

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

**“PROPUESTA DE PROCESO CONSTRUCTIVO
DE CONCRETO POLIMÉRICO EN COLUMNAS
DE UNA VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA DE LA
QUINTA “VIRGEN DE GUADALUPE” EN EL
DISTRITO DE BREÑA, 2021”**

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Jorge Luis Paredes Almengor

Daniel Elias Torres Vasquez

Asesor:

Lic. Manuel Jesus Salas Paulet

<https://orcid.org/0000-0001-9884-8306>

Lima - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Presidente(a) del Jurado	ING. JOSE LUIS NEYRA TORRES	21454204
	Nombre y Apellidos	Nro. Colegiatura o DNI

Miembro del Jurado	ING. NEICER CAMPOS VASQUEZ	42584435
	Nombre y Apellidos	Nro. Colegiatura o DNI

Miembro del Jurado	ING. RUBEN KEVIN MANTURANO CHIPANA	45906022
	Nombre y Apellidos	Nro. Colegiatura o DNI

RESPORTE DE SIMILITUD



DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de investigación a:

Nuestros padres, quienes siempre nos han motivado, educado y enseñado que nada es fácil en esta vida; con esfuerzo, dedicación y perseverancia se puede lograr cualquier meta que nos tracemos. A ustedes, quienes siempre fueron el soporte en los momentos difíciles y sabemos que estarán para nosotros.

Paredes Almengor Jorge Luis & Torres Vásquez Daniel Elias

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, damos gracias a Dios porque creemos firmemente que con su ayuda lo imposible se vuelve posible, por permitirnos desempeñarnos en la carrera que nos apasiona, además de habernos bendecido con los maravillosos padres, familiares y amigos que tenemos.

En segundo lugar, agradecemos a nuestros padres, quienes han sido y serán siempre nuestro soporte en esta difícil pero gratificante etapa. Gracias por confiar en nosotros a lo largo de este gran reto que el día de hoy tenemos la bendición de culminar.

Finalmente, les damos las gracias a nuestros hermanos, amistades, quienes nos han enseñado el sentimiento más reconfortante que es el de compartir. Hoy les agradecemos y compartimos este trabajo, principalmente porque son parte de nuestra motivación e inspiración de hacer las cosas bien.

Paredes Almengor Jorge Luis & Torres Vásquez Daniel Elias

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR.....	1
INFORME DE SIMILITUD	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO.....	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
ÍNDICE DE FICHAS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema.....	28
1.3. Objetivos	28
1.4. Hipótesis.....	29
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....	31
2.1. Tipo de investigación.....	31
2.2. Población y muestra	32
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	37
2.4. Procedimiento.....	40
2.5. Aspectos éticos	68
CAPÍTULO 3. RESULTADOS	69
3.1. Diseño de mezcla de concreto polimérico	69
3.2. Revestimiento de concreto polimérico	70
3.3. Encuestas de viviendas autoconstruidas	82
3.4. Identificación de riesgos.....	87
3.5. Análisis estructural de vivienda autoconstruida	90
3.6. Propuestas recomendadas de reforzamiento de estructuras	96
3.7. Proceso constructivo con concreto polimérico	104
3.8. Análisis de sustentabilidad económico.....	105
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN.....	115
4.1. Conclusiones y recomendaciones	115
4.2. Discusión y limitaciones.....	118
REFERENCIAS	121
ANEXOS	127
CONSTANCIA DE REVISIÓN DEL PROYECTO DE TESIS.....	139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Propiedades del concreto simple</i>	24
Tabla 2. <i>Propiedades del concreto polimérico</i>	26
Tabla 3. <i>Descripción sistema estructural</i>	34
Tabla 4. <i>Propiedades del cemento tipo I</i>	36
Tabla 5. <i>Propiedades de la resina poliéster.</i>	36
Tabla 6. <i>Granulometría del agregado.</i>	37
Tabla 7. <i>Composición porcentual del volumen de concreto polímero</i>	42
Tabla 8. <i>Cantidad de agregado fino en el concreto polímero</i>	42
Tabla 9. <i>Composición del concreto polímero</i>	43
Tabla 10. <i>Cantidades de los materiales</i>	43
Tabla 11. <i>Combinaciones empleadas en el levantamiento</i>	63
Tabla 12. <i>Valores requeridos para el espectro</i>	65
Tabla 13. <i>Valores del espectro</i>	66
Tabla 14. <i>Promedio de probetas TIPO I</i>	72
Tabla 15. <i>Promedio de probetas TIPO II</i>	75
Tabla 16. <i>Promedio de probetas TIPO III</i>	77
Tabla 17. <i>Promedio de morteros TIPO II</i>	79
Tabla 18. <i>Promedio de morteros TIPO III</i>	82
Tabla 19. <i>Resultados de las fichas de encuesta</i>	86
Tabla 20. <i>Muros en la dirección X</i>	91
Tabla 21. <i>Muros en la dirección Y</i>	91
Tabla 22. <i>Valores correspondientes de acuerdo a la norma E.030</i>	92
Tabla 23. <i>Peso de la edificación</i>	93
Tabla 24. <i>Modos de Vibración</i>	93
Tabla 25. <i>Derivas de acuerdo a la dirección</i>	94
Tabla 26. <i>Distribución de clases socioeconómicas por zonas en Lima Metropolitana</i>	107
Tabla 27. <i>Resultados del análisis económico de la quinta.</i>	108
Tabla 28. <i>Precio unitario de los trabajos preliminares.</i>	111
Tabla 29. <i>Precio unitario de encofrado y desencofrado</i>	111
Tabla 30. <i>Precio unitario de aplicación de concreto polimérico.</i>	112
Tabla 31. <i>Precio unitario de tarrajeo y pintado de columnas</i>	113
Tabla 32. <i>Precio unitario de proceso constructivo de concreto polimérico.</i>	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Autoconstrucción inmediata.....	19
Figura 2. Barra estructural.....	20
Figura 3. Viga estructural.....	21
Figura 4. Columna de concreto armado.....	22
Figura 5. Estabilidad estructural.....	22
Figura 6. Concreto tradicional.....	23
Figura 7. Concreto polimérico.....	25
Figura 8. Resina poliéster.....	27
Figura 9. Catalizador para resina poliester.....	27
Figura 10. Agregados pétreos.....	28
Figura 11. Delimitación del distrito de Breña. Fuente: Google Maps.....	33
Figura 12. Delimitación de la quinta "Virgen de Guadalupe" – Breña.....	33
Figura 13. Distribución de columnas autoconstruidas.....	35
Figura 14. Diagrama del procedimiento.....	40
Figura 15. Preparación de probetas primer lote.....	44
Figura 16. Preparación de probetas segundo lote.....	44
Figura 17. Probetas listas para desmoldar.....	44
Figura 18. Presencia de cangrejeras en las probetas.....	45
Figura 19. Colocación de las probetas en la tina de curado.....	45
Figura 20. Formato de ficha de encuesta.....	47
Figura 21. Ejes de la primera planta de la vivienda autoconstruida.....	48
Figura 22. Plano A-1 de vivienda 104.....	57
Figura 23. Plano A-2 de vivienda 104.....	58
Figura 24. Detalle de anclaje de columna metálica a columna existente.....	60
Figura 25. Espectro de respuesta.....	67
Figura 26. Resistencia a la compresión concreto tipo I.....	69
Figura 27. Resistencia a la compresión concreto tipo II.....	69
Figura 28. Resistencia a la compresión concreto tipo III.....	69
Figura 29. Resistencia a la compresión de los concretos polímeros.....	70
Figura 30. Área construida.....	82
Figura 31. Cantidad de pisos.....	83
Figura 32. Antigüedad de la vivienda.....	83
Figura 33. Asesoramiento técnico.....	85
Figura 34. Sistema estructural.....	85
Figura 35. Planos de vivienda.....	85
Figura 36. Distrito de Breña: Mapa de riesgo sísmico - costo de reparación.....	88
Figura 37. Mapa de riesgo tras un tsunami.....	89
Figura 38. Muros portantes en primera planta.....	90

Figura 39. Estructura metálica techo del 2 piso.....	90
Figura 40. Modelado estructural vivienda 104	92
Figura 41. Comprobación de elementos estructurales de concreto armado en etabs	95
Figura 42. Comprobación de elementos estructurales de acero en etabs	95
Figura 43. Comprobación de elementos estructurales de concreto armado con resistencia 210 kg/cm ²	96
Figura 44. Reforzamiento mediante encamisado de concreto reforzado	97
Figura 45. Modelado de estructura con encamisado de columnas.....	98
Figura 46. Diseño de encamisado de C-1 Y C-2	98
Figura 47. Resultado de prueba de encamisado de columnas.....	99
Figura 48. Reforzamiento mediante adición de muros laterales	100
Figura 49. Modelado con el reforzamiento mediante adición de muros laterales	101
Figura 50. Resultado de prueba de adición de muros laterales	101
Figura 51. Refuerzo de estructuras con envolturas de FRP	102
Figura 52. Resultado mediante la aplicación del recubrimiento	103
Figura 53. Plano estratigráfico de Breña por ingreso per cápita del hogar.	106
Figura 54. Porcentaje de clase socio-económica en la que se considera.	109
Figura 55. Porcentaje de viviendas por ingresos mensuales.....	109
Figura 56. Porcentajes de viviendas por gastos mensuales.	110
Figura 57. Mapa de los suelos en los distritos de Lima.....	127
Figura 58. Ficha de encuesta vivienda 01.....	128
Figura 59. Ficha de encuesta vivienda 02.....	128
Figura 60. Ficha de encuesta vivienda 03.....	129
Figura 61. Ficha de encuesta vivienda 04.....	129
Figura 62. Ficha de encuesta vivienda 05.....	130
Figura 63. Ficha de encuesta vivienda 06.....	130
Figura 64. Ficha de encuesta vivienda 07.....	131
Figura 65. Ficha de encuesta vivienda 08.....	131
Figura 66. Ficha de encuesta vivienda 09.....	132
Figura 67. Ficha de encuesta vivienda 10.....	132
Figura 68. Ficha de encuesta vivienda 11.....	133
Figura 69. Ficha de encuesta vivienda 12.....	133
Figura 70. Ficha de encuesta vivienda 13.....	134
Figura 71. Ficha de encuesta vivienda 14.....	134
Figura 72. Ficha de encuesta vivienda 15.....	135
Figura 73. Ficha de encuesta vivienda 16.....	135
Figura 74. Ficha de encuesta vivienda 17.....	136
Figura 75. Ficha de encuesta vivienda 18.....	136
Figura 76. Ficha de encuesta vivienda 19.....	137
Figura 77. Ficha de encuesta vivienda 20.....	137
Figura 78. Ficha de encuesta vivienda 21.....	138
Figura 79. Ficha de encuesta vivienda 22.....	138

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Módulo de elasticidad de concreto	59
Ecuación 2. Módulo de elasticidad de mampostería.....	61
Ecuación 3. Módulo de corte de mampostería.....	62
Ecuación 4. Densidad mínima de Muros	62
Ecuación 5. Fuerza cortante en la base	64
Ecuación 6. Ecuaciones de amplificación sísmica.....	65
Ecuación 7. Coeficiente de reducción por fuerzas sísmicas	65

ÍNDICE DE FICHAS

Ficha 1. <i>Formato de ficha para probetas</i>	46
Ficha 2. <i>Descripción eje A-A Primer Piso</i>	48
Ficha 3. <i>Descripción eje B-B Primer Piso</i>	49
Ficha 4. <i>Descripción eje C-C Primer Piso</i>	49
Ficha 5. <i>Descripción eje 1-1 y 2-2 Primer Piso</i>	50
Ficha 6. <i>Descripción eje 3-3 Primer Piso (Interior)</i>	51
Ficha 7. <i>Descripción eje 3-3 Primer Piso (Exterior)</i>	51
Ficha 8. <i>Descripción de techo Primer Piso</i>	52
Ficha 9. <i>Descripción de vistas exteriores del segundo piso.</i>	53
Ficha 10. <i>Descripción de vistas interiores del Segundo Piso</i>	54
Ficha 11. <i>Descripción del Tercer Piso</i>	55
Ficha 12. <i>Resultados de probeta 1 TIPO I a 21 días.</i>	70
Ficha 13. <i>Resultados de probeta 2 TIPO I a 21 días.</i>	71
Ficha 14. <i>Resultados de probeta 1 TIPO I a 28 días.</i>	71
Ficha 15. <i>Resultados Probeta 2 TIPO I a 28 días.</i>	72
Ficha 16. <i>Resultados Probeta 1 TIPO II a 21 días.</i>	73
Ficha 17. <i>Resultados Probeta 2 TIPO II a 21 días.</i>	73
Ficha 18. <i>Resultados Probeta 1 TIPO II a 28 días.</i>	74
Ficha 19. <i>Resultados Probeta 2 TIPO II a 28 días.</i>	74
Ficha 20. <i>Resultados Probeta 1 TIPO III a 21 días.</i>	75
Ficha 21. <i>Resultados Probeta 2 TIPO III a 21 días.</i>	76
Ficha 22. <i>Resultados Probeta 1 TIPO III a 28 días.</i>	76
Ficha 23. <i>Resultados Probeta 2 TIPO III a 28 días.</i>	77
Ficha 24. <i>Resultados mortero muestra 1 TIPO II a 3 días.</i>	78
Ficha 25. <i>Resultados mortero muestra 2 TIPO II a 3 días.</i>	78
Ficha 26. <i>Resultados mortero muestra 3 TIPO II a 3 días.</i>	79
Ficha 27. <i>Resultados mortero muestra 1 TIPO III a 3 días.</i>	80
Ficha 28. <i>Resultados mortero muestra 2 TIPO III a 3 días.</i>	80
Ficha 29. <i>Resultados mortero muestra 3 TIPO III a 3 días.</i>	81
Ficha 30. <i>Resultados mortero muestra 4 TIPO III a 3 días.</i>	81

RESUMEN

En la presente investigación se realizó una propuesta de proceso constructivo de concreto polimérico a través de un revestimiento a las columnas con fibras de carbono capaz de mejorar la resistencia de estas; para ello fue necesario identificar viviendas que presentaran autoconstrucción, principal problema por lo que se necesitan métodos de reforzamiento con nuevos materiales.

Mediante una encuesta realizada en la quinta "Virgen de Guadalupe" del distrito de Breña pudimos reconocer las deficiencias que presentan las edificaciones, donde comprobamos que las 22 casas de la quinta fueron resultados de la autoconstrucción, para la investigación se seleccionó la vivienda 104, para que su estructura sea analizada y comprobadas de acuerdo a las normas y reglamentos vigentes en el país.

Nuestros resultados demostraron que la vivienda 104, se encuentra trabajando al límite por lo que, ante cualquier riesgo, principalmente un sismo de gran magnitud, ésta pueda sufrir daños irreparables, asimismo se revisó estructuralmente la aplicación de nuestro método de reforzamiento en Etabs comprobando que es viable su aplicación y también que nuestra propuesta permite mejorar la resistencia a la compresión en promedio un 45.47% como mínimo.

Finalmente, se concluyó que las viviendas de la quinta tienen a los movimientos telúricos como riesgo inminente y sus estructuras no serían capaces de resistir, además de ello la propuesta del proceso constructivo se ve factible tanto económicamente como en calidad gracias a las propiedades del concreto polimérico.

PALABRAS CLAVES: Concreto polimérico, columnas autoconstruidas, propuesta de proceso constructivo.

ABSTRACT

In the present research, a proposal was made for a construction process of polymeric concrete through a coating to the columns with carbon fibers capable of improving their resistance; for this it was necessary to identify houses that presented self-construction, the main problem so methods of reinforcement with new materials are needed.

Through a survey carried out in the neighborhood "Virgen de Guadalupe" of the district of Breña we were able to recognize the deficiencies that present the buildings, where we verified that the 22 houses of the vicinity were results of the self-construction, for the investigation the house 104 was selected, so that its structure is analyzed and verified according to the rules and regulations in force in the country.

Our results showed that housing 104, is working to the limit so, before any risk, mainly an earthquake of great magnitude, it can suffer irreparable damage, also structurally reviewed the application of our reinforcement method in Etabs checking that its application is viable and also that our proposal allows to improve the compressive strength on average by 45.47% as minimal.

Finally, it was concluded that the houses de the fifth have the telluric movements as an imminent risk and their structures would not be able to resist, in addition to this the proposal of the construction process is feasible both economically and in quality thanks to the properties of the polymeric concrete.

KEYWORDS: Polymeric concrete, self-constructed columns, construction process proposal.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El sector de la construcción se remonta desde el inicio del ser humano, donde ellos mismos elaboraban sus viviendas, y con el paso de los años se volvieron cada vez más complejas, lo más relevante del tema es que han perdurado por el paso de los años y la construcción se ha vuelto parte del hombre (Gómez R., 2014).

Sin embargo, con el avance de los años el incremento de tecnologías y la mejora de la educación se siguen presentando problemas con edificaciones, entre ellas se destacan principalmente la falta de planeación que requiere cada una, así como también la ineficiencia y mala gestión de las autoridades a cargo de cada obra, pero uno de los problemas más grandes tanto en el ámbito social, político y de la construcción, es la autoconstrucción sin diseño ingenieril (Gómez R., 2014).

La autoconstrucción inmediata de viviendas por los mismos dueños ha provocado problemas sociales y que actualmente simboliza que un gran porcentaje de la población se encuentre en zona vulnerable, y lo grave de la situación se sitúa que no solo sucede en un país, sino que la mayoría de países en Latinoamérica lo aplica y a pesar de las diferentes medidas implementadas se sigue generando, la mayoría de las personas autoconstruye su vivienda en zonas de alto riesgo ya sea por el tipo de suelo o por la actividad sísmica, a pesar de la advertencia de las autoridades, se siguen desarrollando (Córdova A., 2007).

Colombia era uno de los principales países que presentaba déficit en viviendas nuevas, al igual que varios países ubicados en Latinoamérica, no obstante, el problema se disminuyó gracias al crecimiento económico debido a la inversión, pero esto ocasiono, nuevas dificultades como la mala calidad y poca resistencia de las nuevas edificaciones. Lo más grave de esta situación es que empeora a través de los años e involucra que los

costos de reparación por daños sean entre 7 a 10 veces el costo de prevención (Banco Mundial, 2019), no solo es Colombia el único país que presenta estas dificultades en el rubro de la construcción, sino es gran parte de Latinoamérica, y que actualmente se ha normalizado.

En el Perú, se han registrado aproximadamente 237 sismos al año que varían entre 3 a 5 grados en la escala de Richter. No obstante, en el 2007 se registró un sismo de magnitud superior de 7 grados en la escala de Richter y 12 años más tarde, en el 2019, se registró otro sismo de magnitud superior de 7.5 grados en la escala de Richter. Por ello, nos damos cuenta sobre el Perú es un país altamente sísmico, el cual necesita viviendas estables y resistentes que soporten movimientos telúricos superiores cada cierto tiempo. Además, el 80% de las viviendas en el Perú son construidas por sus propietarios sin contar con asistencia profesional, según el Colegio de Arquitectos del Perú, situación que las hace vulnerables a los movimientos sísmicos antes mencionados (CAP, 2020).

Según datos de CAPECO, cada año se construyen unas 30.000 casas informales, antes de eso, los expertos confirmaron que esto sucedió porque el gobierno local "reguló o amnistía" tales propiedades. La población está acostumbrada a invadir la tierra porque las autoridades locales la formalizarán más tarde (CAPECO, 2019).

Una de las realidades más crudas, es que tan solo en Lima se concentra un tercio de toda la población del Perú, la gran mayoría son provenientes de provincias, personas de no muchos recursos y que buscan tener una vivienda y la mayoría terminan cayendo en la tendencia de la autoconstrucción, pero que ocasiona esto, principalmente se desarrolla un caos en toda la ciudad luciendo desordenada y con poca arquitectura, pero lo más peligroso es que ponen en riesgo no solo a ellos sino a todas las personas cercanas (Calderón J., 2009).

Para el año del 2012 el Sistema Nacional de Información Ambiental presento un mapa de la ciudad de Lima (Anexo 1) donde detallaba las principales zonas de riesgo y de los distritos que poseían la mayor cantidad de viviendas en peligro. Inclusive, dividió la ciudad de Lima en 5 zonas, clasificándolas por sus características y la factibilidad para construir en dicho suelo (SINIA, 2012).

Una característica principal de la mayor parte de las viviendas autoconstruidas es que siguen un patrón, el cual se centra en construir casas con vigas, columnas y muros de ladrillos principalmente, sin embargo, el elemento estructural como es la columna tiene que soportar muros y vigas, y no siempre son diseñadas y construidas adecuadamente, lo cual simboliza un gran riesgo para los habitantes de la casa y vecinos (Matos J., 2012).

Por último, esas columnas mal elaboradas presentan una deficiente estabilidad y una pobre resistencia, las cuales no son viables que vayan a resistir ante cualquier desastre, y aunque sea la solución la reconstrucción de la vivienda, no es recomendable decir al propietario demoler su casa, aquella que le costó su dinero y años de esfuerzo (Matos J., 2012).

1.1.1. Antecedentes

La búsqueda de nuevos materiales siempre ha estado presente en el sector de la construcción, y actualmente un material como lo es el concreto polimérico que en un principio suena como un material ideal con alta resistencia a la compresión y tracción, a agentes químicos, entre otros. Aun no se ha investigado tanto como ha sido el concreto hidráulico desde hace décadas. (Castellese A., 2011)

Los inicios de los polímeros se remontan hasta 1920, por Herman Staudinger, pero no fue hasta 1972 cuando el ACI (American Concrete Institute), por medio de un comité decide agregar "polímeros en el concreto" y en 1974 lo redefine como "el material que se

prepara mezclando un monómero o resina con un árido, y polimerizando o curando la mezcla después de puesta en obra o moldeada” (Galán C., 2001)

En ámbito internacional tenemos la investigación *“Desarrollar un concreto de origen polimérico adaptado a la industria de la construcción nacional”* realizado por Freites A. & Sánchez K. en Venezuela en el 2016 en cual nos da como resultado la demostración de su alta resistencia a la compresión con diferentes muestras de concreto polimérico logrando números hasta 560 kg/cm^2 , con dosificaciones de 12,5% de resina poliéster, superiores a las que podemos lograr con el concreto convencional, asimismo las aplicaciones mencionadas son como reparaciones, recubrimientos y la prefabricación de elementos sanitarios, paneles y baldosas.

De igual manera una investigación en Ecuador expone que el empleo de polímeros siempre ha estado presente cuando se necesita reforzar elementos estructurales un ejemplo claro es el trabajo *“Reforzamiento de estructuras de concreto con el uso de polímeros reforzados con fibras (FRP). Caso de un estudio: reforzamiento de edificio de concreto de dos niveles”* desarrollado por Vélez A. en el 2018, nos explica el método de reforzamiento por medio de materiales compuestos por polímeros armados con fibras (FRP, por sus siglas en ingles), el cual lo analiza en las vigas y columnas del caso de la construcción de 2 pisos, que si algún elemento se encuentre defectuoso, el sistema estructural no trabajará de manera correcta y terminará fallando, por lo cual propone el revestimiento de vigas y columnas con una pasta epóxica y tejido de FRP de carbono.

En el medio nacional tenemos el trabajo *“Uso de epóxido, mortero y sellador para reparar una estructura dañada al extraer núcleos diamantinos”* desarrollado en Piura por Calle C. & Zapata J. en el 2019. Los autores de acuerdo con sus resultados llegan a la conclusión de reparar perforaciones a columnas con el uso del epóxido Chema Epox Adhesivo 32 con el cual obtienen los mejores resultados, además de presentar una de las

grandes ventajas del uso de polímeros para reparaciones y nos recomienda preparar anteriormente la superficie con el fin de tener una mejor adherencia.

Por último a nivel local la investigación "*Comportamiento estructural de una vivienda con placas de concreto polimérico y otra de albañilería confinada, Villa El Salvador - 2019*" realizada en Lima por Cartolin Brayan, concluye que el comportamiento estructural entre muros de concreto polimérico son más viables a diferencia de los muros de albañilería confinada, asimismo mediante una comparación de varias investigaciones referente a la fabricación de concreto polimérico recomienda la dosificación del 11% de resina poliéster en el diseño de mezcla del concreto polimérico con el fin de obtener una mayor resistencia a la compresión.

1.1.2. Definiciones conceptuales

Concreto u hormigón: Se define como una mezcla de aglomerante al que se le adiciona áridos y agua, después de su fraguado o secado es, compacto y resistente especialmente fuerzas de compresión. (ACI, 2013)

Concreto Polimérico: Es una mezcla compuesta por resinas y diferentes agregados minerales como arena, grava, cuarzo, mármol, entre otros; el cual al catalizar se logra de manera rápida un material sólido con alta resistencia a la compresión. (ACI, 2013)

Polímeros: Son materiales tanto naturales como sintéticos, para el empleo de polímeros en el sector de la construcción son de los grupos de polímeros sintéticos como los poliésteres, poliacrilatos, epóxicas, etc. (ACI, 2013)

Reforzamiento: Se define a la capacidad para incrementar la resistencia de la estructura o sus componentes, con el fin de mejorar la estabilidad estructural de la edificación. (Sika, 2017)

Reparación: es la acción empleada para reinstaurar la funcionalidad de un elemento estructural de la construcción a un nivel adecuado, que estén defectuosos, dañados, deteriorados o degradados. (Sika, 2017)

Durabilidad: se define a la durabilidad del concreto como la capacidad para resistir ante ataques químicos, abrasión, intemperismo u otro proceso de deterioro. (ACI, 2011)

Proceso constructivo: Consiste en una serie de acciones de construcción relacionados entre sí, para lograr la elaboración de un elemento en una edificación. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020)

Autoconstrucción inmediata: se define como autoconstrucción inmediata al proceso constructivo de manera artesanal de una vivienda sin la supervisión de ningún profesional tal como un ingeniero o arquitecto. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020)

Muro portante: Muro que soporta estructuralmente parte importante de la construcción. (NTP E.070, 2020)

Tabique: Pared construida con pie derechos y soleras de madera constituyendo muros perimetrales o divisorios de una edificación. (NTP E.070, 2020)

Trabajabilidad: Se define a la propiedad del mortero o concreto a la relativa facilidad para consolidar y colocar el material en poco tiempo y diversas maneras. (NTP E.060, 2020)

ASTM: Siglas en inglés de la Sociedad Americana para el ensayo e inspección de los materiales (American Society for Testing and Materials). (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020)

NTP: Siglas de las normas técnicas peruanas. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020)

1.1.3. Bases teóricas

1.1.1.1. Autoconstrucción inmediata

Se entiende por autoconstrucción inmediata al fenómeno que cualquier persona ya sea el mismo propietario o mano de obra externa con o no conocimiento básico en el tema de construcción pueda elaborar una edificación. La mayoría de estas carece de normas y calidad en su elaboración, es por eso que representan una gran problemática para las grandes ciudades (Gómez P., 2013).

El autoconstrucción inmediata por lo general funciona por etapas, esto ocasiona que las construcciones demoren mucho, desde la adquisición del terreno legal o ilegalmente, donde se comienza a construir antes de tener las bases legales bien establecidas, o que se habita antes de ser terminada la construcción o la implementación de las instalaciones (Gómez P., 2013).

Asimismo, se considera auto constructor a la persona encargada de gestionar y construir la edificación, usualmente las personas que realizan estas actividades son llamados albañiles, personas que carecen de educación completa acerca de ingeniería y que construyen a base de su experiencia en obras pasadas (Gómez P., 2013).



Figura 1. Autoconstrucción inmediata.

Nota. Revista CONSTRUIR (Revista Internacional Especializada en la Construcción).

1.1.1.2. Estructuras

Se llama a cualquier grupo de elementos de resistencia, cooperan entre sí para soportar la fuerza o carga, y siempre mantienen su equilibrio, es decir, todas las fuerzas que actúan sobre la estructura se compensan mutuamente (EcuRed, 2013).

En otras palabras, para tal estructura, debe estar en equilibrio bajo la acción de todas las fuerzas que actúan sobre la estructura, incluidos los efectos externos conocidos y las reacciones desconocidas en el punto de apoyo (EcuRed, 2013).

Los diferentes sistemas estructurales están asociados a elementos que definen características (EcuRed, 2013).

1.1.1.3. Elementos de estructuras

▪ *Barras*

En general, son elementos de sección transversal constante que se utilizan para construir armaduras sometidas a esfuerzos de tracción o de compresión simples y, a veces, esfuerzos de flexión (NTP E-060, 2009).



Figura 2. Barra estructural

Nota. Estructuras Metálicas Prefabricadas S.A.

- **Vigas**

Es una estructura de concreto armado la cual sirve para conectar zapatas aisladas y su diseño permite sostener cargas lineales, concentradas o uniformes, en un solo eje (EcuRed, 2018).

Las vigas simples y las continuas están sometidas principalmente a corte y flexión, y en ocasiones se produce torsión, mientras que las vigas que forman parte del marco se ven afectadas por esto. A excepción de las cargas axiales, las fuerzas que generan suelen ser muy pequeñas en comparación con las de flexión y corte (EcuRed, 2018).

Cuando la carga actúa en una dirección perpendicular al plano del marco compuesto por vigas (como en un piso de malla), estas también sufren flexión y distorsión significativa. Diferentes sistemas estructurales están asociados a elementos que definen características (NTP E-060, 2009).

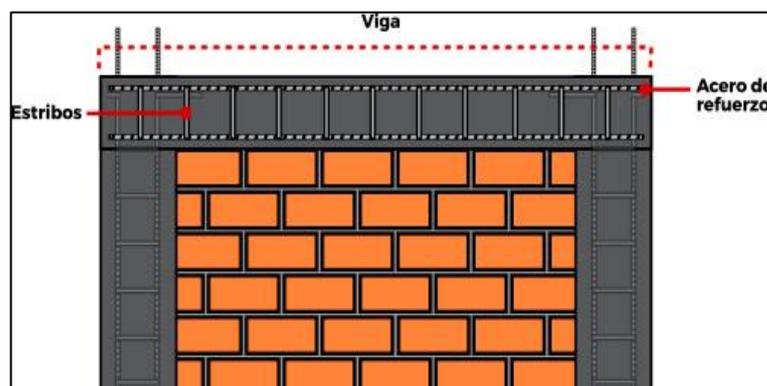


Figura 3. Viga estructural.
Nota. Instituto CAPECO.

- **Columnas**

Son los mismos elementos que los tipos geométricos anteriores, pero predomina la fuerza de compresión en la que las líneas de fuerza coinciden o son paralelas a su eje. En el primer caso, el efecto es simple compresión, en el segundo caso, se acompaña de flexión uniaxial o biaxial, también se pueden

cortar, al igual que las columnas del pórtico (Norma Técnica de Edificación E-060, 2009).

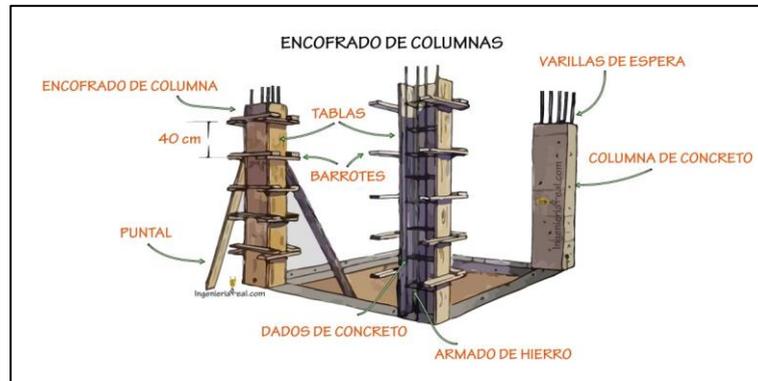


Figura 4. Columna de concreto armado.

Nota. Blogger - Ingeniería Civil.

- **Estabilidad de estructuras**

La estructura estable soporta cualquier sistema de carga, siempre que su soporte tenga una rigidez infinita, resistirá de forma inmediata y estable la carga aplicada (Gamonal A., 2019).

Se refiere a la capacidad de una estructura para lograr el equilibrio mecánico bajo la fuerza que actúa sobre la estructura. Por tanto, podemos decir que, si el número de reacciones es igual al número de ecuaciones de equilibrio independientes que se pueden proponer, siempre que las reacciones no sean ni paralelas ni paralelas [estabilidad geométrica], se puede lograr la estabilidad estructural. (Norma Técnica de Edificación E-060, 2009).

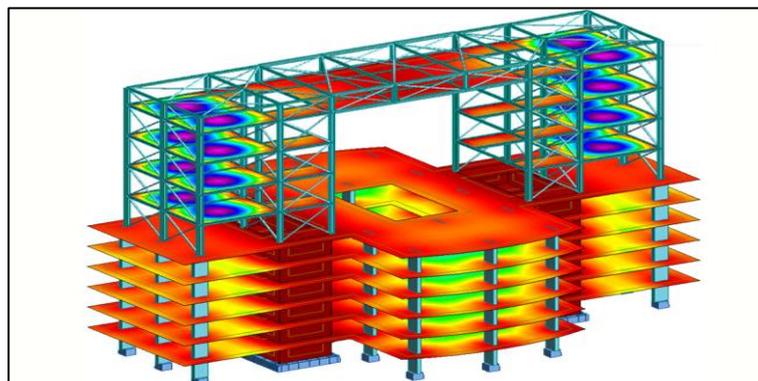


Figura 5. Estabilidad estructural.

Nota. Análisis estructural de robot de Autodesk.

1.1.1.4. Concreto tradicional

- **Antecedentes**

El concreto simple se comenzó a emplear desde épocas primitivas. El hombre siempre busco materiales que ayuden en la construcción y desde el 7000 a.c., civilizaciones como persas, babilonios y sumerios que habitan cerca del rio, cocinaban la piedra caliza para obtener la cal, y esta combinar con derivados de animales y obtener una mezcla apta para la construcción (Arkiplus, 2013).

Sin embargo, no fue hasta los romanos quienes hicieron varios estudios y descubrieron que mezclando piedra caliza con rocas era una mezcla más resistente. Este normalmente se usa en construcción, además presenta inconvenientes como su durabilidad, corrosión de las armaduras, elevado peso, además tiene baja resistencia a tracción y buena resistencia a compresión (Arkiplus, 2013).



Figura 6. Concreto tradicional.
Nota. CONSTRUCSUR Perú.

- **Propiedades**

Entre sus principales propiedades del hormigón simple se encuentra su resistencia, además que a medida que el tiempo la resistencia aumenta. El hormigón simple ofrece una gran durabilidad, no se debilita por la humedad,

moho o plagas. Destaca por ser versátil ya que puede ser empleado en diferentes obras, su bajo mantenimiento debido a que es un material inerte, compacto y poco poroso, es resistente al fuego además funciona como barreras al paso del calor. Una desventaja de este hormigón es su transporte ya que suele ser muy pesado por lo que es recomendable que el lugar de producción no esté demasiado lejos del lugar de utilización (Arquitectura, 2012).

Tabla 1.

Propiedades del concreto simple

Propiedad	Valor
Resistencia a la compresión	17-28 MPa
Resistencia a la tracción	3- 5 MPa
Densidad	2200-2400 kg/m ³

Nota. Elaboración propia

1.1.1.5. Concreto polímero

- **Antecedentes**

El concreto polímero es un material relativamente nuevo de alto rendimiento, sus estudios sobre el uso de polímeros en concretos se iniciaron en la década de los 60's con la adición de resinas a morteros elaborados a base de cemento portland con el propósito de mejorar la resistencia al desgaste del material, primordialmente cuando eran aplicados en medios en donde se requería resistencia al ataque químico (Mehdi A., 2011).

Dentro de esta clase de concretos se encuentra el concreto polimérico, es un material compuesto que consta de la mezcla de una resina termo estable y agregados minerales. La resina polimérica representa al material cementante, es decir el agente de unión de los minerales incorporados, se le conoce como la "matriz" del material compuesto. Las propiedades mecánicas

del concreto polimérico dependen de las propiedades físicas y químicas tanto de la resina como de los agregados minerales. El hormigón polímero falla en su utilidad, con respecto a las aplicaciones en donde intervienen cargas pesadas; siendo necesario mejorar la dureza y el comportamiento esfuerzo-deformación (Mehdi A., 2011).



Figura 7. Concreto polimérico.
Nota. FibraPlus.

- ***Propiedades***

El uso de concreto en la producción de componentes prefabricados parece muy prometedor. Algunas ventajas con respecto al concreto hidráulico, elaborado con cemento Portland, entre las que se encuentran: ser ligero (1/4 del peso del hidráulico), alta resistencia mecánica (en compresión, flexión e impacto), resistencia al rayado, alta resistencia química a ácidos, álcalis y otros elementos corrosivos, así como a los rayos UV; baja absorción de humedad y estabilidad bajo condiciones de congelación (Martínez G & Viguera E., 2009).

Asimismo, tiene una buena resistencia y durabilidad, el rápido tiempo de curado es otra importante ventaja, ya que el concreto cura en pocos minutos u horas. En cambio, a materiales a base de cemento les toma días o semanas curarse por completo. El uso de concreto polimérico ha incrementado en

muchas aplicaciones, como una alternativa al concreto hidráulico. Por ejemplo, en construcción y reparación de estructuras, pavimentos de carreteras, puentes, tuberías de aguas residuales y estructurales, paneles decorativos de construcción entre otros. La principal desventaja del concreto polimérico es su alto costo comparado con lo hecho de cemento. La mayor parte del costo de los concretos poliméricos proviene de la resina (Martínez G & Viguera E., 2009).

Las propiedades finales del concreto polimérico dependen del tipo y concentración de resina polimérica, de los agregados minerales, así como de los agentes de curado. Dentro de las matrices poliméricas utilizadas para la elaboración del concreto polimérico, se encuentra la resina poliéster. Esta a su vez tiene excelente estabilidad dimensional y propiedades mecánicas, además de ser resistentes a ambientes químicamente agresivos (Martínez G & Viguera E., 2009).

Tabla 2.

Propiedades del concreto polimérico

Propiedad	Valor
Resistencia a la compresión	50-150 MPa
Resistencia a la tracción	5-25 MPa
Densidad	1900-2400 kg/m ³

Nota. Elaboración Propia

1.1.1.6. Componentes del concreto polimérico

▪ **Resina**

La resina otorga dureza, impermeabilidad y resistencia física. Para el concreto polímero se emplean varios tipos de resina, entre ellas destacan la resina epóxica, acrílicas furánicas y poliéster (Martínez G., 2009).

Este es un compuesto químico termoplástico derivado de la destilación del petróleo y comprende el 30% a 35% del hormigón polímero, además su labor es de ligante de los distintos componentes áridos con otros (Martínez G., 2009).



Figura 8. Resina poliéster
Nota. Imagen referencial de SILICON PERÚ

- **Catalizador**

Es el endurecedor que al ser mezclado con la resina produce una reacción química, por lo que pasa del estado líquido al sólido con una fase intermedia de gelificación, durante el cual la resina toma un aspecto gelatinoso. (Martínez G., 2009).



Figura 9. Catalizador para resina poliéster
Nota. Imagen referencial de SILICON PERÚ

▪ *Agregado pétreo*

Son partículas pétreas que dan resistencia mecánica y textura superficial, en el concreto polimérico se emplean arenas, cuarzos, carbonatos o sílices, ocupan entre el 60% a 70% del volumen total del concreto polimérico. La calidad del agregado varía dependiendo del lugar de origen, densidad, granulometría, forma y superficie (Sánchez, 2001, p. 23).



Figura 10. Agregados pétreos.

Nota. Minerales Sílice y Grava Perú E.I.R.L.

1.2. Formulación del problema

¿En qué consiste la propuesta de proceso constructivo de concreto polimérico en las columnas de una vivienda autoconstruida de la quinta "Virgen de Guadalupe", en el distrito de Breña, 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Proponer un proceso constructivo de concreto polimérico en las columnas de una vivienda autoconstruida de la quinta "Virgen de Guadalupe" en el distrito de Breña, 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar las viviendas autoconstruidas en la quinta "Virgen de Guadalupe", en el distrito de Breña

- Reconocer los riesgos inminentes que presentan las viviendas en la quinta “Virgen de Guadalupe” en Breña.
- Presentar alternativas de métodos de reforzamiento estructural para columnas dañadas y/o defectuosas y seleccionar la más adecuada.
- Explicar la propuesta de proceso constructivo de concreto polimérico para ser aplicado en columnas de viviendas autoconstruidas.
- Analizar una vivienda con un sistema estructural autoconstruido para su levantamiento en ETABS y analizar el cumplimiento de normas de construcción del Perú.
- Comprobar si es factible la calidad/precio del proceso constructivo del reforzamiento por concreto polimérico para mejorar las propiedades de las columnas ya existentes en viviendas de Breña.

1.4. Hipótesis

Hipótesis general

Es valida la propuesta que consiste en elaborar el proceso constructivo de concreto polimérico mediante reforzamiento en las columnas de una vivienda autoconstruida en la quinta “Virgen de Guadalupe”, en el distrito de Breña, 2021.

Hipótesis específicas

- El concreto polimérico es un material ideal para el reforzamiento de estructuras permitiendo mejorar hasta un 25% las características del concreto tradicional.
- Se logra identificar que el 100% de las viviendas que se encuentran en la quinta fueron productos de la autoconstrucción.
- Se reconoce que el principal riesgo inminente de las viviendas autoconstruidas de la quinta “Virgen de Guadalupe”, es la actividad sísmica.

- Se comprueba que el levantamiento por Etabs de una vivienda por sistema de albañilería confinada no cumple con las normas y reglamento de construcción del Perú.
- De las diferentes propuestas de reforzamiento estructural para columnas dañadas o defectuosas, la propuesta de revestimiento con concreto polimérico presentada es la más beneficiosa para la vivienda analizada.
- Es viable la propuesta de proceso constructivo de concreto polimérico desde la etapa de preparación, aplicación y acabado final para las columnas autoconstruidas.
- Es económicamente factible el proceso constructivo del reforzamiento mediante concreto polimérico.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación para este proyecto se consideró mixta, esto debido que se combinan los enfoques cualitativas y cuantitativas, en donde se da más peso a un enfoque o se da el mismo peso a ambos enfoques (Johnson et al., 2006)

Enfoque de investigación

El método científico de observación para recopilar datos. Se suelen determinar o considerar técnicas cualitativas todas aquellas distintas al experimento. Es decir, entrevistas, encuestas, grupos de discusión o técnicas de observación y observación participante (Vera L., 2009).

Asimismo, la investigación cualitativa etnográfica, mediante este método combina la observación participativa tanto como las no participativa con el fin de describir e interpretar el problema a investigar, se busca documentar todo tipo de información que se da en la población determinada ya sea en un escenario o situación, tratando de obtener el mínimo detalle de lo que se está investigando. (Vera L., 2009).

Adicionalmente, se considera una investigación cuantitativa cuando se emplean métodos de recolección de datos mediante la medición de los instrumentos de investigación y variables con el fin de responder la pregunta de la investigación y corroborar las hipótesis iniciales. (Ñaupas P. H., 2013)

Finalmente, el enfoque mixto el cual se ha posicionado como un tercer enfoque, permite mezclar el "CUAN" del método cuantitativo y el "CUAL" del método cualitativo, con el fin de dar una perspectiva más amplia del problema (Hernández, Méndez y Mendoza, 2014)

Nivel de investigación

Para nuestro proyecto se utilizó el nivel exploratorio con el fin de dar inicio al empleo de un material poco utilizado en el rubro del reforzamiento en elementos estructurales de una vivienda y analizar su comportamiento.

De acuerdo a Hernandez, S. R. (2006), una investigación con alcance exploratorio es aquel que investiga realidades pocos estudiadas, permitiendo encontrar conceptos promiscuos desde una perspectiva innovadora, con el fin abrir camino hacia nuevas investigaciones.

Diseño de investigación

El diseño de investigación para nuestro trabajo es experimental, esto debido a que se nuestra variable independiente será modificada intencionalmente con fin el de que realice un efecto en la variable dependiente y observar las consecuencias.

De acuerdo con Reichardt (2004), considera a los experimentos como estudios de intervención, esto debido a que el observador provoca una situación para ver los efectos que se perciben a las muestras que participan en el estudio con respecto a la que no.

El termino experimento, de manera coloquial, cuando se habla de experimentar se puede ejemplificar cuando se mezclan sustancias en un laboratorio con el fin de ver la reacción, con ello se plantea que para revisar los posibles resultados se requiere una manipulación intencional de una acción. (Hernandez, S. R., 2006)

2.2. Población y muestra

Población

Columnas de las viviendas autoconstruidas en la quinta "Virgen de Guadalupe", en el distrito de Breña, 2021.

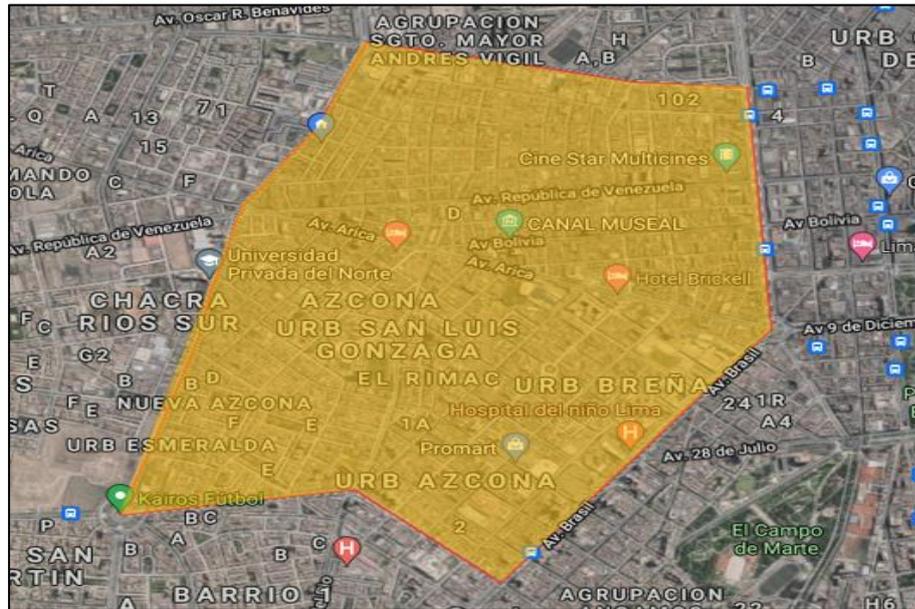


Figura 11. Delimitación del distrito de Breña.
Fuente: Google Maps.

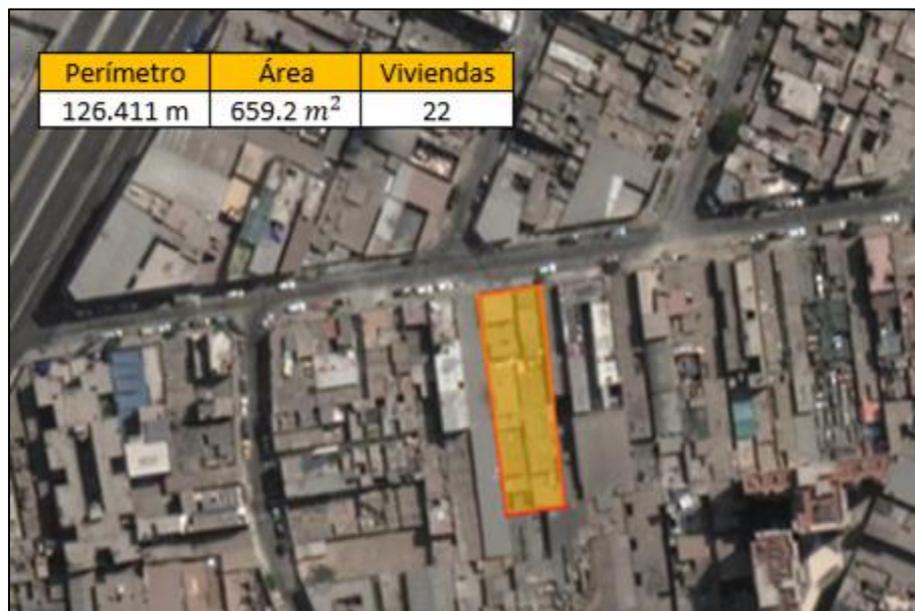


Figura 12. Delimitación de la quinta "Virgen de Guadalupe" – Breña.
Fuente: Google Maps.

Muestra

La muestra será en 1 de las 22 viviendas en la quinta "Virgen de Guadalupe" ubicada en Jirón Carhuaz 1347, en el distrito de Breña.

Esta edificación consta de un sistema estructural variado. La vivienda 104 está diseñada con una combinación de sistema albañilería confinada con

dormitorios de drywall. Además, cuenta con un total de 8 columnas autoconstruidas y tres pisos.

Tabla 3.

Descripción sistema estructural

Vivienda – Interior	Pisos	Sistema Estructural
100	2	Albañilería / Drywall
101	1	Adobe
102	2	Albañilería / Drywall
103	2	Albañilería / Drywall
104	3	Albañilería / Drywall
105	2	Adobe / Drywall
106	1	Adobe
107	2	Adobe / Drywall
108	2	Adobe / Drywall
109	1	Adobe
110	1	Adobe
111	2	Albañilería / Drywall
112	2	Albañilería
113	2	Adobe / Drywall
114	1	Albañilería
116	2	Albañilería / Drywall
117	2	Alabañilería
118	2	Adobe / Drywall
119	2	Adobe / Drywall
120	2	Adobe / Drywall
121	2	Adobe / Drywall
122	2	Adobe / Drywall

Nota. Elaboración propia



Figura 13. Distribución de columnas autoconstruidas.
Fuente: Elaboración propia

Materiales

- ***Cemento Tipo I***

Las propiedades del cemento tipo I a usar para la elaboración de los modelos de columnas autoconstruidas se encuentran en la tabla 4.

Tabla 4.

Propiedades del cemento tipo I

Propiedad	Valor
Contenido de Aire	6,62%
Expansión Autoclave	0,08%
Superficie Especifica	336 m ² /kg
Densidad	3,12 g/ml

Nota. Recuperado de: <https://www.unacem.com.pe/wp-content/uploads/2012/03/Ficha-Sol.pdf>

- ***Resina Poliéster***

La resina a usar es de tipo poliéster, debido a su fácil acceso y su precio en el mercado, sus principales características se muestran en la tabla 5.

Tabla 5.

Propiedades de la resina poliéster.

Propiedad	Valor
Resistencia a la tracción	50-70 MPa
Resistencia a la flexión	88 – 107 MPa
Densidad	1.10 g/cm ³

Nota. Recuperado de : <https://www.regarsa.com/docs/ficha-tecnica-resina-regarsa-1-kg.--peroxido.pdf>

- ***Catalizador***

El catalizador que se usa para la investigación es un peróxido de metiletilcetona, que permite pasar a la resina poliéster en estado líquido a

estado sólido, las dosificaciones brindadas por el distribuidor sugieren en uso de por cada 100 g de resina es necesario usar 0.8 g de catalizador; no se debe de exceder porque esto afectaría su resistencia.

- **Agregado fino**

El agregado a utilizar para la elaboración de las muestras de concreto polimérico deberán de cumplir con la granulometría NTP 400.012.

Tabla 6.

Granulometría del agregado.

Malla	GRANULOMÉTRICA NTP 400.012
3/8	100
#4	95-100
#8	80-100
#16	50-85
#30	25-60
#50	5-30
#100	0-10
#200	0-5

Nota. Datos recuperados de la norma ASTM C-33.

2.2. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se realiza una recolección de datos con los siguientes instrumentos, con el fin de obtener datos para ser analizados.

- ✓ Realizar encuestas al 100% de viviendas en la quinta "Virgen de Guadalupe" del distrito de Breña, en particular una persona por vivienda, con el fin de obtener un cuadro estadístico del total de viviendas autoconstruidas.

- ✓ Seleccionar nuestra vivienda a analizar mediante su sistema estructural y generar un estudio de cargas.
- ✓ Recolección de datos sobre los movimientos sísmicos en los últimos 5 años en el departamento de Lima y alrededores para controlar cada cuanto se ven afectadas las viviendas autoconstruidas en el distrito de Breña.
- ✓ Ficha de descripción de las probetas realizadas en el laboratorio para simular el análisis de resistencia a la compresión de las columnas de viviendas autoconstruidas.
- ✓ Pruebas estandarizadas bajo Normas NPT y ASTM, para ensayo del concreto en estado fresco y endurecido.

Se desarrollará una encuesta, en la cual buscaremos recolectar información sobre las características de las viviendas en la quinta "Virgen de Guadalupe", con la finalidad de medir las dimensiones de calidad del área de estudio. Estamos utilizando el formato de la encuesta obtenida de la tesis "Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana" tomando como base las teorías de los autores Mosqueira y Tarque, con un alto nivel de confiabilidad y validez. En la cual se aplican las dimensiones a trabajar.

Para la recolección de datos, se tomará en cuenta los cuestionarios que fueron llenados completamente, eliminando aquellos que no contestaron alguna de las preguntas; posteriormente, se procesarán los datos para finalmente ser analizados estadísticamente y ordenados según los criterios necesarios acorde con los objetivos de la investigación.

Análisis de datos

Microsoft Excel, mediante este programa se empleó para la realización de las diferentes tablas de cálculo con el fin de llevar un buen control de la información. Además, de los cuadros estadísticos planteados en la investigación.

Asimismo, mediante el programa Microsoft Word se realizó el informe donde está plasmado todo el trabajo realizado, asimismo se requirió para la elaboración de las gráficas y tablas de especificaciones.

2.4. Procedimiento

El procedimiento a seguir se muestra en la siguiente figura.

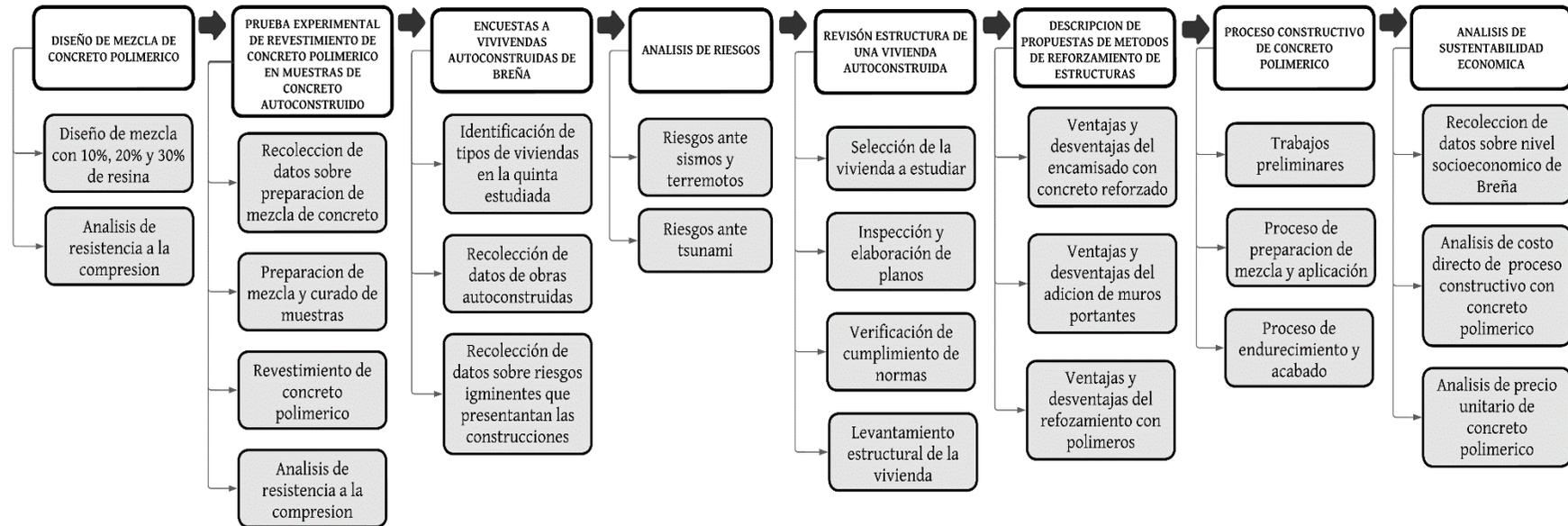


Figura 14. Diagrama del procedimiento.
Fuente: Elaboración propia

La investigación se divide en 8 pasos fundamentales para la obtención de resultados y la comprobación de la hipótesis principal.

Diseño de mezcla de concreto polimérico

▪ *Preparación de materiales*

Para la elaboración del concreto polímero se puso al horno la arena por 2 horas para eliminar todo tipo de humedad presente, después se calcularon la cantidad de arena y resina respectivamente para luego poder pasar a pesar el agregado fino y la resina. Enseguida se procedió a mezclar los 3 grupos, hasta homogenizar la mezcla.

A la mezcla de agregado fino se incorporó la resina poliéster correspondiente y posteriormente se incorporó la cantidad exacta del catalizador (peróxido de metiletilcetona), se logró una pasta homogénea, que fue vertida en moldes de 5cm*5cm*5cm, se compacto progresivamente. El tiempo de curado del concreto fue de 24 horas, a una temperatura ambiente de aproximadamente de 27°C.

▪ *Elaboración de los bloques*

Para la elaboración de las muestras se realizó 3 tipos de mezclas, a los concreto se les nombraron como tipo I, II, III. Para la elaboración de concreto polímero tipo I, se realizó una concentración de 70% de agregado fino y 30% de resina, tipo II, se realizó una concentración de 80% de agregado fino y 20% de resina y para el tipo III, se realizó una concentración de 90% de agregado fino y 10% de resina, en la siguiente tabla se visualiza el resumen y descripción de cada tipo de muestra.

Tabla 7.

Composición porcentual del volumen de concreto polímero

TIPO	AGREGADO (%)	RESINA(%)
I	70%	30%
II	80%	20%
III	90%	10%

Nota. Elaboración propia

Para cada tipo de concreto se realizó 3 cubos de 5*5*5 cm, la cantidad de material fue expresado en %, a continuación, se mostrará los cálculos.

Volumen:

$$(5 * 5 * 5) * 3 = 375 \text{ cm}^3$$

- Resina poliéster

Compone el 10%, 20% y 30% del volumen total y con una densidad de 1.1 g/cm³.

$$375 \text{ cm}^3 * 0.1 * 1.1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 41.25 \text{ g}$$

$$375 \text{ cm}^3 * 0.2 * 1.1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 82.50 \text{ g}$$

$$375 \text{ cm}^3 * 0.3 * 1.1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 123.75 \text{ g}$$

- Agregado Fino

Compone entre el 70% al 90% de volumen total, las cantidades para cada tipo se muestra en la tabla 8. Tiene como densidad 1.5 g/cm³.

Tabla 8.

Cantidad de agregado fino en el concreto polímero

TIPO	AGREGADO (g)	ARENA(g)
I	70%	393.75 g
II	80%	450.00 g
III	90%	506.25 g

Nota. Elaboración propia

En la tabla 9 resume las cantidades de arena y resina a usarse en cada tipo de concreto polímero.

Tabla 9.

Composición del concreto polímero

TIPO	AGREGADO (g)	RESINA(g)
I	393.75 g	123.75 g
II	450.00 g	82.50 g
III	506.25 g	41.25 g

Nota. Elaboración propia

Prueba experimental de revestimiento de concreto polimérico

Para la realización de la prueba experimental del revestimiento planteado a las columnas se requiere saber las características de las columnas autoconstruidas, por lo que se busca información acerca de las cantidades de mezcla. Se procede a medir las cantidades requeridas de agua, cemento, agregado grueso y agregado fino. Estas cantidades están basadas en la experiencia de un maestro de obra.

Tabla 10.

Cantidades de los materiales

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD REQUERIDA
Cemento	Bolsa	0.42
Arena Gruesa	m ³	0.03
Piedra ½"	m ³	0.03
Agua	m ³	0.01

Nota. Elaboración propia

Se procede a simular la misma mezcla empleada en las columnas en el laboratorio preparando 12 probetas de 6".



Figura 15. Preparación de probetas primer lote
Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Preparación de probetas segundo lote
Fuente: Elaboración propia

Pasada las 24 horas volvimos al laboratorio para realizar el desmolde de las probetas y colocarlas en la tina de curado.



Figura 17. Probetas listas para desmoldar
Fuente: Elaboración propia

Al desmoldar nos dimos cuenta de que algunas probetas presentan cangrejeras, este problema se logra apreciar en muchas viviendas autoconstruidas y la solución, según nuestro maestro de obra, es rellenar las zonas con mezcla y dejar curar por 28 días.



Figura 18. Presencia de cangrejeras en las probetas
Fuente: Elaboración propia



Figura 19. Colocación de las probetas en la tina de curado
Fuente: Elaboración propia

Las muestras se distribuyen en 3 grupos. El primer grupo comprende al concreto similar al de las columnas autoconstruidas, las cuales se procederá a realizar el análisis a

compresión para determinar un promedio de resistencia a la compresión de las 12 muestras. Los resultados se presentarán mediante fichas de descripción de cada probeta de acuerdo al siguiente modelo.

Ficha 1.

Formato de ficha para probetas

ENSAYO A COMPRESIÓN	PROBETA X	DÍAS X	
EVIDENCIA		MEDIDAS PROMEDIO	
		DIÁMETRO	ALTURA
		- cm	- cm
		- cm	- cm
		- cm	- cm
		- cm	- cm
		ÁREA	
		- cm ²	
		CARGA	
- kg			
RESISTENCIA (f _c)			
- Kg/cm ²			
OBSERVACIONES:			

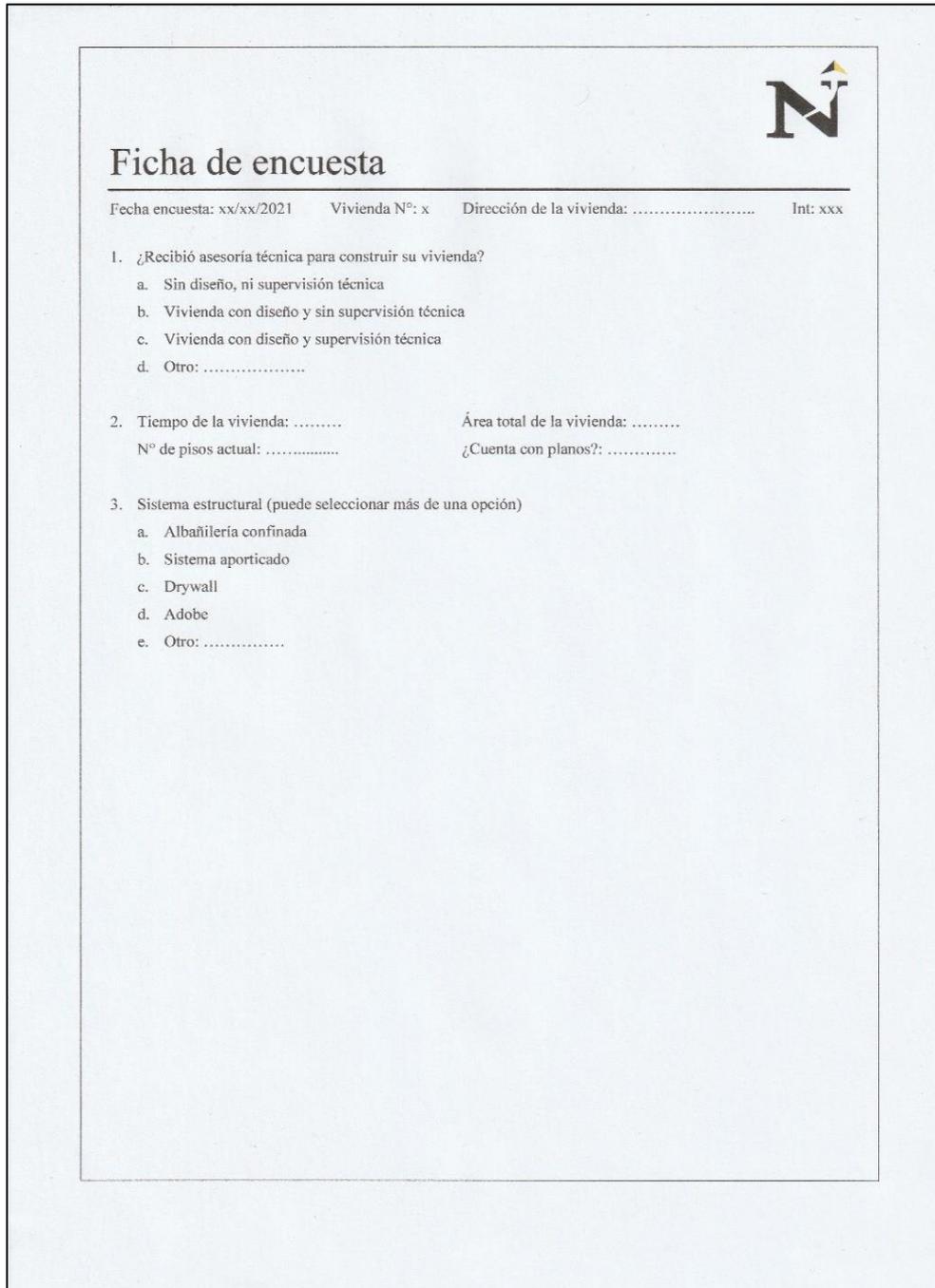
Nota. Elaboración propia

El segundo grupo comprende al revestimiento de concreto polimérico con un diseño de mezcla analizada y comprobada mediante el uso de materiales de calidad y conociendo sus características.

El tercer grupo es de igual manera el concreto convencional revestido con concreto polimérico sin tener criterio en los materiales y su calidad, finalmente todas las muestras pasan por el análisis de resistencia a la compresión.

Encuestas de viviendas autoconstruidas

Para la identificación de viviendas se procede a aplicar una encuesta, con el fin de recolectar los datos acerca del tipo de estructura, número de pisos, antigüedad, metros cuadrados y asesoría técnica para su construcción, mediante el formato de la ficha de encuesta presentada a continuación.



The image shows a survey form titled "Ficha de encuesta" with a logo in the top right corner. The form contains the following fields and questions:

Fecha encuesta: xx/xx/2021 Vivienda N°: x Dirección de la vivienda: Int: xxx

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: Área total de la vivienda:
N° de pisos actual: ¿Cuenta con planos?:

3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada
- b. Sistema aporticado
- c. Drywall
- d. Adobe
- e. Otro:

Figura 20. Formato de ficha de encuesta

Fuente: Elaboración propia

Mediante la encuesta realizada se logra agrupar las viviendas de acuerdo a los puntos detallados en la ficha. Una vez seleccionada nuestra vivienda, se procede a una visita técnica con la intención de hacer un levantamiento visual y superficial de las estructuras existentes.

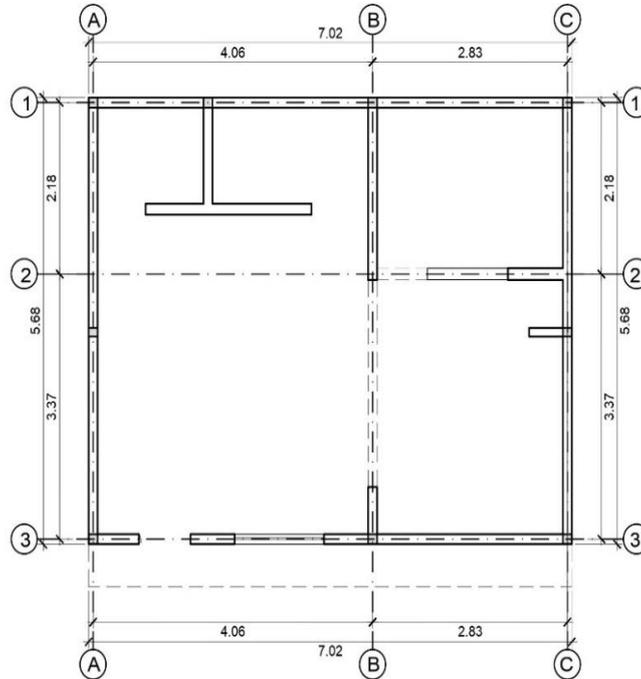


Figura 21. Ejes de la primera planta de la vivienda autoconstruida
Fuente: Elaboración propia

Ficha 2.

Descripción eje A-A Primer Piso

LOCALIZACIÓN Quinta Virgen de Guadalupe	N° VIVIENDA 104	FICHA N° 1
DESCRIPCIÓN 		EJE A-A
OBSERVACIONES:		

Nota. Elaboración propia

Ficha 3.

Descripción eje B-B Primer Piso

LOCALIZACIÓN Quinta Virgen de Guadalupe	N° VIVIENDA 104	FICHA N° 2
DESCRIPCIÓN 		EJE B-B
OBSERVACIONES: Nota. Elaboración propia		

Ficha 4.

Descripción eje C-C Primer Piso

LOCALIZACIÓN Quinta Virgen de Guadalupe	N° VIVIENDA 104	FICHA N° 3
DESCRIPCIÓN 		EJE C-C
OBSERVACIONES: Nota. Elaboración propia		

Ficha 5.

Descripción eje 1-1 y 2-2 Primer Piso

<p>LOCALIZACIÓN Quinta Virgen de Guadalupe</p>	<p>N° VIVIENDA 104</p>	<p>FICHA N° 4</p>
<p>DESCRIPCIÓN</p> 		<p>EJE 1-1 2-2</p>
<p>OBSERVACIONES:</p>		

Nota. Elaboración propia

Ficha 6.

Descripción eje 3-3 Primer Piso (Interior)

LOCALIZACIÓN Quinta Virgen de Guadalupe	N° VIVIENDA 104	FICHA N° 5
DESCRIPCIÓN		EJE 3-3
		
OBSERVACIONES: Vista del eje 3-3 interior		

Nota. Elaboración propia

Ficha 7.

Descripción eje 3-3 Primer Piso (Exterior)

LOCALIZACIÓN Quinta Virgen de Guadalupe	N° VIVIENDA 104	FICHA N° 6
DESCRIPCIÓN		EJE 3-3
		
OBSERVACIONES: Vista del eje 3-3 exterior		

Nota. Elaboración propia

Ficha 8.

Descripción de techo Primer Piso

<p>LOCALIZACIÓN Quinta Virgen de Guadalupe</p>	<p>N° VIVIENDA 104</p>	<p>FICHA N° 7</p>
<p>DESCRIPCIÓN</p> 		<p>PISO 1</p>
<p>OBSERVACIONES: Se utilizó vigas de madera con medidas 15 cm altura, 5 cm ancho y 3 m de largo, y una separación de 50 cm entre ellas. No se logra visualizar en la vivienda estudiada, ya que colocaron un falso techo. Asimismo existen 2 vigas de concreto armado a lo largo del B-B y 2-2 entre el tramo B-C</p>		

Nota. Elaboración propia

Ficha 9.

Descripción de vistas exteriores del segundo piso.

<p>LOCALIZACIÓN Quinta Virgen de Guadalupe</p>	<p>N° VIVIENDA 104</p>	<p>FICHA N° 8</p>
<p>DESCRIPCIÓN</p> 		<p>PISO 2</p>
<p>OBSERVACIONES: Vista exterior, se cuenta con un alero exterior de aproximadamente de 83 cm, la losa de este alero es de madera.</p>		

Nota. Elaboración propia

Ficha 10.

Descripción de vistas interiores del Segundo Piso

<p>LOCALIZACIÓN Quinta Virgen de Guadalupe</p>	<p>N° VIVIENDA 104</p>	<p>FICHA N° 9</p>
<p>DESCRIPCIÓN</p>		<p>PISO 2</p>
		
		
<p>OBSERVACIONES: Vista interior, la estructura empleada en esta planta es de estructura metálica, drywall y planchas de madera.</p>		

Nota. Elaboración propia

Ficha 11.

Descripción del Tercer Piso

<p>LOCALIZACIÓN Quinta Virgen de Guadalupe</p>	<p>N° VIVIENDA 104</p>	<p>FICHA N° 10</p>
<p>DESCRIPCIÓN</p> 		<p>PISO 3</p>
<p>OBSERVACIONES: Vista exterior e interior</p>		

Nota. Elaboración propia

Asimismo, se recolecta los datos de las mismas familias sobre los riesgos inminentes que presentan sus construcciones, con el fin de comparar con los últimos estudios elaborados por la INEI.

Análisis de riesgo

El cuarto paso corresponde al análisis de riesgos que tendría la vivienda, se identifica los principales riesgos y se comparan con los últimos desastres naturales ocurridos en la ciudad de Lima en un periodo de 50 años.

Entre los desastres más frecuentes se situaría los sismos y terremotos debido a la ubicación geográfica del caso en estudio. Así mismo, se recolecta data de instituciones nacionales que monitorean los movimientos telúricos en el Perú y sus reportes referente a los daños provocados por estos en la ciudad de Lima.

También se analizaría el impacto que tendría en nuestra zona ante un eventual tsunami y finalmente otros riesgos como inundaciones o deslizamientos. No obstante, estos desastres no llegarían a ser tan precisos porque el comportamiento del mar es complejo y difícil de generar un escenario que responda a ello.

Revisión estructural de la vivienda autoconstruida

En el quinto paso, se procede a la revisión de la estructura de la vivienda autoconstruida, la cual constará en la selección de una vivienda de las 22 encuestas en la quinta Virgen de Guadalupe, luego se levanta la arquitectura en AutoCad respecto a la imagen colocada.

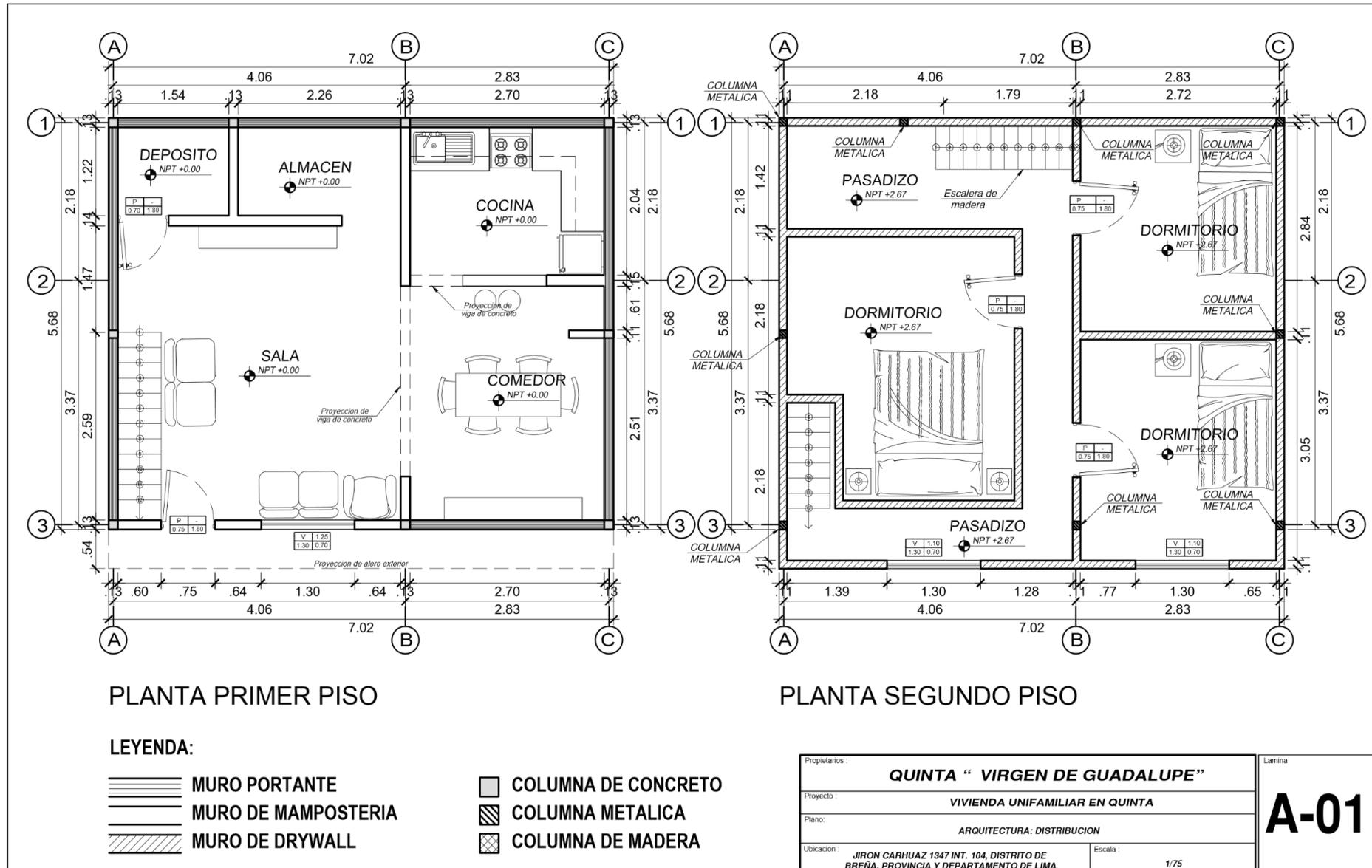


Figura 22. Plano A-1 de vivienda 104
Nota. Elaboración propia

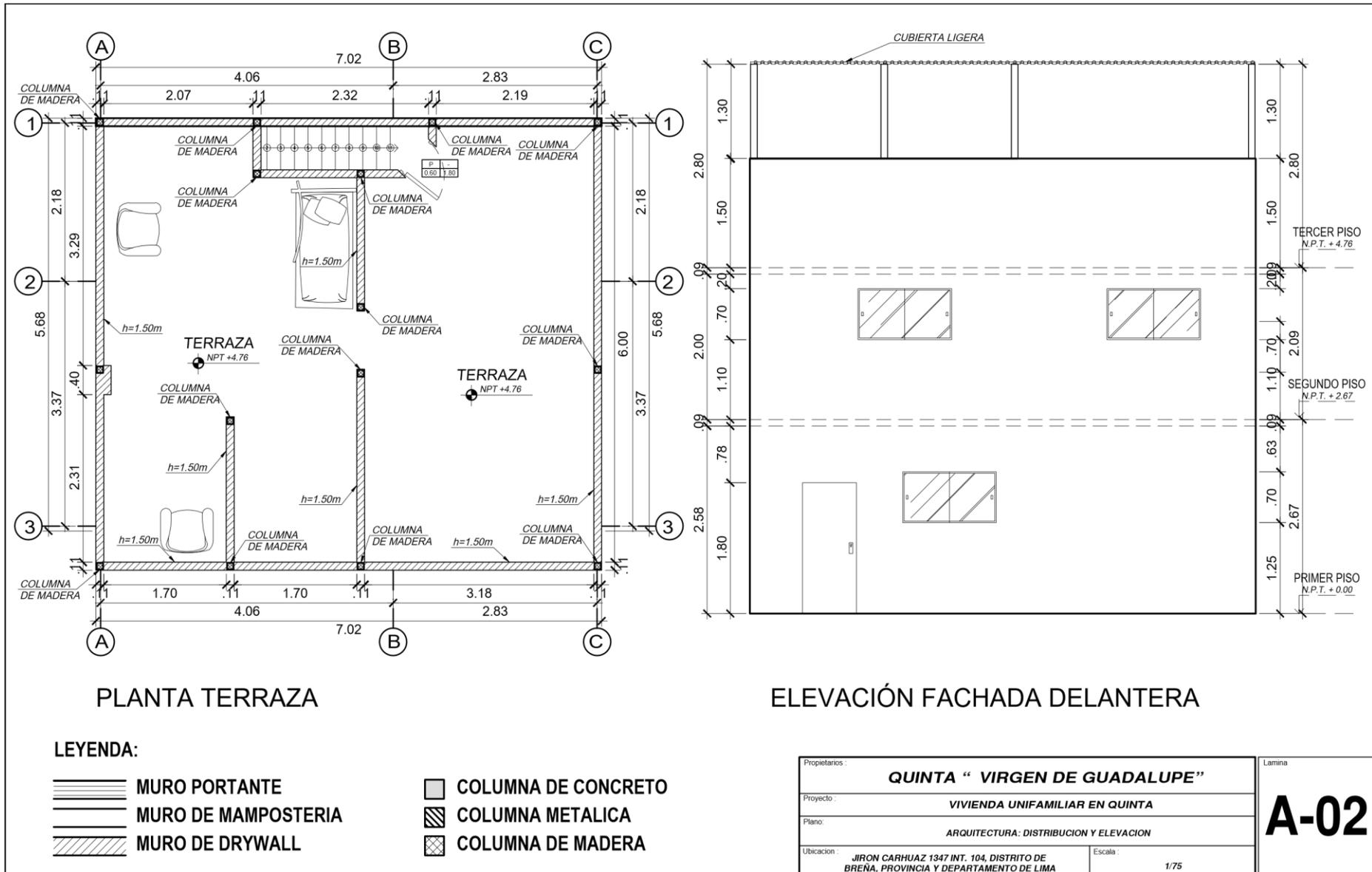


Figura 23. Plano A-2 de vivienda 104
Nota. Elaboración propia

Una vez obtenida las plantas de la vivienda se procede a analizarla con las normas vigentes y el reglamento nacional de edificaciones del Perú, identificando las irregularidades de la distribución actual con respecto a las normas.

A partir de ello, se procede a analizar la estructura por medio del programa Etabs, esto permitirá conocer más acerca del comportamiento estructural de la edificación y sus principales defectos que se encuentran, para ello se toma las siguientes consideraciones:

Consideraciones

Para el levantamiento de estructura se consideró las propiedades de los materiales de acuerdo como se menciona a continuación:

Concreto

- Resistencia a la compresión: $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ o 17.1616 MPa

Nota: se considera esta resistencia de acuerdo al tipo de estructura seleccionada la cual vendría a ser albañilería confinada, donde son los muros portantes soportan la mayor carga, asimismo la antigüedad de la construcción.

- Deformación unitaria máxima: $\epsilon_{cu} = 0.003$
- Módulo de Elasticidad:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'c} \text{ MPa}$$

Ecuación 1. Módulo de elasticidad de concreto

(Nota: ecuación 8-3 de la Norma E.060 "Concreto Armado" Art. 8.5.2)

$$E_c = 4700 \sqrt{17.1616} \text{ MPa}$$

$$E_c = 19\,470.48 \text{ MPa}$$

Acero

✓ Acero para refuerzo estructural:

- Grado 60
- Límite de fluencia: $f_y = 420 \text{ MPa}$
- Deformación máxima antes de la fluencia: $\epsilon_s = 0.0021$
- Módulo de Elasticidad: $E_s = 200\,000 \text{ Mpa}$ o $2\,039\,232.43 \text{ kg/cm}^2$ (Valor tomado de acuerdo con la Norma E.060 "Concreto Armado" Art. 8.5.5)

✓ Acero para estructura de drywall:

- Grado 50 (los datos son tomados de las especificaciones del proveedor siguiendo las normas técnicas de producto ASTM A572/A572M)
- Límite de fluencia: $f_y = 345 \text{ MPa}$
- Carga de rotura 450 MPa
- Elongación de 21% (2") y 16% (8")

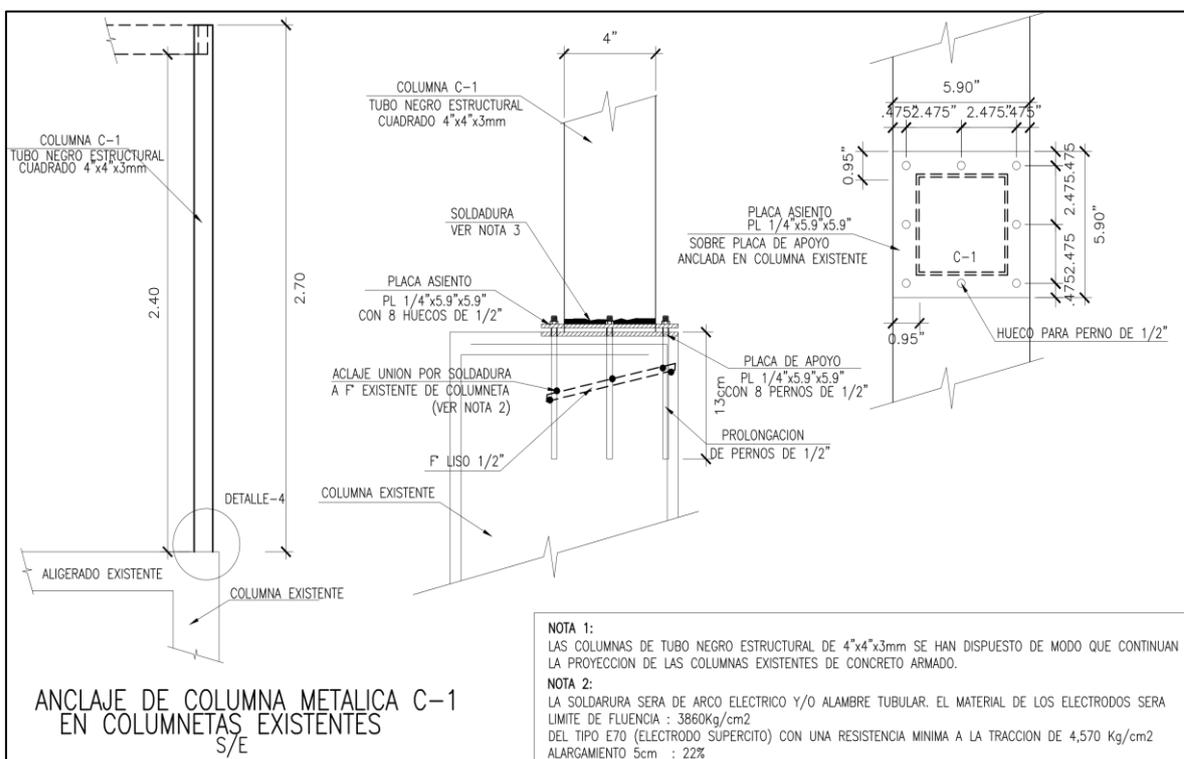


Figura 24. Detalle de anclaje de columna metálica a columna existente

Fuente: Elaboración propia

Mampostería

- Resistencia a la compresión de albañilería: $f'_{b} = 4.9 \text{ MPa}$ o 50 kg/cm^2

De acuerdo a la antigüedad de la estructura se considera el empleo de ladrillos sólidos artesanales, de acuerdo con la norma E.070 en el Art. 5.3 este tipo de albañilería para zonas sísmica 2 y 3 se pueden usar en edificación de hasta 2 pisos como indica en la Tabla 2 “*LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES*” y se anota que para el tipo sólido artesanal se establecen condiciones mínimas con respecto a las limitaciones indicadas y que se podrían exceptuar por medio de un informe y memoria de cálculo, por ello es que es que clasificamos al ladrillo empleado en la edificación como tipo I y tomamos el valor f'_{b} de la tabla 1 “*CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES*” del Art. 5.2 de la Norma E.070.

- Resistencia característica a compresión Pilas: $f'_{m} = 3.4 \text{ MPa}$ o 35 kg/cm^2
Siguiendo el mismo concepto explicado en el punto anterior, clasificamos a la albañilería como ladrillo tipo I, el cual vendría a ser un ladrillo de arcilla sólido artesanal, tomamos el valor f'_{m} de acuerdo a la norma E.070 Art. 13.9 en la tabla 9 (**)
“*RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg/cm²)*”.
- Módulo de elasticidad:

$$E_m = 500 f'_{m}$$

Ecuación 2. Módulo de elasticidad de mampostería

(Nota: ecuación tomada de la Norma E.070 “Albañilería” Art. 247.7 para unidades de arcilla)

$$E_m = 500 (35 \text{ kg/cm}^2)$$

$$E_m = 17\,500 \text{ kg/cm}^2 \text{ ó } 1\,716.16 \text{ MPa}$$

- Módulo de corte:

$$G_m = 0.4 E_m$$

Ecuación 3. Módulo de corte de mampostería

(Nota: ecuación tomada de la Norma E.070 "Albañilería" Art. 24.7 para
todo tipo de unidad de albañilería)

$$G_m = 0.4 (17\,500 \text{ kg/cm}^2)$$

$$G_m = 7\,000 \text{ kg/cm}^2 \text{ o } 686.47 \text{ MPa}$$

- Densidad de muros:

De acuerdo con la norma E.070 sobre albañilería establece que la
densidad mínima de muros es de:

$$\frac{Z.U.S.N}{56}$$

Ecuación 4. Densidad mínima de Muros

Asimismo, es claro mencionar que solo se levantó la estructura de concreto armado y mampostería, además el segundo y tercer nivel que son de material drywall se consideraron como cargas muertas permanentes.

Los factores de reducción y la resistencia requerida están establecidas en la norma E.060 sobre concreto reforzado, los datos se encuentran resumidos en la siguiente tabla.

Tabla 11.

Combinaciones empleadas en el levantamiento

Combinacion	Cargas
Comb 1	$U = 1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV}$
Comb 2	$U = 1,25 (\text{CM} + \text{CV}) + \text{CS X}$
Comb 3	$U = 1,25 (\text{CM} + \text{CV}) + \text{CS Y}$
Comb 4	$U = 0,9 \text{ CM} + \text{CS X}$
Comb 5	$U = 0,9 \text{ CM} + \text{CS Y}$
Comb 6	$U = 1,25 (\text{CM} + \text{CV}) - \text{CS X}$
Comb 7	$U = 1,25 (\text{CM} + \text{CV}) - \text{CS Y}$
Comb 8	$U = 0,9 \text{ CM} - \text{CS X}$
Comb 9	$U = 0,9 \text{ CM} - \text{CS Y}$

Nota. Se respetan los factores señalados en la norma E.030.

▪ **Cargas**

De acuerdo a la norma E.020 "Cargas" señala los siguientes lineamientos con respecto a los materiales empleados.

- ✓ Pesos Unitarios
 - Albañilería 1800 kg/m³, Concreto Armado 2400 kg/m³
 - Tabiquería 150 kg/m², Muro de drywall 25 kg/m²
- ✓ Sobrecarga
 - Carga viva 200 kg/m², carga viva de Techo 100 kg/m²

▪ **Levantamiento**

- Factor de zona (Z): La edificación se encuentra ubicada en Lima en el distrito de Breña la cual por especificación de la norma E.030 "Diseño Sismorresistente" se encuentra ubicada en la zona sísmica 4 le corresponde $Z=0,45$.
- Coeficiente de uso (U): La edificación se encuentra destinada a vivienda y de acuerdo a la norma E.030 esta es una edificación común por lo tanto le corresponde $U=1$

- Parámetros de suelo (S): La edificación se encuentra cimentada sobre suelo de depósito de gravas y en estratos superficiales de poco espesor con arcillas, arenas y limos de acuerdo con la microzonificación sísmica elaborado por el Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres, nuestra vivienda estaría en la Zona I, si nuestra vivienda tuviera una cimentación profunda correspondería a un S1, sin embargo presenta una cimentación superficial menor a 1.00 m de profundidad como recomienda el informe, por lo que se considera un suelo intermedio S2 al estar asentado en las capas de arcillas, arenas y limos, el valor del factor de suelo es de $S=1,05$ y un $T_P = 0.6$ y $T_L = 2.0$ para la plataforma del espectro de acuerdo a las tablas N°3 y N°4 de la norma E0.30 Art. 13.
- Coeficiente de reducción (R): La edificación no cuenta con irregularidades y está conformado por muros portantes y en su mayoría por albañilería confinada el cual nos otorga un valor de $R=3$.
- Para calcular la fuerza cortante total que se da en la base de toda la edificación, en la dirección que sea necesario, se empleará la ecuación 5 señalada en la norma E.030. Para ello es necesario el peso total de la estructura, en el caso de nuestro proyecto al ser una edificación de categoría C, se emplea el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva como señala el reglamento.

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

Ecuación 5. Fuerza cortante en la base

- ***Espectro***

Coeficiente de reducción sísmica (C): La edificación de acuerdo a la norma E.030 habla del factor de amplificación sísmica la cual toma las siguientes formulas:

$$T < T_P \quad C = 2.5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_P * T_L}{T^2}\right)$$

Ecuación 6. Ecuaciones de amplificación sísmica

Además, para calcular el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas se requiere la siguiente ecuación de acuerdo con la norma E.030.

$$R = R_0 * I_p * I_a$$

Ecuación 7. Coeficiente de reducción por fuerzas sísmicas

Asimismo, los valores necesarios para calcular el espectro se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 12.

Valores requeridos para el espectro

Código	Valor	Descripción
Z	0.45	Zona 4
U	1.00	Vivienda
S	1.05	S2
R ₀	3.00	Sistema albañilería confinada
I _p	1.00	No presenta irregularidad
I _a	1.00	No presenta irregularidad
R _x – R _y	3.00	
T _P	0.60	Periodo para tipo de suelo S2
T _L	2.00	Periodo para tipo de suelo S2
g	9.81	

Nota. Valores necesarios para cálculo del espectro de acuerdo a la norma E.030.

Tabla 13.

Valores del espectro

Inelástico		
T (seg)	C	Sa (g)
0.100	2.500	5.150
0.200	2.500	5.150
0.300	2.500	5.150
0.400	2.500	5.150
0.500	2.500	5.150
0.600	2.500	5.150
0.700	2.143	4.415
0.800	1.875	3.863
0.900	1.667	3.434
1.000	1.500	3.090
1.100	1.364	2.809
1.200	1.250	2.575
1.300	1.154	2.377
1.400	1.071	2.207
1.500	1.000	2.060
1.600	0.938	1.931
1.700	0.882	1.818
1.800	0.833	1.717
1.900	0.789	1.626
2.000	0.750	1.545
2.100	0.680	1.401
2.200	0.620	1.277
2.300	0.567	1.168
2.400	0.521	1.073
2.500	0.480	0.989
2.600	0.444	0.914
2.700	0.412	0.848
2.800	0.383	0.788
2.900	0.357	0.735
3.000	0.333	0.687

Nota: Espectro de acuerdo a la norma E.030.

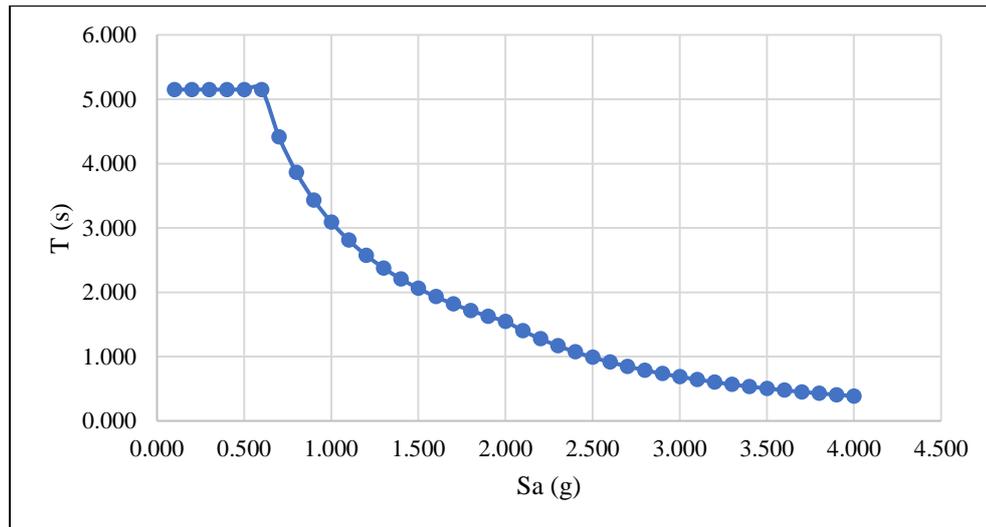


Figura 25. Espectro de respuesta

Descripción de propuesta de métodos de reforzamiento de estructura

El sexto paso, consta en investigar los diferentes tipos de reforzamientos disponibles para una ampliación de vivienda y se comparan, llegando a identificar las ventajas y desventajas del encamisado con concreto reforzado en la estructura previa.

Posteriormente se presenta el proceso constructivo en la que se refuerza por medio de adición de muros portantes o alas a las columnas y finalmente se describen el método de reforzamiento por polímeros en los que se destacan el empleo de resinas y fibras en las que se presentan sus principales ventajas y limitaciones.

Proceso constructivo de concreto polimérico

Una vez terminado con la prueba de las muestras se procede a elaborar un proceso constructivo que contemple los trabajos preliminares, describe la necesidad y las actividades previas a realizar para obtener un mejor reforzamiento.

Se detalla el proceso de mezcla con diferentes dosificaciones de resina a fin de lograr obtener una mezcla trabajable y resistente, se indica el proceso de encofrado y la aplicación de las mallas de fibras de carbono a las columnas, el proceso de vaciado de

mezcla, el desencofrado y por último se señalan las acciones necesarias para el proceso de endurecimiento.

Análisis de sustentabilidad económica

Se elabora un análisis económico del material a proponer considerando la cantidad por metros cuadrados, el que se desarrolle un precio unitario del material, por lo cual implica conocer el nivel socioeconómico de la zona de estudio, los precios de los materiales, mano de obra y herramientas, con fin el de evaluar el costo beneficio que implicaría la implementación de nuestro proceso constructivo.

2.5. Aspectos éticos

Consentimiento informado. - a todos los participantes se le dará a conocer toda la información sobre la investigación para poder participar en esta, así como también sus derechos y responsabilidades.

Confidencialidad. - Se asegurará la protección de datos de identidad de las personas que participaron en la investigación.

Manejo de riesgos. - Tiene como fin la relación con principios de no beneficencia y maleficencia para hacer investigación con personas.

Igualdad. - No se debe excluir a ningún individuo que desee participar en la investigación por raza, religión, sexo, etc.

Honestidad. - Se presenta los datos recolectados sin ninguna alteración a favor de la investigación, los resultados deben ser verdaderos creíbles y repetibles.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

3.1. Diseño de mezcla de concreto polimérico

Se ensayaron en resistencia a la compresión en total 9 muestras.

En la figura 26 se observa los resultados de las muestras del concreto polímero tipo I.

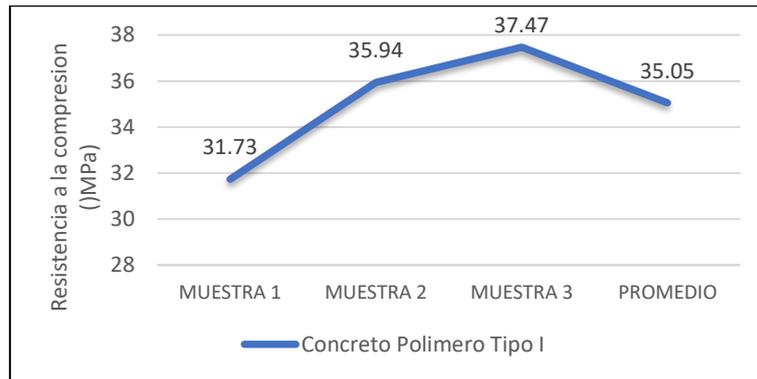


Figura 26. Resistencia a la compresión concreto tipo I
Fuente: Elaboración propia

En la figura 27 se observa los resultados del concreto polímero tipo II.

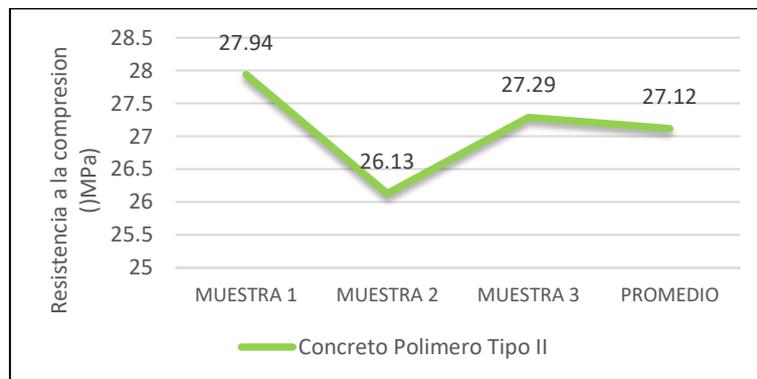


Figura 27. Resistencia a la compresión concreto tipo II
Fuente: Elaboración propia

En la figura 28 se observa los resultados del concreto polímero tipo III.

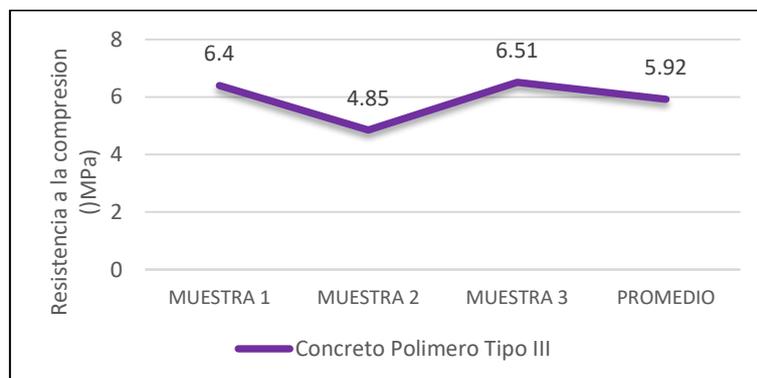


Figura 28. Resistencia a la compresión concreto tipo III
Fuente: Elaboración propia

En la figura 29 se resume todos los resultados de las muestras de todos los tipos de concreto polímero.

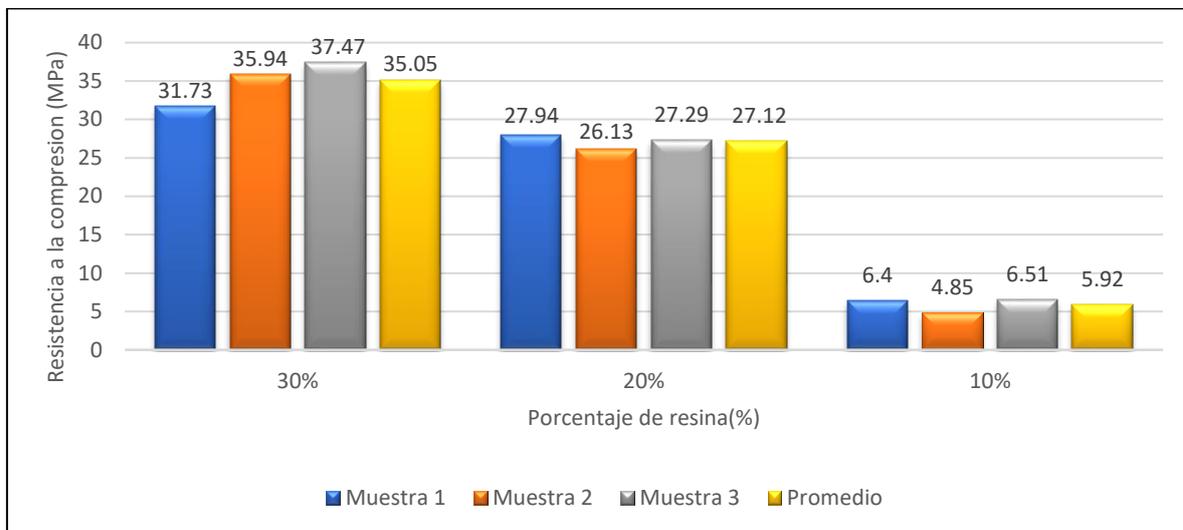


Figura 29. Resistencia a la compresión de los concretos polímeros
Fuente: Elaboración propia

3.2. Revestimiento de concreto polimérico

A continuación, se presentan los resultados de las muestras del concreto sin ningún revestimiento.

Ficha 12.

Resultados de probeta 1 TIPO I a 21 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN		PROBETA 1	DÍAS 21	
			MEDIDAS PROMEDIO	
			DIÁMETRO	ALTURA
			14.782 cm	30.926 cm
			14.646 cm	31.067 cm
			14.756 cm	
			14.728 cm	30.997 cm
			ÁREA	
			170.364 cm ²	
			CARGA	
			36145 kg	
			RESISTENCIA (f'c)	
			212.163 kg/cm ²	
OBSERVACIONES:				

Nota: Elaboración propia.

Ficha 13.

Resultados de probeta 2 TIPO I a 21 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN		PROBETA	DÍAS
 		2	21
		MEDIDAS PROMEDIO	
		DIÁMETRO	ALTURA
		14.768 cm	30.757 cm
		14.800 cm	31.768 cm
		14.815 cm	
		14.794 cm	30.763 cm
		ÁREA	
		171.894 cm ²	
		CARGA	
36215 kg			
RESISTENCIA (f'c)			
210.682 kg/cm ²			

OBSERVACIONES:

Nota: Elaboración propia.

Ficha 14.

Resultados de probeta 1 TIPO I a 28 días.

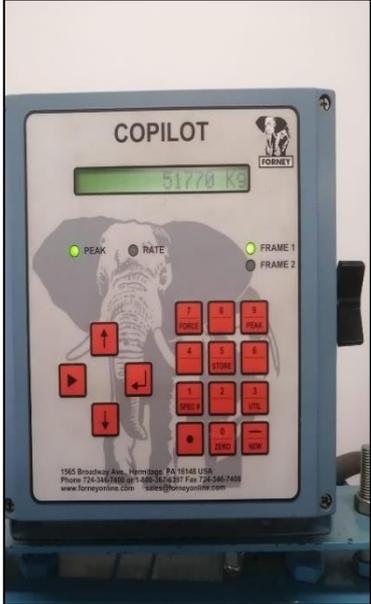
ENSAYO A COMPRESIÓN		PROBETA	DÍAS
 		1	28
		MEDIDAS PROMEDIO	
		DIÁMETRO	ALTURA
		14.762 cm	30.660 cm
		14.798 cm	30.687 cm
		14.796 cm	
		14.785 cm	30.674 cm
		ÁREA	
		171.685 cm ²	
		CARGA	
44195 kg			
RESISTENCIA (f'c)			
257.419 kg/cm ²			

OBSERVACIONES:

Nota: Elaboración propia.

Ficha 15.

Resultados Probeta 2 TIPO I a 28 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN	PROBETA 2	DÍAS 28
 	MEDIDAS PROMEDIO	
	DIÁMETRO	ALTURA
	14.788 cm	30.744 cm
	14.756 cm	30.700 cm
	14.706 cm	
	14.750 cm	30.722 cm
	ÁREA	
	170.873 cm ²	
	CARGA	
	51770 kg	
RESISTENCIA (f'c)		
302.974 kg/cm ²		
OBSERVACIONES:		

Nota: Elaboración propia.

Realizamos un promedio de las probetas a 21 y 28 días para obtener la resistencia promediada de cada una. Los promedios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 14.

Promedio de probetas TIPO I

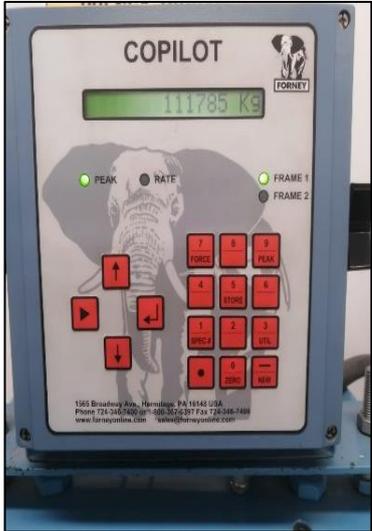
PROBETA	RESISTENCIA (f'c)	PROMEDIO
Probeta 21 días (1)	212.163	211.423
Probeta 21 días (2)	210.682	
Probeta 28 días (1)	257.419	280.197
Probeta 28 días (2)	302.974	

Nota. Elaboración propia

Y siguiendo con las probetas tipo II, donde se le aplico un revestimiento propuesto de 20% resina y 80% agregado fino.

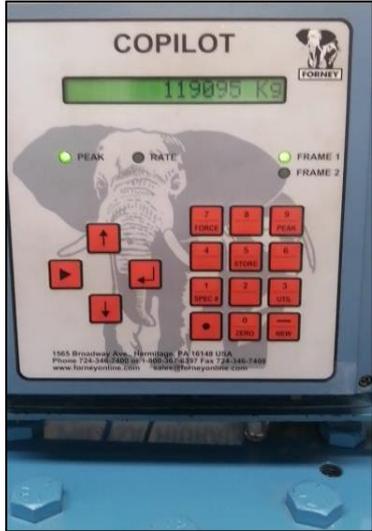
Ficha 16.

Resultados Probeta 1 TIPO II a 21 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN	PROBETA 1	DÍAS 21	
		MEDIDAS PROMEDIO	
		DIÁMETRO	ALTURA
		19.74 cm	32.642 cm
		19.558 cm	32.791 cm
		19.705 cm	
		19.668 cm	32.717 cm
		ÁREA	
		303.816 cm ²	
		CARGA	
		111785 Kg	
		RESISTENCIA (f'c)	
		367.937 Kg/cm ²	
OBSERVACIONES:			
Nota: Elaboración propia.			

Ficha 17.

Resultados Probeta 2 TIPO II a 21 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN	PROBETA 2	DÍAS 21	
		MEDIDAS PROMEDIO	
		DIÁMETRO	ALTURA
		19.745 cm	32.464 cm
		19.764 cm	33.531 cm
		19.784 cm	
		19.764 cm	32.998 cm
		ÁREA	
		306.789 cm ²	
		CARGA	
		119095 Kg	
		RESISTENCIA (f'c)	
		388.198 Kg/cm ²	
OBSERVACIONES:			
Nota: Elaboración propia.			

Ficha 18.

Resultados Probeta 1 TIPO II a 28 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN		PROBETA 1	DÍAS 28	
		MEDIDAS PROMEDIO		
		DIÁMETRO	ALTURA	
		19.713 cm	32.362 cm	
		19.761 cm	32.39 cm	
		19.759 cm		
		19.744 cm	32.376 cm	
		ÁREA		
		306.168 cm ²		
		CARGA		
		120360 Kg		
RESISTENCIA (f'c)				
393.118 Kg/cm ²				
OBSERVACIONES:				

Nota: Elaboración propia.

Ficha 19.

Resultados Probeta 2 TIPO II a 28 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN		PROBETA 2	DÍAS 28	
		MEDIDAS PROMEDIO		
		DIÁMETRO	ALTURA	
		19.748 cm	32.45 cm	
		19.705 cm	32.404 cm	
		19.638 cm		
		19.697 cm	32.427 cm	
		ÁREA		
		304.712 cm ²		
		CARGA		
		128620 Kg		
RESISTENCIA (f'c)				
422.103 Kg/cm ²				
OBSERVACIONES:				

Nota: Elaboración propia.

Realizamos un promedio de las probetas a 21 y 28 días para obtener la resistencia promediada de cada una. Los promedios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 15.

Promedio de probetas TIPO II

PROBETA	RESISTENCIA (f'c)	PROMEDIO	% MEJORA
Probeta 21 días (1)	367.937	378.068	79.67%
Probeta 21 días (2)	388.198		
Probeta 28 días (1)	393.118	407.611	45.47%
Probeta 28 días (2)	422.103		

Nota. Elaboración propia

Y siguiendo con las probetas tipo III, donde se le aplico un revestimiento pobre de concreto polimérico bajo una dosificación menor de resina poliéster y el mismo agregado de la zona.

Ficha 20.

Resultados Probeta 1 TIPO III a 21 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN		PROBETA 1	DÍAS 21		
				MEDIDAS PROMEDIO	
				DIÁMETRO	ALTURA
		19.86 cm	30.911 cm		
		19.874 cm	31.927 cm		
		19.889 cm			
		19.874 cm	31.419 cm		
		ÁREA			
		310.213 cm ²			
		CARGA			
		30715 Kg			
		RESISTENCIA (f'c)			
		99.013 Kg/cm ²			

OBSERVACIONES: Notamos una reducción en la resistencia de las probetas. Llegando a la conclusión que el uso de arena no parametrizada y húmeda, combinada con la resina, genera una reducción de resistencia en nuestras probetas.

Nota: Elaboración propia.

Ficha 21.

Resultados Probeta 2 TIPO III a 21 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN		PROBETA 2	DÍAS 21	
		MEDIDAS PROMEDIO		
		DIÁMETRO	ALTURA	
		19.836 cm	30.724 cm	
		19.872 cm	30.751 cm	
		19.87 cm		
		19.859 cm	30.738 cm	
		ÁREA		
		309.745 cm ²		
		CARGA		
		30235 Kg		
		RESISTENCIA (f _c)		
		97.613 Kg/cm ²		
<p>OBSERVACIONES: Notamos una reducción en la resistencia de las probetas. Llegando a la conclusión que el uso de arena no parametrizada y húmeda, combinada con la resina, genera una reducción de resistencia en nuestras probetas.</p>				

Nota: Elaboración propia.

Ficha 22.

Resultados Probeta 1 TIPO III a 28 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN		PROBETA 1	DÍAS 28	
		MEDIDAS PROMEDIO		
		DIÁMETRO	ALTURA	
		14.862 cm	30.876 cm	
		19.83 cm	30.832 cm	
		19.78 cm		
		18.157 cm	30.854 cm	
		ÁREA		
		258.927 cm ²		
		CARGA		
		34965 Kg		
		RESISTENCIA (f _c)		
		135.038 Kg/cm ²		
<p>OBSERVACIONES: Notamos una reducción en la resistencia de las probetas. Llegando a la conclusión que el uso de arena no parametrizada y húmeda, combinada con la resina, genera una reducción de resistencia en nuestras probetas.</p>				

Nota: Elaboración propia.

Ficha 23.

Resultados Probeta 2 TIPO III a 28 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN	PROBETA 2	DÍAS 28	
		MEDIDAS PROMEDIO	
		DIÁMETRO	ALTURA
		19.793 cm	30.446 cm
		19.811 cm	31.447 cm
		19.831 cm	
		19.812 cm	30.947 cm
		ÁREA	
		308.281 cm ²	
CARGA			
35480 Kg			
RESISTENCIA (f'c)			
115.09 Kg/cm ²			
<p>OBSERVACIONES: Notamos una reducción en la resistencia de las probetas. Llegando a la conclusión que el uso de arena no parametrizada y húmeda, combinada con la resina no llega a afianzarse como una mezcla homogénea, lo cual genera el desprendimiento de la capa aplicada.</p>			

Nota: Elaboración propia.

Realizamos un promedio de las probetas a 21 y 28 días para obtener la resistencia promediada de cada una. Los promedios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 16.

Promedio de probetas TIPO III

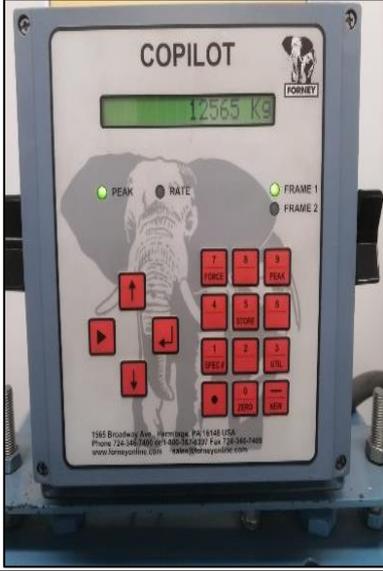
PROBETA	RESISTENCIA (f'c)	PROMEDIO	% MEJORA
Probeta 21 días (1)	99.013	98.313	-115.05%
Probeta 21 días (2)	97.613		
Probeta 28 días (1)	135.038	125.064	-124.04%
Probeta 28 días (2)	115.090		

Nota. Elaboración propia

A continuación, realizamos unos cubos de dimensiones 5 cm x 5 cm x 5 cm aproximadamente de tipo II en calidad de mortero para demostrar que poseen una resistencia óptima sin necesidad de un recubrimiento a las columnas.

Ficha 24.

Resultados mortero muestra 1 TIPO II a 3 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN		MUESTRA 1	DÍAS 3	
		MEDIDAS		
		LADO A	LADO B	
		5.3 cm	5 cm	
		5 cm	5.3 cm	
		ÁREA		
		26.523 cm ²		
		CARGA		
12565 Kg				
RESISTENCIA (f'c)				
473.74 Kg/cm ²				
<p>OBSERVACIONES: Notamos que la resistencia que nos muestra es mayor como mortero que como encamisado.</p>				

Nota: Elaboración propia.

Ficha 25.

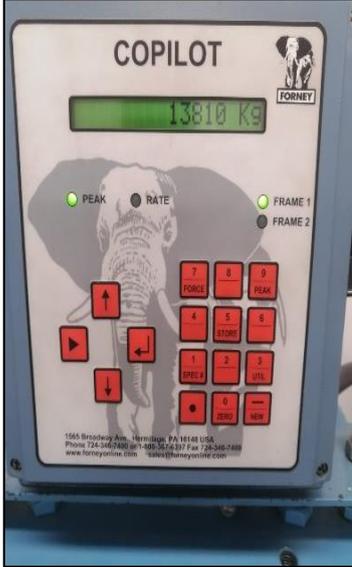
Resultados mortero muestra 2 TIPO II a 3 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN		MUESTRA 2	DÍAS 3	
		MEDIDAS		
		LADO A	LADO B	
		5 cm	5 cm	
		5.3 cm	5.3 cm	
		ÁREA		
		26.523 cm ²		
		CARGA		
14475 Kg				
RESISTENCIA (f'c)				
545.753 Kg/cm ²				
<p>OBSERVACIONES: Notamos que la resistencia que nos muestra es mayor como mortero que como encamisado.</p>				

Nota: Elaboración propia.

Ficha 26.

Resultados mortero muestra 3 TIPO II a 3 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN		MUESTRA 3	DÍAS 3	
		MEDIDAS		
		LADO A	LADO B	
		5.1 cm	4.9 cm	
		5.3 cm	5.2 cm	
		ÁREA		
		26.26 cm ²		
		CARGA		
13810 Kg				
RESISTENCIA (f'c)				
525.895 Kg/cm ²				
OBSERVACIONES: Notamos que la resistencia que nos muestra es mayor como mortero que como encamisado.				

Nota: Elaboración propia.

Realizamos un promedio de los morteros a 3 días para obtener la resistencia promediada de cada una. Los promedios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 17.

Promedio de morteros TIPO II

MUESTRA	RESISTENCIA (f'c)	PROMEDIO
Mortero 3 días (1)	473.740	
Mortero 3 días (2)	545.753	515.129
Mortero 3 días (3)	525.895	

Nota. Elaboración propia

Seguidamente, realizamos unos cubos de dimensiones 5 cm x 5 cm x 5 cm aproximadamente de tipo III en calidad de mortero para demostrar la resistencia que poseen sin necesidad de un recubrimiento a las columnas.

Ficha 27.

Resultados mortero muestra 1 TIPO III a 3 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN		MUESTRA 1	DÍAS 3	
		MEDIDAS		
		LADO A	LADO B	
	5.5 cm	5 cm		
	5.3 cm	5.3 cm		
	ÁREA			
	27.81 cm ²			
	CARGA			
	1480 Kg			
	RESISTENCIA (f'c)			
	53.218 Kg/cm ²			
OBSERVACIONES: Notamos que la resistencia que nos muestra es pobre como mortero.				

Nota: Elaboración propia.

Ficha 28.

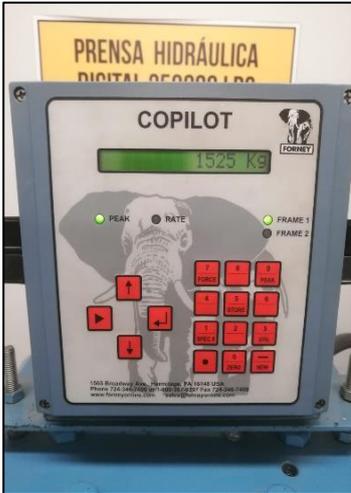
Resultados mortero muestra 2 TIPO III a 3 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN		MUESTRA 2	DÍAS 3	
		MEDIDAS		
		LADO A	LADO B	
	5 cm	5.2 cm		
	5.3 cm	5 cm		
	ÁREA			
	26.265 cm ²			
	CARGA			
	1215 Kg			
	RESISTENCIA (f'c)			
	46.259 Kg/cm ²			
OBSERVACIONES: Notamos que la resistencia que nos muestra es pobre como mortero.				

Nota: Elaboración propia.

Ficha 29.

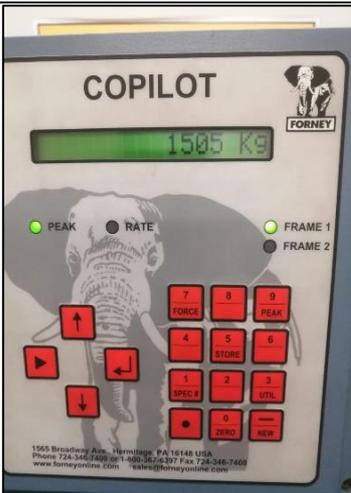
Resultados mortero muestra 3 TIPO III a 3 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN		MUESTRA 3	DÍAS 3	
		MEDIDAS		
		LADO A	LADO B	
		5.4 cm	5.2 cm	
		5.2 cm	5.4 cm	
		ÁREA		
		28.09 cm ²		
		CARGA		
		1525 Kg		
		RESISTENCIA (f'c)		
		54.29 Kg/cm ²		
OBSERVACIONES: Notamos que la resistencia que nos muestra es pobre como mortero.				

Nota: Elaboración propia.

Ficha 30.

Resultados mortero muestra 4 TIPO III a 3 días.

ENSAYO A COMPRESIÓN		MUESTRA 4	DÍAS 3	
		MEDIDAS		
		LADO A	LADO B	
		5 cm	5 cm	
		5.3 cm	5 cm	
		ÁREA		
		25.75 cm ²		
		CARGA		
		1505 Kg		
		RESISTENCIA (f'c)		
		58.447 Kg/cm ²		
OBSERVACIONES: Notamos que la resistencia que nos muestra es pobre como mortero.				

Nota: Elaboración propia.

Realizamos un promedio de los morteros a 3 días para obtener la resistencia promediada de cada una. Los promedios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 18.

Promedio de morteros TIPO III

MUESTRA	RESISTENCIA (f'c)	PROMEDIO
Mortero 3 días (1)	53.218	
Mortero 3 días (2)	46.259	
Mortero 3 días (3)	54.290	53.054
Mortero 3 días (4)	58.447	

Nota. Elaboración propia

3.3. Encuestas de viviendas autoconstruidas

A continuación, se presentará la interpretación de resultados obtenidos según la encuesta aplicada a los propietarios de las viviendas en la quinta "Virgen de Guadalupe" en el distrito de Breña.

Área construida

Las encuestas indican que 19 de las viviendas tienen un área construida de entre 15 y 30 m², siguiendo con 7 viviendas de entre 30 y 45 m² y por ultimo 2 tienen más de 45 m².

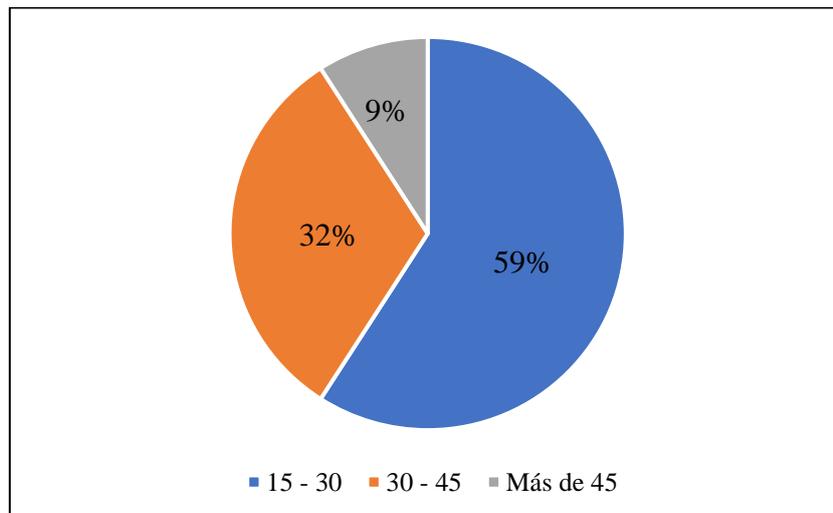


Figura 30. Área construida
Fuente: Elaboración propia

Cantidad de pisos

Las encuestas indican que 5 de las viviendas entrevistadas tienen un piso, mientras que 15 son de dos pisos, siendo la mayoría y solo 2 son de tres pisos.

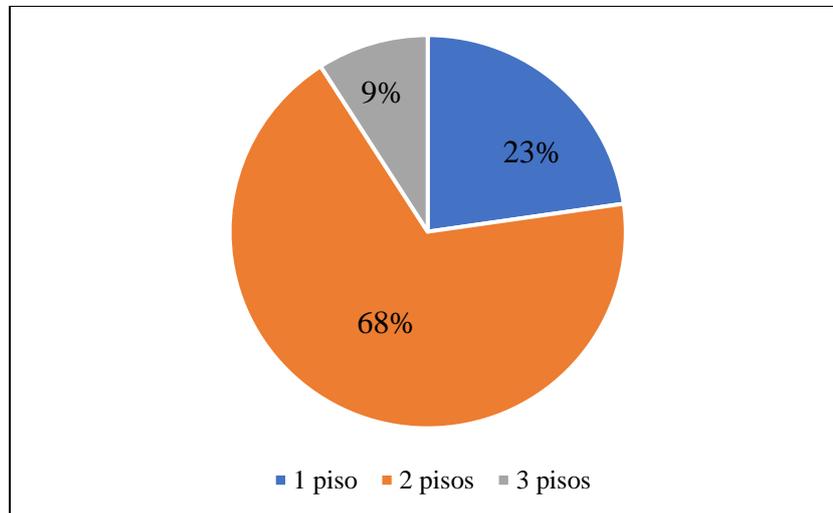


Figura 31. Cantidad de pisos
Fuente: Elaboración propia

Antigüedad de las viviendas

Se puede apreciar que 7 de las viviendas tienen una antigüedad entre 1 y 5 años, mientras que 3 tienen una antigüedad de 15 a 45 años y más de la mitad, 12 para ser exactos, tienen una antigüedad mayor a 45 años.

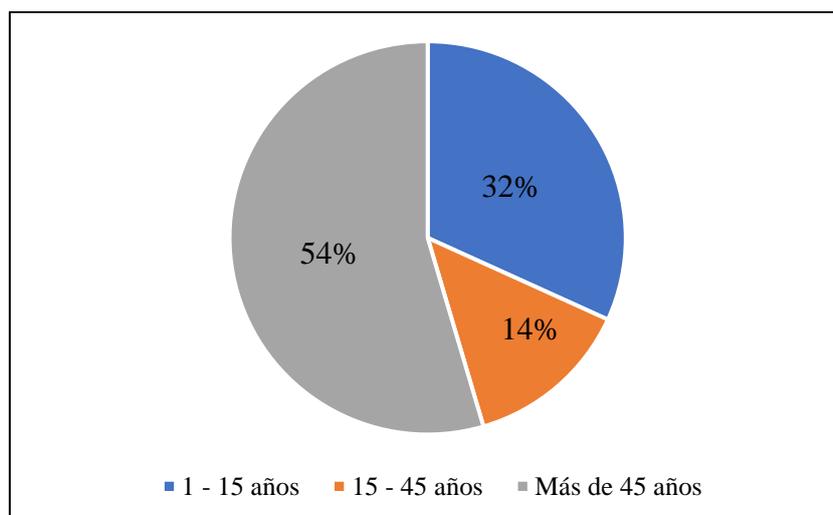


Figura 32. Antigüedad de la vivienda
Fuente: Elaboración propia

Asesoramiento técnico, sistema estructural y elaboración de planos

En este punto tratamos de identificar el nivel y estado en el que se encuentran las viviendas en lo referente a la informalidad, según las respuestas de los propietarios.

Son 13 las viviendas que no fueron diseñadas ni supervisadas durante su ejecución por un ingeniero o experto que pueda certificar la calidad estructural realizado en estas. Y lo restante de los hogares de la quinta tienen un diseño estructural realizado por un maestro de obra y no tuvieron una asesoría técnica por un especialista.

Por otra parte, el sistema estructural de las viviendas tiene una variedad notable en los materiales usados para la construcción de estas. Solo 3 viviendas están compuestas por una estructura de albañilería, 5 tienen una combinación entre albañilería/drywall y solo 1 de las viviendas tienen una construcción de aporcado/drywall; esto quiere decir que solo 9 de los hogares de la quinta tienen una estructura aceptable. No obstante, 4 viviendas tienen una composición de adobe y 9 una combinación entre adobe/drywall. Por lo tanto, 13 casa están hechas de material noble y este motivo puede ser un problema a futuro, ya que como se muestra en los resultados de las fichas de encuesta (Tabla 19), la mayoría de estas viviendas superan los 45 años.

Además, se debe tener en cuenta la totalidad de las viviendas encuestadas no tienen planos, eso quiere decir que si en un futuro se genera un cese en sus estructuras no tendrán cómo respaldar la información de la edificación y que puntos se pueden ver afectados.

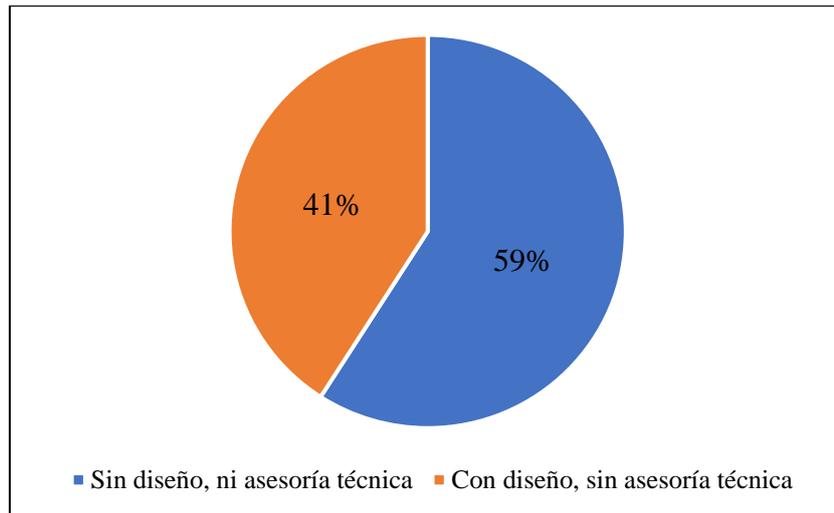


Figura 33. Asesoramiento técnico
Fuente: Elaboración propia

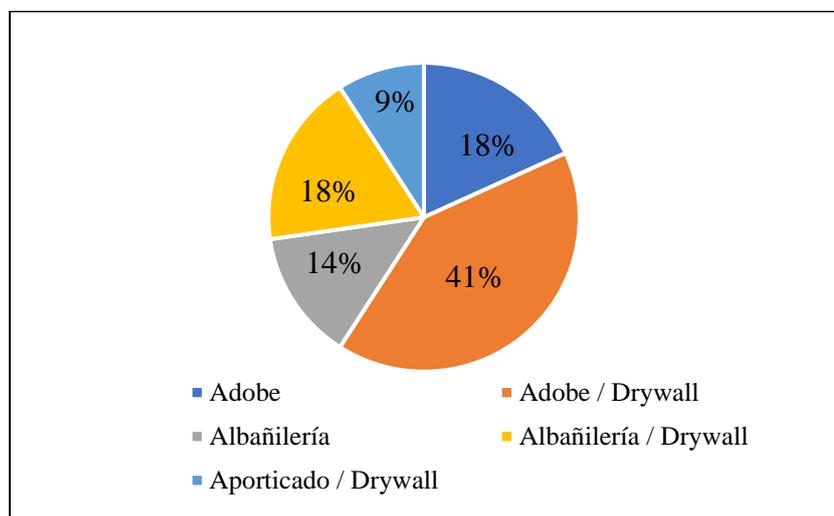


Figura 34. Sistema estructural
Fuente: Elaboración propia

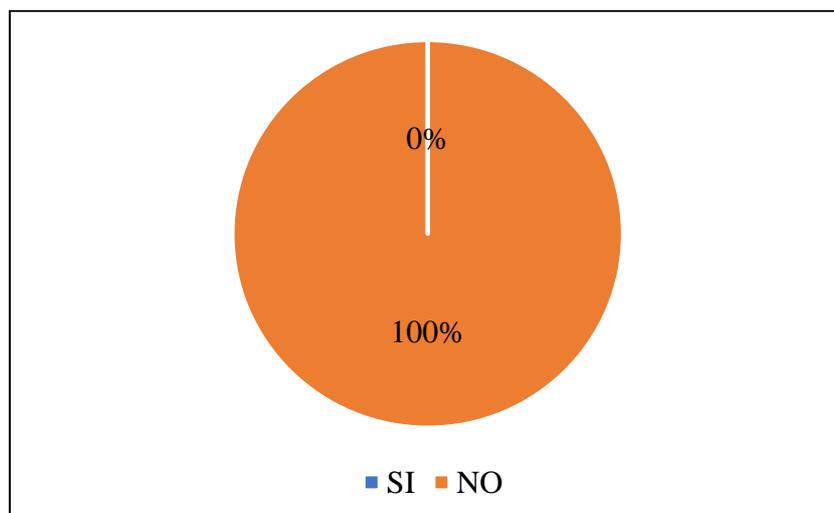


Figura 35. Planos de vivienda
Fuente: Elaboración propia

Tabla de resultados de las fichas de encuesta

Tabla 19.

Resultados de las fichas de encuesta

	ENTREVISTAS																					
	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	116	117	118	119	120	121	122
1. Área total del terreno																						
a. 15 a 30 m2						X	X	X	X	X	X	X		X				X	X	X	X	X
b. 30 a 45 m2		X	X	X									X		X	X						X
c. más de 45 m2	X				X																	
2. Cantidad de pisos																						
a. 1		X					X			X	X				X							
b. 2			X	X		X		X	X			X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
c. 3	X				X																	
3. Antigüedad de la vivienda																						
a. 1 - 15 años	X			X					X			X			X	X	X					
b. 15 - 45 años			X		X								X									
c. 45 años		X				X	X	X		X	X			X				X	X	X	X	X
4. Asesoramiento técnico																						
a. Sin diseño, ni supervisión técnica		X	X			X	X		X	X	X			X				X	X	X	X	X
b. Con diseño, sin supervisión técnica	X			X	X			X				X	X		X	X	X					
c. Con diseño y supervisión técnica																						
5. Planos de la vivienda																						
a. Si																						
b. No	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6. Sistema estructural																						
a. Albañilería			X	X	X							X	X		X	X	X					
b. Aporticado	X																					
c. Adobe		X				X	X	X	X	X	X			X				X	X	X	X	X
d. Drywall	X		X	X	X	X		X	X			X		X		X		X	X	X	X	X

Nota: Elaboración propia.

3.4. Identificación de riesgos

Riesgo sísmico

Al realizar las encuestas, se puede observar que las viviendas de la quinta "Virgen de Guadalupe" en caso de un sismo podrían colapsar por el predominante deterioro producido por la calidad de los materiales y la antigüedad, la falta de algunos elementos estructurales y otros factores como el tipo de suelos y la topografía en la cual se sustenta las viviendas.

Se ha identificado que algunas viviendas ante el colapso, el área compuesta por las 22 viviendas autoconstruidas de la quinta comprometería las áreas colindantes. Además, el interior de la quinta también se vería afectado, ya que las rutas de evacuación serán bloqueadas por el colapso de las viviendas y se detalla que desde la última de esta a la puerta principal existen 47.86 m. Por lo cual la población residente no tiene oportunidad de salir a tiempo hacia sectores seguros que se deben identificar con anterioridad.

El análisis de riesgo que se ha realizado se basa en la evaluación del probable daño que sufriría una edificación representativa de la quinta evaluada. El método analítico de evaluación se basa en la respuesta estructural de las edificaciones ante las solicitaciones de las fuerzas sísmicas, y los niveles de daño se basan en curvas desarrolladas por tipología estructural. Este método permite una gran exactitud para el cálculo de los diferentes niveles de daño en las viviendas autoconstruidas que se encuentran en la quinta "Virgen de Guadalupe" del distrito de Breña.

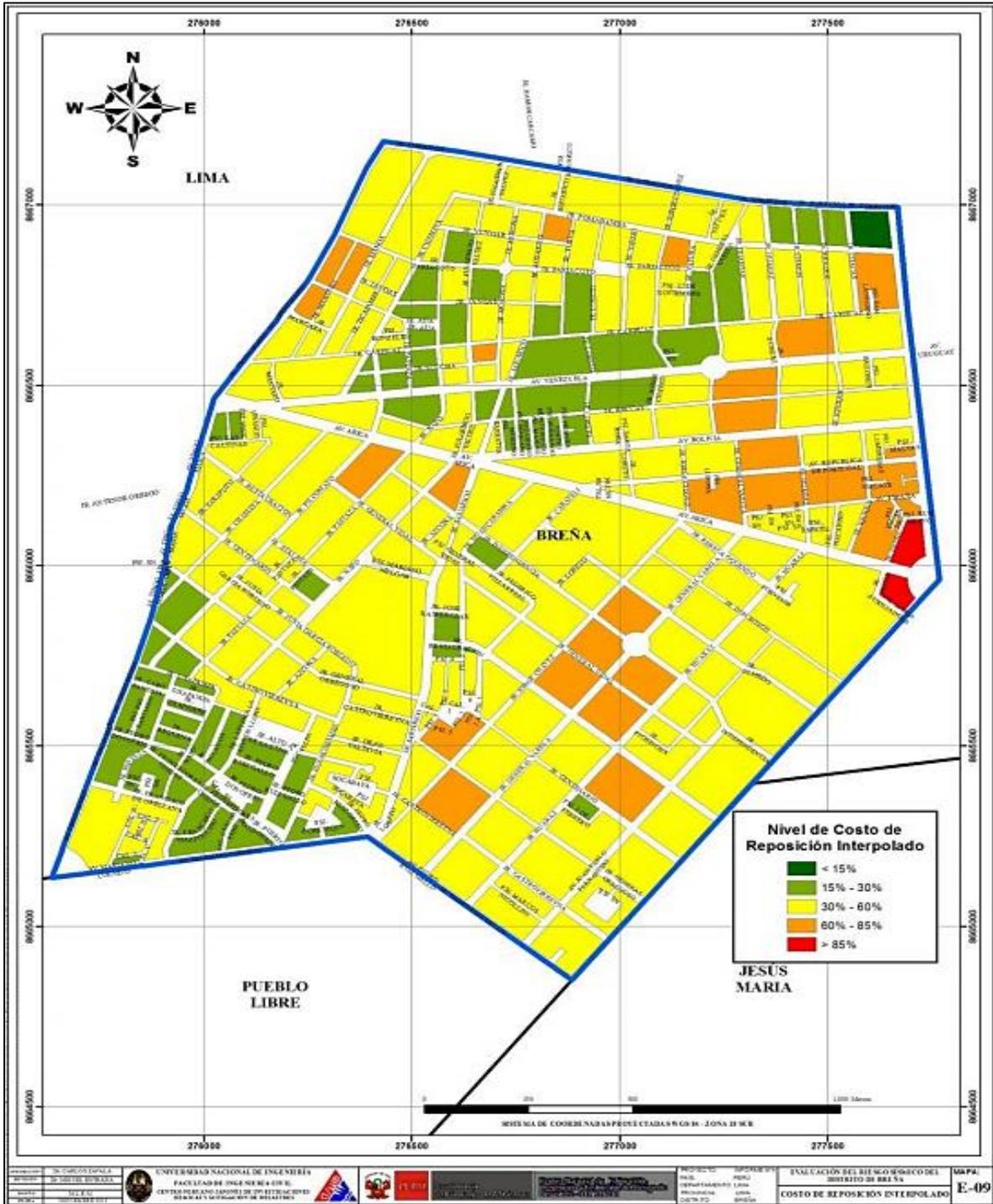


Figura 36. Distrito de Breña: Mapa de riesgo sísmico - costo de reparación
Fuente: CISMID

Riesgo del tsunami

La altura de la ola del tsunami dependerá de la magnitud del evento; un mapa elaborado por el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) reveló los distritos más vulnerables en Lima durante un tsunami; el mismo que podría darse luego de un sismo de magnitud alta (mayor a 7° Richter).

El mapa elaborado (Figura 2) de CISMID muestran que los distritos más afectados estarán en Chorrillos y Callao. Además de las Villas de El Salvador, La Molina y San Juan de Lurigancho, los edificios más dañados se deben a su suelo arenoso y construcción informal. Por ello, se nota que el distrito de Breña estaría lejos de ser afectado por un desastre como este.



Figura 37. Mapa de riesgo tras un tsunami
Fuente: CISMID

3.5. Análisis estructural de vivienda autoconstruida

Cumplimiento del reglamento de edificaciones del Perú

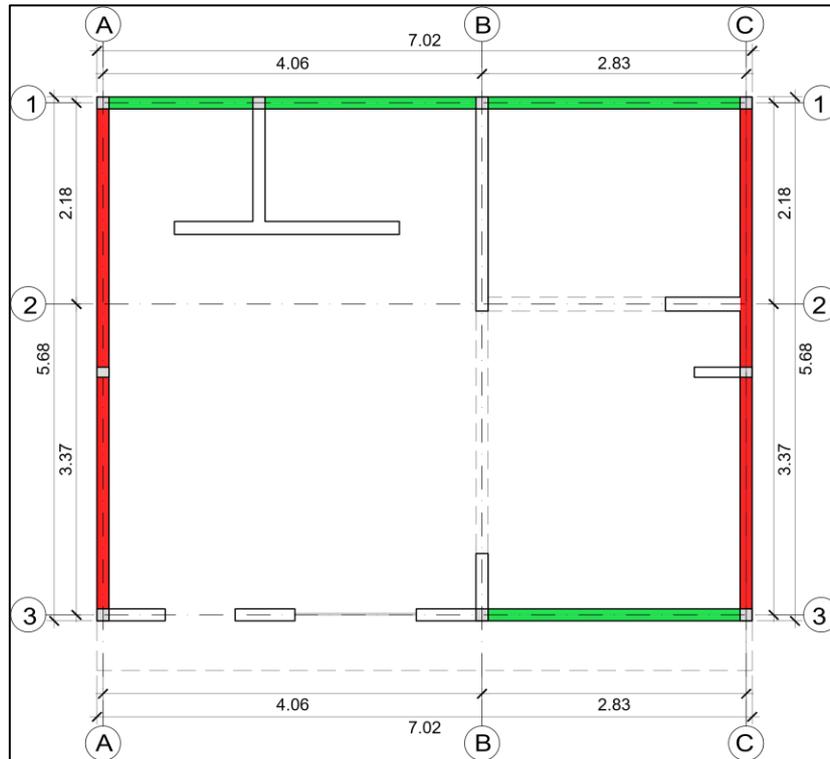


Figura 38. Muros portantes en primera planta
Fuente: Elaboración propia

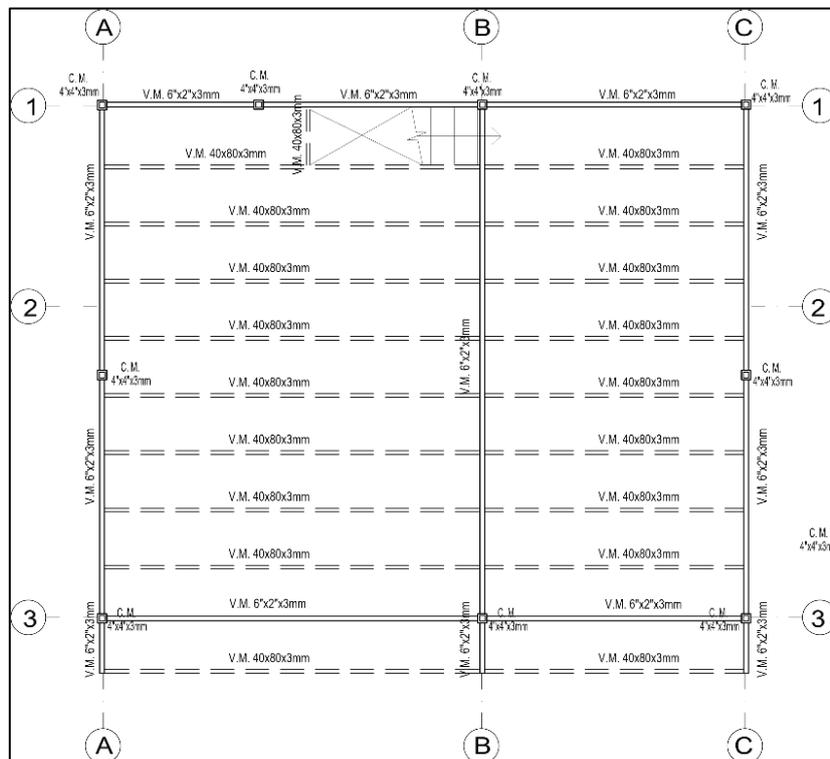


Figura 39. Estructura metálica techo del 2 piso
Fuente: Elaboración propia

Densidad de Muros

Las longitudes y áreas de los muros en la dirección X se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 20.

Muros en la dirección X

Dirección X-X			
Muro	Muro	Muro	Muro
x1	2.7	0.13	0.351
x2	1.54	0.13	0.2002
x3	2.26	0.13	0.2938
x4	2.7	0.13	0.351
		Total	1.196

Nota. Se consideran todos los muros confinados por 2 columnas en la dirección X.

Las longitudes y áreas de los muros en la dirección Y se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 21.

Muros en la dirección Y

Dirección Y-Y			
Muro	L(m)	t(m)	A(m²)
y1	2.51	0.13	0.326
y2	2.80	0.13	0.364
y3	2.51	0.13	0.326
y4	2.80	0.13	0.364
		Total	1.381

Nota. Se consideran todos los muros confinados por 2 columnas en la dirección Y.

Asimismo, el área total de la planta es de 39.87 m². Por lo que relación entre el área de muros en la dirección X con respecto al área total de planta es de 0.030, y con respecto a la dirección Y es de 0.035.

Tabla 22.

Valores correspondientes de acuerdo a la norma E.030

	DESCRIPCION	CRITERIO	VALOR
Z	Zona sismica	zona 4	0.45
U	Uso de la edificacion	vivienda	1.00
S	Tipo de suelo	s2	1.05
N	Numero de pisos		3.00

Nota. Los valores son rescatados de la norma E.030 de sismo resistencia con respecto a nuestro proyecto.

$$\frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56} = 0.0253$$

En ambos casos el valor mínimo es menor que al valor calculado a densidad de muros presentes en la planta.

Levantamiento en Etabs

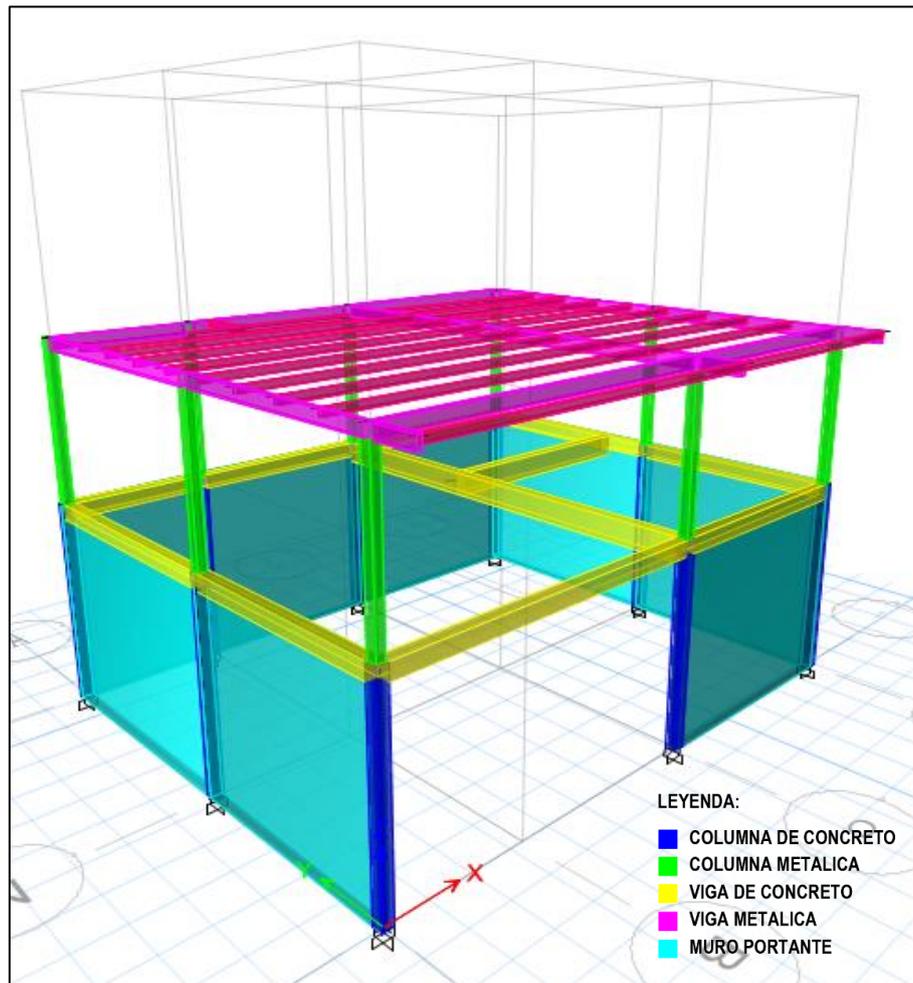


Figura 40. Modelado estructural vivienda 104
Fuente: Elaboración propia

Mediante el levantamiento de la vivienda, por medio de Etabs, nos da como resultado un peso total como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 23.

Peso de la edificación

Fuerzas sobre pisos			
Piso	Caso	Lugar	P (Tn)
Piso 1	100%CM + 25%CV	Inferior	81.55

Nota. Datos calculados en Etabs 2017.

Una vez obtenido el peso total de la edificación, se reemplaza los valores a la fórmula de la fuerza cortante en la base. De acuerdo a la dirección $R_x = 3$ y $R_y = 3$.

$$V_x = \frac{0.45 * 1.00 * 2.5 * 1.05}{3} * 81.55$$

$$V_x = 32.11 \text{ Tn}$$

$$V_y = \frac{0.45 * 1.00 * 2.5 * 1.05}{3} * 81.55$$

$$V_y = 32.11 \text{ Tn}$$

- **Modos de Vibración**

Para nuestro modelo consideramos 6 modos de vibración, esto con el fin de hallar el porcentaje de masa participativa en cada uno de los modos.

Tabla 24.

Modos de Vibración

Caso	Modo	Periodo	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RX	RY	RZ
Modal	1	0.344	0.035	0.091	0.035	0.091	0.699	0.252	0.009
Modal	2	0.342	0.084	0.039	0.119	0.130	0.301	0.608	0.014
Modal	3	0.266	0.019	0.000	0.138	0.130	0.001	0.141	0.085
Modal	4	0.098	0.707	0.005	0.845	0.135	0.000	0.000	0.154
Modal	5	0.084	0.004	0.865	0.848	1.000	0.000	0.000	0.001
Modal	6	0.068	0.152	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.736

Nota. Resultados de Etabs

Asimismo, por medio del programa de Etabs se calcularon las derivas tanto en la dirección del eje Y como en la dirección x, dando como resultados mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 25.

Derivas de acuerdo a la dirección

Derivas							
Story	Load Case	Direction	Drift	Label	X	Y	R*Drift
PISO 2	SX Max	X	0.0121	7.00	4.06	0.00	0.0363
PISO 2	SX Max	Y	0.0049	5.00	0.00	0.00	0.0147
PISO 2	SY Max	X	0.0117	7.00	406.00	0.00	0.0351
PISO 2	SY Max	Y	0.0103	6.00	6.89	0.00	0.0309
PISO 1	SX Max	X	0.0002	7.00	4.06	0.00	0.0006
PISO 1	SX Max	Y	0.0001	8.00	0.00	2.63	0.0002
PISO 1	SY Max	X	0.0002	7.00	406.00	0.00	0.0006
PISO 1	SY Max	Y	0.0001	11.00	6.89	2.63	0.0004

Nota. Resultados de Etabs

De acuerdo con el reglamento, el máximo desplazamiento relativo, no debe excederse la fracción que existe entre la altura del entrepiso, asimismo este señala que para construcciones de albañilería no debe sobrepasar el 0.005, el caso de nuestra investigación se encuentra al límite, esto debido a que el sistema empleado en el primer piso es albañilería y el segundo piso es de acero.

Sin embargo, al comprobar el diseño de la estructura mediante el programa, considerando las secciones y las cuantías que posee la estructura actual, esta se encuentra fallando debido al aumento de carga y porque sobrepasa la resistencia de los materiales.

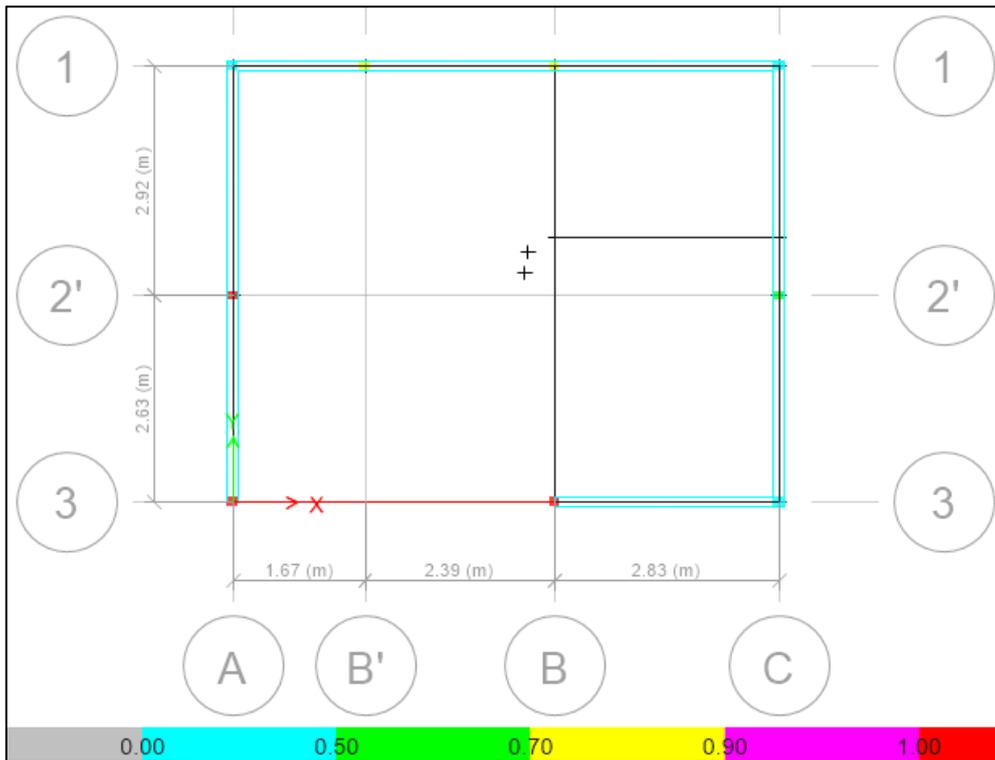


Figura 41. Comprobación de elementos estructurales de concreto armado en etabs
Fuente: Elaboración propia

Existen actualmente 3 columnas que fallan y sobrepasan su capacidad las cuales se ubican en el Eje 2'-A que se encuentra al 108.5%, la columna 3-A a 116.20% y la columna 3-B que trabaja a 104.10% ambas sobrepasan el 100% de su capacidad.

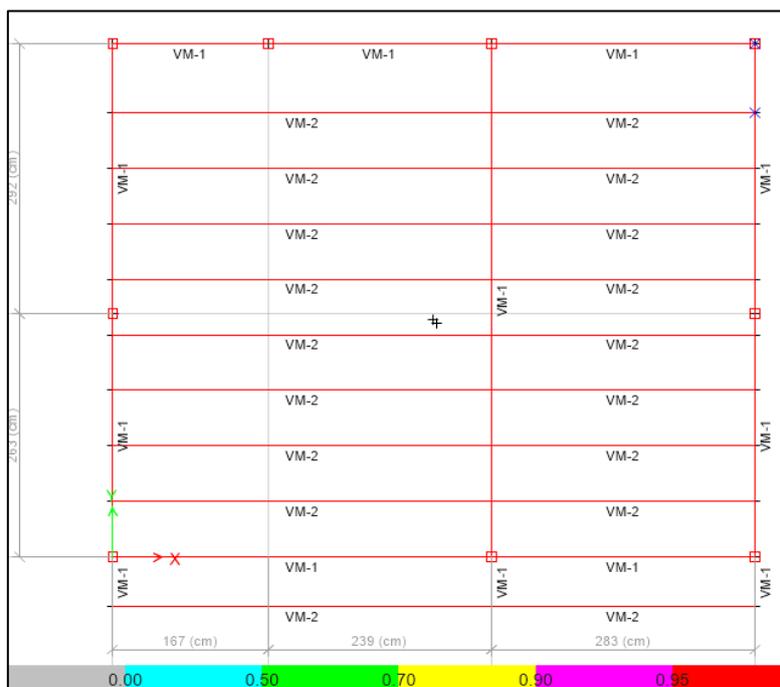


Figura 42. Comprobación de elementos estructurales de acero en etabs
Fuente: Elaboración propia

Si al modelado lo analizamos bajo las mismas condiciones. Sin embargo, modificando la resistencia de los elementos estructurales a 210 kg/cm^2 obtenemos los siguientes resultados.

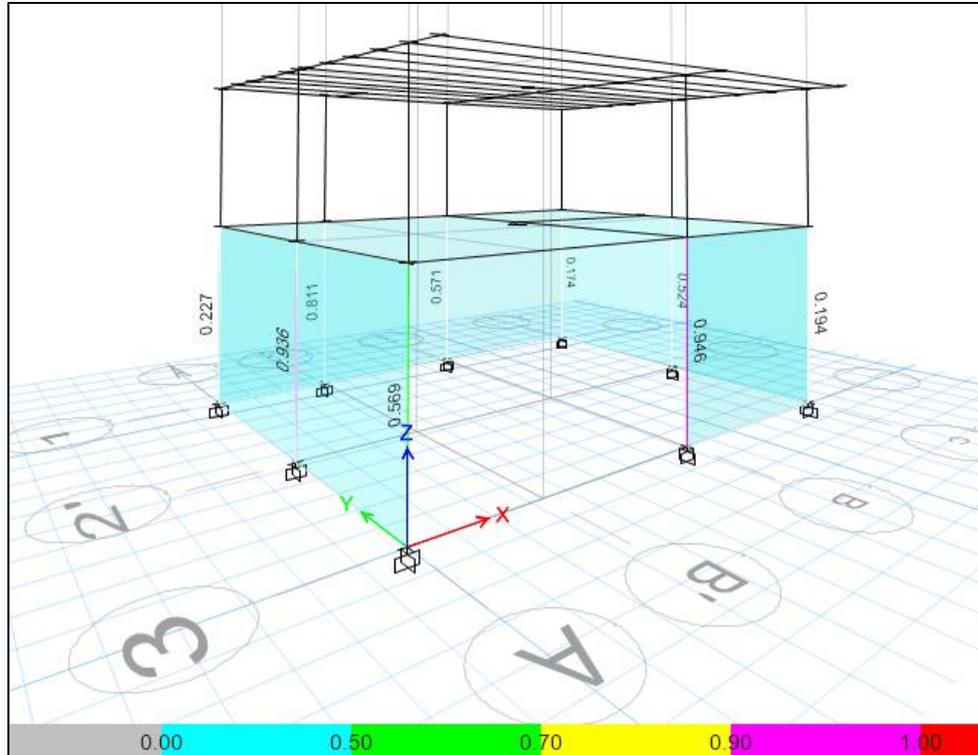


Figura 43. Comprobación de elementos estructurales de concreto armado con resistencia 210 kg/cm^2
Fuente: Elaboración propia

Los elementos más sobre cargados serian la columna 3-B la cual estaría trabajando al 94.6% de su capacidad y la columna 2'-A que estaría al 93.6%, si bien ambas columnas mantienen un nivel alto, estas se encuentran por debajo del 100%.

3.6. Propuestas recomendadas de reforzamiento de estructuras

Encamisado con concreto reforzado

Este método de reforzamiento consiste en envolver el elemento estructural con un diseño convenientemente de concreto armado, esto debido a que se desea reforzar el elemento cuya capacidad existente ha sufrido cambios, este método permite mejorar las capacidades a la resistencia a la compresión, flexión, cortante y torsión del elemento (SIKA Colombia, 2017).

Entre los principales beneficios del empleo de este método se puede destacar la velocidad de ejecución y el costo que tiene, asimismo permite reducir la contaminación ambiental generado por residuos al demoler una estructura. El método es ideal cuando se requiere aumentar la resistencia de los elementos estructurales en construcciones antiguas, o que no cumplen con las normas (SIKA Colombia, 2017).

Algunos puntos a destacar de este método de reforzamiento es el beneficio de la compatibilidad entre el material antiguo y el de refuerzo, inclusive mediante la adición entre el hormigón antiguo y el nuevo, se permite que las cargas se transmitan axialmente y por fricción entre ambos elementos. También se adquiere los beneficios del concreto tales como la resistencia al fuego y aislante térmico (SIKA Colombia, 2017).

Sin embargo, este método aumenta considerablemente la sección de los elementos estructurales, y la aplicación en viviendas pequeñas no son muy factibles, y aunque se cuenten con los materiales a la mano se tiene que esperar el tiempo de fraguado del concreto hasta que alcance su máxima resistencia. Asimismo, se requiere de profesionales estructurales que verifiquen y diseñen el armado estructural adicional (SIKA Colombia, 2017).

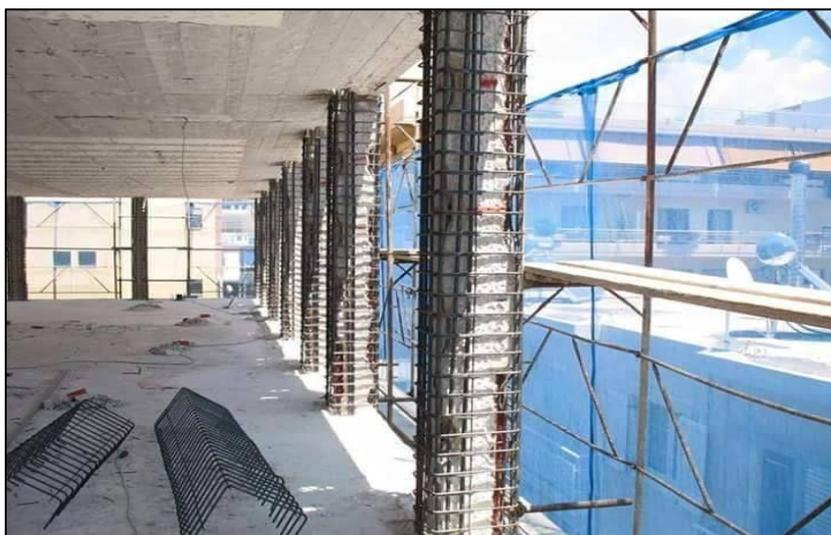


Figura 44. Reforzamiento mediante encasado de concreto reforzado
Fuente: Raigosa Tuk, E. 2010

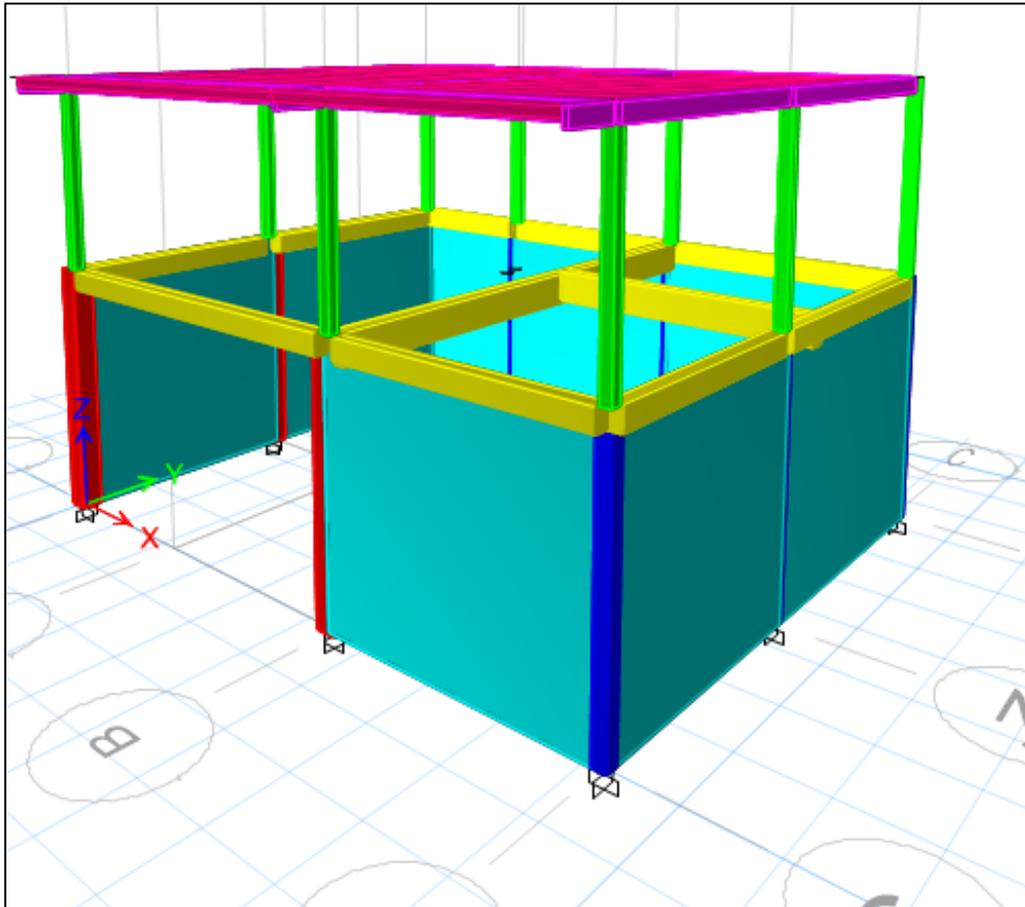


Figura 45. Modelado de estructura con encasado de columnas.

Fuente: Elaboración propia, los elementos en rojo representan las columnas con diseño de encasado

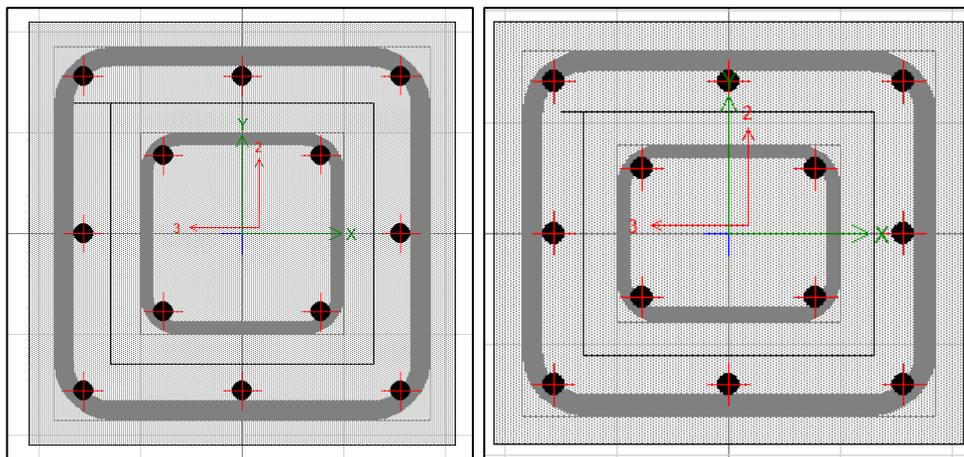


Figura 46. Diseño de encasado de C-1 Y C-2

Fuente: Elaboración propia, a ambas columnas se le diseño un encasado de 2 cm de recubrimiento con concreto de 210 Kg/cm² con una cuantía de 8 barras de acero de Ø 3/8”.

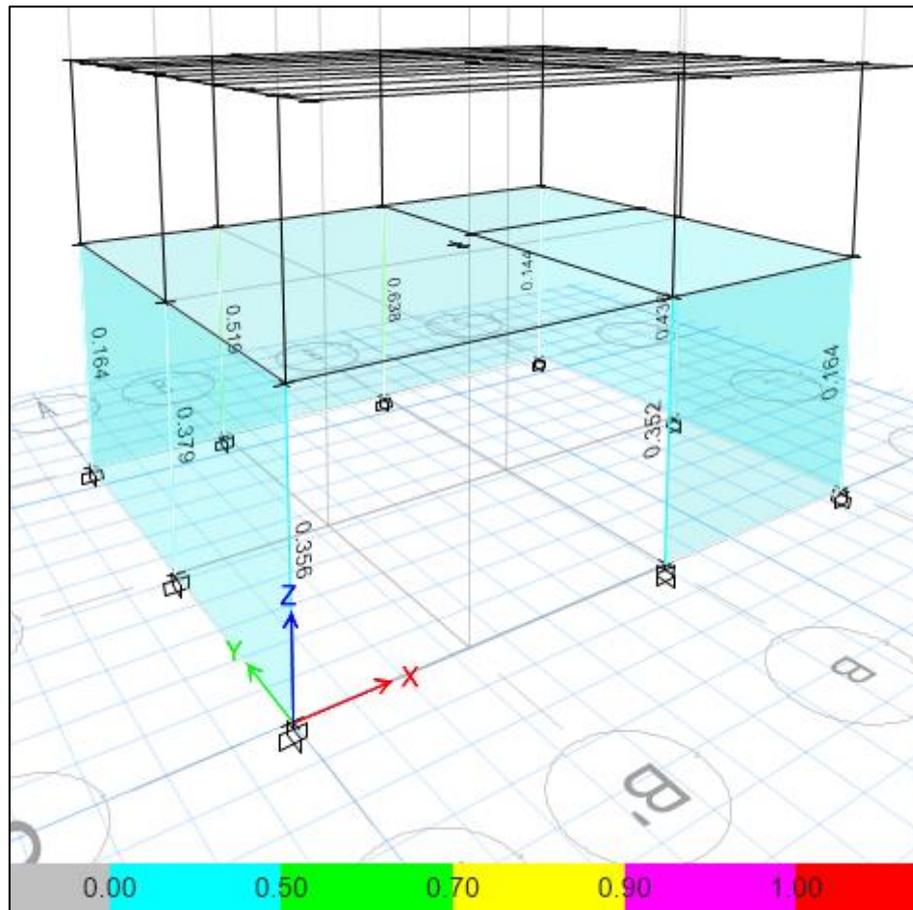


Figura 47. Resultado de prueba de encamisado de columnas.

Fuente: Elaboración propia, los elementos en rojo significa que los elementos están fallando.

La propuesta de encamisado aplicado en el modelo ayuda con respecto al reforzamiento de la estructura permitiendo mejorar a las columnas que fallan, expresado este modelo en la arquitectura no habría muchos cambios ya que el recubrimiento es casi imperceptible, este método permitiría reducir a la columna 3-B a 35.20%, la columna 2'-A hasta un 37.90%, y la columna 3-A a 35.60%.

Adición de muros

Dentro de este método de reforzamiento podemos destacar dos tipos, el principal consta en la adición de muros laterales o alas a columnas ya existentes, como se muestra en la figura 26, este método permite aumentar la resistencia lateral de las columnas.

El diseño del anclaje de refuerzo por medio de muros laterales se debe ejecutar con respecto a la sollicitación de flexión y cortante del nuevo el elemento estructural

compuesto, garantizando que la conexión entre el contrafuerte (muros laterales) y la estructura ya existente pueda transmitir las fuerzas generadas a todo el sistema como si fuera un solo bloque (SIKA Colombia, 2017).

Entre su principal ventaja de este método es que no modifica el interior de la estructura simplemente requiere un espacio libre alrededor de la edificación, y dependiendo de cuán grande sea el esfuerzo a necesitar se plantearía una cimentación profunda para el contrafuerte. Asimismo, método emplean materiales económicos y de fácil acceso, pero al igual que el método anterior este requiere una intervención a espacios de la vivienda (SIKA Colombia, 2017).

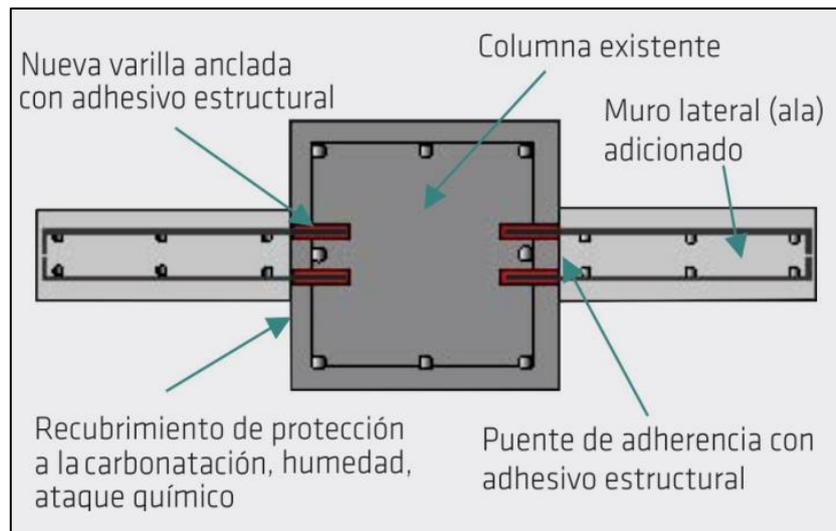


Figura 48. Reforzamiento mediante adición de muros laterales
Fuente: SIKA Colombia

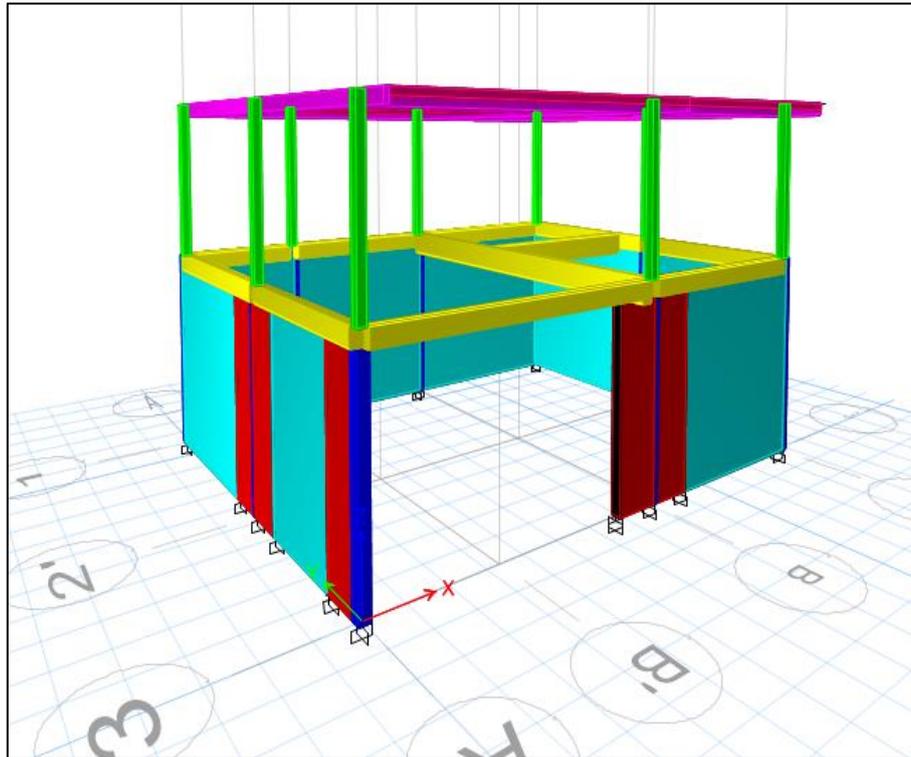


Figura 49. Modelado con el reforzamiento mediante adición de muros laterales
Fuente: Elaboración propia

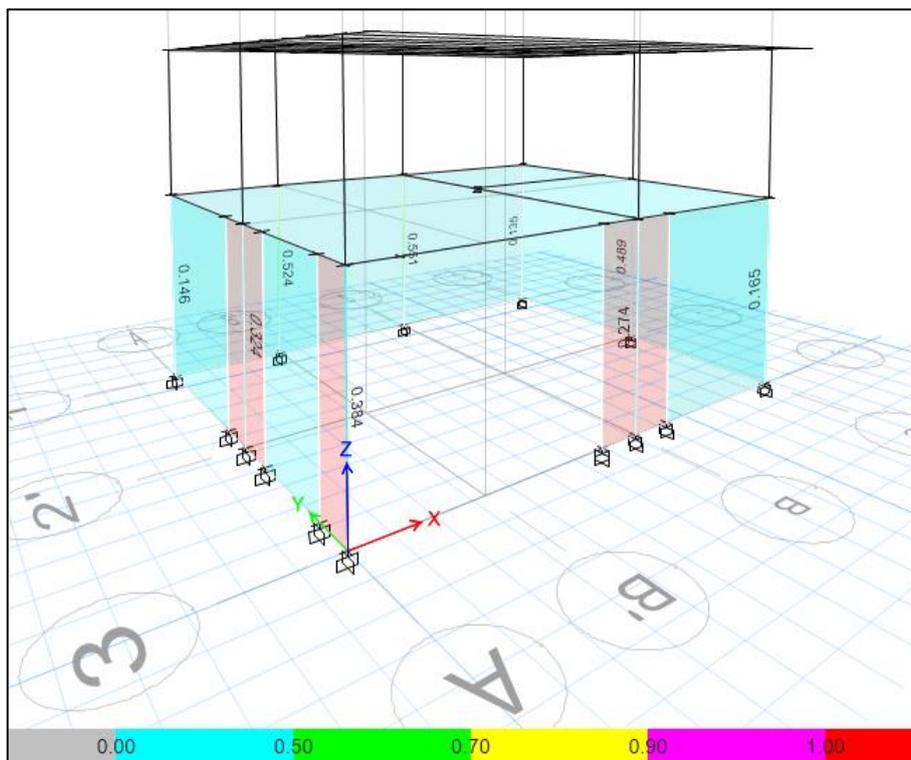


Figura 50. Resultado de prueba de adición de muros laterales
Fuente: Elaboración propia

Mediante esta propuesta se permite reforzar a las columnas que fallan, mediante la adición de muros laterales a 0.60 m a cada lado, mediante este diseño se permite

mantener la misma arquitectura y se logra que todos los elementos de la estructura trabajen correctamente, así mismo el concreto empleado para los muros laterales es de la misma resistencia que el de las columnas a 175 kg/cm^2 , y se diseña con una malla de una capa con acero de $3/8''$ cada 0.20 m.

Reforzamiento con polímeros

El método de reforzamiento con polímeros podemos hablar de varios tales como las fibras y el empleo de resinas, en este caso hablaremos sobre el método de reforzamiento mediante enchaquetado o envoltura con materiales compuestos FRP, ese tipo de reforzamiento permite combinar una envoltura de plástico reforzado con fibras de carbono con polímeros aglutinantes como el epóxica, poliéster, etc. (figura 27) permitiendo lograr un material ligero, pero bastante fuerte.



Figura 51. Refuerzo de estructuras con envolturas de FRP
Fuente: Asociación DIR

Los compuestos FRP, permite que cualquier elemento estructural de concreto armado o mampostería puede ser reforzado, rehabilitado, reparado o mejorado. Estas pueden ser usadas en estructuras expuestas ante condiciones críticas, entre sus principales ventajas de este método de reforzamiento se puede destacar la poca intervención en el espacio de la vivienda, asimismo la practicidad y el tiempo que demora la aplicación (SIKA Colombia, 2017).

Ese sistema sirve para reforzar estructuras en las cuales se ha aumentado la capacidad de carga, sean han dañado elementos estructurales por deterioro, corrosión, impactos, incendios o terremotos, el mejoramiento de la capacidad de servicio, modificaciones al sistema estructural o la actualización arreglamientos y normas vigentes (SIKA Colombia, 2017).

Una de las aplicaciones más presentes, consiste en aumentar la resistencia a la flexión y mejorar el confinamiento a las columnas, un punto a tener en cuenta es que este método posee un sistema de bajo costo comparado con técnicas que involucre agrandar la sección de la columna o adicionar otros elementos estructurales, que perjudiquen al espacio y arquitectura, con este método se logra aumentar la resistencia sin modificar considerablemente la apariencia (SIKA Colombia, 2017).

Finalmente se comprueba la aplicación del recubrimiento del concreto polimérico en el modelado de la estructura, donde se agrega el nuevo material respetando sus propiedades y manteniendo la resistencia obtenida en la mezcla del concreto 20% resina y 80% agregados, obteniendo los siguientes resultados.

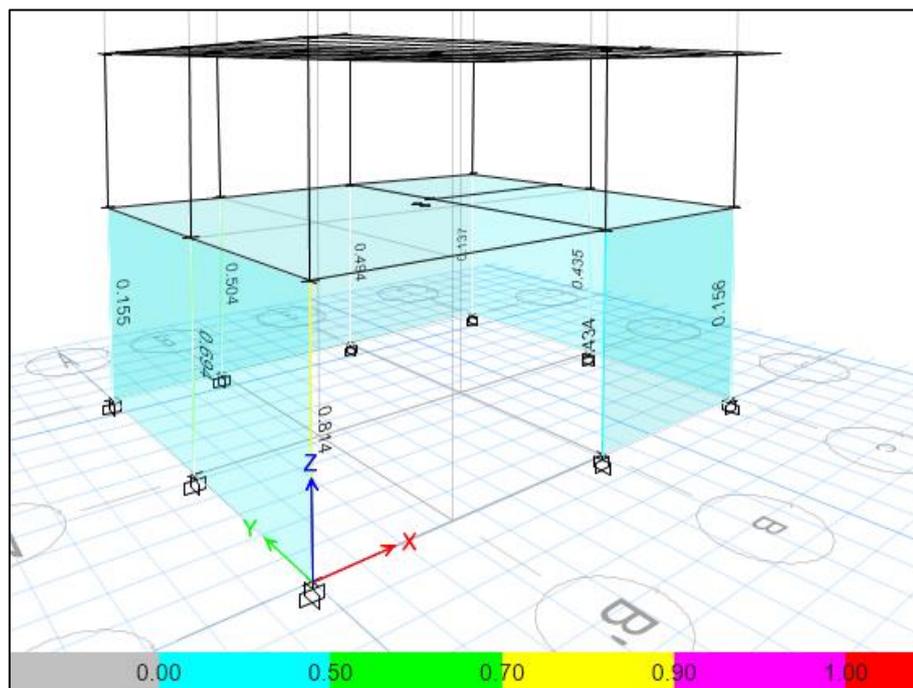


Figura 52. Resultado mediante la aplicación del recubrimiento
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la imagen anterior se logra reducir la capacidad de las columnas sobreesforzadas, las cuales estaban trabajando a más del 100%, permitiendo que la columna 3-B la cual estaba trabajando al 104.10% de su capacidad reducirlo hasta un 43.40%, la columna 2'-A hasta un 69.40%, y la columna 3-A a 81.40% siendo esta última la más sobrecargada.

3.7. Proceso constructivo con concreto polimérico

Trabajos preliminares

Dentro de los trabajos preliminares se encuentra la liberación y limpieza del espacio donde se aplicará el de forzamiento de concreto polimérico, posteriormente una vez libre el espacio se comenzará a remover el acabado que presenta la columna, tales como pintura y tarrajeo, eso con el fin de mejorar la adherencia entre el concreto polimérico y el concreto de la columna ya existente.

Proceso de preparación de mezcla y aplicación

En proceso de instalación el primer paso es colocar en la superficie del concreto una capa de imprimante epóxido mediante un rodillo especial. se impregnan te se caracteriza por tener una baja viscosidad lo cual permite una mejor penetración en el concreto y además de conseguir una mejor adherencia.

Una vez terminada la superficie adherencia, se procede a aplicar lo que se concretó polimérico como si se estuviera aplicando un tarrajeo a la columna el cual permita aumentar una mínima sección a la columna sin embargo también le permita aumentar su resistencia.

Algo que caracteriza al concreto polimérico es su tiempo de fraguado que es considerablemente menor al tiempo de fraguado del concreto simple, por lo que el preparado de la mezcla del concreto polimérico se realizará completamente sin incluir el

catalizador o endurecedor de la resina. La mezcla de concreto polimérico se preparará con un porcentaje de 20% resina y 80% áridos, permitiendo lograr una alta resistencia y mayor trabajabilidad.

Proceso de endurecimiento y acabado

El tiempo de fraguado del concreto polimérico para que llegue a su máxima resistencia es de 24 horas, por lo que pasado ese tiempo se procede a desencofrar o retirar los moldes de madera. Adicionalmente el concreto polimérico no requiere de curado.

Una vez retirado el encofrado se procede a realizar el acabado final de la columna, que deberá realizarse aplicando una macilla o pasta de yeso.

Finalmente se termina por el lijando y pintando la superficie de acuerdo a lo que el cliente desee.

3.8. Análisis de sustentabilidad económico

Análisis socio-económico

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática, con el censo de la población y vivienda del 2017 se determinó que en el distrito de breña el mayor porcentaje de hogares pertenecía a un estrato de medio alto y medio, por lo que los ingresos de las personas que vivían en el distrito de Breña rondaban entre los 1000 a 2400 soles, el cual representa a la clase socioeconómica B.

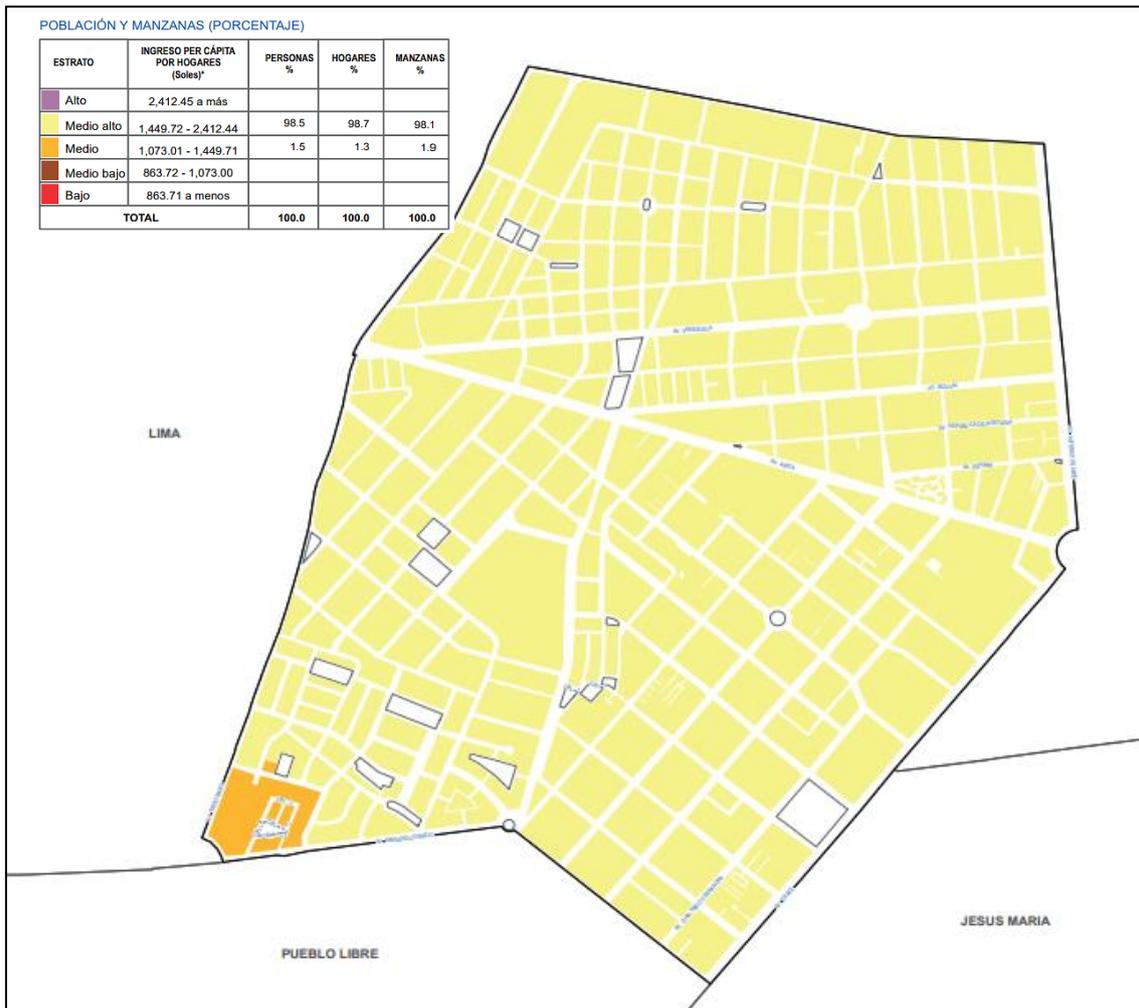


Figura 53. Plano estratigráfico de Breña por ingreso per cápita del hogar.
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020

Asimismo, en la última publicación de niveles socioeconómicos en el Perú del 2020 brindado por la Asociación Peruana de Empresas de Inteligencia de Mercados (APEIM) junto con los datos de la Encuesta Nacional sobre Condiciones de Vida y Pobreza del 2019 (ENAHO), brindados por la INEI, se destaca que en el distrito de Breña perteneciente a la zona 4 el mayor porcentaje de la población que vive en esa zona es de clase B con un error del 1.6%, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 26.

Distribución de clases socioeconómicas por zonas en Lima Metropolitana

Zona	NSE A	NSE B	NSE C	NSE D	NSE E
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Zona 1 (Puente Piedra, Comas, Carabaylo)	1.3%	6.9%	10.4%	14.2%	16.0%
Zona 2 (Independencia, Los Olivos, San Martín de Porras)	1.6%	11.3%	9.3%	9.5%	6.1%
Zona 3 (San Juan de Lurigancho)	0.9%	7.0%	12.2%	11.4%	14.6%
Zona 4 (Cercado, Rímac, Breña, La Victoria)	6.1%	17.1%	14.3%	12.1%	12.5%
Zona 5 (Ate, Chaclacayo, Lurigancho, Santa Anita, San Luis, El Agustino)	1.8%	8.7%	12.2%	16.5%	13.9%
Zona 6 (Jesús María, Lince, Pueblo Libre, Magdalena, San Miguel)	23.0%	11.0%	3.5%	0.9%	0.5%
Zona 7 (Miraflores, San Isidro, San Borja, Surco, La Molina)	53.2%	12.9%	2.1%	1.6%	0.4%
Zona 8 (Surquillo, Barranco, Chorrillos, San Juan de Miraflores)	7.4%	8.0%	10.1%	8.0%	7.0%
Zona 9 (Villa El Salvador, Villa María del Triunfo, Lurín, Pachacamac)	1.7%	7.4%	13.6%	13.3%	14.8%
Zona 10 (Callao, Bellavista, La Perla, La Punta, Carmen de la Legua, Ventanilla, Mi)	2.1%	9.1%	10.8%	10.9%	10.5%
Otros	0.9%	0.5%	1.6%	1.6%	3.9%
Muestra	711	3918	6641	3197	692
Error	3.7%	1.6%	1.2%	1.7%	3.7%

Nota: APEIM 2020, datos de ENAHO 2019

Fuente: ENAHO

Con respecto a los resultados de las encuestas en la quinta, las cantidades se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla 27.

Resultados del análisis económico de la quinta.

Vivienda	¿Qué clase social se considera?	Ingresos mensuales	Gastos mensuales
100	Clase B	1000 a 2000 soles	500 a 1000 soles
101	Clase B	500 a 1000 soles	Menos de 300
102	Clase B	1000 a 2000 soles	500 a 1000 soles
103	Clase B	500 a 1000 soles	500 a 1000 soles
104	Clase B	1000 a 2000 soles	500 a 1000 soles
105	Clase B	500 a 1000 soles	300 a 500 soles
106	Clase B	Menos de 500 soles	Menos de 300
107	Clase B	500 a 1000 soles	Menos de 300
108	Clase B	Menos de 500 soles	Menos de 300
109	Inhabitado	Inhabitado	Inhabitado
110	Inhabitado	Inhabitado	Inhabitado
111	Clase B	2000 a 3000 soles	500 a 1000 soles
112	Clase B	1000 a 2000 soles	300 a 500 soles
113	Clase B	500 a 1000 soles	Menos de 300
114	Clase B	Menos de 500 soles	Menos de 300
116	Clase B	1000 a 2000 soles	300 a 500 soles
117	Clase B	2000 a 3000 soles	500 a 1000 soles
118	Clase B	500 a 1000 soles	300 a 500 soles
119	Clase B	500 a 1000 soles	300 a 500 soles
120	Clase B	500 a 1000 soles	Menos de 300
121	Clase B	1000 a 2000 soles	300 a 500 soles
122	Clase B	1000 a 2000 soles	300 a 500 soles

Nota: Elaboración propia, resultados de encuestas.

Se puede observar que las 20 casas habitables se consideran como una clase socio-económica tipo B siendo el 91% de todas las viviendas en la quinta, además se cuentan con 2 casas sin residentes que representa el 9% de los hogares.

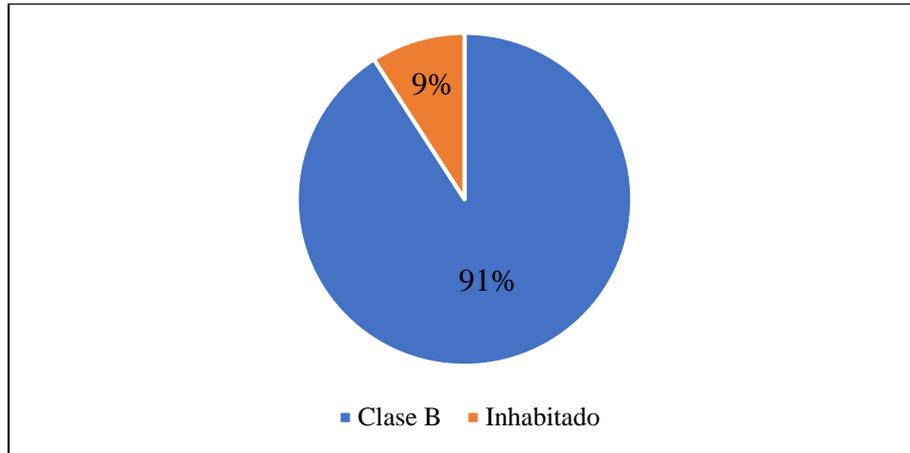


Figura 54. Porcentaje de clase socio-económica en la que se considera.
Fuente: Elaboración propia

Asimismo, el 14% de las viviendas representa las familias que reciben ingresos menores de 500 soles mensuales con un total de 3 casas y el mayor porcentaje se llevan las familias con ingresos entre 500 a 1000 soles con un 36% con 7 viviendas, los hogares con ingreso entre 1000 a 2000 soles son 6 el cual representa un 32%, y se cuentan con 2 viviendas que ganan mensualmente entre 2000 a 3000 soles siendo 9%.

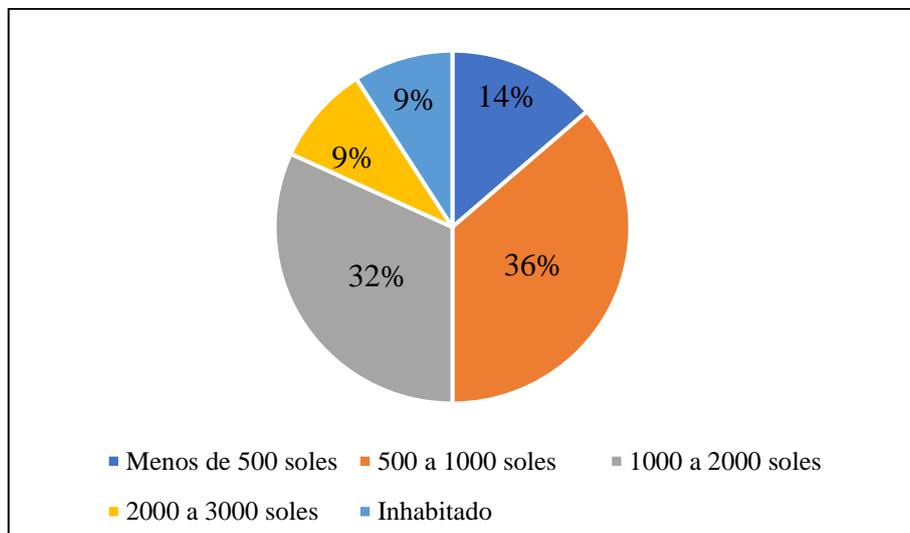


Figura 55. Porcentaje de viviendas por ingresos mensuales.
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, las familias que gastan mensualmente menos de 300 soles representan el 32% con un total de 7 viviendas, con igual porcentaje se encuentran las viviendas con gastos entre 300 a 500 soles, y por último solo 6 hogares gastan aproximadamente entre 500 a 1000 soles el cual representa el 27%.

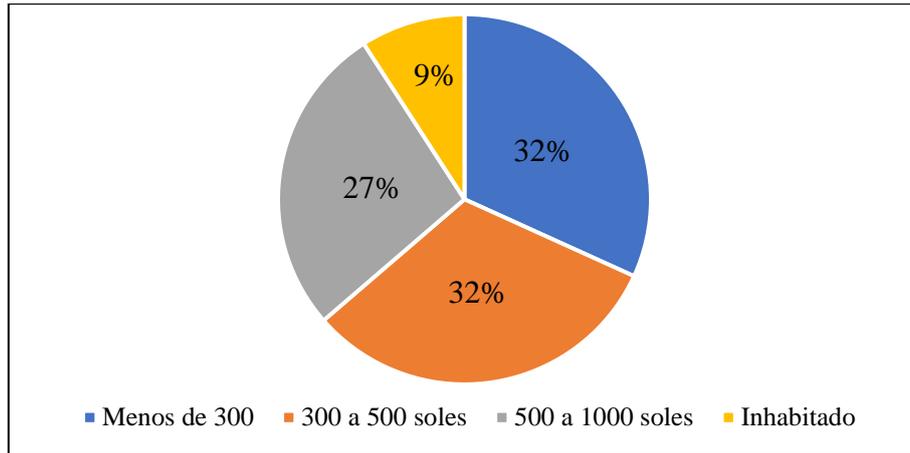


Figura 56. Porcentajes de viviendas por gastos mensuales.
Fuente: Elaboración propia

Análisis del costo directo del proceso constructivo

Para el análisis de los precios sanitarios se consideraron principalmente 4 actividades, las cuales corresponden el proceso constructivo del concreto polimérico aplicado en columnas de viviendas autoconstruidas. Los precios tomados para los costos directos de la mano de obra fueron recogidos de la última publicación de CAPECO sobre las remuneraciones en construcción civil para el periodo 2021-2022.

Asimismo, hay que señalar que los precios unitarios de los materiales y herramientas se descartaron del último boletín mensual sobre los indicadores de precios de la economía en Lima Metropolitana publicado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el mes de abril del año 2021.

En primera instancia se poseen los trabajos preliminares que comprenden el retiro de los acabados en la columna y la limpieza del área de trabajo, dando como resultado un costo unitario directo total de 9.25 soles por m². Los detalles se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 28.

Precio unitario de los trabajos preliminares.

Partida		1.00		Trabajos preliminares		
Jornada	8.0000	horas/DIA	EQ.	10.0000	Costo unitario directo por : m2	9.25
Rendimiento	10.0000	m²/DIA				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
100002	Operario	hh	0.1000	0.0800	24.13	1.93
100003	Peón	hh	0.5000	0.4000	17.20	6.88
						8.81
Equipos						
300001	Herramientas manuales	%MO		5.0000	8.81	0.44
						0.44

Nota: Elaboración propia.

La segunda partida es con respecto al encofrado y desencofrado del revestimiento mediante planchas de madera, teniendo un costo de 12.00 soles por m², como indica los precios unitarios presentado en la siguiente tabla.

Tabla 29.

Precio unitario de encofrado y desencofrado

Partida		2.00		Reforzamiento con concreto polimérico		
Jornada	8.000	horas/DIA	EQ.	16.0000	Costo unitario directo por : m2	12.00
Rendimiento	16.000	m2/DIA				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
100001	Oficial	hh	0.0500	0.0250	19.04	0.48
100002	Operario	hh	0.0200	0.0100	24.13	0.24
100003	Peón	hh	1.0000	0.5000	17.20	8.60
						9.32
Materiales						
200001	Madera tornillo	P ²		0.1250	7.40	0.93
200002	Clavos de 3"	kg		0.1000	5.54	0.55
200003	Alambre	kg		0.1500	4.95	0.74
						2.22
Equipos						
300001	Herramientas manuales	%MO		5.0000	9.32	0.47
						0.47

Nota: Elaboración propia.

El siguiente punto corresponde al recubrimiento de concreto polimérico que cubre toda la superficie de la columna, los porcentajes de mezcla a utilizar son de 20% resina y 80% agregado pétreo, esto con el fin de tener una mezcla trabajable y de gran resistencia. El precio por m² es de 125.74 soles, los precios directos se muestran en la siguiente tabla. Tabla 30.

Precio unitario de aplicación de concreto polimérico.

Partida 2.00 Aplicación de recubrimiento e=2.5cm de concreto polimérico						
Jornada	8.000	horas/DIA		EQ. 1.2000	Costo unitario directo por : m2	125.74
Rendimiento	1.200	m2/DIA				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
100001	Oficial	hh	0.0200	0.1333	19.04	2.54
100002	Operario	hh	0.0400	0.2667	24.13	6.43
100003	Peón	hh	0.0500	0.3333	17.20	5.73
						14.71
Materiales						
200004	Agua	m ³		0.0500	3.44	0.17
200006	Resina poliéster 10kg	und		0.5500	198.45	109.15
200007	Peróxido de metiletilcetona	lt		0.0044	10.45	0.05
200008	Arena gruesa (1600 kg/m3)	m ³		0.0200	55.04	1.10
						110.47
Equipos						
300001	Herramientas manuales	%MO		3.0000	14.71	0.44
300002	Vibradora de concreto	hm		0.8000	12.50	0.13
						0.57

Nota: Elaboración propia.

Finalmente, la última partida corresponde al acabado final, el cual consta del tarrajeo de la superficie de la columna con yeso y el pintado, con un costo total de 15.31 soles por m², como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 31.

Precio unitario de tarrajeo y pintado de columnas

Partida	3.00		Tarrajeo de columnas con yeso			
Jornada	8.000	horas/DIA		EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2	15.31
Rendimiento	30.000	m2/DIA				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra					
100001	Oficial	hh	0.2000	0.0533	19.04	1.02
100003	Peón	1.0000	0.2667	17.20	4.59	4.47
						5.60
	Materiales					
200002	Clavos de 3"	kg		0.0200	5.54	0.11
200004	Agua	m ³		0.0500	3.44	0.17
200008	Yeso Bolsa de 5 kg	und		0.4500	9.04	4.07
200009	Regla de madera	p ²		0.0250	7.40	0.19
200010	Pintura látex	gal		0.1000	50.00	5.00
						9.54
	Equipos					
300001	Herramientas manuales	%MO		3.0000	5.60	0.17
						0.17

Nota: Elaboración propia.

Análisis de precio unitario

Para conocer cuánto será el gasto total el cual involucraría la aplicación del proceso constructivo de concreto polimérico aplicado a una columna de una vivienda autoconstruida, se tomará como muestra a una columna de 13 x 13 cm de la vivienda. Con una altura de piso techo de 2.5 metros el cual se le aplicará un revestimiento de capa fina de concreto polimérico.

Los metrados correspondientes serían de 2.5 metros cuadrados de superficie de columna y una superficie de 1.3 metros cuadrados de reforzamiento con concreto polimérico. El análisis del costo total se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 32.

Precio unitario de proceso constructivo de concreto polimérico.

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio S/	Total	%
00001	Trabajos Preliminares	m ²	1.30	9.25	12.03	5.70%
00002	Encofrado y desencofrado	m ²	1.30	12.00	15.61	7.40%
00003	Aplicación de recubrimiento e=2.5cm de concreto polimérico	m ²	1.30	125.74	163.46	77.47%
00004	Tarrajeo de columnas con yeso	m ²	1.30	15.31	19.90	9.43%
				Costo directo	210.99	
				Gastos generales (10%)	21.10	
				Utilidad (5%)	10.55	
				Subtotal	242.64	
				IGV (18%)	43.68	
				Precio Unitario	286.31	

Nota: Elaboración propia.

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

4.1. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- En la presente investigación, al plantear la propuesta de concreto polimérico damos opción con influencia y datos positivos para mejorar la calidad de las viviendas autoconstruidas.
- Se observa que, de las 22 viviendas encuestadas, el 100% de estas no tuvieron asesoría técnica y no cuentan con planos, solo el 41% contaba con un diseño, es decir fueron productos de la autoconstrucción. Además, las familias comentaron que no tuvieron presente ninguno de estos puntos ya que quisieron ahorrar en costos.
- El sistema estructural que predomina es el de adobe/drywall con 41%, el adobe y albañilería/drywall ambos con 18%. Además, el uso de materiales deficientes que obtuvieron de la zona no cumple con los parámetros necesarios. De esta manera, las familias de la quinta están poniendo en riesgo su inversión al tener viviendas potencialmente vulnerables.
- Se concluye que mientras más resina posee la mezcla esta tendrá una mejor resistencia y su endurecimiento será en menor tiempo. Caso contrario, mientras menos sea la cantidad de resina esta poseerá una resistencia baja y es posible que no logre endurecer en su totalidad.
- Se recalca que para la preparación del concreto polimérico se requiere emplear agregados estandarizados y de calidad brindados por un proveedor seguro, debido a que son de gran importancia en su preparación y resultado final.
- Se concluye que la dosificación de 20% resina y 80% agregados es la idónea para el reforzamiento de estructuras, el cual fue analizado en el revestimiento

de probetas tipo II permitiendo lograr una mejora en promedio a la resistencia a la compresión de mínimo del 45.47%.

- El reforzamiento por encamisado, la adición de muros laterales y el reforzamiento por fibra de carbono, todas cumplen con su rol de reforzar la estructura existente, sin embargo, viendo las ventajas y desventajas el método de encamisado y la adición de muros laterales significarían un reforzamiento demasiado invasivo solo para reforzar 3 columnas.
- Es viable la propuesta de proceso constructivo que involucra el uso de concreto polimérico para el reforzamiento de estructuras; se planteó todos los pasos desde la etapa de preparación, aplicación y acabado final en base a los procesos usados para otros tipos de reforzamiento siguiendo el mismo procedimiento de ejecución y aplicación.
- Bien es cierto que para elaborar el concreto polimérico se necesita resina más el agregado, no obstante, es importante que el proceso constructivo se realice por un profesional especializado.
- Se corroboró que de todos modos respecto a la calidad y los beneficios que ofrece el reforzamiento por concreto polímero, brinda mayor seguridad a los residentes de las viviendas, asimismo este solo es accesible a las familias de NSE A y B, y los de NSE C les resulta complicado acceder a ello.

Recomendaciones

- Si se desea desarrollar una investigación sobre un material relativamente nuevo es importante conocer las características de ello, y que en el mejor de los casos se pueda experimentar con este, lo mismo sucede con los métodos de reforzamiento es fundamental conocerlos y analizarlos.

- Asimismo, se recomienda investigar trabajos en otros idiomas, más si se trata de nuevos materiales y que no están muy implicados en la industria, normalmente el inglés es el idioma en la que la mayoría de los trabajos de investigación están elaborados, se puede recolectar información necesaria de esos trabajos.
- Si se desea desarrollar una investigación en un lugar específico es necesario contar con el permiso del dueño o empresa, con el fin de realizar el análisis y estudio con acceso libre y seguro, en el cual se puedan evitar inconvenientes y demoras.
- Para la elaboración de concreto polimérico no se recomienda su preparación por personal no especializado, esto debido a que dentro de su composición la resina es relativamente tóxica y debe ser manejada cuidadosamente con elementos de seguridad una vez iniciado su proceso químico de endurecimiento cuando se le agrega su catalizador.
- El concreto polimérico debe ser trabajado en un tiempo corto ya que la reacción química es inmediata y se solidifica en aproximadamente 2 horas, este puede ser desencofrado después de 8 horas y alcanza su máxima resistencia a las 24 horas.
- Es importante conocer cuáles son los enemigos de nuestros materiales, en el caso del concreto polimérico, exactamente la resina es el agua, la cual no permite completar la reacción química de catalizador, afectando considerablemente el endurecimiento y por ende la resistencia.
- Notamos que el agregado fino presenta humedad, esto no permitió completar el revestimiento del concreto polimérico en las probetas tipo III dado que, al momento de desencofrar, parte de ella se desprende fácilmente; asimismo al

momento de analizarlas se vio afectada la resistencia de las probetas, en vez de notar mejora terminó reduciendo considerablemente su resistencia.

- También es indispensable conocer al público a la cual se dirige la investigación, te permite tener una idea más clara y el fin del trabajo, en el caso de nosotros es importante compartir los resultados finales con las personas que trabajamos con la finalidad de conocer sus opiniones y factibilidad de nuestro proyecto.
- Por último, es ideal tomar todas las críticas necesarias con el fin de permitir que nuestro trabajo sea lo más entendible para todo el público que logre revisarlo, se recomienda poner definiciones, fuentes y opiniones sobre los diferentes temas tocados.

4.2. Discusión y limitaciones

Discusión

- La calidad que se muestra en las columnas de viviendas autoconstruidas ya sea técnica o funcional dentro del rubro de la construcción es una pieza fundamental para el futuro comportamiento y seguridad que genere con sus propietarios. Dentro de los resultados obtenidos se resalta que, gracias a la aplicación del concreto polimérico en las columnas autoconstruidas mejora la resistencia y tiempo de vida de estas.
- Con respecto a nuestras investigaciones de acuerdo con los antecedentes similares se puede destacar a la industria del concreto polimérico con respecto al reforzamiento de estructuras, si bien su aplicación nunca ha sido de la manera presentada en este trabajo nos damos cuenta de que los resultados son de igual de factibles a los encontrados en otras investigaciones.
- Gracias a la investigación *“Reforzamiento de estructuras de concreto con el uso de polímeros reforzados con fibras (FRP). Caso de un estudio:*

reforzamiento de edificio de concreto de dos niveles” nos permitió conocer el nuevo material y el método de reforzamiento por polímeros, para la elaboración de una propuesta de reforzamiento que involucre la utilización de concreto polimérico, permitiendo a destacar todos los beneficios que éste posee, y que además podamos solucionar una de las más grandes dificultades que nos encontramos actualmente la industria de la construcción informal.

- Con respecto al trabajo *“Comportamiento estructural de una vivienda con placas de concreto polimérico y otra de albañilería confinada, Villa El Salvador - 2019”* coincidimos en los mismos resultados, consideramos que el concreto polimérico presenta un comportamiento estructural mejor que elementos de otros materiales, permitiendo así poder aplicarlos para reforzamiento en estructuras e incluso poder reemplazar el concreto tradicional.
- Finalmente ese trabajo ha podido evidenciar la poca información que se posee sobre este sector con respecto al material de concreto polimérico, permitiendo que se pueda aplicar y probar, e incluso medir para poder calcular los porcentajes de mejoras y de resistencia una vez aplicados, asimismo coincidimos con la investigación *“Desarrollar un concreto de origen polimérico adaptado a la industria de la construcción nacional”* en la que el concreto polimérico puede ser introducido a nuestra industria por su infinidad de beneficios y en la búsqueda de nuevos materiales para el sector de la construcción.

Limitaciones

- En cuanto a las limitaciones, una de las dificultades que se ha tenido en el proceso de investigación fue el completar las encuestas y llegar al número que

pedía la muestra de las viviendas autoconstruidas de la quinta "Virgen de Guadalupe". Esto se debió a la coyuntura actual por la que afrontamos, la cual impedía que se realicen encuestas de

- El tiempo fue la mayor limitante para la elaboración de esta investigación, debido a esto las probetas de concreto se redujo a solo los resultados de 12 de ellas, porque la incorrecta aplicación del concreto polimérico terminando, brindando resultados dispares a los mostrados por lo que se decidió descartarlos.
- Se encontró limitaciones con la búsqueda investigaciones similares a la de nosotros que involucrara el concreto polimérico como un método de reforzamiento, la aplicación principal del concreto polimérico en la actualidad es en el ámbito de prefabricado.
- Encontrar una dosificación que no involucre emplear gran cantidad de resina para obtener una alta resistencia fue complicado y se comparó con otras investigaciones hallando discrepancias, pero nos permitió encontrar y recomendar la dosificación mostrada en la investigación.
- En el Perú el principal material que es la resina para el concreto polimérico, no es muy reconocido en el mercado actual, por lo que en la búsqueda de distribuidores y precios puede variar de acuerdo al lugar donde se encuentre, los precios mencionados son de la fecha del mes de marzo 2021.
- Presenciamos las limitaciones que tuvimos, en el distrito, al comprar los materiales, los cuales carecen de un control de calidad y al no estar parametrizados con la norma perjudican el progreso del ensayo.

REFERENCIAS

- Aceros Arequipa (2010). El concreto. En *Revista Manual el maestro constructor*, primera edición, pp 27-32. Recuperado de: <http://www.acerosarequipa.com/manual-del-maestro-constructor/materiales-de-construccion/concreto.html>. [1 de julio 2021]
- Acevedo A., Schreier C. & Seinfeld C. (2018) Papel del estado frente a la autoconstrucción en el Perú, 1950-1968. En *Revista de la Escuela de posgrado de la Universidad Ricardo Palma*, Vol. 6, N° 7, pp. 219-241.
- Ali, A. & Ansari, A. (2013). *Polymer Concrete as Innovative Material for Development of Sustainable Architecture*. En 2nd International Conference on Emerging Trends in Engineering & Technology, Teerthanker Mahaveer University, India, doi: 10.13140/2.1.4761.5040.
- Arkiplus. (2013). "Historia del concreto". En *arkiplus.com*. Recuperado de: <https://www.arkiplus.com/historia-del-concreto/>. [1 de julio 2021]
- ASTM International (s.f.) *Ensayo para determinar la densidad y absorción del agregado fino*. (ASTM C 128)
- ASTM International (s.f.) *Ensayo para la resistencia a la compresión*. (ASTM C 39)
- Banco Mundial (2019). "Latinoamérica: dos de cada tres familias necesitan mejor vivienda, no una nueva". En *bancomundial.org*. Recuperado de: <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/03/27/latinoamerica-dos-de-cada-tres-familias-necesitan-mejor-vivienda>. [1 de julio 2021]
- Buenaño, C. (2018). *Determinación de un porcentaje de resina de poliéster en un concreto polimérico para alcanzar una alta resistencia a compresión*. (Tesis de Bachiller) Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Ecuador.

- Calderón, J. (2009). *Los nuevos rostros de la ciudad de Lima*. Colegio de Sociólogos del Perú, Perú. Recuperado de: https://books.google.com.pe/books/about/Foro_urbano.html?id=EUuhAQAACAAJ&redir_esc=y [1 de julio 2021]
- Calle C. & Zapata J. (2019) *Uso de epóxido, mortero y sellador para reparar una estructura dañada al extraer núcleos diamantinos*. (Tesis de licenciatura). Universidad de Piura, Perú.
- Camargo, T., León, Y., Ortega, J. & Sánchez, C. (2015) Estudio de la incorporación de agregados pétreos en resinas para concreto polimérico. En *Revista de Energía Química y Física, Vol. 2, pp 295-300*.
- Cartolin B. (2019) *Comportamiento estructural de una vivienda con placas de concreto polimérico y otra de albañilería confinada, Villa El Salvador – 2019*. (Tesis de licenciatura) Universidad Cesar Vallejo, Perú.
- Castellese, A. (2011) *Hormigón de ultra - alta resistencia con resinas acrílicas*. (Artículo académico) Universidad de Valencia, España.
- Córdova, A. (2007). *El Estado y el Problema de la Vivienda, 1945-2005. 50 años de vivienda en el Perú*. En *Scribd*. Recuperado de: <https://www.scribd.com/doc/292721891/50-anos-de-Vivienda-en-El-Peru> [1 de julio 2021]
- De Arkitectura. (2012). "Propiedades del concreto". En: *dearkitectura*. Recuperado de: <http://dearkitectura.blogspot.com/2012/06/propiedades-del-concreto.html> [1 de julio 2021]
- Díaz, O., Llanes, C. & Weinshtok, H. (2018). Reforzamiento de columnas de hormigón armado a través del uso de tejidos de Polímeros Reforzados con

Fibras (PRF). En *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, ISSN 1990-8830 /
RNPS 2125, Vol. 12 N° 3, pp 2- 7.

Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento (2020) Norma E.020 Cargas. En
Reglamento Nacional de Edificaciones, primera edición digital. Recuperado
de: www.gob.pe/sencico.

Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento (2020) Norma E.030 Diseño
Sismorresistente. En *Reglamento Nacional de Edificaciones, primera edición
digital*. Recuperado de: www.gob.pe/sencico.

Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento (2020) Norma E.060 Concreto
Armado. En *Reglamento Nacional de Edificaciones, primera edición digital*.
Recuperado de: www.gob.pe/sencico.

Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento (2020) Norma E.070 Albañilería.
En *Reglamento Nacional de Edificaciones, primera edición digital*.
Recuperado de: www.gob.pe/sencico.

EcuRed. (2013). Estructuras (Construcción). En: *ecured.cu*. Recuperado de:
https://www.ecured.cu/Estructuras_Construccion. [15 de junio 2021]

EcuRed. (2018). Viga de cimentación. En: *ecured.cu*. Recuperado de
https://www.ecured.cu/Viga_de_cimentacion. [15 de junio 2021]

Freites, A. & Sánchez, K. (2016). *Desarrollar un concreto de origen polimérico
adaptado a la industria de la construcción nacional*. (Tesis de licenciatura)
Universidad Católica Andrés Bello, Venezuela.

Gómez, P. (2013). *Estudio y análisis de nuevas tipologías de ladrillos introducidos
en cuenca para la aplicación de la construcción*. (Tesis de bachiller)
Universidad de Cuenca, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Ecuador.

- Gonzalo, B., Martínez, E., & Martínez, M. (2012) Concreto polimérico reforzado con fibras: efecto de la radiación gamma. En *Revista Iberoamericana de Polímeros*, Vol. 13 N° 4, 169-178.
- Hamza, M., & Hameed, A. (2018). Recycling the construction and demolition waste to produce polymer concrete. En *Journal of Physics: Conference Series* Vol. 1003, N° 1, pp. 1-7. DOI 10.1088/1742-6596/1003/1/012088
- Hernandez, S. R. (2006). Metodología de la investigación. *México: McGRAW HILL INTERAMERICANA S.A.*
- Llano Uribe, C. (2007). Fibra de Carbono, Presente y futuro de un material revolucionario. En *metalactual.com*. Recuperado de: <https://www.kimerius.com/app/download/5781437408/Fibra-de-Carbono-Presente-y-futuro-de-un-material-revolucionario.pdf>. [15 de junio 2021]
- Martínez, G., Martínez, M., & Martínez, E. (2013). Concreto polimérico reforzado con fibras de luffa. En *Revista Información tecnológica*, Vol. 24, N° 4, pp 67-74.
- Martínez-Barrera G. (2013) *Uso de fibras poliméricas en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto, en "Tópicos en Ciencia de Materiales"*. (Tesis de Licenciatura) Universidad Autónoma del Estado de México, México,
- Matos Mar, J. (2012). Perú. Estado desbordado y sociedad nacional emergente. Lima: Universidad Ricardo Palma. Editorial Universitaria.
- Morales, R., Duncan, E., García, S., Martínez, A., Barrón J., & Cepeda, D. (2013) Uso de materiales compuestos reciclados de fibra de vidrio-poliéster como cargas de concreto polimérico. *Ingenierías*, XVI, 48-53.

Morales, R., Duncan, E., García, S., Martínez, A., Barrón, J., & Cepeda, D. (2013).

Uso de materiales compuestos reciclados de fibra de carbono como cargas en concreto polimérico. *Ingenierías*, 16(61), 48-53.

Instituto Nacional de Calidad (s.f.) *Ensayo de contenido de humedad de los agregados por secado* (NTP 339.185)

Instituto Nacional de Calidad (s.f.) *Análisis granulométrico del agregado fino*. (NTP 400.012)

Nuruddin, F. (2010) Compressive strength & microstructure of polymeric concrete incorporating fly ash & silica fume. *Canadian Journal on Civil Engineering Vol. 1, No. 1, February 2010*.

Ñaupas, P. H. (2013). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis / Humberto Ñaupas Paitán, Elías Mejía Mejía, Eliana Novoa Ramírez, Alberto Villagomez Páucar -- 4a. Edición. *Bogotá: Ediciones de la U, 2014*

Pascual Bolufe. (2007). La fibra de carbono, un material para el siglo 21. En INTEREMPRESAS. Recuperado de: <http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/16574-La-fibra-de-carbono-un-material-para-el-siglo-21.html> [15 de junio 2021]

Raigosa, E. (2010). *Técnicas de reforzamiento de estructuras construidas de concreto que presentan deficiencias estructurales*. (Proyecto de ingeniería para Licenciatura). Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.

Valencia, M., Collazos, P., Mina, J., & Toro, E. (2009). Caracterización fisicomecánica de concreto polimérico basado en resina poliéster. En *Revista Guillermo de Ockham, Vol. 8 N° 1, pp 83-93*.

- Vélez, A. (2018). *Reforzamiento de estructuras de concreto con el uso de polímeros reforzados con fibras (FRP). Caso de un estudio: reforzamiento de edificio de concreto de dos niveles*. (Tesis de Maestría) Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Zamora, O., Llanes, C., & Wainshtok, H. (2018). Bases para el diseño del reforzamiento de elementos de hormigón armado por medio de bandas de Polímeros Reforzados con Fibras. En *Revista Ciencia & Futuro*, Vol. 8, N° 2, 52-75.
- Sika Colombia S.A.S. (2017) Técnicas de reforzamiento sísmico. En *Revista Concreto reforzamiento de estructuras de concreto*, Vol. 4, 10-25.

ANEXOS

Anexo 1

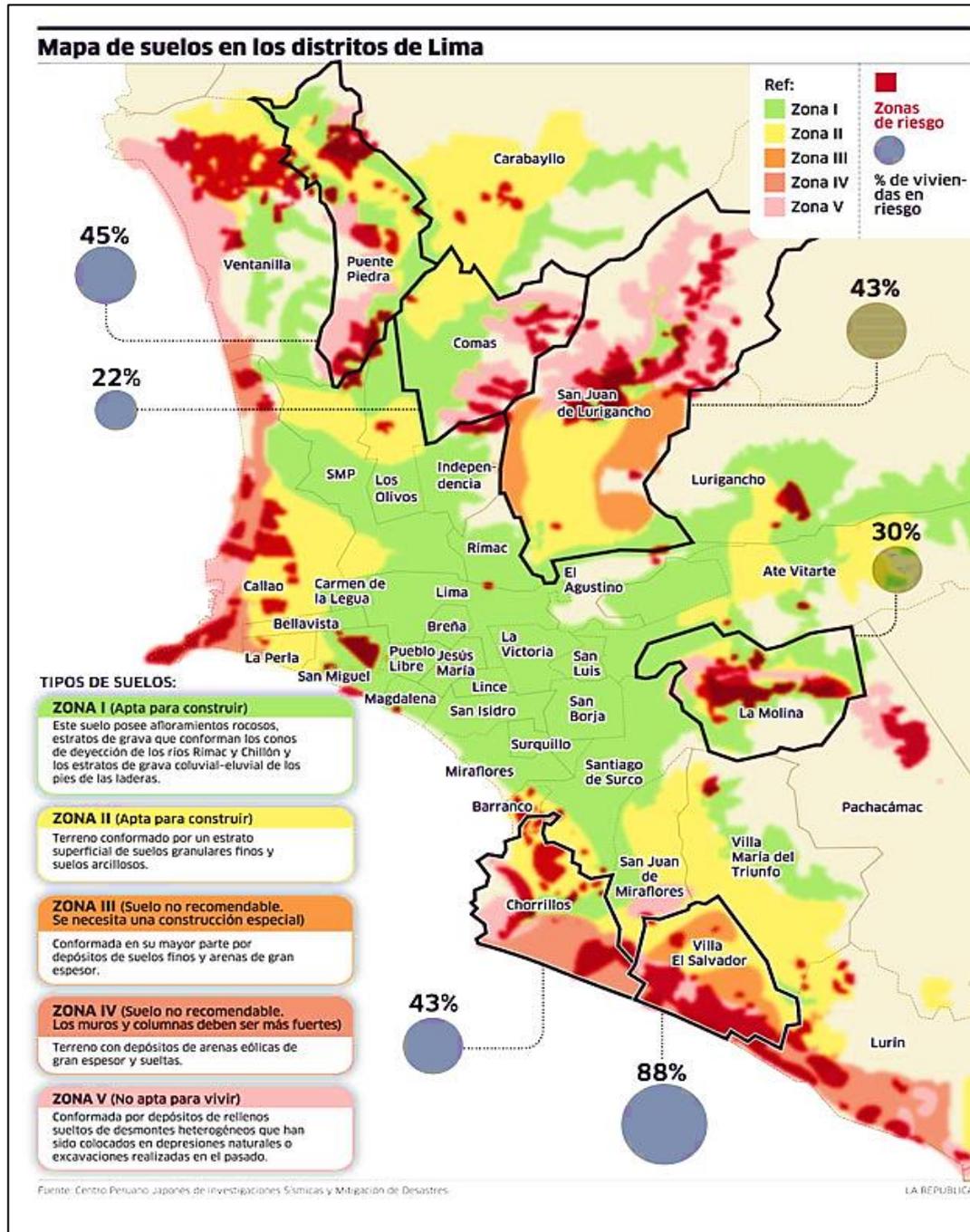


Figura 57. Mapa de los suelos en los distritos de Lima.

Fuente: Centro Peruano Japonés de Investigaciones sísmicas y Mitigación de Riesgos.

Anexo 2

Ficha de encuesta

Fecha encuesta: 07/05/2021 Vivienda N°: 1 Dirección de la vivienda: Jr. Carhuaz 1347 Int: 100

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica**
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: 11 años Área total de la vivienda: 49.20 m²
N° de pisos actual: 3 pisos ¿Cuenta con planos?: No

3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada
- b. Sistema aperticado**
- c. Drywall
- d. Adobe
- e. Otro:

Figura 58. Ficha de encuesta vivienda 01
Fuente: Elaboración propia

Anexo 3

Ficha de encuesta

Fecha encuesta: 07/05/2021 Vivienda N°: 2 Dirección de la vivienda: Jr. Carhuaz 1347 Int: 101

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica**
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: 70 años Área total de la vivienda: 37.23 m²
N° de pisos actual: 1 piso ¿Cuenta con planos?: No

3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada
- b. Sistema aperticado
- c. Drywall
- d. Adobe**
- e. Otro:

Figura 59. Ficha de encuesta vivienda 02
Fuente: Elaboración propia

Anexo 4

Figura 60. Ficha de encuesta vivienda 03
Fuente: Elaboración propia

Anexo 5

Figura 61. Ficha de encuesta vivienda 04
Fuente: Elaboración propia

Anexo 6

Ficha de encuesta

Fecha encuesta: 07/05/2021 Vivienda N°: 5 Dirección de la vivienda: Jr. Carhuaz 1347 Int: 104

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica**
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: 26 años Área total de la vivienda: 50 m²
N° de pisos actual: 3 pisos ¿Cuenta con planos?: No

3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada
- b. Sistema aporricado**
- c. Drywall**
- d. Adobe
- e. Otro:

5

Figura 62. Ficha de encuesta vivienda 05
Fuente: Elaboración propia

Anexo 7

Ficha de encuesta

Fecha encuesta: 07/05/2021 Vivienda N°: 6 Dirección de la vivienda: Jr. Carhuaz 1347 Int: 105

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica**
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: 70 años Área total de la vivienda: 21.25 m²
N° de pisos actual: 2 pisos ¿Cuenta con planos?: No

3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada
- b. Sistema aporricado
- c. Drywall**
- d. Adobe**
- e. Otro:

6

Figura 63. Ficha de encuesta vivienda 06
Fuente: Elaboración propia

Anexo 8

Ficha de encuesta

Fecha encuesta: 07/05/2021 Vivienda N°: 7 Dirección de la vivienda: Jr. Carhuaz 1347 Int: 106

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: 70 años Área total de la vivienda: 23.57 m²
 N° de pisos actual: 1 piso ¿Cuenta con planos?: No

3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada
- b. Sistema aporricado
- c. Drywall
- d. Adobe
- e. Otro:

7

Figura 64. Ficha de encuesta vivienda 07
Fuente: Elaboración propia

Anexo 9

Ficha de encuesta

Fecha encuesta: 07/05/2021 Vivienda N°: 8 Dirección de la vivienda: Jr. Carhuaz 1347 Int: 107

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: 70 años Área total de la vivienda: 25.30 m²
 N° de pisos actual: 2 pisos ¿Cuenta con planos?: No

3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada
- b. Sistema aporricado
- c. Drywall
- d. Adobe
- e. Otro:

8

Figura 65. Ficha de encuesta vivienda 08
Fuente: Elaboración propia

Anexo 10

Ficha de encuesta

Fecha encuesta: 07/05/2021 Vivienda N°: 9 Dirección de la vivienda: Jr. Carhuaz 1347 Int: 108

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: 1 año Área total de la vivienda: 21.90 m²
N° de pisos actual: 2 pisos ¿Cuenta con planos?: No

3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada
- b. Sistema aporticado
- c. Drywall
- d. Adobe
- e. Otro:

9

Figura 66. Ficha de encuesta vivienda 09
Fuente: Elaboración propia

Anexo 11

Ficha de encuesta

Fecha encuesta: 07/05/2021 Vivienda N°: 10 Dirección de la vivienda: Jr. Carhuaz 1347 Int: 109

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: 70 años Área total de la vivienda: 24 m²
N° de pisos actual: 1 piso ¿Cuenta con planos?: No

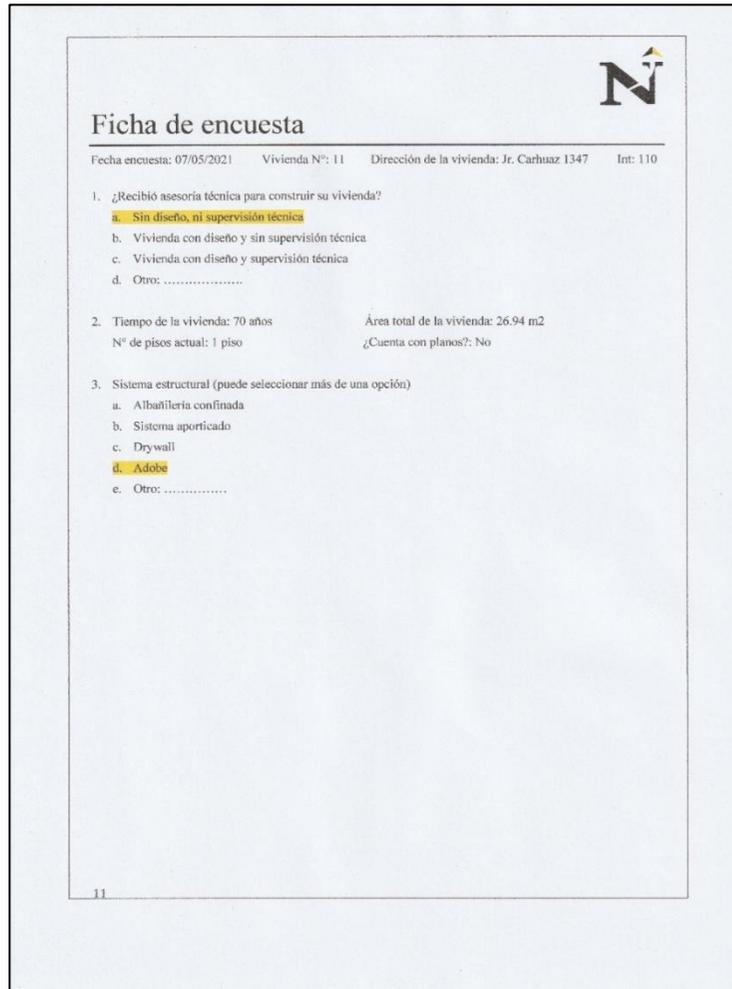
3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada
- b. Sistema aporticado
- c. Drywall
- d. Adobe
- e. Otro:

10

Figura 67. Ficha de encuesta vivienda 10
Fuente: Elaboración propia

Anexo 12



Ficha de encuesta

Fecha encuesta: 07/05/2021 Vivienda N°: 11 Dirección de la vivienda: Jr. Carhuaz 1347 Int: 110

1. ¿Recibí asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: 70 años Área total de la vivienda: 26.94 m²
 N° de pisos actual: 1 piso ¿Cuenta con planos?: No

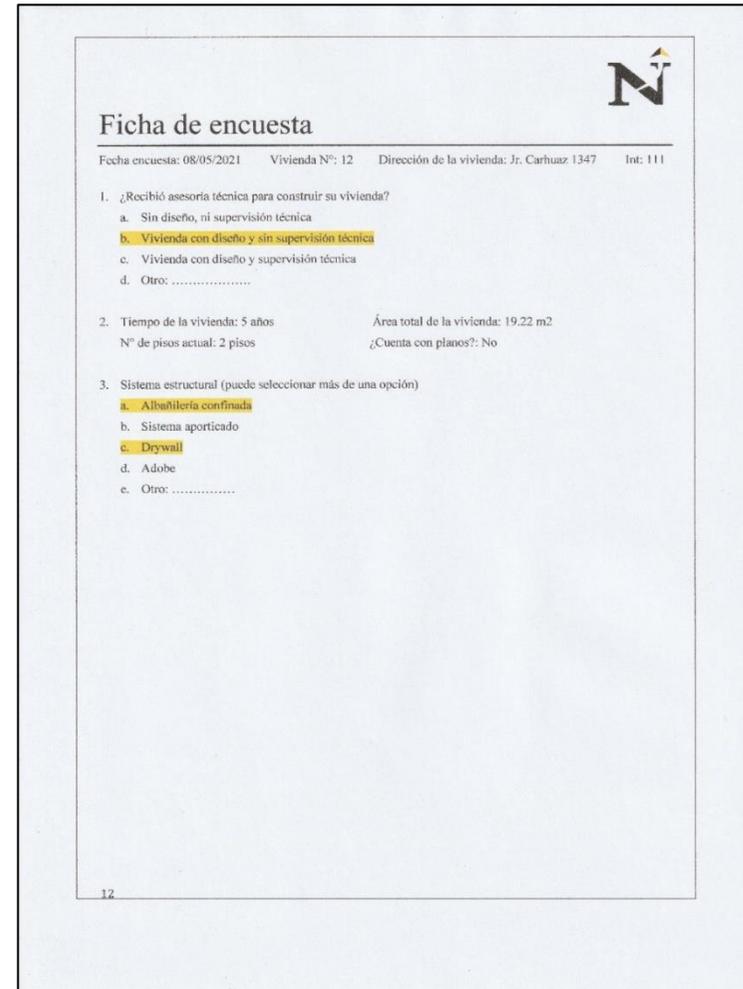
3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada
- b. Sistema aporricado
- c. Drywall
- d. Adobe
- e. Otro:

11

Figura 68. Ficha de encuesta vivienda 11
Fuente: Elaboración propia

Anexo 13



Ficha de encuesta

Fecha encuesta: 08/05/2021 Vivienda N°: 12 Dirección de la vivienda: Jr. Carhuaz 1347 Int: 111

1. ¿Recibí asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: 5 años Área total de la vivienda: 19.22 m²
 N° de pisos actual: 2 pisos ¿Cuenta con planos?: No

3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada
- b. Sistema aporricado
- c. Drywall
- d. Adobe
- e. Otro:

12

Figura 69. Ficha de encuesta vivienda 12
Fuente: Elaboración propia

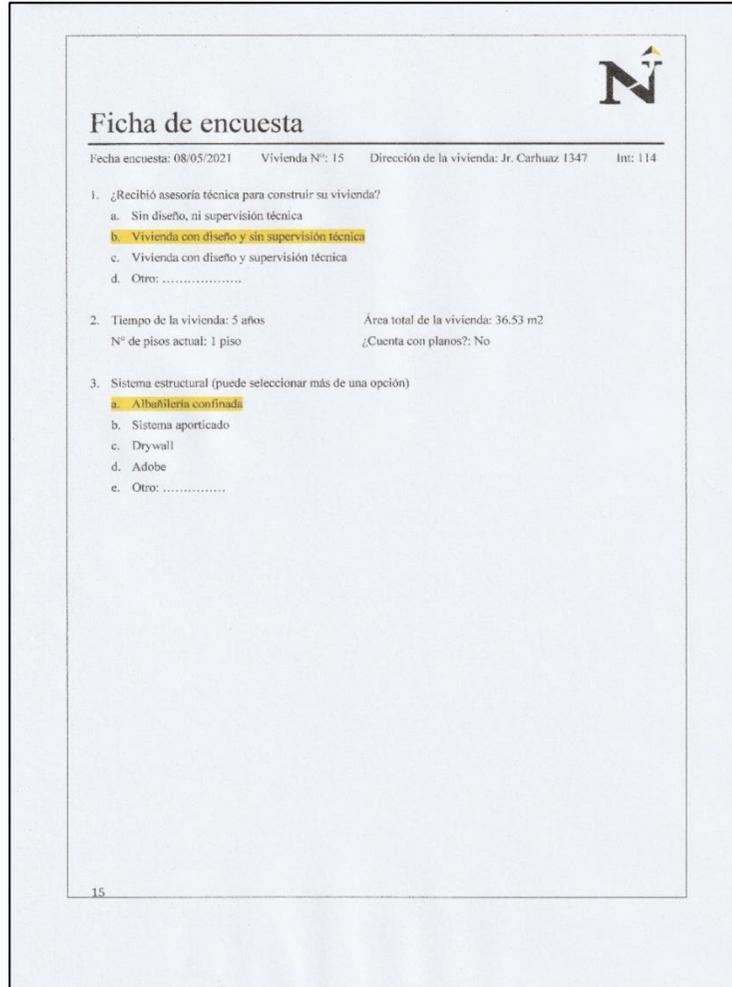
Anexo 14

Figura 70. Ficha de encuesta vivienda 13
Fuente: Elaboración propia

Anexo 15

Figura 71. Ficha de encuesta vivienda 14
Fuente: Elaboración propia

Anexo 16



Ficha de encuesta

Fecha encuesta: 08/05/2021 Vivienda N°: 15 Dirección de la vivienda: Jr. Carhuaz 1347 Int: 114

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica**
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: 5 años Área total de la vivienda: 36.53 m²
N° de pisos actual: 1 piso ¿Cuenta con planos?: No

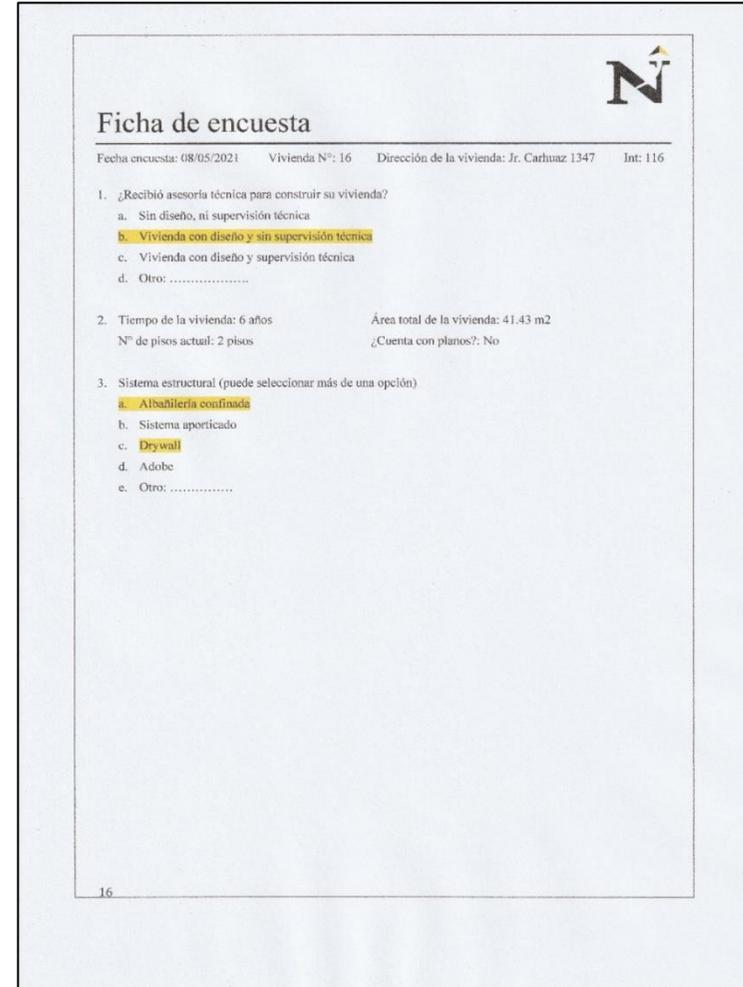
3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada**
- b. Sistema aporticado
- c. Drywall
- d. Adobe
- e. Otro:

15

Figura 72. Ficha de encuesta vivienda 15
Fuente: Elaboración propia

Anexo 17



Ficha de encuesta

Fecha encuesta: 08/05/2021 Vivienda N°: 16 Dirección de la vivienda: Jr. Carhuaz 1347 Int: 116

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica**
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: 6 años Área total de la vivienda: 41.43 m²
N° de pisos actual: 2 pisos ¿Cuenta con planos?: No

3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada**
- b. Sistema aporticado
- c. Drywall**
- d. Adobe
- e. Otro:

16

Figura 73. Ficha de encuesta vivienda 16
Fuente: Elaboración propia

Anexo 18

Ficha de encuesta

Fecha encuesta: 08/05/2021 Vivienda N°: 17 Dirección de la vivienda: Jr. Carhuaz 1347 Int: 117

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica**
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: 4 años Área total de la vivienda: 27.98 m²
N° de pisos actual: 2 pisos ¿Cuenta con planos?: No

3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada**
- b. Sistema aporticado
- c. Drywall
- d. Adobe
- e. Otro:

17

Figura 74. Ficha de encuesta vivienda 17
Fuente: Elaboración propia

Anexo 19

Ficha de encuesta

Fecha encuesta: 08/05/2021 Vivienda N°: 18 Dirección de la vivienda: Jr. Carhuaz 1347 Int: 118

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica**
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: 70 años Área total de la vivienda: 23.85 m²
N° de pisos actual: 2 pisos ¿Cuenta con planos?: No

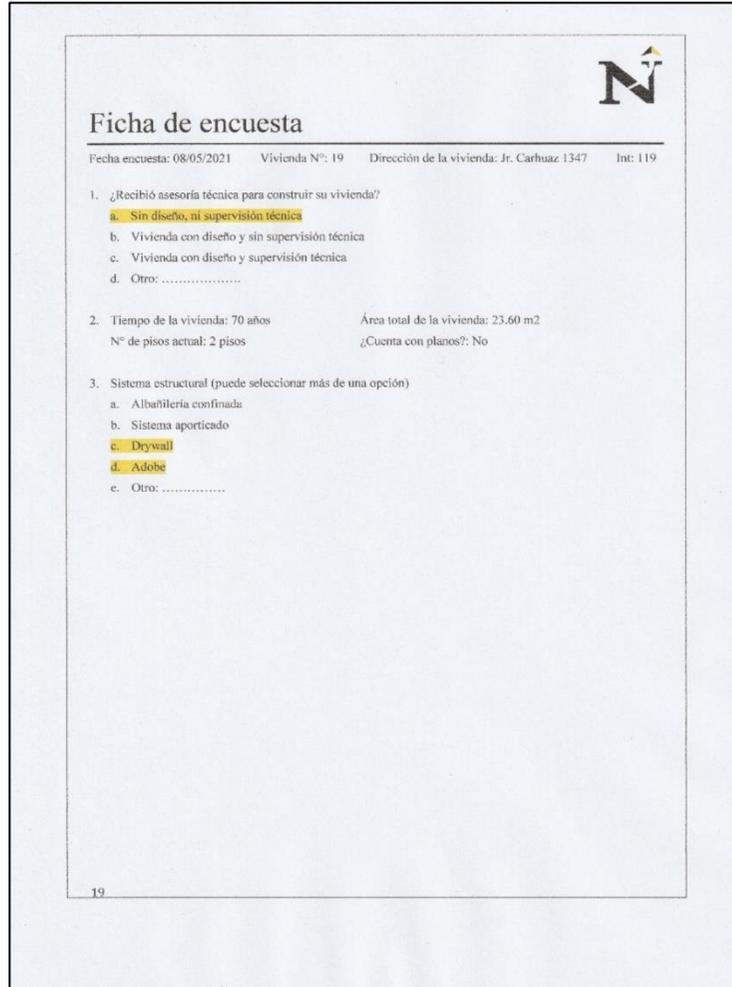
3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada
- b. Sistema aporticado
- c. Drywall**
- d. Adobe**
- e. Otro:

18

Figura 75. Ficha de encuesta vivienda 18
Fuente: Elaboración propia

Anexo 20



Ficha de encuesta

Fecha encuesta: 08/05/2021 Vivienda N°: 19 Dirección de la vivienda: Jr. Carhuaz 1347 Int: 119

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: 70 años Área total de la vivienda: 23.60 m²
 N° de pisos actual: 2 pisos ¿Cuenta con planos?: No

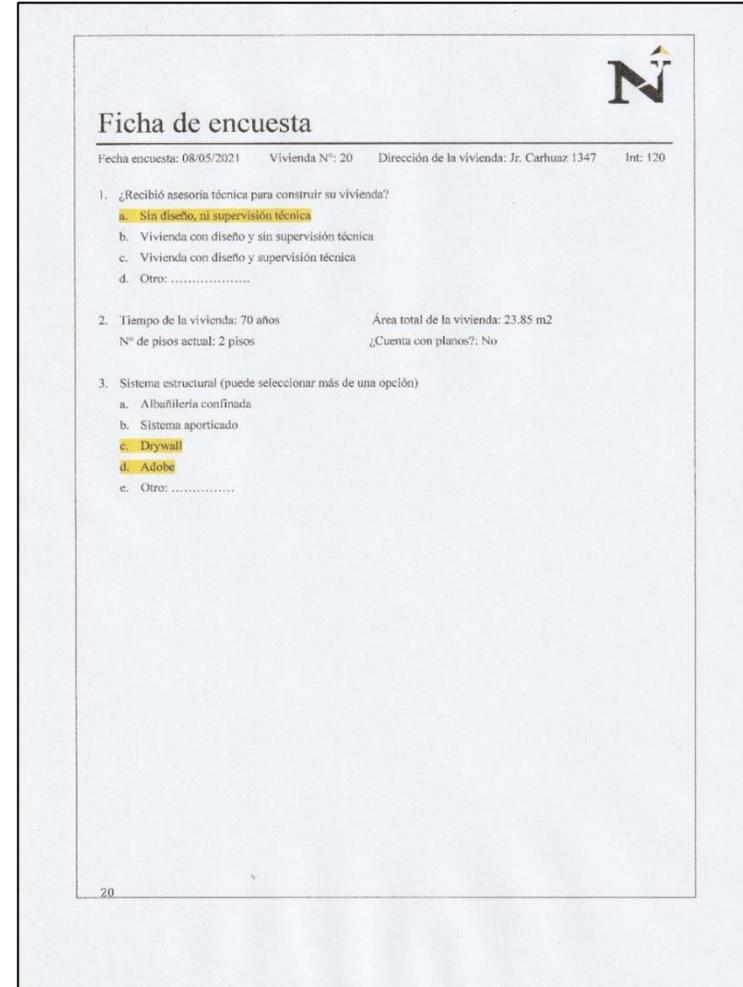
3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada
- b. Sistema aporticado
- c. Drywall
- d. Adobe
- e. Otro:

19

Figura 76. Ficha de encuesta vivienda 19
Fuente: Elaboración propia

Anexo 21



Ficha de encuesta

Fecha encuesta: 08/05/2021 Vivienda N°: 20 Dirección de la vivienda: Jr. Carhuaz 1347 Int: 120

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: 70 años Área total de la vivienda: 23.85 m²
 N° de pisos actual: 2 pisos ¿Cuenta con planos?: No

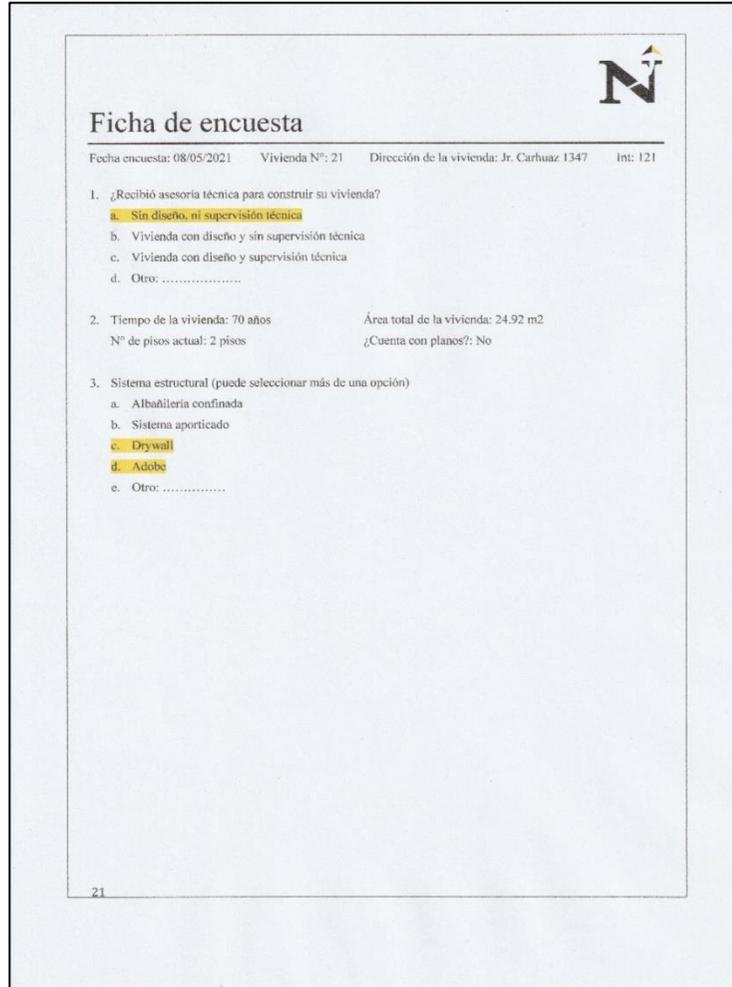
3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada
- b. Sistema aporticado
- c. Drywall
- d. Adobe
- e. Otro:

20

Figura 77. Ficha de encuesta vivienda 20
Fuente: Elaboración propia

Anexo 22



Ficha de encuesta

Fecha encuesta: 08/05/2021 Vivienda N°: 21 Dirección de la vivienda: Jr. Carhuaz 1347 Int: 121

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: 70 años Área total de la vivienda: 24.92 m²
N° de pisos actual: 2 pisos ¿Cuenta con planos?: No

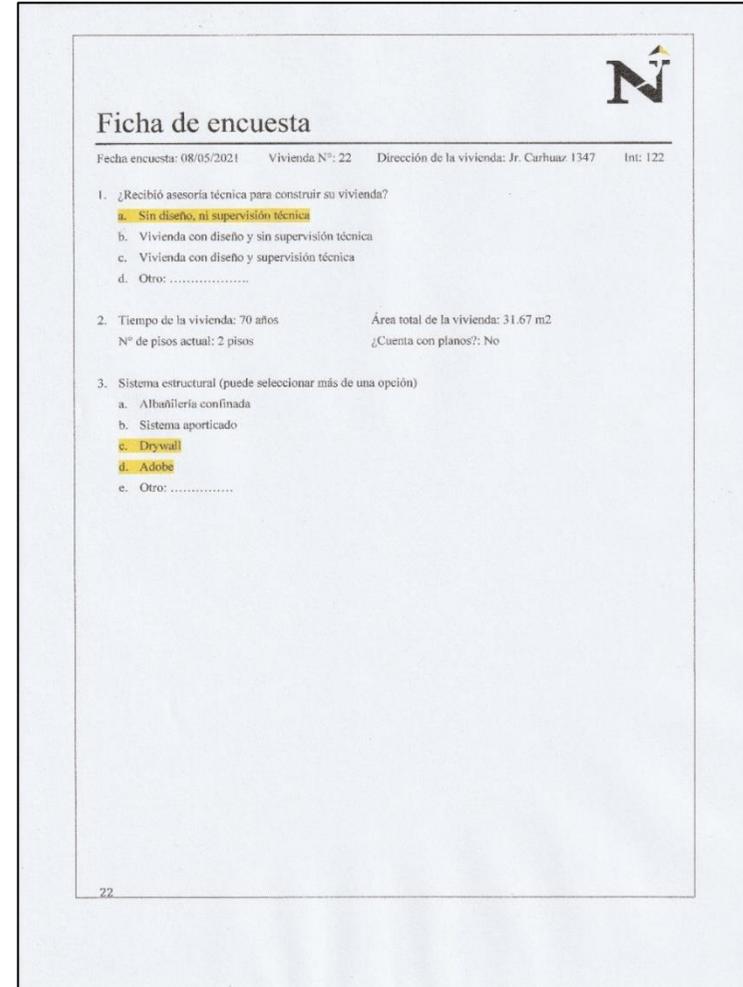
3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada
- b. Sistema aporticado
- c. Drywall
- d. Adobe
- e. Otro:

21

Figura 78. Ficha de encuesta vivienda 21
Fuente: Elaboración propia

Anexo 23



Ficha de encuesta

Fecha encuesta: 08/05/2021 Vivienda N°: 22 Dirección de la vivienda: Jr. Carhuaz 1347 Int: 122

1. ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda?

- a. Sin diseño, ni supervisión técnica
- b. Vivienda con diseño y sin supervisión técnica
- c. Vivienda con diseño y supervisión técnica
- d. Otro:

2. Tiempo de la vivienda: 70 años Área total de la vivienda: 31.67 m²
N° de pisos actual: 2 pisos ¿Cuenta con planos?: No

3. Sistema estructural (puede seleccionar más de una opción)

- a. Albañilería confinada
- b. Sistema aporticado
- c. Drywall
- d. Adobe
- e. Otro:

22

Figura 79. Ficha de encuesta vivienda 22
Fuente: Elaboración propia

CONSTANCIA DE REVISIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

El asesor Lic. Manuel Jesus Salas Paulet, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería Civil, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo del proyecto de investigación del(os) estudiante(s):

- Jorge Luis Paredes Almengor
- Daniel Elias Torres Vásquez

Por cuanto, **CONSIDERA** que el proyecto de investigación titulado: Propuesta de proceso constructivo de concreto polimérico en columnas de una vivienda autoconstruida de la quinta "Virgen de Guadalupe" en el distrito de Breña, 2021 para aspirar al título profesional por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al(los) interesado(s) para su presentación.

Propuesta de proceso constructivo de concreto polimérico en columnas de una vivienda autoconstruida de la quinta "Virgen de Guadalupe" en el distrito de Breña, 2021

Lic. Manuel Jesus Salas Paulet

Asesor