencias de la normativa vigente. Al evaluar ambas direcciones principales de análisis, se determina que la edificación presenta irregularidad, el desplazamiento relativo máximo entre pisos debe ser incrementado aplicando el factor 0,85 sobre el coeficiente R, tal como lo establece la normativa.

Tabla 80

Verificación de derivas en el sentido X de la vivienda N°04

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	D _{MAX} =0.005
Nivel 02	Deriva en X	Combination	Max	X	0,0083	No cumple
Nivel 01	Deriva en X	Combination	Max	X	0,0089	No cumple

Nota. Los resultados fueron extraídos del software ETABS v20.3.0.

Tabla 81

Verificación de derivas en el sentido Y de la vivienda N°04

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	D _{MAX} =0,005
Nivel 02	Deriva en Y	Combination	Max	Y	0,0011	Cumple
Nivel 01	Deriva en Y	Combination	Max	Y	0,0017	Cumple

Nota. Los resultados fueron extraídos del software ETABS v20.3.0.

La revisión de derivas revela, que en la dirección X, los desplazamientos laterales de la vivienda N° 04 exceden lo permitido por la norma, registrando valores de que superan el límite de 0,005. En consecuencia, la estructura no cumple con el criterio de rigidez lateral en ese eje y muestra mayor susceptibilidad a daños por deformaciones excesivas durante un sismo.

La tabla 81 se evidencia que la vivienda N° 04 cumple con el límite de deriva en el sentido Y, donde se obtiene valores inferiores al máximo permitido de 0,005 para albañilería confinada.

b. Cortante dinámica en X y Y

Una vez realizado las verificaciones correspondientes, por lo que se puede obtener el valor real de la fuerza cortante de la edificación.

El valor de la fuerza cortante dinámica se obtendrá del ETABS v20.3.0 en ambas direcciones de análisis. Según la tabla 82.

Tabla 82

Cortante dinámica en x-y de la vivienda N°04

Output Case	Case Type	Step Type	FX tnf	FY tnf	FZ tnf	MX tnf-m	MY tnf-m	MZ tnf-m
Sismo Dinámico X	LinResp Spec	Max	68,418	80,045	0,00	340,660	295,807	527,385
Sismo Dinámico Y	LinResp Spec	Max	68,418	80,045	0,00	340,660	295,807	527,385

Nota. De la tabla se aprecia la cortante dinámica de la edificación. los datos fueron extraídos del software ETABS v20.3.0.

De la tabla 82, se muestra la cortante dinámica en la base de la vivienda N°04 para los sismos dinámicos en X y Y. Estos resultados indican que la estructura recibe exigencias sísmicas equivalentes en ambas direcciones, presentando cortantes y momentos elevados asociados a efectos combinados de flexión y torsión, lo que concuerda con su configuración irregular.


3.6.9. Índice de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini

3.6.9.1. Análisis en la vivienda N°03

Para la evaluación de la vivienda, se realizó una inspección técnica en campo, que incluyó la recopilación detallada de información sobre las características constructivas, estructurales y el estado de conservación de la edificación. Posteriormente, con los datos obtenidos, se procedió al llenado de la ficha según la figura 36, correspondiente al método de Benedetti-Petrini, permitiendo determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de la vivienda de manera sistemática y fundamentada.

Figura 35

Ficha de evaluación método Benedetti - petrini

 "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS SIN SUPERVISIÓN TÉCNICA EN EL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2025" FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA – VIVIENDA 03													
DATOS REFERENCIALES	PARAMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACION										
Fecha: 31/10/2025	1 TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE		Completar y marcar según lo observado: - Año de construcción: 1993 - Asesoría Técnica <table border="1" style="float: right;"> <tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> </table>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>								
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
Ubicación: ASOC. 7 DE JUNIO	2 CALIDAD DEL S.R.		Marcar según lo observado: - Material en buen estado - Adecuado proceso constructivo <table border="1" style="float: right;"> <tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> </table>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>						
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
Manzana: D	3 RESISTENCIA CONVENCIONAL		Especificar según lo observado en la estructura: Número de pisos (N): 2 Ax: Área de muros en X (m ²) 2.43 Ay: Área de muros en Y (m ²) 6.78 At: Área total en planta (m ²) 113.77 h: Altura promedio de entrepiso (m): 3.22 ps: Peso del Sistema resistente (Tn) 150.5										
Lote: 22	4 POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN		Marcar según lo observado: Presencia de sales Presencia de filtraciones <table border="1" style="float: right;"> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	NO						
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
Sector: CIUDAD NUEVA - TACNA	5 DIAGRAMAS HORIZONTALES		Marcar según lo observado: Disc ontinuidades abruptas Buena conexión diafragma – muro Deflexión del diafragma <table border="1" style="float: right;"> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr> <tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>				
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
Uso actual: VIVIENDA UNIFAMILIAR	6 CONFIGURACIÓN EN PLANTA		Especificar los siguientes parámetros: Xmin= 0.00 _____ Xmax= 7.00 _____ Ymin= 0.00 _____ Ymax= 17.00 _____										
	7 CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN		Marcar según lo observado: % T/H Piso blando Irregularidad del S.R. Columna corta <table border="1" style="float: right;"> <tr><td></td><td>0.00</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr> </table>		0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		
	0.00												
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
	8 DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS												
	9 TIPO DE CUBIERTA		Marcar según lo observado: Cubierta estable Conexión cubierta – muro adecuado Cubierta plana Material liviano Cubierta en buenas condiciones <table border="1" style="float: right;"> <tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr> <tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> </table>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
	10 ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES		Calificar con B (bueno) o M (malo) según al S.R: Cornisa y parapetos Tanques de agua prefabricados Balcones y volados Pequeños elementos <table border="1" style="float: right;"> <tr><td>M</td></tr> <tr><td>-</td></tr> <tr><td>M</td></tr> <tr><td>M</td></tr> </table>	M	-	M	M						
M													
-													
M													
M													
	11 ESTADO DE CONSERVACIÓN		Estructura de concreto armado en: Buen estado Ligeramente dañado Mal estado de conservación <table border="1" style="float: right;"> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/>							
<input checked="" type="checkbox"/>													

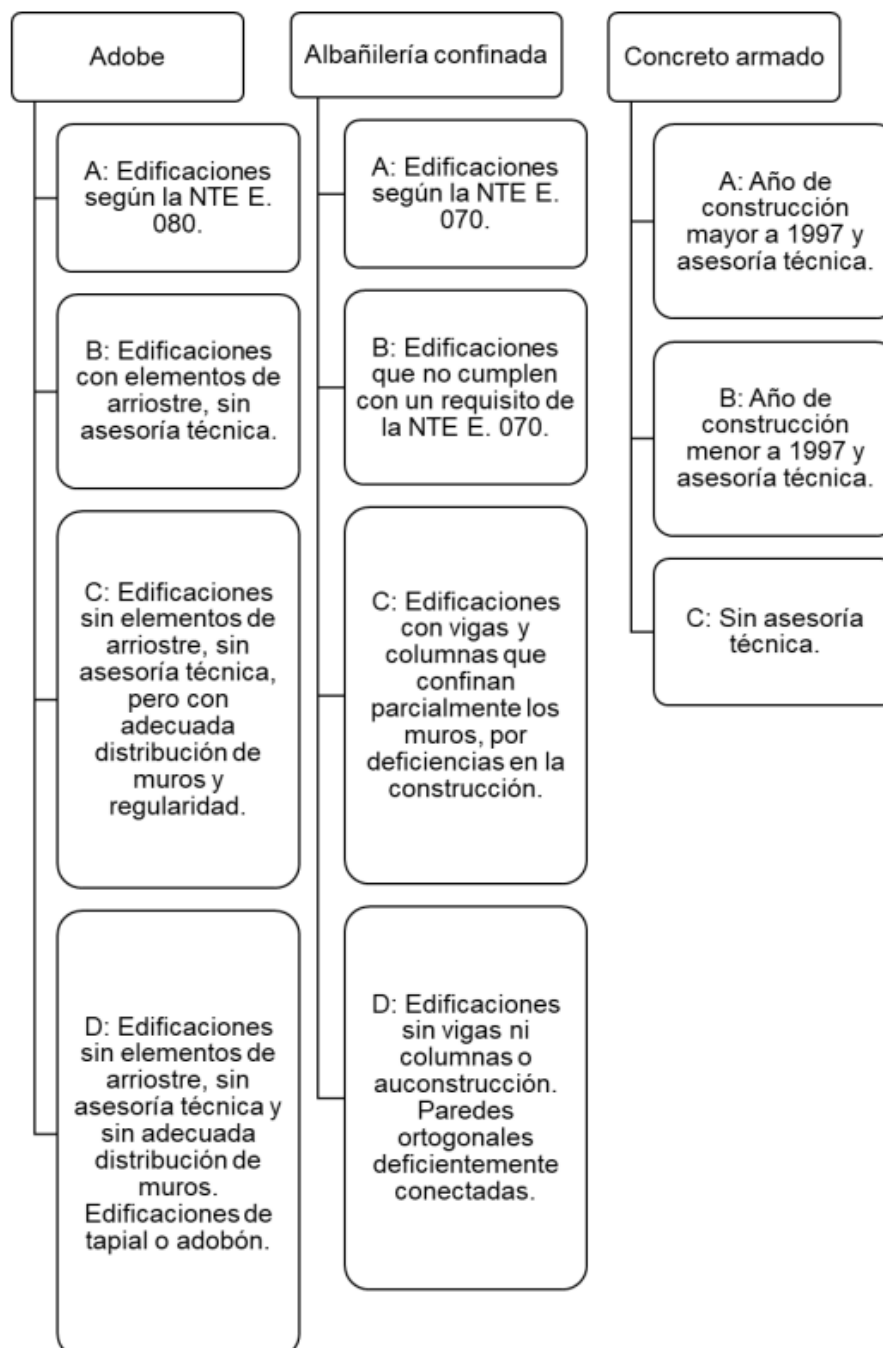
Nota. Parámetros de evaluación para determinar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones.

3.6.9.2. Parámetro 1 tipo y organización del sistema resistente

Para la evaluación de este parámetro se clasificaron diversos parámetros según la figura 37, basados en los valores establecidos por la Norma E.070.

Figura 36

Determinación del primer parámetro



Nota. Clasificación del parámetro 1 según Mesta, C. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel realizada en la Universidad de San Martín de Porres, Chiclayo, Perú.

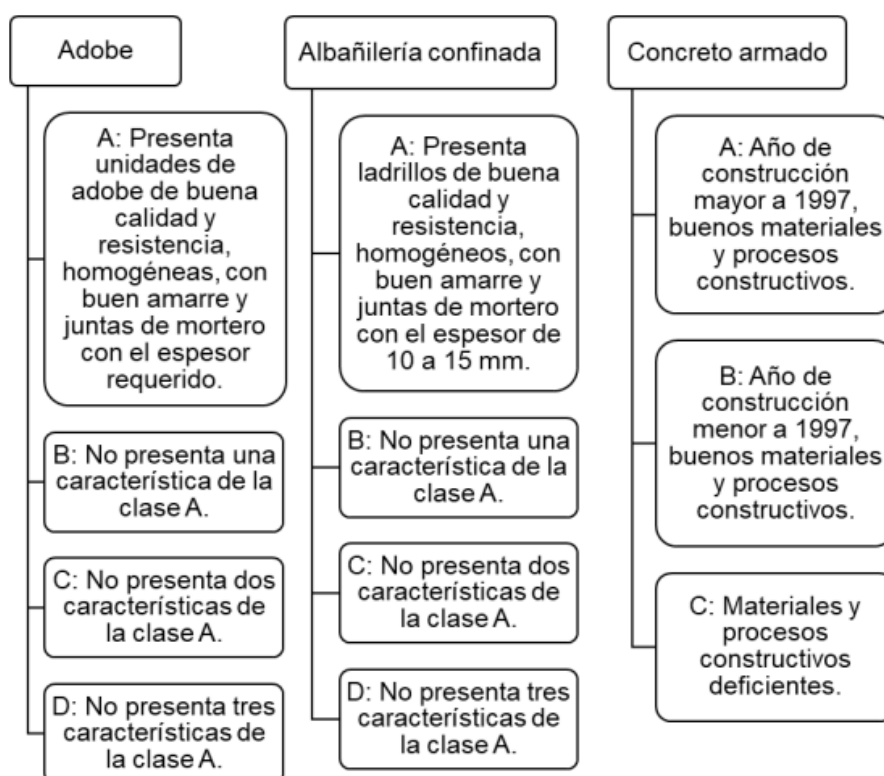
La vivienda fue edificada en 1993 y no contó con asistencia técnica. por consiguiente, no se siguieron criterios especializados durante su construcción, de acuerdo a la Figura 37, le corresponde a la **clase D**.

3.6.9.3. Parámetro 2 calidad del sistema resistente

Para la evaluación de este parámetro se e clasificaron diversos parámetros según la figura 38, basados en los valores establecidos por la Norma E.070.

Figura 37

Determinación del segundo parámetro



Nota. Clasificación del parámetro 2 según Mesta, C. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel realizada en la Universidad de San Martín de Porres, Chiclayo, Perú.

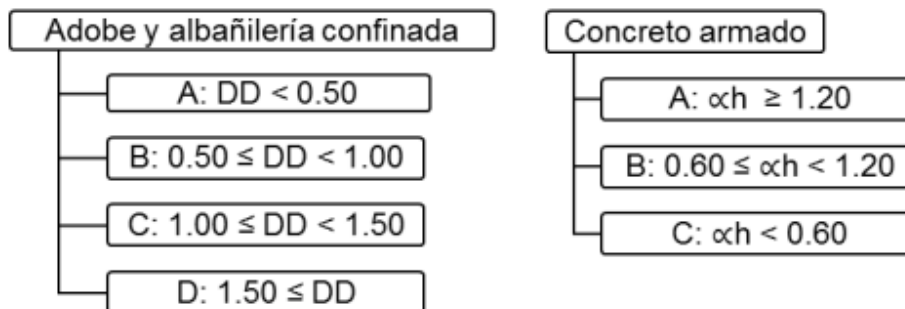
Debido a que la vivienda fue construida en 1993, presenta materiales deteriorados y un proceso constructivo deficiente, según lo mostrado en la figura 38, corresponde clasificarla en la **clase D**.

3.6.9.4. Parámetro 3 resistencia convencional

Para la evaluación de este parámetro se efectuaron diversos cálculos basados en los valores establecidos por la Norma E.030. En consecuencia, la asignación de las clases se realiza considerando los rangos mostrados en la Figura 39.

Figura 38

Determinación del tercer parámetro



Nota. Clasificación del parámetro 3 según Mesta, C. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel realizada en la Universidad de San Martín de Porres, Chiclayo, Perú.

a. Area totales resistencia convencional

En primer lugar, se determinó el área total de los muros en la dirección X (A_x) y en la dirección Y (A_y). Este valor se calcula utilizando las siguientes fórmulas

$$A_x = 0,00063 \times (A_t \times N)^{1,2586} \quad (1)$$

$$A_y = 0,1377 \times (A_t \times N)^{0,8232} \quad (2)$$

Donde:

A_x, A_y = Áreas totales de los muros en las direcciones X y Y, expresadas en metros cuadrados (m^2)

A_t = Área total con losa aligerada (m^2)

N = Número de pisos de la vivienda N°3

Se calcula el área total de muros en la dirección X con la ecuación 1, para viviendas de tipo albañilería confinada:

$$A_x = 0,00063 \times (A_t \times N)^{1,2586}$$

$$A_x = 0,00063 \times (113,77 \times 1)^{1,2586}$$

$$A_x = 2,43 \text{ m}^2$$

Se calcula el área total de muros en la dirección Y con la ecuación 2, para viviendas de tipo albañilería confinada:

$$A_y = 0,1377 \times (A_t \times N)^{0,8232}$$

$$A_y = 0,1377 \times (113,77 \times 1)^{0,8232}$$

$$A_y = 6,78 \text{ m}^2$$

b. Valor de la resistencia más desfavorable (VR)

Se adopta el valor de la resistencia cortante máxima admisible de los muros de albañilería como un parámetro clave para establecer la resistencia más desfavorable (VR) de la edificación. Este valor permite evaluar la capacidad de los elementos estructurales para soportar esfuerzos cortantes originados por acciones sísmicas, considerando el tipo y la calidad del material utilizado, lo que contribuye a la determinación del nivel de vulnerabilidad sísmica de la vivienda, según la tabla 83.

Tabla 83

Cortante máximo admisible en muros de albañilería

Material	Resistencia cortante (tn/m ²)
ladrillo macizo, calidad regular	3,00
piedra mal tallada	3,00
piedra bien tallada	3,00
ladrillo macizo, buena calidad	3,00
bloque macizo, mortero - cemento	3,00
mampostería nueva, ladrillo macizo	3,00
mampostería nueva, bloque macizo	3,00
mampostería nueva, ladrillo/bloque hueco	3,00

Nota. Clasificación según Mena, U. (2002). Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas (tesis de maestría). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Para el cálculo del valor de la resistencia desfavorable se determinó mediante la siguiente ecuación.

$$VR = \min(A_x, A_y) \times V \quad (3)$$

Donde:

V: Capacidad cortante de los muros (tn/m²). De lo mostrado en la tabla 84, para albañilería confinada $v = 15 \text{ tn/m}^2$.

$$VR = \min(A_x, A_y) \times V$$

$$VR = 2,43 \times 15$$

$$VR = 36,45 \text{ tn}$$

c. Peso del inmueble que ha resistido por la estructura (W)

Para el cálculo del peso del inmueble se determinó mediante la siguiente ecuación.

$$W = N \times (A_x + A_y) \times h \times P_m + M \times P_s \quad (3)$$

Donde:

H=Altura promedio de cada piso (3,22 m)

P_m=Peso albañilería (1,80 tn/m³)

P_s=Peso de la losa (0,50 tn/m²)

M=cantidad de diafragmas (1.00)

Reemplazando los valores se tiene:

$$W = 1 \times (2,43 + 6,78) \times 3,22 \times 1,80 + 1 \times 0,50$$

$$W = 36,49 \text{ tn}$$

d. Coeficiente sísmico resistente (CSR)

El valor del coeficiente sísmico resistente se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$CSR = \frac{VR}{W} \quad (4)$$

Donde:

VR= Valor de la resistencia más desfavorable

W= Peso del inmueble que ha resistido por la estructura

Reemplazando los valores se tiene:

$$CSR = \frac{36,45}{36,49}$$

$$CSR = 0,998$$

e. Coeficiente sísmico exigido (CSE)

El valor del coeficiente sísmico exigido se calculó mediante la siguiente ecuación.

$$CSE = \frac{ZUSC}{R} \quad (5)$$

A partir de la aplicación de la Norma E.030 "Diseño Sismorresistente", se definieron los parámetros sísmicos correspondientes, según la tabla 84.

Tabla 84*Parámetros sísmicos de la vivienda N°03 en el sentido X*

Parámetros sísmicos		
Z=	0,45	Zona 4-Tacna
S=	1,10	Suelo S3 (arena limosa (SM))
TP=	1,00	S3
TL=	1,60	S3
U=	1,00	TIPO "C"
C=	2,50	
Ro=	3,00	Albañilería confinada Ro=3
Ia=	1,00	
Ip=	0,60	torsión extrema
Peso de la edificación	150,59	tn

Nota. Los parámetros sísmicos se obtuvieron, del análisis estructural de la vivienda N°03.

f. R (coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas)

se obtiene a través de la expresión, tal como lo establece la NTE E.030.

$$R = R_o \times I_a \times I_p \quad (6)$$

Donde:

Ro=coeficiente de reducción

Ia=Factor de irregularidad en altura

Ip=Factor de irregularidad en planta

Reemplazando en la ecuación 6 se tiene:

$$R = 3 \times 1 \times 0,60$$

$$R = 1,80$$

Reemplazando en la ecuación 5 del CSE se tiene:

$$CSE = \frac{0,45 \times 1 \times 1,1 \times 2,5}{1,80}$$

$$CSE = 0,687$$

g. Demanda de ductilidad (DD)

El valor de la demanda de ductilidad se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$DD = \frac{CSE}{CSR} \quad (7)$$

$$DD = \frac{0,687}{0,998}$$

$$DD = 0,689$$

Como DD es mayor a 0,50, de acuerdo a la Figura 39, corresponde a la **clase B**.

3.6.9.5. Parámetro 4 posición del edificio y de la cimentación

Para la evaluación de este parámetro se clasificaron diversos parámetros según la figura 40, basados en los valores establecidos por la Norma E.070.

Figura 39

Clasificación del parámetro 4



Nota. Clasificación del parámetro 4 según Mesta, C. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel (tesis de pregrado). Universidad de San Martín de Porres, Chiclayo, Perú.

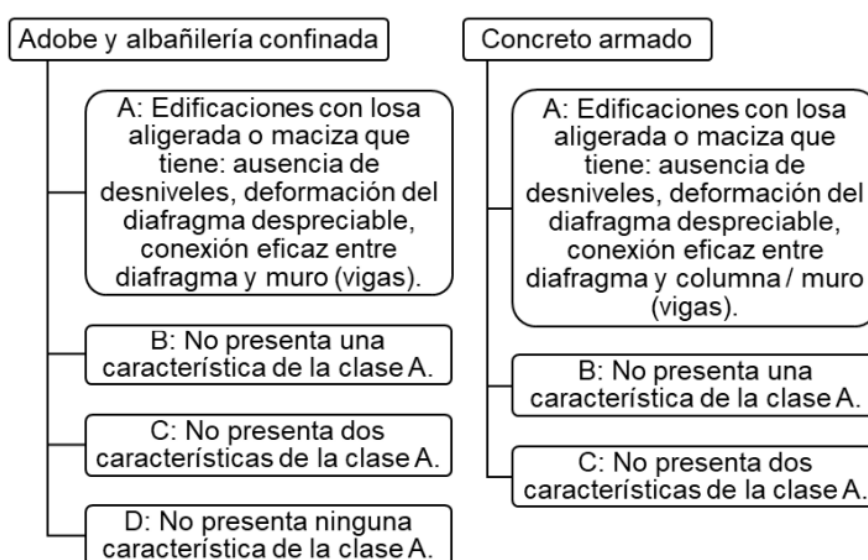
De la visita a la vivienda se observa que hay existencia de sales y humedad. Del mismo modo, la vivienda esta cimentada en suelo tipo S3. De acuerdo a la figura 40 se clasifica en la **clase D**.

3.6.9.6. Parámetro 5 diafragmas horizontales

Para evaluar este parámetro, se procedió a clasificar los diafragmas horizontales de la vivienda, teniendo en cuenta sus características constructivas, su continuidad y su capacidad para transmitir las fuerzas sísmicas. Esta clasificación se realizó de acuerdo con los criterios definidos en la Norma E.070 y lo presentado en la figura 41, lo que permitió analizar su incidencia en el comportamiento estructural y en la vulnerabilidad sísmica de la edificación.

Figura 40

Clasificación del parámetro 5



Nota. Clasificación del parámetro 5 según Mesta, C. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel (tesis de pregrado). Universidad de San Martín de Porres, Chiclayo, Perú.

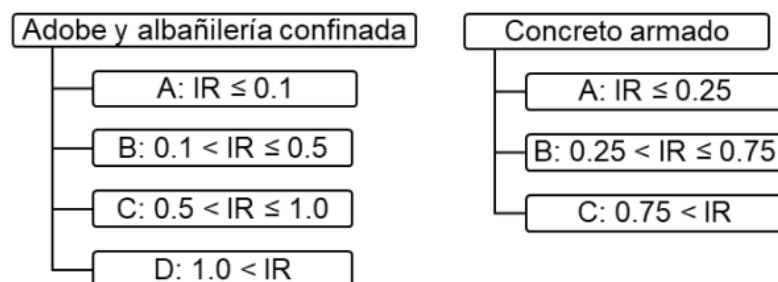
La vivienda cuenta con una losa aligerada en mal estado, evidenciando desniveles, una distorsión apreciable del diafragma y una conexión deficiente entre éste y los muros. Según lo mostrado en la figura 41, le corresponde la clasificación en la **clase C**.

3.6.9.7. Parámetro 6 configuración en planta

Para la evaluación de este parámetro se clasificaron diversos parámetros según la figura 42, basados en los valores establecidos por la Norma E.070.

Figura 41

Clasificación del parámetro 6



Nota. Clasificación del parámetro 6 según Mesta, C. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel (tesis de pregrado). Universidad de San Martín de Porres, Chiclayo, Perú.

a. Posiciones coordenadas de los puntos más alejados que conforman la vivienda (x_{\min} , y_{\min} , x_{\max} , y_{\max}).

$$X_{\min} = 0,00 \text{ m}$$

$$X_{\max} = 7,00 \text{ m}$$

$$Y_{\min} = 0,00 \text{ m}$$

$$Y_{\max} = 17,00 \text{ m}$$

Dimensión en fachada (X) y dimensión en profundidad o lateral (Y).

b. Coordenadas de los puntos medios de la edificación (x_m , y_m)

para el cálculo se usará las siguientes expresiones.

$$x_m = \frac{x_{\min} + x_{\max}}{2} \quad (8)$$

$$y_m = \frac{y_{\min} + y_{\max}}{2} \quad (9)$$

$$y_m = \frac{0 + 7}{2} = 3,50 \text{ m}$$

$$y_m = \frac{0 + 17}{2} = 8,50 \text{ m}$$

c. Coordenadas del centro geométrico (x_g, y_g)

$$x_g = \frac{\sum_{i=1}^n A_i * X_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$y_g = \frac{\sum_{i=1}^n A_i * Y_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Al tratarse un lote rectangular, es factible el uso de las siguientes ecuaciones.

$$X_g = \frac{X_{\max}}{2} = 3,50\text{m} \quad (10)$$

$$y_g = \frac{y_{\max}}{2} = 8,50\text{m} \quad (11)$$

d. Regularidad de la estructura en X (IRx) e Y (IRy)

para el cálculo se usará las siguientes expresiones:

$$IR_x = \frac{|x_g - x_m|}{\frac{1}{2} |x_{\max} - x_{\min}|} = \frac{|3.50 - 3.50|}{\frac{1}{2} |7 - 0|} = 0,00$$

$$IR_y = \frac{|y_g - y_m|}{\frac{1}{2} |y_{\max} - y_{\min}|} = \frac{|8.50 - 8.50|}{\frac{1}{2} |17 - 0|} = 0,00$$

e. Regularidad de la estructura (IR)

Se calcula con la expresión:

$$IR = \text{máx.}(IR_x \text{ y } IR_y) \quad \therefore \quad IR = 0,00$$

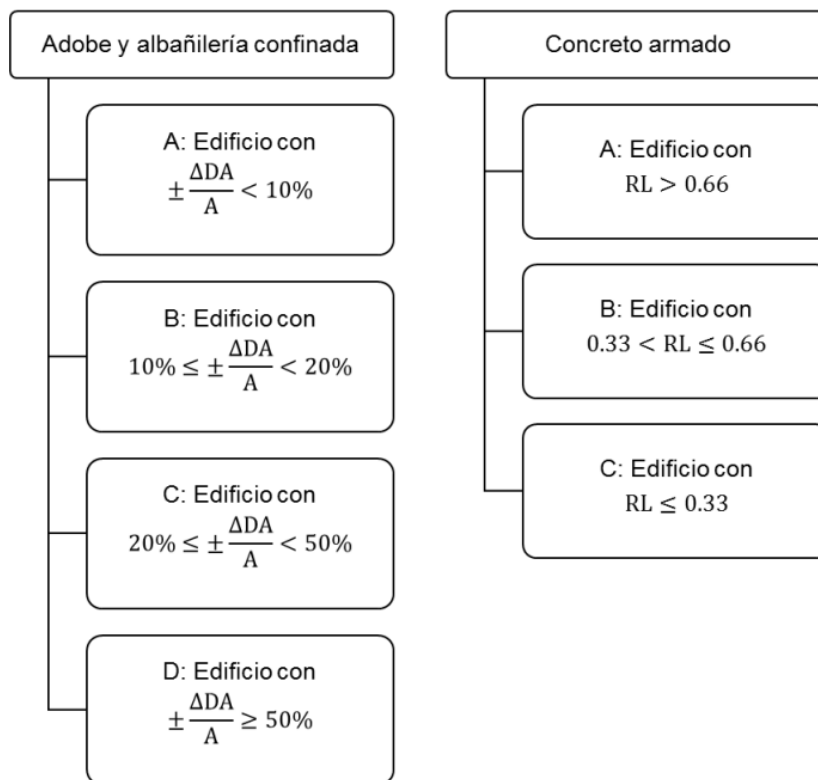
$$IR \leq 0,25$$

$$0,00 \leq 0,25$$

El valor de IR es menor o igual 0.1, según la Figura 42 corresponde a la **clase A**.

3.6.9.8. Parámetro 7 configuración en elevación

Para la evaluación de este parámetro se realizó la clasificación de la configuración en elevación de la vivienda, considerando posibles irregularidades geométricas y estructurales que puedan influir en su comportamiento sísmico. Dicha clasificación se efectuó conforme a los criterios establecidos en la Norma E.070 y a lo indicado en la figura 43, permitiendo determinar su incidencia en el nivel de vulnerabilidad sísmica de la edificación.

Figura 42*Clasificación del parámetro 7*

Nota. Determinación de la categoría correspondiente al parámetro 7 de acuerdo con la metodología planteada por Mesta (2014).

El análisis se realizará con la siguiente ecuación:

$$RL = \frac{H-T}{H} \quad (12)$$

Donde:

RL = Variación de la altura en la vivienda

H - T = altura mínima del edificio

H = Altura máxima del edificio

Reemplazando en la ecuación 12 se obtiene:

$$RL = \frac{2,70}{3,95} = 0,68 \text{ m}$$

De acuerdo a la figura 43, le corresponde la **clase A**, ya que cumple con lo siguiente:

$$RL > 0,33$$

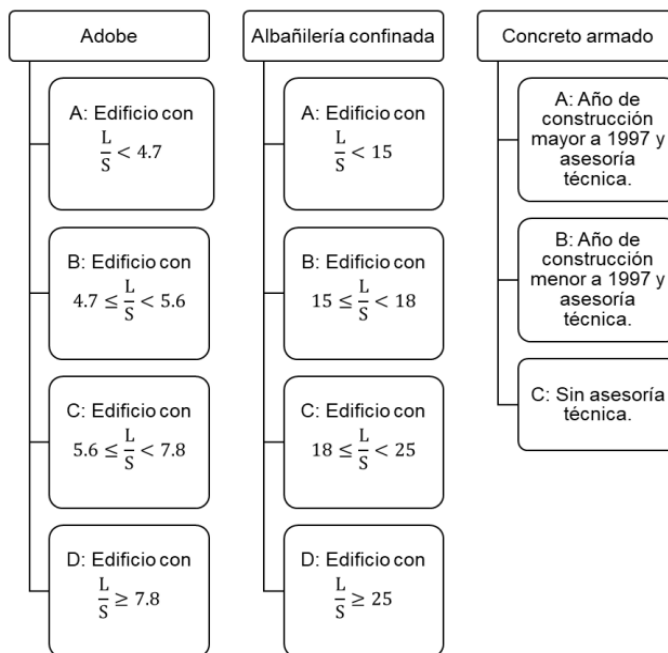
$$0.0 > 0,33$$

3.6.9.9. Parámetro 8 distancia máxima entre muros

Para la evaluación de este parámetro se clasificaron diversos parámetros según la figura 44, basados en los valores establecidos por la Norma E.070.

Figura 43

Determinación del parámetro 8



Nota. Determinación de la categoría correspondiente al parámetro 8 de acuerdo con la metodología planteada por Mesta (2014).

El cálculo es mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{L}{S}$$

Donde:

L=máximo espaciamiento entre muros transversales

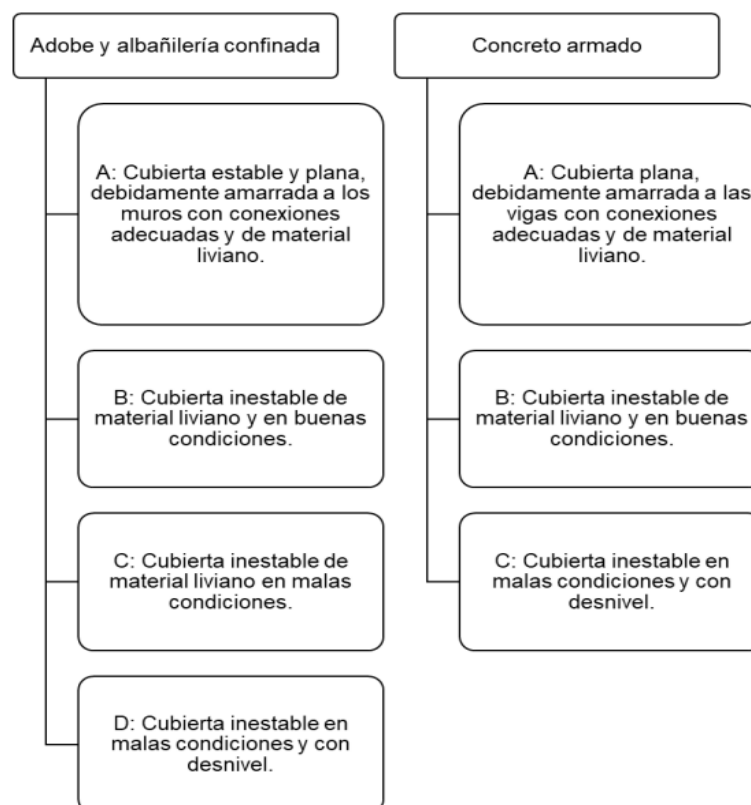
S= espesor del muro de albañilería

$$\frac{4.50}{0.12} = 37,50$$

Según la figura 44, se cumple que $L/S > 25$, entonces se clasifica como **clase A**.

3.6.9.10. Parámetro 9 tipo de cubierta

Para la evaluación de este parámetro se clasificaron diversos parámetros según la figura 45, basados en los valores establecidos por la Norma E.070.

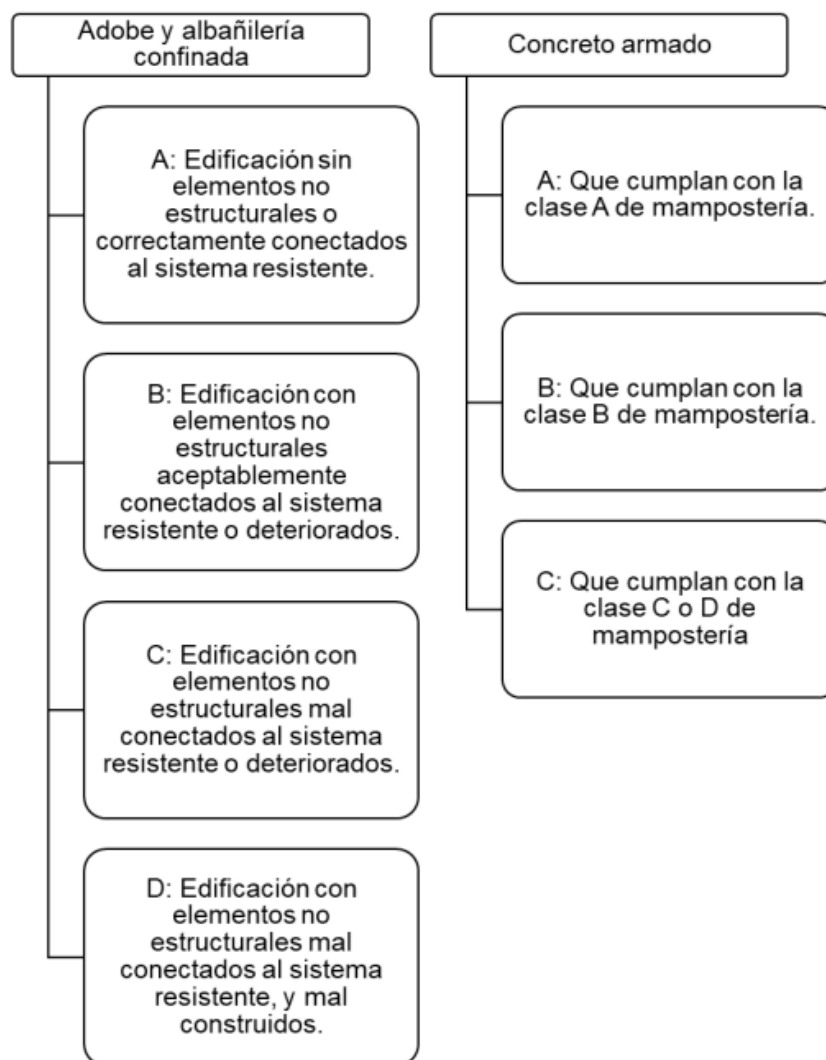
Figura 44**Clasificación del parámetro 9**

Nota. Determinación de la categoría correspondiente al parámetro 9 de acuerdo con la metodología planteada por Mesta (2014).

La vivienda cuenta con una losa aligerada plana que está conectada de forma deficiente a las vigas y utiliza material liviano en regular estado. por lo tanto, según lo estipulado en la figura 45, corresponde asignarle la **clase C**.

3.6.9.11. Parámetro 10 elementos no estructurales

Para la evaluación de este parámetro, se realizó la clasificación de los diferentes elementos no estructurales presentes en la edificación, considerando sus características y condiciones constructivas. Esta clasificación se efectuó siguiendo los criterios mostrados en la figura 46, los cuales permiten identificar su influencia en el comportamiento global de la estructura. Asimismo, se tomaron como referencia los valores y lineamientos establecidos en la Norma Técnica E.070,

Figura 45*Clasificación del parámetro 10*

Nota. Determinación de la categoría correspondiente al parámetro 10 de acuerdo con la metodología planteada por Mesta (2014).

La vivienda presenta volados y parapetos que no están correctamente conectados al sistema estructural resistente. por ello, conforme a la figura 46, se clasifica en la **clase D**.

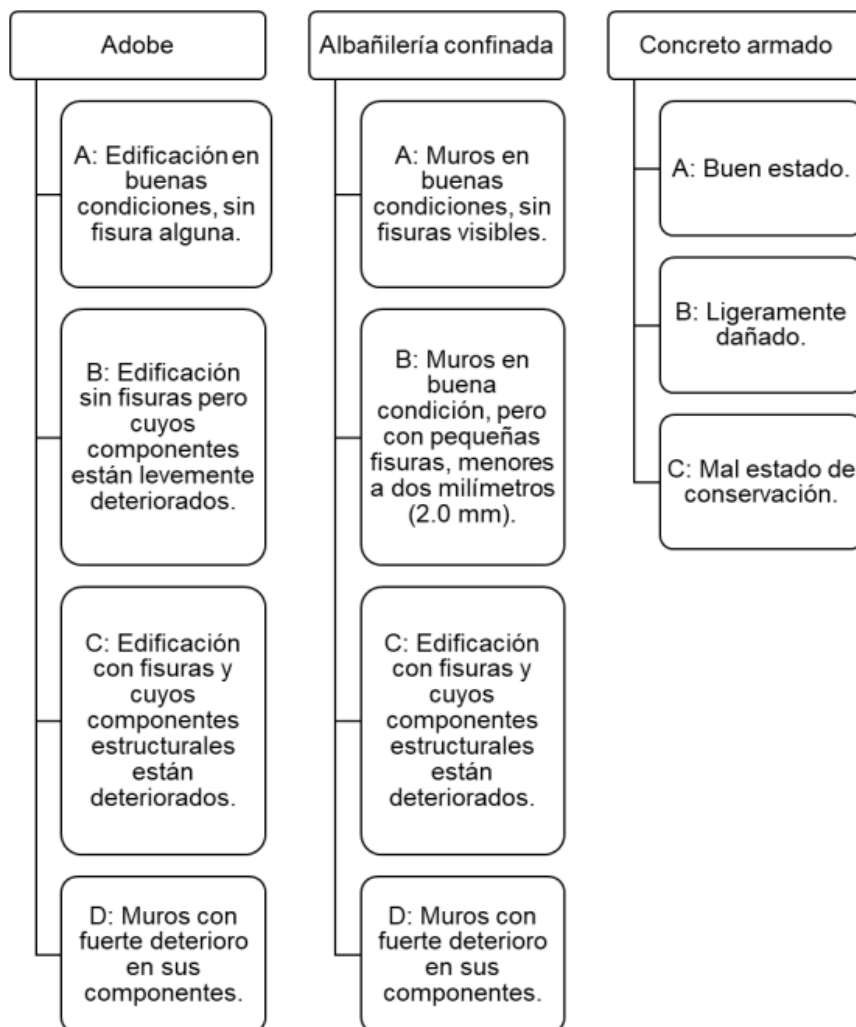
3.6.9.12. Parámetro 11 estado de conservación

Para la evaluación de este parámetro, se examinó el estado de conservación de los elementos que integran la edificación, considerando el grado de deterioro, la presencia de fisuras, humedad y otras patologías que podrían afectar su comportamiento estructural. Esta evaluación se efectuó mediante la clasificación de los distintos niveles de conservación, de acuerdo con los criterios definidos en la figura 47. Asimismo, se

emplearon como referencia los valores y disposiciones establecidos en la Norma Técnica E.070, con el fin de asegurar una valoración acorde con la normativa vigente.

Figura 46

Clasificación del parámetro 11



Nota. Determinación de la categoría correspondiente al parámetro 11 de acuerdo con la metodología planteada por Mesta (2014).

La estructura presenta un estado de conservación deficiente, con un nivel avanzado de deterioro en varios de sus elementos, evidenciándose fisuras significativas y daños materiales severos que comprometen su integridad y adecuado desempeño. Estas condiciones reflejan una situación desfavorable que puede afectar su comportamiento ante sollicitaciones externas, especialmente frente a acciones sísmicas. por lo tanto, conforme a los criterios establecidos en la figura 47, se clasifica dentro de la categoría **Clase D.**

3.6.9.13. Índice de vulnerabilidad sísmica (Iv)

La tabla 85 muestra los resultados de los parámetros evaluados en la vivienda N° 03, conforme a los criterios establecidos por el método Benedetti-Petrini para la determinación de la vulnerabilidad sísmica.

Tabla 85

Resultados de la clasificación de parámetros de la vivienda N°03

Parámetro	Descripción	Clase	(Ki)	Peso (Wi)	K*Wi
1	Organización del sistema resistente	D	45	1,00	45,00
2	Calidad del sistema resistente	D	45	0,25	11,25
3	Resistencia convencional	B	0	1,50	0,00
4	Posición del edificio y cimentación	D	45	0,75	33,75
5	Diafragmas horizontales	C	2	1,00	2,00
6	Configuración en planta	A	0	0,50	0,00
7	Configuración en elevación	A	0	1,00	0,00
8	Separación máxima entre muros	A	0	0,25	0,00
9	Tipo de cubierta	C	25	1,00	25,00
10	Elementos no estructurales	D	45	0,25	11,25
11	Estado de conservación	D	45	1,00	45,00
Total					173,25

Nota. Resultados de los parámetros evaluados según método Benedetti-Petrini.

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} Ki * Wi$$

$$Iv = 173,25$$

La normalización del Índice de Vulnerabilidad Sísmica (Ivn) consiste en ajustar dicho índice para que sus valores se encuentren dentro de un intervalo de 0 a 100.

$$Ivn = 100 - \left(\frac{Iv_{max} - Iv}{Iv_{max}} \right) * 100$$

El I_{Vmax} es 360 Para edificaciones de albañilería, entonces Reemplazando:

$$I_{vn} = 48,12$$

3.6.9.14. Vulnerabilidad sísmica de la vivienda N°03

La tabla 86 muestra la categorización del índice de vulnerabilidad sísmica de la vivienda N°03.

Tabla 86

Categorización del Índice de vulnerabilidad sísmica

Clasificación del Índice de Vulnerabilidad Sísmica	
Baja	I_{vn} mayor o igual a 0, pero menor a 20
media	I_{vn} mayor o igual a 20, pero menor a 40
alta	I_{vn} mayor o igual a 40, pero menor a 100

Nota. Clasificación del índice de vulnerabilidad sísmica conforme a la metodología propuesta por Mesta (2014).

$$40 \leq I_{vn} < 100 \text{ (Vulnerabilidad Alta)}$$

Según lo establecido en la tabla 86, la edificación presenta un **nivel alto** en su Índice de Vulnerabilidad Sísmica.

3.6.9.15. Vulnerabilidad sísmica de las viviendas

Siguiendo el método de Benedetti – Petrini, se aplicó el proceso de cálculo del Índice de Vulnerabilidad Sísmica normalizado a las demás viviendas mediante el mismo mecanismo utilizado para la vivienda N°03, obteniéndose los valores que se presentan en la tabla 87.

Tabla 87

Nivel de vulnerabilidad de las viviendas estudiadas del distrito de ciudad Nueva

Vivienda	I_{vn}	Nivel de vulnerabilidad
V1	30,20	media
V2	36,18	media
V3	48,12	alta
V4	54,78	alta

Nota. El índice de vulnerabilidad sísmica normalizado (I_{Vn}) se determinó mediante el método Benedetti-Petrini, clasificándose según los rangos establecidos por dicho método.

La tabla 88 presenta el porcentaje de vulnerabilidad de las viviendas evaluadas, determinado a partir de los parámetros establecidos en el método Benedetti-Petrini para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

Tabla 88

Porcentaje del nivel de vulnerabilidad de las viviendas estudiadas en el distrito de Ciudad Nueva.

Vulnerabilidad Sísmica	N° de edificaciones	%
Baja	0	0.00
Media	2	50.00
Alta	2	50.00
Total	4	100.00

Nota. Clasificación del nivel de vulnerabilidad sísmica conforme a la metodología propuesta por Mesta (2014).

De la tabla 88. El 50 % dos viviendas resultaron con una **vulnerabilidad sísmica baja** y el otro 50 % correspondiente a dos viviendas resultaron con **vulnerabilidad sísmica alta**. Esto refleja que ninguna está adecuadamente protegida ante un evento sísmico severo y se evidencia la necesidad de refuerzo estructural o intervenciones técnicas en la zona para reducir el riesgo. Asimismo, Ninguna vivienda se clasificó como de bajo riesgo sísmico.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Se presentan los resultados obtenidos conforme a los objetivos planteados en la investigación. El análisis permitió caracterizar el comportamiento sísmico de las viviendas autoconstruidas sin supervisión técnica en el distrito de Ciudad Nueva, concluyéndose que la mayoría de estas edificaciones presentan deficiencias en su configuración estructural, propiedades mecánicas y calidad constructiva. Tales condiciones incrementan de manera significativa su nivel de vulnerabilidad y reducen su capacidad de desempeño frente a acciones sísmicas de moderada y alta intensidad.

4.1. Respuesta dinámica de las viviendas por el proceso de autoconstrucción

Se evidencia que la ausencia de planos estructurales y de asesoría técnica profesional durante el proceso de autoconstrucción tiene un impacto negativo en la respuesta dinámica de las viviendas, generando mayor probabilidad de daño ante un sismo.

La utilización de materiales de baja calidad y la aplicación de técnicas constructivas de carácter empírico, sumadas a la ausencia de planos estructurales y de asesoría profesional durante el proceso edificatorio, generan condiciones estructurales deficientes. Como consecuencia, las viviendas analizadas registran mayores desplazamientos, aceleraciones y niveles de vulnerabilidad frente a las sollicitaciones sísmicas, lo que incrementa significativamente el riesgo de daño severo o colapso ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud.

4.2. Respuesta de las viviendas ante cargas sísmicas.

Del análisis estructural en las viviendas estudiadas mediante el software ETABS V 2020.3.0, Se determinó que las viviendas construidas con materiales inadecuados y procedimientos constructivos no satisfactorios presentan un nivel significativamente mayor de vulnerabilidad estructural frente a acciones sísmicas.

4.2.1. Respuesta dinámica de la vivienda número 1

La respuesta dinámica se determinó mediante un análisis dinámico modal espectral en ETABS v20.3.0, mostrado en la tabla 89, obteniéndose los períodos y modos de vibración, así como los factores de participación modal. A partir de estos resultados se calcularon fuerzas sísmicas, desplazamientos y derivas de entrepiso, los cuales permitieron evaluar el desempeño estructural conforme a la normativa vigente.

Tabla 89*Verificación de la deriva máxima de entrepiso vivienda N°1*

Nivel	Dirección	Verificación Norma E.030	Deriva de entrepiso 0,85xR	
Nivel 1	X	Dmax=0,005	0,0022	Cumple
Nivel 1	Y	Dmax=0,005	0,0001	Cumple

Nota. Los resultados fueron extraídos del software ETABS v20.3.0.

Del análisis dinámico efectuado en ambas direcciones de análisis X y Y, los valores de deriva son menores al límite máximo permitido por la normativa.

La dirección Y presenta una deriva significativamente menor que la dirección X, lo que sugiere una mayor rigidez estructural en ese sentido.

El cumplimiento en ambas direcciones indica que la estructura, para el nivel evaluado, **no experimenta deformaciones excesivas**, manteniéndose dentro del rango aceptable para edificaciones de albañilería confinada.

4.2.2. Respuesta dinámica de la vivienda número 2

La respuesta dinámica se determinó mediante un análisis dinámico modal espectral en ETABS v20.3.0, mostrado en la tabla 90, obteniéndose los períodos y modos de vibración, así como los factores de participación modal. A partir de estos resultados se calcularon fuerzas sísmicas, desplazamientos y derivas de entrepiso, los cuales permitieron evaluar el desempeño estructural conforme a la normativa vigente.

Tabla 90*Verificación de la deriva máxima de entrepiso vivienda N°2*

Nivel	Dirección	Verificación Norma E.030	Deriva de entrepiso 0,75xR	
PISO 2	X	Dmax=0,007	0,0082	No Cumple
PISO 1	X	Dmax=0,007	0,0106	No Cumple
PISO 2	Y	Dmax=0,005	0,0002	Cumple
PISO 1	Y	Dmax=0,005	0,0002	Cumple

Nota. Los resultados fueron extraídos del software ETABS v20.3.0.

La tabla 90 muestra la verificación de las derivas de entrepiso para la vivienda N°2 en ambas direcciones principales (X y Y), según lo estipulado en la Norma E.030. Se comparan los valores calculados de deriva de entrepiso con el límite normativo.

Se evidencia que en la dirección X, la estructura no cumple con los requisitos de rigidez y control de desplazamientos exigidos por la Norma E.030, lo que podría significar una mayor vulnerabilidad frente a demandas sísmicas. Por otra parte, en la dirección Y, se observa un buen desempeño estructural, cumpliendo con los parámetros normativos establecidos.

4.2.3. Respuesta dinámica de la vivienda número 3

La respuesta dinámica se determinó mediante un análisis dinámico modal espectral en ETABS v20.3.0, mostrado en la tabla 91, obteniéndose los períodos y modos de vibración, así como los factores de participación modal. A partir de estos resultados se calcularon fuerzas sísmicas, desplazamientos y derivas de entrepiso, los cuales permitieron evaluar el desempeño estructural conforme a la normativa vigente.

Tabla 91

Verificación de la deriva máxima de entrepiso vivienda N°3

Nivel	Dirección	Verificación Norma E.030	Deriva de entrepiso 0,85xR	
Nivel 2	X	Dmax=0,007	0,0292	No Cumple
Nivel 1	X	Dmax=0,007	0,0098	No Cumple
Nivel 2	Y	Dmax=0,005	0,0137	No Cumple
Nivel 1	Y	Dmax=0,005	0,0012	Cumple

Nota. Los resultados fueron extraídos del software ETABS v20.3.0.

La tabla 91 muestra la verificación de las derivas de entrepiso para la vivienda N°3 en ambas direcciones principales (X y Y), según lo estipulado en la Norma E.030. Se compararon los valores calculados de deriva de entrepiso con el límite normativo.

se evidencia que en la dirección X, la estructura no cumple con los requisitos de rigidez y control de desplazamientos exigidos por la Norma E.030, lo que podría significar una mayor vulnerabilidad frente a demandas sísmicas. Por otra parte, en la dirección Y primer nivel, se observa un buen desempeño estructural, cumpliendo con los parámetros normativos establecidos. Además, en la dirección Y, del segundo nivel no cumple con la distorsión permisible para edificaciones de albañilería confinada.

4.2.4. Respuesta dinámica de la vivienda número 4

La respuesta dinámica se determinó mediante el análisis dinámico, con el uso del software ETABS v20.3.0. según lo mostrado en la tabla 92.

Tabla 92*Verificación de la deriva máxima de entrepiso vivienda N°4*

Nivel	Dirección	Verificación Norma E.030	Deriva de entrepiso $0,85xR$	
Nivel 2	X	Dmax=0,005	0,0083	No Cumple
Nivel 1	X	Dmax=0,005	0,0089	No Cumple
Nivel 2	Y	Dmax=0,005	0,0011	Cumple
Nivel 1	Y	Dmax=0,006	0,0017	Cumple

Nota. Los resultados fueron extraídos del software ETABS v20.3.0.

La tabla 92 muestra la verificación de las derivas de entrepiso para la vivienda N°4 en ambas direcciones principales (X y Y), según lo estipulado en la Norma E.030. Se comparan los valores calculados de deriva de entrepiso con el límite normativo Deriva Max.

Se evidencia que en la dirección X, la estructura no cumple con los requisitos de rigidez y control de desplazamientos exigidos por la Norma E.030, lo que podría significar una mayor vulnerabilidad frente a demandas sísmicas. Por otra parte, en la dirección Y, se observa un buen desempeño estructural, cumpliendo con los parámetros normativos establecidos.

4.3. Vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas

Conforme al esquema analítico de Benedetti-Petrini, se ejecutó la estimación del Índice de Vulnerabilidad Normalizada correspondiente a las cuatro viviendas analizadas, cuyos valores se muestran en la Tabla 87.

De acuerdo con la metodología de Benedetti-Petrini, se calculó el Índice de Vulnerabilidad Normalizada para cada una de las cuatro viviendas analizadas. Este proceso incluyó la evaluación de parámetros estructurales y constructivos, como la disposición y confinamiento de muros, la calidad de los materiales, la conexión entre elementos y la presencia de irregularidades, con el fin de determinar su nivel de vulnerabilidad sísmica.

Los valores obtenidos a través del Índice de Vulnerabilidad Normalizada reflejan las condiciones actuales de seguridad estructural de cada vivienda y facilitan la clasificación de su nivel de riesgo sísmico ante un posible evento de gran magnitud.

En la tabla 88, se observa que el 50 % de las viviendas estudiadas presentan el Índice de vulnerabilidad sísmica Media, asimismo el 50 % de viviendas estudiadas presentan el Índice de Vulnerabilidad Sísmica Alta.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Hipótesis general

Las viviendas autoconstruidas sin supervisión técnica en el distrito de Ciudad Nueva presentan un comportamiento sísmico deficiente debido a la ausencia de criterios técnicos en su construcción

5.1.1. Contestación a la hipótesis general

Los resultados del análisis sísmico confirman la hipótesis general: las viviendas autoconstruidas sin supervisión técnica en el distrito de Ciudad Nueva muestran un comportamiento sísmico deficiente. Esta deficiencia es atribuible a la ausencia de criterios técnicos durante la construcción, lo que se traduce en mayores desplazamientos laterales y distorsiones de entrepiso, presencia de irregularidades estructurales y bajos niveles de resistencia frente a cargas sísmicas. El Índice de Vulnerabilidad Normalizada, calculado según el método de Benedetti-Petrini, reveló que la mayoría de estas viviendas califican en rangos de mediana a alta vulnerabilidad, manifestando un riesgo significativo de daño o colapso ante un sismo severo.

5.2. Hipótesis específicas 1

El proceso de autoconstrucción caracterizado por la ausencia de planos estructurales y la falta de asesoría técnica profesional genera alteraciones significativas en la respuesta dinámica, manifestándose en periodos fundamentales de vibración irregular y modos de vibración inadecuados.

5.2.1. Contestación a la hipótesis específica 1

La información recopilada permitió verificar que el proceso de autoconstrucción, sin la intervención de planos estructurales ni asesoría técnica especializada, provoca alteraciones importantes en la respuesta dinámica de las viviendas. En la práctica, se observaron periodos fundamentales de vibración más altos o más bajos de lo esperado, así como modos de vibración irregulares y locales, lo cual compromete la estabilidad global. Mediante las simulaciones y mediciones lo cual estas condiciones están asociadas a distribuciones de masa y rigidez inadecuadas, incoherencias geométricas y la ausencia de un sistema estructural.

5.3. Hipótesis específica 2

Las deficiencias constructivas identificadas, manifestadas en el empleo de materiales de baja calidad y en la ejecución de técnicas constructivas inadecuadas. Generan respuestas estructurales ante cargas sísmicas que superan los límites permitidos por la normativa. Esto se evidencia en desplazamientos laterales máximos elevados, derivas de entrepiso por encima de los valores admisibles y fuerzas cortantes de piso que exceden los parámetros establecidos. En concordancia con la Norma E.030, en edificaciones unifamiliares con irregularidades, es altamente probable que la respuesta sísmica de los elementos estructurales resulte insuficiente frente a la demanda generada por eventos sísmicos, comprometiendo significativamente su desempeño y su capacidad de resistencia.

5.3.1. Contestación a la hipótesis específica 2

Mediante La evaluación de las características constructivas se evidenció que la baja calidad de los materiales empleados. Además, la falta técnicas constructivas incrementan los valores de respuesta estructural frente a un sismo. Los resultados muestran que tres (3) viviendas los desplazamientos de entrepiso y las fuerzas cortantes superan lo permitido.

5.4. Hipótesis específica 3

La combinación del proceso de autoconstrucción sin supervisión y las características constructivas deficientes resulta en una alta vulnerabilidad sísmica, con índices de vulnerabilidad estructural elevados y una probabilidad de colapso significativa ante eventos sísmicos.

5.4.1. Contestación a la hipótesis específica

La autoconstrucción sin supervisión y condiciones constructivas inadecuadas produce valores elevados de vulnerabilidad sísmica. De las viviendas estudiadas, se identificaron índices de vulnerabilidad altos, acompañados de probabilidades de daño moderado a severo. Asimismo, escenarios de colapso bajo sollicitaciones sísmicas intensas. Los resultados se interpretan la importancia de una intervención integral, no bastaría con mejorar parcialmente los aspectos constructivos si no se incorpora la supervisión técnica y planificación estructural desde el inicio del proyecto, solo de esta manera puede reducirse el riesgo sísmico de las futuras edificaciones.

CONCLUSIONES

La evaluación del comportamiento sísmico de las viviendas autoconstruidas sin supervisión técnica en el distrito de Ciudad Nueva, Tacna, pone de manifiesto un desempeño estructural inadecuado frente a sollicitaciones sísmicas, evidenciado por altos niveles de vulnerabilidad, incumplimiento de los límites de deriva de entrepiso y deficiencias en la calidad de los materiales empleados. Asimismo, se concluye que estos resultados corroboran que la falta de un diseño estructural adecuado y de control técnico durante el proceso constructivo incide de manera directa en el incremento del riesgo sísmico de dichas edificaciones.

Las deficiencias en la calidad de los materiales y en las técnicas constructivas influyen directamente en el comportamiento sísmico de las viviendas evaluadas. En la vivienda N° 01, las derivas de entrepiso obtenidas son 0,0022 en el sentido X y 0,0001 en el sentido Y, valores que cumplen con el límite establecido por la NTP E.03 para edificaciones de albañilería confinada 0,005. En la vivienda N° 02, la deriva en el sentido X alcanza 0,008, superando el límite permitido de 0,007, mientras que en el sentido Y se obtiene un valor de 0,0002, el cual cumple con la normativa. Por su parte, la vivienda N° 03 presenta derivas de 0,0292 en el sentido X y 0,0137 en el sentido Y, excediendo ampliamente los límites normativos en ambas direcciones, lo que evidencia una alta vulnerabilidad sísmica y riesgo de daño estructural significativo. En la vivienda N° 04 la deriva en el sentido X es 0,0089, superior al valor permitido, mientras que en el sentido Y es 0,0011, dentro de los rangos admisibles, evidenciando una insuficiente rigidez lateral en la dirección X.

Los resultados obtenidos indican que las viviendas analizadas en el distrito de Ciudad Nueva presentan niveles de vulnerabilidad sísmica comprendidos entre los rangos medio y alto. En términos cuantitativos, el 50% de las edificaciones se clasifica con vulnerabilidad media y el 50% restante con vulnerabilidad alta. se concluye que las viviendas estudiadas presentan un escenario de riesgo sísmico relevante que justifica la formulación e implementación de intervenciones de reforzamiento estructural.

Las viviendas autoconstruidas sin supervisión técnica en el distrito de Ciudad Nueva presentan alta vulnerabilidad sísmica, evidenciada por su deficiente desempeño en el análisis dinámico y por los elevados índices obtenidos mediante el método de Benedetti–Petrini.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la municipalidad distrital de ciudad nueva se fomente, a la vez exigir, mediante los procedimientos de evaluación y otorgamiento de licencias de construcción, el uso de estructuras con geometrías simples y regulares, en especial en viviendas autoconstruidas. Del mismo modo, se recomienda evitar configuraciones estructurales complejas o irregulares, ya que estas aumentan la incertidumbre en el comportamiento sísmico y el riesgo de daño. La implementación de diseños estructurales simples permite un mejor control constructivo, lo cual favorece una respuesta sísmica más segura.

Considerando los resultados del análisis de derivas y las deficiencias en la calidad de los materiales y procesos constructivos, se recomienda a los propietarios realizar una evaluación estructural integral de sus viviendas e implementar medidas de reforzamiento en aquellas que no cumplen con los límites establecidos por la NTP E.030, priorizando el incremento de la rigidez lateral. Asimismo, toda futura intervención o ampliación deberá ejecutarse bajo supervisión profesional, utilizando materiales certificados y cumpliendo la normativa vigente, con el fin de reducir la vulnerabilidad sísmica, de esta manera garantizar la seguridad estructural.

Se recomienda a los futuros tesisistas ampliar el análisis del comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas, incrementando el número de casos de estudio y considerando diversas tipologías estructurales, así como distintos grados de irregularidad. Asimismo, se propone complementar los estudios analíticos con evaluaciones experimentales y trabajos de campo que permitan constatar y validar los modelos estructurales empleados, fortaleciendo así la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Se recomienda que la Universidad Privada de Tacna implemente un Laboratorio de Simulación Sísmica Dinámica, equipado con una mesa vibratoria de escala académica y sistemas de simulación híbrida, que permitan reproducir registros sísmicos reales y evaluar experimentalmente el comportamiento dinámico de estructuras. Esta infraestructura fortalecerá la validación de modelos numéricos y la investigación aplicada en análisis sísmico de viviendas autoconstruidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chura Arocutipa, E. (2019). *Estudio de riesgo sísmico en el distrito de Ciudad Nueva, Tacna*. Ciencia y Desarrollo, 11, 235–242. <https://doi.org/10.33326/26176033.2007.11.235>
- Baca Ramos, M. K., & Valdez Chipa, A. M. (2024). Análisis de vulnerabilidad y comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas del distrito de Tamburco – Abancay, 2022 [Tesis para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad Continental]. Repositorio Institucional Continental. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/14703>
- Mesta Cornetero, C. A. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel [Tesis de título profesional, Universidad Señor de Sipán]. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/4014>
- Caraza Salas, V. E. (2015). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería blocker II de la Ladrillera Martorell en relación a la norma RNE E.070 con fines de uso en viviendas de la ciudad de Tacna* [Tesis de título profesional, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio Institucional UNJBG. <https://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/20.500.12510/2808>
- Tipacti, D., & Rivas, G. Y. (2025). *Análisis de vulnerabilidad sísmica mediante métodos cualitativos y cuantitativos y propuesta de reforzamiento estructural para viviendas autoconstruidas en asentamientos informales de América Latina*. Actas de la 10.^a Conferencia Internacional sobre Ingeniería Civil, Estructural y del Transporte (ICCSTE 2025), Centro de Conferencias del Imperial College London, Londres, Reino Unido. <https://doi.org/10.11159/iccste25.324>
- Chevarría Rojas, A. W., Durand Villa, D. M., & Rivas Sánchez, Y. (2025). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica utilizando FEMA P-154 y refuerzo con malla electrosoldada en asentamientos informales en Perú*. En Actas de la 10.^a Conferencia Internacional sobre Ingeniería Civil, Estructural y del Transporte (ICCSTE 2025). <https://doi.org/10.11159/iccste25.258>
- Romero, J., Flores, D., Nizama, J., Valenzuela, A., Benito, J., & Estrada, F. (2023). *Viviendas autoconstruidas en una ciudad andina peruana: vulnerabilidad y comportamiento sísmico*. Civil Engineering and Architecture, 11(6), 2333–2346. <https://doi.org/10.13189/cea.2023.110619>

- Tipacti, D., & Rivas, G. Y. (2025). *Análisis de vulnerabilidad sísmica utilizando métodos cualitativos y cuantitativos y propuesta de reforzamiento estructural para viviendas autoconstruidas en asentamientos informales de Latinoamérica*. En Actas de la 10ª Conferencia Internacional sobre Ingeniería Civil, Estructural y del Transporte (ICCSTE 2025). <https://doi.org/10.11159/iccste25.324>
- Campaña Guarderas, J. A. (2015). *Análisis comparativo de los sistemas estructurales: aporticado y muros portantes, edificio de 10 pisos en Quito*. Trabajo de grado. UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5415>
- Acero Choque, L. M. (2021). *Evaluación sísmica de una edificación irregular unifamiliar considerando la norma E030-2018, Tacna 2021* [Tesis de título profesional, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional UPT. <https://hdl.handle.net/20.500.12969/4113>
- Mamani Chura, J. R. (2022). *Estudio de la vulnerabilidad sísmica de viviendas informales de los sectores IV y VI del distrito Alto de la Alianza-Tacna* [Tesis de título profesional, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio Institucional UNJBG. <https://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/20.500.12510/4330>
- Chino, R. R. D. (2021). *Evaluación estructural mediante esclerometría para determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en la ciudad de Tacna, 2021* [Tesis de título profesional, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/77642>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *E.030 Diseño sísmorresistente*. Reglamento Nacional de Edificaciones. <https://www.gob.pe/vivienda>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). *Norma técnica E.020: Cargas*. Reglamento Nacional de Edificaciones. <https://www.gob.pe/vivienda>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Norma técnica E.070: Albañilería*. Reglamento Nacional de Edificaciones. <https://www.gob.pe/vivienda>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). *Norma técnica E.060: Concreto armado*. Reglamento Nacional de Edificaciones. <https://www.gob.pe/vivienda>
- Caraza Salas, V. E. (2015). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería blocker II de la Ladrillera Martorell en relación a la norma RNE E.070 con fines de uso en viviendas de la ciudad de Tacna* [Tesis de título

profesional, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Repositorio Institucional UNJBG. <https://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/20.500.12510/2808>

Choque Gutierrez, J. P. A., & Ticona Lima, L. J. (2024). *Evaluación de la resistencia al corte y axial en prismas de albañilería de bloques de concreto mecanizado, fabricados en la ciudad de Tacna, 2024* [Tesis de título profesional, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional UPT. <https://doi.org/10.500.12969/386>


Mena, U. (2002). *Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Cataluña]. Repositorio institucional de la UPC

ANEXOS


Anexo 1. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicador	Metodología
<p>Problema general</p> <p>¿Cuál será el comportamiento sísmico de las viviendas autoconstruidas sin supervisión técnica en el distrito de Ciudad Nueva, Tacna 2025?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar el comportamiento sísmico de las viviendas autoconstruidas sin supervisión técnica en el distrito de ciudad nueva, Tacna 2025</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Las viviendas autoconstruidas sin supervisión técnica en el distrito de ciudad nueva, Tacna 2025. Presentan un comportamiento sísmico deficiente debido a la ausencia de criterios técnicos en su construcción.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Viviendas autoconstruidas sin supervisión técnica</p>	<p>Proceso de autoconstrucción indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> -ausencia de planos estructurales -falta de asesoría técnica profesional <p>Características constructivas indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> -calidad de materiales empleados -técnicas constructivas utilizadas 	<p>Tipo de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Investigación básica <p>Nivel de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descriptivo - Explicativo <p>Población:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todas las viviendas autoconstruidas sin supervisión técnica en el distrito de Ciudad Nueva, Tacna <p>Muestra:</p> <ul style="list-style-type: none"> - viviendas autoconstruidas del distrito de ciudad nueva
<p>Problemas específicos</p> <p>a. ¿Cómo influye el proceso de autoconstrucción en la respuesta dinámica de las viviendas del distrito de Ciudad Nueva, Tacna 2025?</p> <p>b. ¿Cuál es la relación entre las características constructivas y la respuesta ante cargas sísmicas de las viviendas autoconstruidas en el distrito de ciudad nueva, Tacna 2025?</p> <p>c. ¿Cuál es el impacto del proceso de autoconstrucción y las características constructivas en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en el distrito de ciudad nueva, Tacna 2025?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>a. Analizar cómo el proceso de autoconstrucción influye en la respuesta dinámica de las viviendas autoconstruidas en el distrito de ciudad nueva, Tacna 2025.</p> <p>b. Determinar la relación entre las características constructivas y la respuesta ante cargas sísmicas de las viviendas autoconstruidas en el distrito de ciudad nueva, Tacna 2025.</p> <p>c. Evaluar el impacto del proceso de autoconstrucción y las características constructivas en la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en el distrito de ciudad nueva, Tacna 2025.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>a. El proceso de autoconstrucción caracterizado por la ausencia de planos estructurales y la falta de asesoría técnica, genera alteraciones significativas en la respuesta dinámica.</p> <p>b. Las características constructivas deficientes, evidenciadas en la baja calidad de materiales empleados y técnicas constructivas inadecuadas, producen respuestas ante cargas sísmicas que exceden los límites normativos.</p> <p>c. La combinación del proceso de autoconstrucción sin supervisión y las características constructivas deficientes resulta en una alta vulnerabilidad sísmica.</p>	<p>Variable dependiente</p> <p>Comportamiento sísmico</p>	<p>dimensión 1:</p> <p>Respuesta dinámica indicadores:</p> <p>periodo fundamental de vibración</p> <p>modos de vibración</p> <p>dimensión 2:</p> <p>Respuesta ante cargas sísmicas indicadores:</p> <p>desplazamientos laterales máximos</p> <p>derivadas de entrepiso</p> <p>fuerzas cortantes de piso</p>	<p>Diseño de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> - No experimental <p>Técnicas de recolección de datos</p> <p>fichas de evaluación</p> <p>encuesta estructurada</p> <p>Instrumentos</p> <p>ensayos no destructivos</p> <p>modelamiento estructural</p> <p>reportes de campo</p> <p>formatos de evaluación</p>


Anexo 2: Ficha de Evaluación método Benedetti vivienda N°01

 "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS SIN SUPERVISIÓN TÉCNICA EN EL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2025" FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA - VIVIENDA 01													
DATOS REFERENCIALES	PARAMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACION										
Fecha: 31/10/2025 Ubicación: ASOC. LÓPEZ ALBÚJAR Manzana: 183	1 TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE		Completar y marcar según lo observado: - Año de construcción: 1998 - Asesoría Técnica <table border="1"> <tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> </table>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>								
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
	2 CALIDAD DEL S.R.		Marcar según lo observado: - Material en buen estado - Adecuado proceso constructivo <table border="1"> <tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr> </table>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	NO						
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
	3 RESISTENCIA CONVENCIONAL		Especificar según lo observado en la estructura: Número de pisos (N):1 Ax: Área de muros en X (m2)1.92..... Ay: Área de muros en Y (m2)7.014..... At: Área total en planta (m2) 1.92..... h: Altura promedio de entrepiso (m):2.85..... ps: Peso del Sistema resistente (Tn/m2)										
Lote: 10	4 POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN		Marcar según lo observado: Presencia de sales Presencia de filtraciones <table border="1"> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	NO						
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
Sector: CIUDAD NUEVA - TACNA	5 DIAGRAMAS HORIZONTALES		Marcar según lo observado: Discontinuidades abruptas Buena conexión diafragma - muro Deflexión del diafragma <table border="1"> <tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> </table>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>				
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
Uso actual: VIVIENDA UNIFAMILIAR	6 CONFIGURACIÓN EN PLANTA		Especificar los siguientes parámetros: Xmin= 0.00 Xmax= 8.00 Ymin= 0.00 Ymax= 13.00 Marcar según lo observado: % T/H Piso blando Irregularidad del S.R Columna corta <table border="1"> <tr><td></td><td>0.00</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr> <tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr> </table>		0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		
	0.00												
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
	7 CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN												
	8 DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS												
	9 TIPO DE CUBIERTA		Marcar según lo observado: Cubierta estable Conexión cubierta - muro adecuado Cubierta plana Material liviano Cubierta en buenas condiciones <table border="1"> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr> <tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
	10 ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES		Calificar con B (bueno) o M (malo) según al S.R: Cornisa y parapetos Tanques de agua prefabricados Balcones y volados Pequeños elementos <table border="1"> <tr><td>B</td></tr> <tr><td>-</td></tr> <tr><td>B</td></tr> <tr><td>B</td></tr> </table>	B	-	B	B						
B													
-													
B													
B													
	11 ESTADO DE CONSERVACIÓN		Estructura de concreto armado en: Buen estado Ligeramente dañado Mal estado de conservación <table border="1"> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>									
<input checked="" type="checkbox"/>													


Anexo 3: Ficha de Evaluación método Benedetti vivienda N°02

 "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS SIN SUPERVISIÓN TÉCNICA EN EL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2025" FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA - VIVIENDA 02			
DATOS REFERENCIALES	PARAMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACION
Fecha: 31/10/2025	1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Completar y marcar según lo observado: - Año de construcción: 1993 - Asesoría Técnica SI <input checked="" type="checkbox"/>
Ubicación: ASOC- 26 DE ENERO	2	CALIDAD DEL S.R.	Marcar según lo observado: - Material en buen estado - Adecuado proceso constructivo SI <input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
Manzana: 0	3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado en la estructura: Número de pisos (N):2..... Ax: Área de muros en X (m ²)2.64..... Ay: Área de muros en Y (m ²)9.85..... At: Área total en planta (m ²)73.39..... h: Altura promedio de entrepiso (m):2.42..... ps: Peso del Sistema resistente (Tn/m ²)
Lote: 06	4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	Marcar según lo observado: Presencia de sales <input checked="" type="checkbox"/> NO Presencia de filtraciones <input checked="" type="checkbox"/> NO
Sector: CIUDAD NUEVA - TACNA	5	DIAGRAMAS HORIZONTALES	Marcar según lo observado: Discontinuidades abruptas <input checked="" type="checkbox"/> NO Buena conexión diafragma - muro <input checked="" type="checkbox"/> NO Deflexión del diafragma <input checked="" type="checkbox"/> NO
Uso actual: VIVIENDA UNIFAMILIAR	6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	Especificar los siguientes parámetros: Xmin= <u>0.00</u> Xmax= <u>7.0</u> Ymin= <u>0.00</u> Ymax= <u>10.47</u>
	7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	Marcar según lo observado: % T/H 0.00 Piso blando SI <input checked="" type="checkbox"/> Irregularidad del S.R. SI <input checked="" type="checkbox"/> Columna corta <input checked="" type="checkbox"/> NO
	8	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS	
	9	TIPO DE CUBIERTA	Marcar según lo observado: Cubierta estable SI <input checked="" type="checkbox"/> Conexión cubierta - muro adecuado SI <input checked="" type="checkbox"/> Cubierta plana <input checked="" type="checkbox"/> NO Material liviano <input checked="" type="checkbox"/> NO Cubierta en buenas condiciones SI <input checked="" type="checkbox"/>
	10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Calificar con B (bueno) o M (malo) según al S.R.: Cornisa y parapetos M Tanques de agua prefabricados - Balcones y volados M Pequeños elementos M
	11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Estructura de concreto armado en: Buen estado Ligeramente dañado <input checked="" type="checkbox"/> Mal estado de conservación

Anexo 4: Ficha de Evaluación método Benedetti vivienda N°03

 "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS SIN SUPERVISIÓN TÉCNICA EN EL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2025" FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA – VIVIENDA 03			
DATOS REFERENCIALES	PARAMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACION
Fecha: 31/10/2025	1 TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE		Completar y marcar según lo observado: - Año de construcción: 1993 - Asesoría Técnica SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
Ubicación: ASOC. 7 DE JUNIO	2 CALIDAD DEL S.R.		Marcar según lo observado: - Material en buen estado - Adecuado proceso constructivo SI <input checked="" type="checkbox"/> NO SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
Manzana: D	3 RESISTENCIA CONVENCIONAL		Especificar según lo observado en la estructura: Número de pisos (N): 2 Ax: Área de muros en X (m²) 2.43 Ay: Área de muros en Y (m²) 6.78 At: Área total en planta (m²) 113.77 h: Altura promedio de entrepiso (m): 3.22 ps: Peso del Sistema resistente (Tn) 150.5
Lote: 22	4 POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN		Marcar según lo observado: Presencia de sales <input checked="" type="checkbox"/> NO Presencia de filtraciones <input checked="" type="checkbox"/> NO
Sector: CIUDAD NUEVA - TACNA	5 DIAGRAMAS HORIZONTALES		Marcar según lo observado: Discontinuidades abruptas <input checked="" type="checkbox"/> NO Buena conexión diafragma – muro <input checked="" type="checkbox"/> NO Deflexión del diafragma <input checked="" type="checkbox"/> NO
Uso actual: VIVIENDA UNIFAMILIAR	6 CONFIGURACIÓN EN PLANTA		Especificar los siguientes parámetros: Xmin= 0.00 Xmax= 7.00 Ymin= 0.00 Ymax= 17.00
	7 CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN		Marcar según lo observado: % T/H 0.00 Piso blando <input checked="" type="checkbox"/> NO Irregularidad del S.R. <input checked="" type="checkbox"/> NO Columna corta <input checked="" type="checkbox"/> NO
	8 DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS		
	9 TIPO DE CUBIERTA		Marcar según lo observado: Cubierta estable <input checked="" type="checkbox"/> NO Conexión cubierta – muro adecuado <input checked="" type="checkbox"/> NO Cubierta plana <input checked="" type="checkbox"/> NO Material liviano <input checked="" type="checkbox"/> NO Cubierta en buenas condiciones <input checked="" type="checkbox"/> NO
	10 ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES		Calificar con B (bueno) o M (malo) según al S.R: Cornisa y parapetos M Tanques de agua prefabricados - Balcones y volados M Pequeños elementos M
	11 ESTADO DE CONSERVACIÓN		Estructura de conc reto armado en: Buen estado Ligeramente dañado Mal estado de conservación <input checked="" type="checkbox"/>

Anexo 5: Ficha de Evaluación método Benedetti vivienda N°04

 "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS SIN SUPERVISIÓN TÉCNICA EN EL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2025" FICHA DE EVALUACIÓN PARA ESTRUCTURAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA – VIVIENDA 04													
DATOS REFERENCIALES	PARAMETRO	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACION										
Fecha: 31/10/2025	1	TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE	Completar y marcar según lo observado: - Año de construcción: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>1993</td></tr></table> - Asesoría Técnica: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr></table>	1993	SI	<input checked="" type="checkbox"/>							
1993													
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
Ubicación: ASOC. 7 DE JUNIO	2	CALIDAD DEL S.R.	Marcar según lo observado: - Material en buen estado: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr></table> - Adecuado proceso constructivo: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr></table>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>						
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
Manzana: D	3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado en la estructura: Número de pisos (N) _____ 2.00 Ax: Área de muros en X (m ²) _____ 5.50 Ay: Área de muros en Y (m ²) _____ 12.37 At: Área total en planta (m ²) _____ 130.75 h: Altura promedio de entrepiso (m) _____ 2.72 ps: Peso del Sistema resistente (Tn/ m ²) _____ 0.00										
Lote: 17	4	POSICIÓN DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACIÓN	Marcar según lo observado: Presencia de sales: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr></table> Presencia de filtraciones: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr></table>	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	NO						
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
Sector: CIUDAD NUEVA - TACNA	5	DIAGRAMAS HORIZONTALES	Marcar según lo observado: Discontinuidades abruptas: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr></table> Buena conexión diafragma – muro: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr></table> Deflexión del diafragma: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr></table>	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>				
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
Uso actual: VIVIENDA UNIFAMILIAR	6	CONFIGURACIÓN EN PLANTA	Especificar los siguientes parámetros: Xmin= _____ 0.00 Xmax= _____ 8.00 Ymin= _____ 0.00 Ymax= _____ 18.00										
	7	CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN	Marcar según lo observado: % T/H: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>0.00</td></tr></table> Piso blando: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr></table> Irregularidad del S.R.: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr></table> Columna corta: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr></table>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	NO		
<input checked="" type="checkbox"/>	0.00												
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
	8	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS											
	9	TIPO DE CUBIERTA	Marcar según lo observado: Cubierta estable: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr></table> Conexión cubierta – muro adecuado: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr></table> Cubierta plana: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>NO</td></tr></table> Material liviano: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr></table> Cubierta en buenas condiciones: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>SI</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr></table>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
<input checked="" type="checkbox"/>	NO												
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
SI	<input checked="" type="checkbox"/>												
	10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Calificar con B (bueno) o M (malo) según al S.R.: Comisa y parapetos: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>M</td></tr></table> Tanques de agua prefabricados: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>-</td></tr></table> Balcones y volados: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>M</td></tr></table> Pequeños elementos: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>M</td></tr></table>	M	-	M	M						
M													
-													
M													
M													
	11	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Estructura de concreto amado en: Buen estado: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td><input type="checkbox"/></td></tr></table> Ligeramente dañado: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td><input type="checkbox"/></td></tr></table> Mal estado de conservación: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr></table>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/>													
<input type="checkbox"/>													
<input checked="" type="checkbox"/>													

Anexo 5: Planos de las viviendas



TESIS:
"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS SIN SUPERVISIÓN TÉCNICA EN EL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2025"

PLANO DE:
ALIGERADO Y DETALLES VIVIENDA N°01

RESPONSABLE DE ACTIVIDAD
DISTRITO : CIUDAD NUEVA
PROVINCIA : TACNA
DEPARTAMENTO : TACNA

TESISTAS:
JEAN ROYER GINEZ GINEZ
ROBERTH GUEVARA CABRERA

DIBUJO CAD: PLANO N°:
FECHA: OCTUBRE - 2025
ESCALA: INDICADA

E-01

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO SIMPLE
CIMENTOS CORRIDOS Y/O SUB ZAPATAS:

CONCRETO ARMADO

COLUMNAS	f'c : 161 Kg/cm ²
VIGAS	f'c : 161 Kg/cm ²
LOSAS ALIGERADAS	f'c : 161 Kg/cm ²
ACERO	fy : 4200 Kg/cm ²

SOBRECARGAS

PESO PROPIO DE LOSA ALIGERADA (CM)	: 300 Kg/m ²
SOBRECARGA DE CONTRAPISO (CM)	: 100 Kg/m ²
PARAPETO EN AZOTEA (CM)	: 135 Kg/m
SOBRECARGA DE AZOTEA (CV)	: 200 Kg/m ²

MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA
ALBAÑILERIA CONFINADA : f'm=46,60 Kg/cm² LADRILLO BLOCKER II

RECUBRIMIENTOS (a estribos)

COLUMNAS	: 4.00 cm.
VIGAS PERALTADAS	: 2.50 cm.
VIGAS CHATAS	: 2.50 cm.
LOSAS ALIGERADAS	: 2.50 cm.
SOBRECIMENTOS	: 3.00 cm.

- NORMATIVAS DE DISEÑO**
- Norma Técnica Peruana NTE.020-2006 - CARGAS.
 - Norma Técnica Peruana NTE.030-2018 - DISEÑO SISMORESISTENTE.
 - Norma Técnica Peruana NTE.050-2018 - SUELOS Y CIMENTACIONES.
 - Norma Técnica Peruana NTE.060-2009 - CONCRETO ARMADO.
 - Norma Técnica Peruana NTE.070-2006 - ALBAÑILERIA.

PARAMETROS DE DISEÑO SISMORESISTENTE

ANÁLISIS DINAMICO MODAL - ESPECTRAL

PARAMETROS SISMICOS:

Factor de Zona : Z = 0.45
 Uso e Importancia : U = 1.00 (Categoría C)
 Coeficiente Sísmico : C = 2.50 máx. (C = 2.5 Tp/T)
 Tipo de suelo : S3
 Factor de Terreno : S = 1.10
 Tp = 1 seg.
 TL = 1.6 seg.

Gravedad : g = 9.81 m/seg.

COEFICIENTE DE REDUCCION:
 R DX: 3 (ALBAÑILERIA CONFINADA)
 R DY: 3 (ALBAÑILERIA CONFINADA)

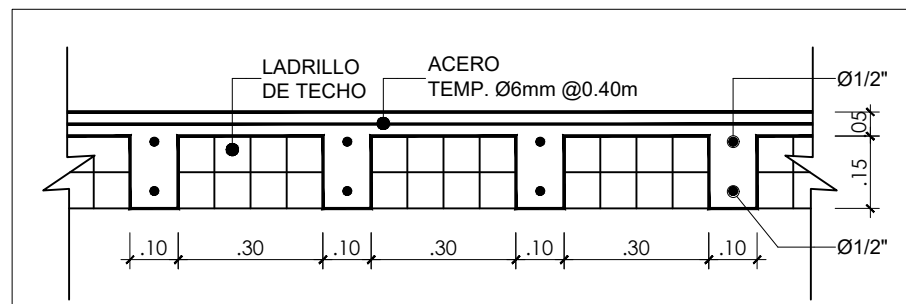
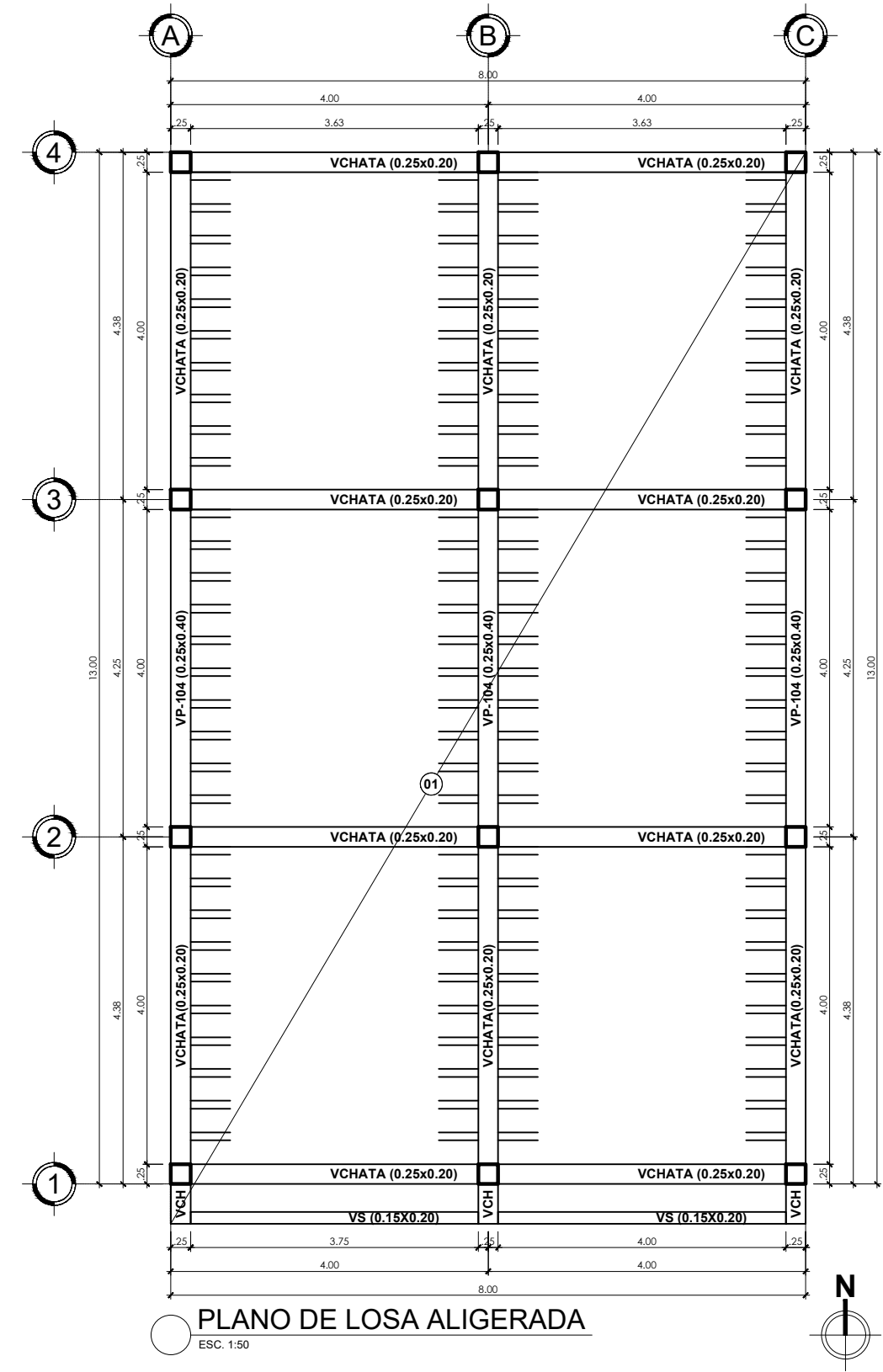
CUADRO DE COLUMNAS

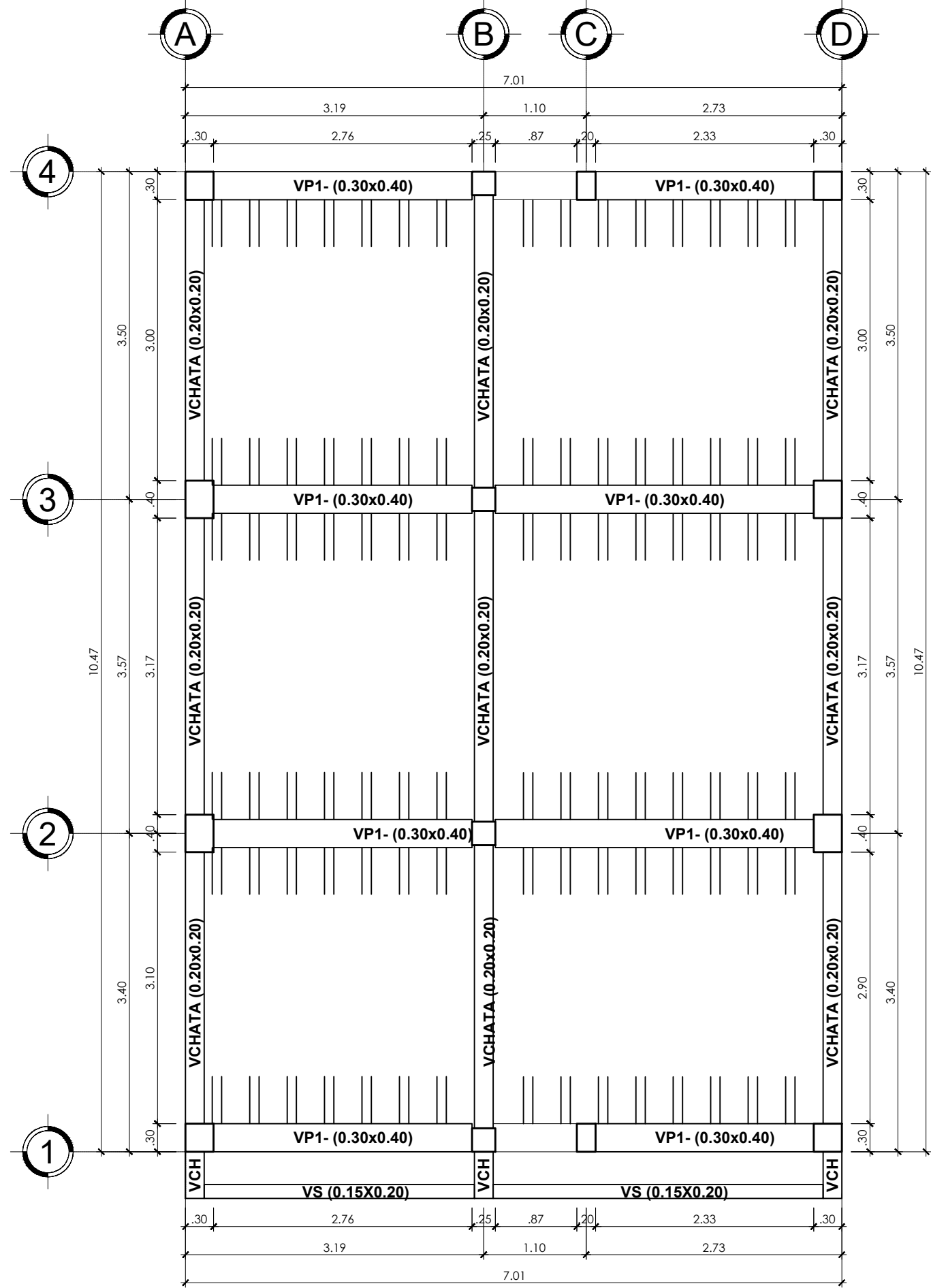
TIPO	C1
DIMENSIÓN	
ACERO	4Ø1 1/2"
1° AL 2° PISO	Ø3/8"
CANTIDAD	15
	confinamiento c/e

SECCION	VCHATA (20x20cm)	VS (15X20cm)
DETALLE 1er Nivel		

DETALLE DE VIGAS Y VIGUETAS GENERALES

ESC: 1/25





PLANO DE LOSA ALIGERADA

ESC. 1:50

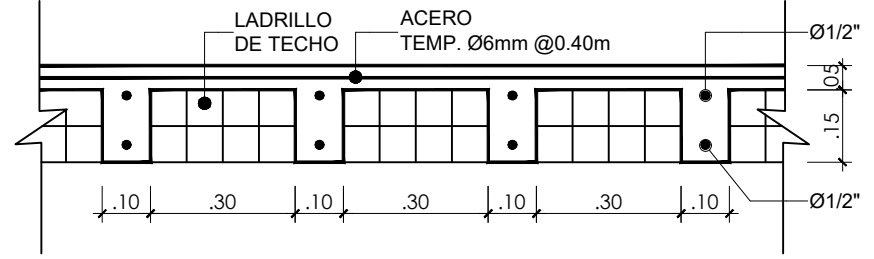
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CONCRETO SIMPLE CIMENTOS CORRIDOS Y/O SUB ZAPATAS:	
CONCRETO ARMADO	
COLUMNAS	$f'c : 168 \text{ Kg/cm}^2$
VIGAS	$f'c : 168 \text{ Kg/cm}^2$
LOSAS ALIGERADAS	$f'c : 168 \text{ Kg/cm}^2$
ACERO	$f_y : 4200 \text{ Kg/cm}^2$
SOBRECARGAS	
PESO PROPIO DE LOSA ALIGERADA (CM)	: 300 Kg/m ²
SOBRECARGA DE CONTRAPISO (CM)	: 100 Kg/m ²
PARAPETO EN AZOTEA (CM)	: 135 Kg/m
SOBRECARGA DE AZOTEA (CV)	: 200 Kg/m ²
MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA	
ALBAÑILERIA CONFINADA	: $f'm=46,60 \text{ Kg/cm}^2$ LADRILLO BLOCKER II
RECUBRIMIENTOS (a estribos)	
COLUMNAS	: 4.00 cm.
VIGAS PERALTADAS	: 2.50 cm.
VIGAS CHATAS	: 2.50 cm.
LOSAS ALIGERADAS	: 2.50 cm.
SOBRECIMENTOS	: 3.00 cm.
NORMATIVAS DE DISEÑO	
- Norma Técnica Peruana NTE.020-2006 - CARGAS.	
- Norma Técnica Peruana NTE.030-2018 - DISEÑO SISMORESISTENTE.	
- Norma Técnica Peruana NTE.050-2018 - SUELOS Y CIMENTACIONES.	
- Norma Técnica Peruana NTE.060-2009 - CONCRETO ARMADO.	
- Norma Técnica Peruana NTE.070-2006 - ALBAÑILERÍA.	

PARAMETROS DE DISEÑO SISMORESISTENTE	
ANÁLISIS DINÁMICO MODAL - ESPECTRAL	
PARAMETROS SISMICOS:	
Factor de Zona	: $Z = 0.45$
Uso e Importancia	: $U = 1.00$ (Categoría C)
Coefficiente Sísmico	: $C = 2.50 \text{ máx. } (C = 2.5 T_p/1)$
Tipo de suelo	: S3
Factor de Terreno	: $S = 1.10$
	: $T_p = 1 \text{ seg.}$
	: $T_L = 1.6 \text{ seg.}$
Gravedad	: $g = 9.81 \text{ m/seg.}$
COEFICIENTE DE REDUCCION:	
R DX:	8 (CONCRETO ARMADO)
R DY:	3 (ALBAÑILERIA CONFINADA)

CUADRO DE COLUMNAS				
TIPO	C1	C2	C3	C4
DIMENSIÓN				
ACERO 1° AL 2° PISO	4Ø1/2" □ Ø3/8" confinamiento c/e	4Ø1/2" □ Ø3/8" confinamiento c/e	4Ø1/2" □ Ø3/8" confinamiento c/e	4Ø1/2" □ Ø3/8" confinamiento c/e
CANTIDAD				

SECCION	VCHATA (20x20cm)	VS (15X20cm)	VP1 (30X40cm)
DETALLE 1er Nivel			

DETALLE DE VIGAS Y VIGUETAS GENERALES



SECCIÓN DE LOSA ALIGERADA

ESC. S/E



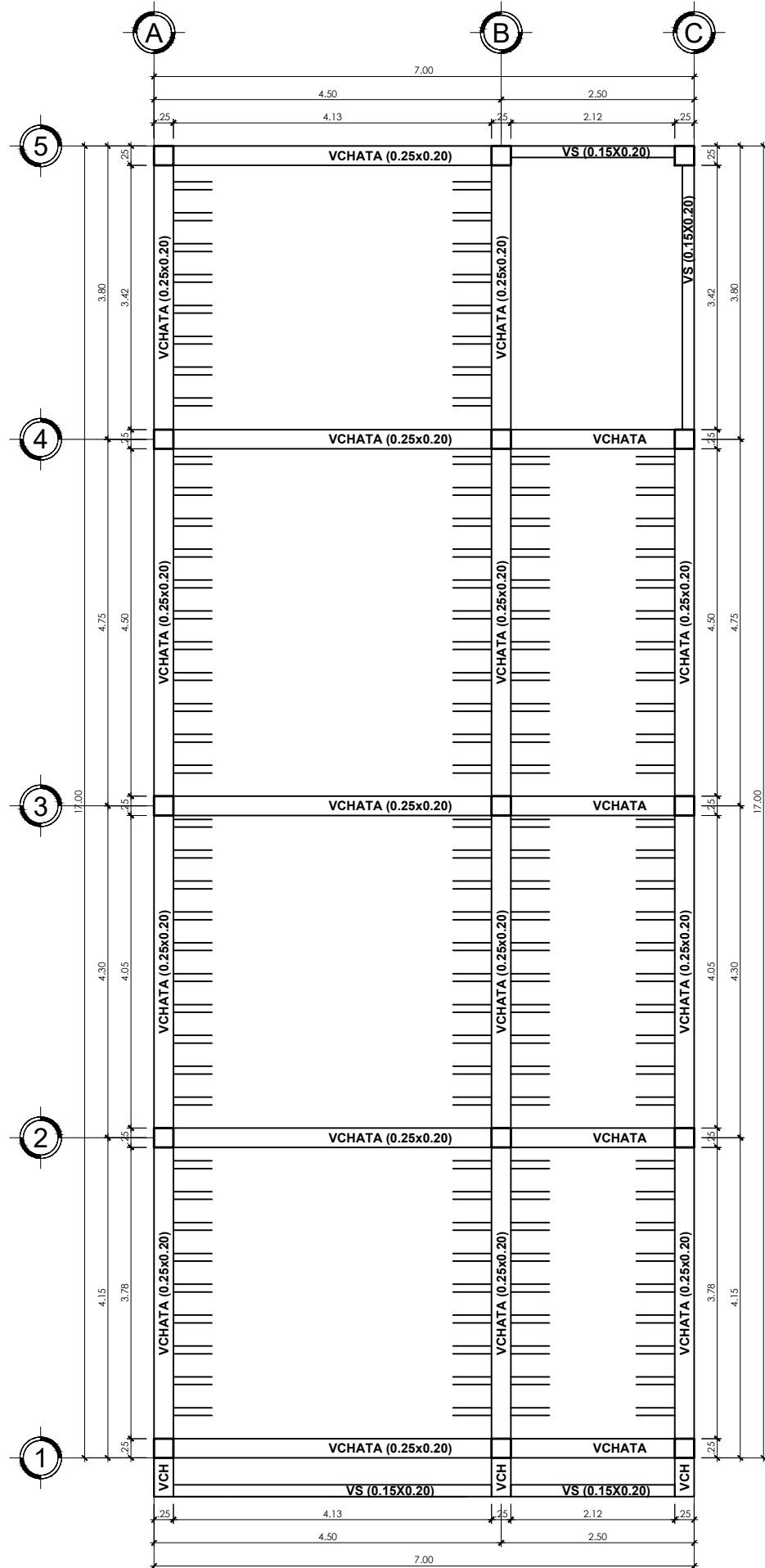
TESIS:
"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS SIN SUPERVISIÓN TÉCNICA EN EL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2025"

PLANO DE:
ALIGERADO Y DETALLES VIVIENDA N°02

RESPONSABLE DE ACTIVIDAD
DISTRITO : CIUDAD NUEVA
PROVINCIA : TACNA
DEPARTAMENTO : TACNA

TESISTAS:
JEAN ROYER GINEZ GINEZ
ROBERTH GUEVARA CABRERA

DIBUJO CAD: PLANO N°:
FECHA: OCTUBRE - 2025
ESCALA: INDICADA



PLANO DE LOSA ALIGERADA

ESC. 1:50

PARAMETROS DE DISEÑO SISMORESISTENTE

ANÁLISIS DINAMICO MODAL - ESPECTRAL

PARAMETROS SISMICOS:

Factor de Zona : Z = 0.45
 Uso e Importancia : U = 1.00 (Categoría C)
 Coeficiente Sísmico : C = 2.50 máx. (C = 2.5 Tp/T)
 Tipo de suelo : S3
 Factor de Terreno : S = 1.10
 Tp = 1 seg.
 TL = 1.6 seg.

Gravedad : g = 9.81 m/seg.

COEFICIENTE DE REDUCCION:

R DX: 8 (CONCRETO ARMADO)
 R DY: 3 (ALBAÑILERIA CONFINADA)

CUADRO DE COLUMNAS

TIPO	C1
DIMENSIÓN	
ACERO	4Ø1/2"
1° AL 2° PISO	Ø3/8"
CANTIDAD	confinamiento c/e 15

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO SIMPLE
 CIMENTOS CORRIDOS Y/O SUB ZAPATAS:

CONCRETO ARMADO
 COLUMNAS : f'c : 121 Kg/cm²
 VIGAS : f'c : 121 Kg/cm²
 LOSAS ALIGERADAS : f'c : 121 Kg/cm²
 ACERO : fy : 4200 Kg/cm²

SOBRECARGAS
 PESO PROPIO DE LOSA ALIGERADA (CM) : 300 Kg/m²
 SOBRECARGA DE CONTRAPISO (CM) : 100 Kg/m²
 PARAPETO EN AZOTEA (CM) : 135 Kg/m²
 SOBRECARGA DE AZOTEA (CV) : 200 Kg/m²

MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA
 ALBAÑILERIA CONFINADA : f'm = 44.36 Kg/cm² BLOQUETA ARTESANAL

RECUBRIMIENTOS (a estribos)

COLUMNAS : 4.00 cm.
 VIGAS PERALTADAS : 2.50 cm.
 VIGAS CHATAS : 2.50 cm.
 LOSAS ALIGERADAS : 2.50 cm.
 SOBRECIMENTOS : 3.00 cm.

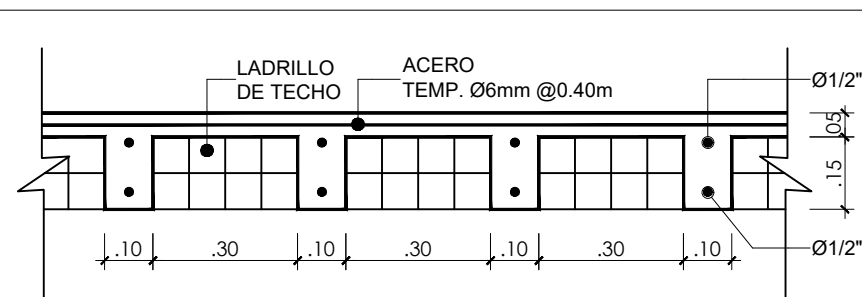
NORMATIVAS DE DISEÑO

- Norma Técnica Peruana NTE.020-2006 - CARGAS.
- Norma Técnica Peruana NTE.030-2018 - DISEÑO SISMORESISTENTE.
- Norma Técnica Peruana NTE.050-2018 - SUELOS Y CIMENTACIONES.
- Norma Técnica Peruana NTE.060-2009 - CONCRETO ARMADO.
- Norma Técnica Peruana NTE.070-2006 - ALBAÑILERIA.

SECCION	VCHATA (25x20cm)	VS (15X20cm)
DETALLE 1er Nivel		

DETALLE DE VIGAS Y VIGUETAS GENERALES

ESC. 1/25



SECCIÓN DE LOSA ALIGERADA

ESC. S/E



TESIS:

"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS SIN SUPERVISIÓN TÉCNICA EN EL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2025"

PLANO DE:

ALIGERADO Y DETALLES VIVIENDA N°03

RESPONSABLE DE ACTIVIDAD

DISTRITO : CIUDAD NUEVA
 PROVINCIA : TACNA
 DEPARTAMENTO : TACNA

TESISTAS:

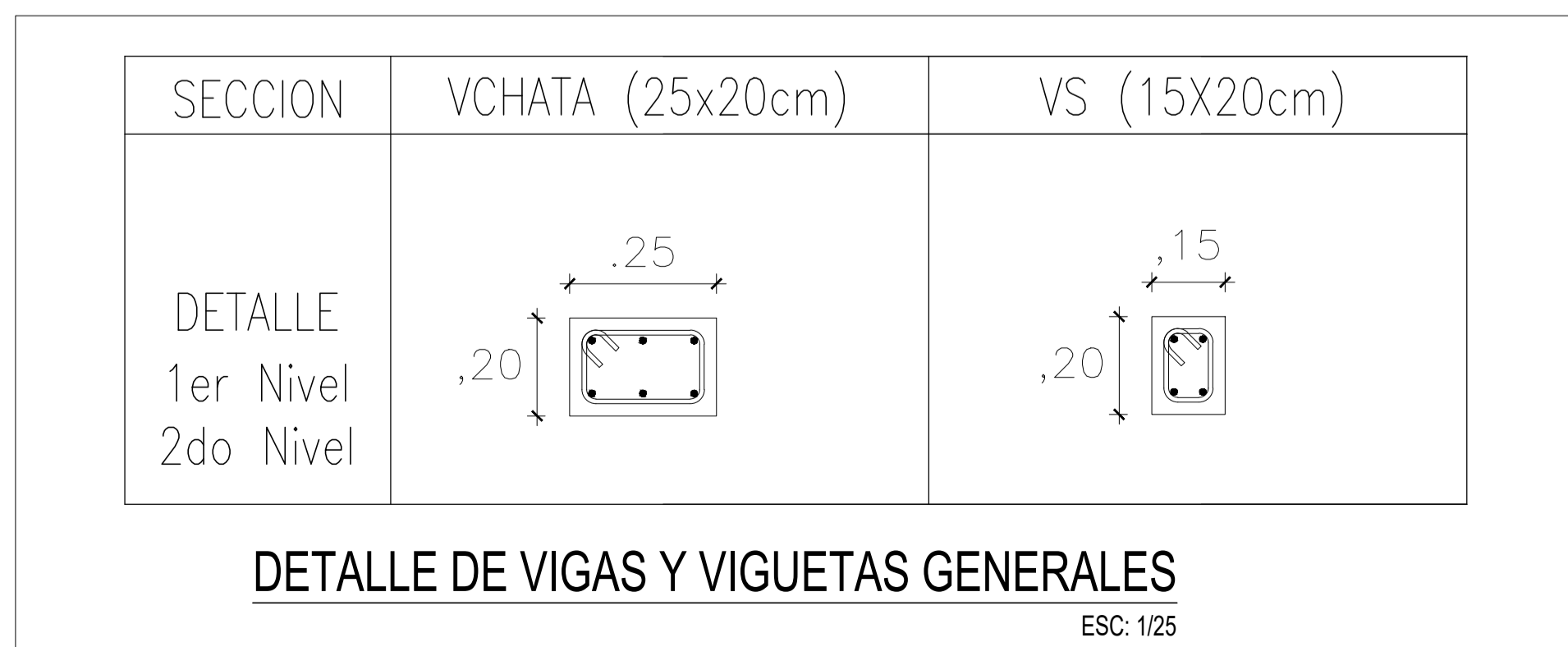
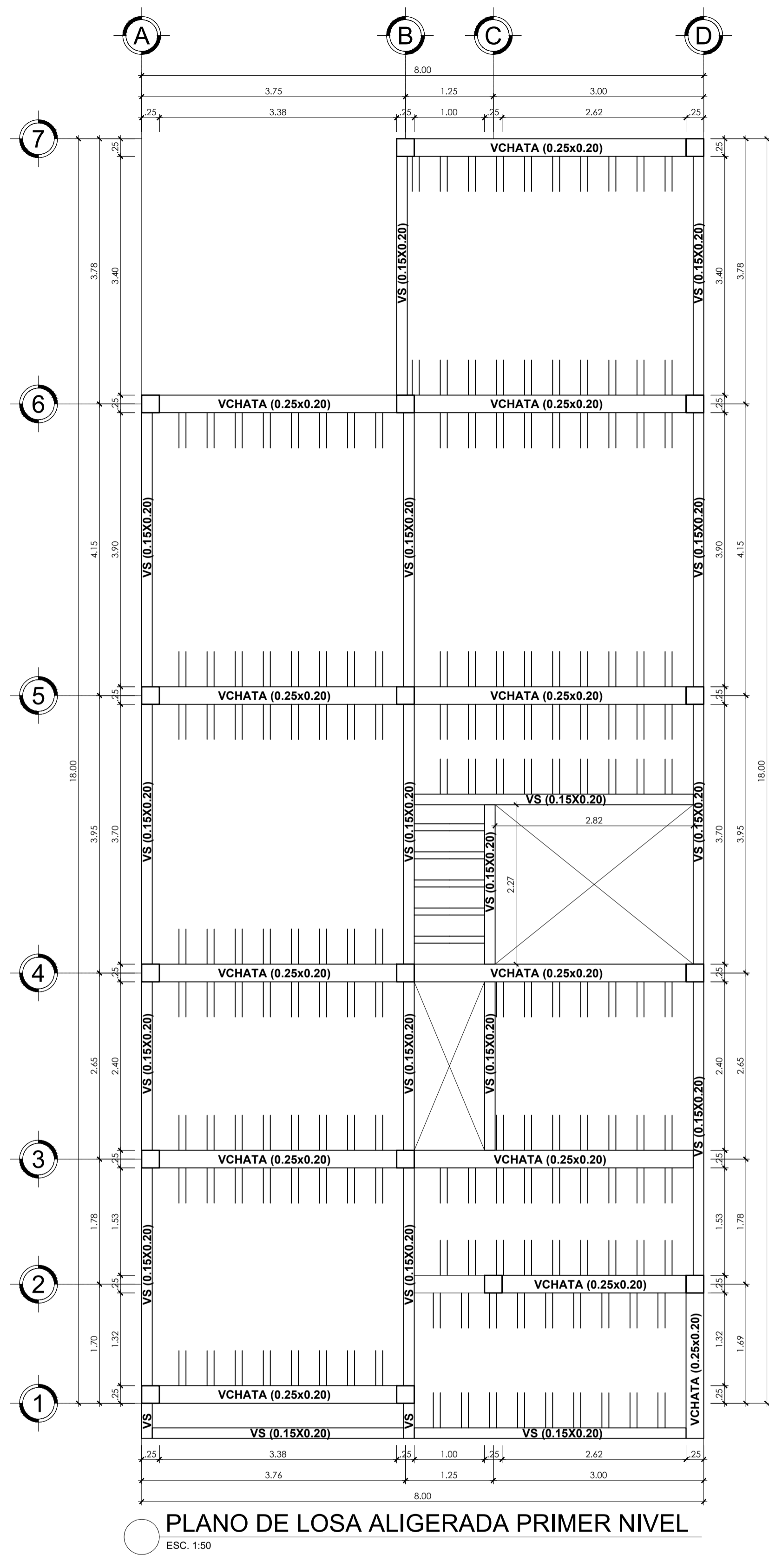
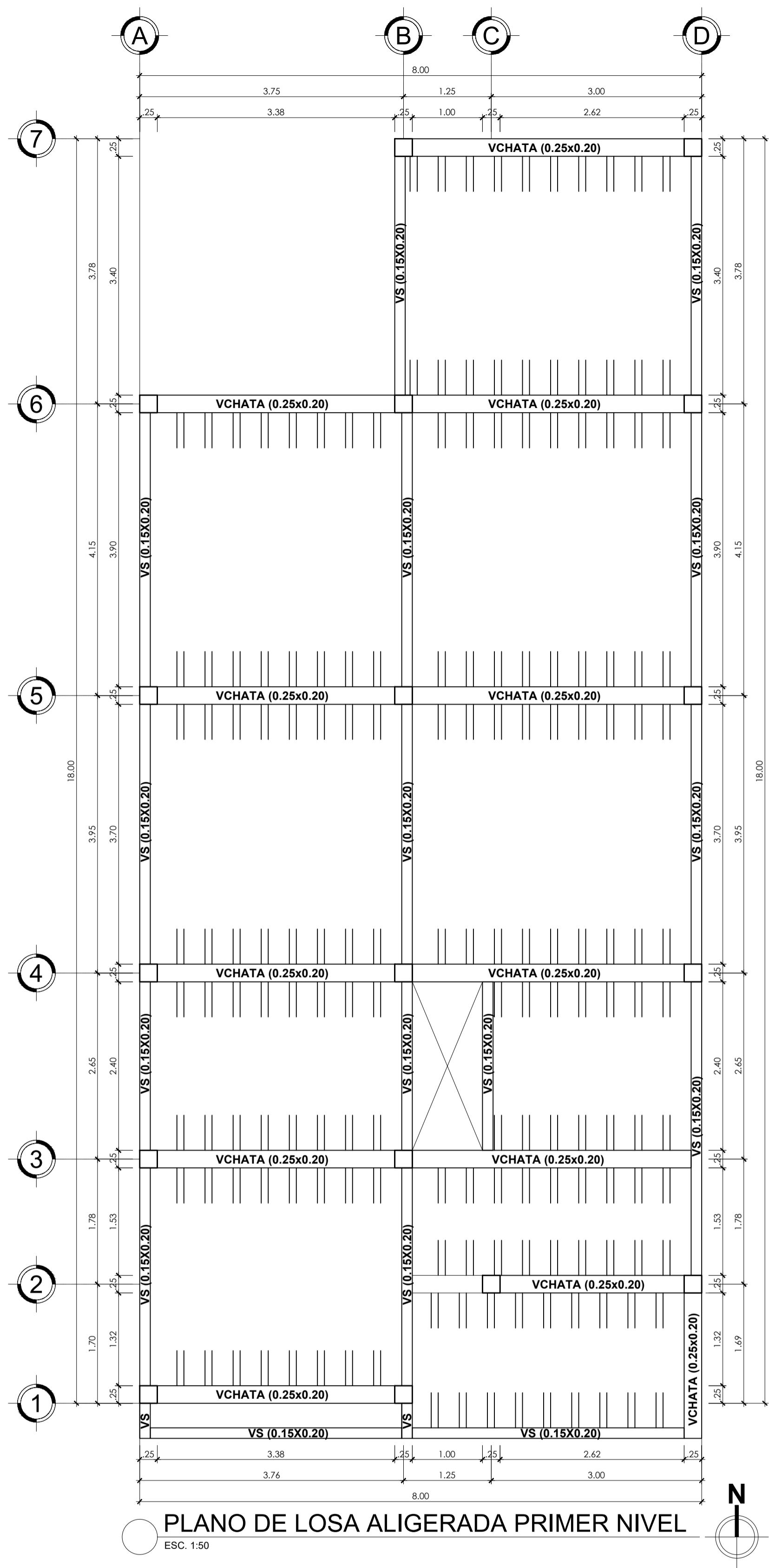
JEAN ROYER GINEZ GINEZ
 ROBERTH GUEVARA CABRERA

DIBUJO CAD:

PLANO N°:

FECHA:
 OCTUBRE - 2025

ESCALA:
 INDICADA



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- CONCRETO SIMPLE
CIMENTOS CORRIDOS Y/O SUB ZAPATAS:
- CONCRETO ARMADO
COLUMNAS $f'c : 126 \text{ Kg/cm}^2$
VIGAS $f'c : 126 \text{ Kg/cm}^2$
LOSAS ALIGERADAS $f'c : 126 \text{ Kg/cm}^2$
ACERO $f_y : 4200 \text{ Kg/cm}^2$
- SOBRECARGAS
PESO PROPIO DE LOSA ALIGERADA (CM) : 300 Kg/m²
SOBRECARGA DE CONTRAPISO (CM) : 100 Kg/m²
PARAPETO EN AZOTEA (CM) : 135 Kg/m
SOBRECARGA DE AZOTEA (CV) : 200 Kg/m²
- MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA
ALBAÑILERIA CONFINADA : $f'm=44.36 \text{ Kg/cm}^2$ BLOQUETA ARTESANAL
- RECUBRIMIENTOS (a estribos)
COLUMNAS : 4.00 cm.
VIGAS PERALTADAS : 2.50 cm.
VIGAS CHATAS : 2.50 cm.
LOSAS ALIGERADAS : 2.50 cm.
SOBRECIMENTOS : 3.00 cm.
- NORMATIVAS DE DISEÑO
- Norma Técnica Peruana NTE.020-2006 - CARGAS.
- Norma Técnica Peruana NTE.030-2018 - DISEÑO SISMORESISTENTE.
- Norma Técnica Peruana NTE.050-2018 - SUELOS Y CIMENTACIONES.
- Norma Técnica Peruana NTE.060-2009 - CONCRETO ARMADO.
- Norma Técnica Peruana NTE.070-2006 - ALBAÑILERIA.

PARAMETROS DE DISEÑO SISMORESISTENTE ANÁLISIS DINAMICO MODAL - ESPECTRAL

- PARAMETROS SISMICOS:
Factor de Zona : $Z = 0.45$
Uso e Importancia : $U = 1.00$ (Categoría C)
Coeficiente Sísmico : $C = 2.50 \text{ máx. } (C = 2.5 \text{ Tp}/T)$
Tipo de suelo : $S3$
Factor de Terreno : $S = 1.10$
 $T_p = 1 \text{ seg.}$
 $T_L = 1.6 \text{ seg.}$
Gravedad : $g = 9.81 \text{ m/seg.}$
- COEFICIENTE DE REDUCCION:
R DX: 3 (ALBAÑILERIA CONFINADA)
R DY: 3 (ALBAÑILERIA CONFINADA)

CUADRO DE COLUMNAS

TIPO	C1
DIMENSIÓN	
ACERO 1° AL 2° PISO	4Ø1/2" □ Ø3/8"
CANTIDAD	confinamiento c/e 17



TESSIS:
"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS SIN SUPERVISIÓN TÉCNICA EN EL DISTRITO DE CIUDAD NUEVA, TACNA 2025"

PLANO DE:
ALIGERADO Y DETALLES VIVIENDA N°04

UBICACION:
DISTRITO : CIUDAD NUEVA
PROVINCIA : TACNA
DEPARTAMENTO : TACNA

TESISTAS:
JEAN ROYER GINEZ GINEZ
ROBERTH GUEVARA CABRERA