



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE MUROS DE ADOBE Y LA
APLICACIÓN DE LA GEOMALLA BIAXIAL EN LA EDIFICACIÓN
CULTURAL HOTEL COMERCIO “EL CORDANO” –
PATRIMONIO CULTURAL LIMA - PERÚ**

**PRESENTADA POR
EDDY BONCRIST CONDOR REYES**

GERARDO MOLINA GOMEZ

ASESOR

GERARDO CANCHO ZUÑIGA

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2019



CC BY-NC-SA

Reconocimiento – No comercial – Compartir igual

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE MUROS DE
ADOBE Y LA APLICACIÓN DE LA GEOMALLA BIAxIAL
EN LA EDIFICACIÓN CULTURAL HOTEL COMERCIO
“EL CORDANO” – PATRIMONIO CULTURAL LIMA –
PERÚ**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR

**CONDOR REYES, EDDY BONCRIST
MOLINA GOMEZ, GERARDO**

LIMA - PERÚ

2019

Dedicatoria

Dedico esta tesis principalmente a Dios, por haberme permitido llegar hasta este momento tan esperado de mi formación profesional. A mis queridos padres, por ser mi pilar más importante, por su amor y apoyo incondicional que me demuestra siempre, a pesar de que la distancia nos separa. A mi abuela por confiar en mí en todo momento y darme siempre su apoyo para cumplir esta gran meta. A todas esas personas importantes y especiales que me acompañaron en toda esta etapa, aportando en mi formación profesional como en mi vida diaria.

Eddy Boncrist Córdor Reyes

Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios Padre por estar en cada momento de mi vida iluminando cada uno de mis pasos, A mi madre Lidia Gómez Carrasco por estar a mi lado en todo momento de mi vida y con su ejemplo hacer de mí una persona de bien, a mi Hija Annie J. Molina Zarate, por ser el motivo principal para llevar a cabo cada una de mis metas.

A mi familia y amigos por creer en mí y apoyarme en todo momento.

Y una persona que cree en mí y hoy por hoy es mi fan, Mi compañera de vida Roxana A. Suarez Pabón.

Gerardo Molina Gómez

Agradecimiento

A Dios por brindarnos la oportunidad de avanzar hacia cada uno de nuestros objetivos.

A La Universidad San Martín de Porres, por abrir sus puertas a quien busca seguir creciendo y formándose en el ámbito profesional.

A los Profesionales que estuvieron apoyándonos en toda la realización de esta etapa; Ing. Wilhelm P. Sánchez, Ing. Rodolfo Marquina, Ing. Gerardo Cancho. Como También a toda aquellos Ingenieros Que nos brindaron su apoyo y tiempo en la elaboración de esta Tesis.

Así como a nuestra familia y amigos por el apoyo incondicional.

ÍNDICE

RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Situación problemática	1
1.2. Definición del problema	1
1.3. Formulación del problema	2
1.4. Objetivo	3
1.5. Justificación e importancia de la investigación	3
1.6. Viabilidad del estudio	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1 Antecedentes	9
2.2 Bases teóricas	15
2.3 Definición de términos básicos	22
2.4 Hipótesis	27
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	28
3.1 Tipo de investigación	28
3.2 Nivel de investigación	28
3.3 Diseño de investigación	29
3.4 Población y muestra	29
3.5 Procesamiento de datos	29
3.6 Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos	29
CAPÍTULO IV. DESARROLLO	30
4.1 Reseña histórica	30
4.2 Descripción arquitectónica	32
4.3 Descripción de la estructura	37

4.4	Descripción del estado actual de la edificación	43
4.5	Modelamiento del análisis estructural	57
4.6	Análisis del costo	80
CAPÍTULO V. RESULTADOS		91
5.1	Esfuerzos de tracción	91
5.2	Esfuerzos de corte	92
5.3	Desplazamiento	93
5.4	Esfuerzo de compresión	95
CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN		96
6.1	Esfuerzo de tracción	96
6.2	Esfuerzo de corte	96
6.3	Desplazamiento	97
6.4	Esfuerzo de compresión	97
CONCLUSIONES		98
RECOMENDACIONES		101
FUENTES DE INFORMACIÓN		102
ANEXOS		105

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Promedio aproximado de mesas.	6
Tabla 2. Porcentajes de comensales.	6
Tabla 3. Características de albañilería.	57
Tabla 4. Propiedades del adobe y quincha.	59
Tabla 5. Resumen de espectros.	61
Tabla 6. Cálculo de espectros.	61
Tabla 7. Recursos requeridos para la geomalla.	84
Tabla 8. Restitución, tarrajeo de tierra y arena para la geomalla.	85
Tabla 9. Precios unitarios de la geomalla.	85
Tabla 10. Presupuesto total de la geomalla.	86
Tabla 11. Colocación de la geomalla y conectores.	86
Tabla 12. Recursos requeridos para la malla electrosoldada.	87
Tabla 13. Colocación y escarificado de muro de adobe.	87
Tabla 14. Tarrajeo de muro con la malla electrosoldada.	88
Tabla 15. Retiro y restitución de mampostería.	88
Tabla 16. Presupuesto total de la malla electrosoldada.	89
Tabla 17. Comparación de Presupuestos.	89
Tabla 18. Comparación de Presupuestos por metro cuadrado.	90
Tabla 19. Comparación de Presupuestos en porcentaje.	90
Tabla 20. Resultados de tracción.	91
Tabla 21. Resultados de corte.	92
Tabla 22. Resultados de corte.	93
Tabla 23. Resultados de desplazamiento sin reforzamiento.	93
Tabla 24. Resultados de desplazamiento con geomalla.	94
Tabla 25. Resultados de desplazamiento con malla electrosoldada.	94
Tabla 26. Resultados de compresión.	95

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Entrevista con el administrador.	7
Figura 2. El Cordano (antes Hotel Comercio).	31
Figura 3. Calle de pescadería (hoy Jirón Carabaya).	31
Figura 4. “El Cordano” por el Jirón Ancash.	32
Figura 6. Fachada del Hotel Comercio “El Cordano”.	32
Figura 5. “El Cordano” por el Jirón Carabaya.	32
Figura 7. Sección colapsada.	33
Figura 8. Delimitación del segundo nivel.	34
Figura 9. Delimitación del primer nivel.	34
Figura 10. Delimitación del tercer nivel.	35
Figura 13. Área que intervenir del primer nivel.	36
Figura 12. Área que intervenir del segundo nivel.	36
Figura 11. Área que intervenir del tercer nivel.	36
Figura 14. Recubrimiento de muros internos del segundo nivel.	38
Figura 15. Recubrimiento de muros internos.	38
Figura 16. Espesor de muro de la fachada principal.	39
Figura 17. Espesor de muro de fachada.	39
Figura 18. Recubrimiento del segundo nivel.	40
Figura 19. Recubrimiento de muros del segundo nivel.	40
Figura 20. Espesor de las columnas del primer nivel.	41
Figura 21. Espesor de columnas de los tres niveles.	41
Figura 22. Sobrecimiento de ladrillo del primer nivel.	42
Figura 23. Sobrecimiento de ladrillo.	42
Figura 24. Vista del Cordano desde el Jirón Carabaya.	43
Figura 25. Vista del Cordano desde el Jirón Ancash.	43
Figura 26. Edificación Hotel Comercio “El Cordano”.	43
Figura 28. Vigas y Viguetas del depósito.	44
Figura 27. Vigas y viguetas de la cocina.	44
Figura 29. Se visualiza el cielo raso.	45
Figura 30. Doble entablado.	45
Figura 31. Techo sostenido por puntales.	46

Figura 32. Puntales en la edificación.	47
Figura 33. Las vigas están sostenidas por puntales.	47
Figura 34. Visualiza el mal estado del entrepiso.	48
Figura 35. Puntales sosteniendo el techo del segundo nivel.	49
Figura 36. Medición de humedad de la fachada.	50
Figura 37. Medición de humedad en el interior de predio.	51
Figura 38. Medición de la humedad en fachada.	51
Figura 39. Venta de exploración en el primer nivel.	52
Figura 40. Venta de exploración.	52
Figura 41. Muros de quincha deteriorados.	53
Figura 42. Muros de quincha.	53
Figura 44. Visualizamos la humedad en los muros de la fachada.	54
Figura 43. Fallas por humedad.	54
Figura 45. Grietas en muros del segundo nivel.	55
Figura 46. Desprendimiento del material de recubrimiento.	55
Figura 47. Visualiza las fisuras en los muros.	56
Figura 48. Desprendimiento del recubrimiento en el segundo nivel.	56
Figura 49. Comportamiento del adobe.	62
Figura 50. Comportamiento de la quincha.	62
Figura 52. Datos de albañilería.	63
Figura 51. Datos del adobe.	63
Figura 53. Datos de la quincha.	64
Figura 54. Datos de la madera.	64
Figura 55. Datos de la quincha segundo nivel.	65
Figura 56. Modelo tridimensional de le edificación.	65
Figura 57. Distribución de la segunda planta de la edificación.	66
Figura 58. Distribución de la primera planta de la edificación.	66
Figura 59. Distribución de la segunda planta de la edificación.	67
Figura 60. Primer modo de vibración.	67
Figura 61. Segundo modo de vibración.	68
Figura 62. Tercer modo de vibración.	68
Figura 63. Cuarto modo de vibración.	69
Figura 64. Quinto modo de vibración.	69
Figura 65. Sexto modo de vibración.	70

Figura 66. Séptimo modo de vibración.	70
Figura 67. Octavo modo de vibración.	71
Figura 68. Noveno modo de vibración.	71
Figura 69. Desplazamiento en sismo en X-X.	72
Figura 70. Desplazamiento en sismo en Y-Y.	72
Figura 71. Desplazamiento máximo de la estructura.	73
Figura 72. Esfuerzo de tracción sin reforzamiento.	73
Figura 73. Esfuerzo de corte sin reforzamiento.	74
Figura 74. Esfuerzo a la compresión sin reforzamiento.	74
Figura 75. Esfuerzo de tracción sin reforzamiento.	75
Figura 76. Esfuerzo de corte sin reforzamiento.	75
Figura 77. Esfuerzo a la compresión sin reforzamiento.	76
Figura 78. Esfuerzo de tracción con geomalla biaxial.	76
Figura 79. Esfuerzo de corte con geomalla biaxial en sismo X.	77
Figura 80. Esfuerzo de corte con geomalla biaxial en sismo Y.	77
Figura 81. Esfuerzo de compresión con geomalla biaxial.	78
Figura 82. Esfuerzo de tracción con malla electrosoldada.	78
Figura 83. Esfuerzo de corte con malla electrosoldada.	79
Figura 84. Esfuerzo de compresión con malla electrosoldada.	79
Figura 85. Cotización de la empresa GEOACE PERÚ S.A.C.	81
Figura 86. Cotización de la empresa GRUPO GEOFORT.	82
Figura 87. Cotización de la empresa INOMET PERÚ S.A.C.	83
Figura 88. Resistencia a esfuerzo de tracción.	91
Figura 89. Resistencia del mortero a la tracción.	92
Figura 90. Resistencia a esfuerzo de corte.	92
Figura 91. Resistencia al esfuerzo cortante según Torrealva.	92
Figura 92. Resistencia a esfuerzo de compresión.	95

RESUMEN

La presente tesis basada en el Reforzamiento estructural de muros de adobe y la aplicación de la geomalla biaxial en la edificación cultural hotel comercio “El Cordano” – patrimonio cultural Lima – Perú, se desarrolló por la importancia que tienen las construcciones nombradas con dicho título, este tipo de edificaciones no solo son relevantes por su cultura sino también por los ingresos económicos que generan las actividades turísticas que se desarrollan en el centro histórico de Lima. Actualmente mantenemos un silencio sísmico, el cual genera preocupación para el Ministerio de Cultura, entidad encargada de la conservación de dichas construcciones, sin embargo, la falta de mantenimientos y limitaciones hacen que tales obras históricas se encuentren en peligro de desaparición.

En esta tesis se evaluó y analizó el reforzamiento estructural y la aplicación de la geomalla biaxial en muros de adobe a través del software ETABS versión 2017, teniendo en cuenta las propiedades del adobe según la Norma E.080 “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada”. Obteniendo datos numéricos como, por ejemplo: esfuerzos de tracción, esfuerzos de corte y desplazamientos de los muros de adobe.

Los datos obtenidos fueron analizados con los diferentes antecedentes ya mencionados en la presente tesis. El objetivo general de la misma es determinar si el reforzamiento estructural y la aplicación de la geomalla biaxial influyen en el comportamiento estructural de los muros de adobe, por lo tanto, brindamos las conclusiones y recomendaciones adecuadas para el reforzamiento de construcciones de patrimonio cultural.

Palabras Claves: Geomalla biaxial, reforzamiento estructural, patrimonio cultural, software ETABS.

ABSTRACT

The present thesis is based on the structural reinforcement of adobe walls and the application of the biaxial geogrid in the cultural-commerce building named hotel "El Cordano" - cultural heritage Lima - Peru, it was issued due to the importance of the constructions named with this title. Those type of buildings are not only relevant because of their culture but also for the economic income generated by tourist activities that take place in the historic center of Lima. We currently maintain a seismic silence, which generates concern for the Ministry of Culture, entity in charge of the conservation of this type of constructions; however, the lack of maintenance and limitations are the problems that make those historical works would be in danger of disappearing.

In this thesis we will analyze and evaluate the structural reinforcement and the application of the biaxial geogrid in adobe walls through the help of the software ETABS version 2017, taking in consideration the properties of this material according to the E.080 Standard "Design and Construction with Reinforced Earth ". This thesis develops numerical data such as displacements, tensile and shear forces of the adobe walls.

After that we will examine the data obtained of the different antecedents that are mentioned in this thesis. The main objective of the thesis is to determine if the structural reinforcement and the application of the biaxial geogrid influences on the structural behavior of the adobe walls, therefore, we will provide the appropriate conclusions and recommendations for the reinforcement of cultural heritage constructions of Lima.

Key words: Biaxial geogrid, structural reinforcement, cultural heritage, ETABS software.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el reforzamiento estructural de las construcciones nombradas patrimonio cultural como es el caso del hotel comercio “El Cordano”, son muy limitadas ya que el Ministerio de Cultura cuenta con leyes que protegen dichas construcciones de tierra. Sin embargo, en la presente tesis analizaremos el reforzamiento estructural y la aplicación de la geomalla biaxial en muros de adobe en edificaciones patrimoniales haciendo uso del software ETABS versión 2017, donde obtendremos resultados de desplazamientos, esfuerzos de tracción y corte de los muros de la edificación.

La principal motivación para desarrollar la presente tesis es la implicancia de un reto nada sencillo, refiriéndonos a la conservación de las construcciones de patrimonio cultural, por ser edificaciones antiguas necesitan un trato especial para su conservación, reparación y reforzamiento estructural así mismo, debemos tener en cuenta que los elementos a utilizar para realizar estos trabajos deben ser aceptados y aprobados por el Ministerio de Cultura, entidad que tiene como régimen el cuidado y la protección de dichos patrimonios culturales.

La estructura de la tesis está conformada de la siguiente manera: en el primer capítulo, presentaremos el planteamiento del problema, es decir, situación del problema, definición del problema, formulación del problema, objetivos generales y específicos, importancia de la investigación y la viabilidad de la investigación. En el segundo capítulo, se desarrolla el marco teórico, donde encontraremos los antecedentes de la investigación, bases teóricas, definiciones de términos básicos y por último la hipótesis general y las hipótesis específicas.

En el tercer capítulo hablaremos de la metodología empleada para el desarrollo de la presente tesis, es decir, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, procesamiento de datos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el cuarto capítulo, desarrollaremos el tema de investigación donde se hará mención de la reseña histórica de la edificación hotel comercio “El Cordano”, descripción de la estructura, del estado actual de la edificación donde se explicará mediante un panel fotográfico, por último, veremos los daños actuales de los muros de la edificación.

En el quinto capítulo, mostraremos los resultados del modelamiento de la edificación según el programa ETABS versión 2017. En el sexto capítulo, daremos el análisis de la discusión frente a los antecedentes mencionados en la presente tesis. Finalmente, daremos las conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación problemática

Perú tiene un legado histórico, rico en cultura y tradiciones, los patrimonios culturales es herencia propia del pasado, mantenida hasta la actualidad. Dichos patrimonios se encuentran ubicadas en la mayor parte del territorio peruano; pertenecientes a nuestras épocas pre - inca, inca, colonial y republicana, expuesto lo siguiente es responsabilidad de todos los ciudadanos tomar el reto de la conservación y mantenimiento de dichos patrimonios culturales. Sin embargo, sabiendo la importancia, no se cuenta con un mantenimiento y conservación adecuado para su preservación.

La presencia de viviendas de patrimonio cultural ubicadas en el centro de Lima nos indica la vulnerabilidad que existe al no tomar importancia a la conservación y mejoramiento de dichas viviendas sin dejar de mencionar las pérdidas humanas que pueden llegar a suceder, uno de los problemas que genera la falta de conservación y mantenimiento de dichas viviendas es las restricciones que el Instituto de Cultura te exige según la Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación Ley N° 28296 para el uso de técnicas de reforzamiento estructural.

Desde tiempos de la colonia, nuestro país y otros de Latinoamérica han llevado a cabo diversas investigaciones estructurales ya sea por reconstrucción, de partes colapsadas, colocación de refuerzos sísmicos o reparaciones en sus patrimonios culturales y en la mayoría de estas han registrado las informaciones respectivas que fueron recaudadas, es por ello que los refuerzos utilizados no fueron evaluados. **(Esquivel, 2009, p.10).**

1.2. Definición del problema

Actualmente, la edificación hotel comercio “El Cordano” es considerado Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en el año 1991 y considerado Patrimonio Cultural de la Nación por R.M N°0928-1980-ED el 24

de agosto de 1980, por lo tanto es una edificación que tiene ciertas restricciones como desmembrar partes integrales del inmueble, reconstruir, modificar, alterar, restaurar total o parcialmente el inmueble, sin previa autorización del Instituto Nacional de Cultura, razón por la cual se tiene que buscar técnicas de reforzamiento estructural que cumplan con las restricciones indicadas.

El uso de algunas edificaciones de patrimonio cultural se ha modificado a través del tiempo, los sectores residenciales se han convertido en sectores comerciales, sin llevarse a cabo la conservación y el mejoramiento a su estructura a pesar del cambio de uso. Este trabajo presenta el reforzamiento estructural y aplicación de geomalla biaxial con el fin de cumplir las normas y garantizar de esta manera la resistencia y condiciones de seguridad estructural para los ocupantes de dichas edificaciones, sin dejar de lado el interés común de preservar este tipo de edificaciones patrimoniales.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema principal

¿De qué manera influye el reforzamiento estructural y la aplicación de la geomalla biaxial en el comportamiento de muros de adobe en la edificación cultural hotel comercio “El Cordano”?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿De qué manera influye el reforzamiento estructural y la aplicación de la geomalla biaxial en los esfuerzos de tracción de los muros de adobe con el uso del software ETABS?
- b. ¿De qué manera influye el reforzamiento estructural y la aplicación de la geomalla biaxial en los esfuerzos de corte de los muros de adobe con el uso del software ETABS?
- c. ¿De qué manera influye el reforzamiento estructural y la aplicación

de la geomalla biaxial en los desplazamientos de los muros de adobe con el uso del software ETABS?

1.4. Objetivo

1.4.1. Objetivo principal

Determinar si el reforzamiento estructural y la aplicación de la geomalla biaxial influye en el comportamiento estructural de los muros de adobe.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Evaluar si el reforzamiento estructural y la aplicación de la geomalla biaxial influye en los esfuerzos de tracción de los muros de adobe bajo un sistema de modelamiento en el ETABS.
- b. Analizar si el reforzamiento estructural y la aplicación de la geomalla biaxial influye en los esfuerzos de corte de los muros de adobe bajo un sistema de modelamiento en el ETABS.
- c. Analizar si el reforzamiento estructural y la aplicación de la geomalla biaxial influye en los desplazamientos de los muros de adobe bajo un sistema de modelamiento en el ETABS.

1.5. Justificación e importancia de la investigación

Lima conocida como la ciudad de los reyes y específicamente el centro histórico de Lima es prueba tangible de la importancia histórica que constituye no solo para la presente ciudad, sino también para el mundo, ya que guarda en ella edificaciones que datan de épocas del virreinato del Perú. Muchas de las obras públicas que fueron edificadas en la época del virreinato son considerados hoy en día como patrimonio histórico de la nación y patrimonio mundial por la UNESCO.

Por esa razón el centro histórico de Lima representa un destino turístico no solo para los turistas nacionales, sino también como extranjeros, este turismo no es ajeno a los jirones Ancash y el jirón Carabaya. Es decir, el turismo en estos dos jirones es sin lugar a dudas unas de las más importantes y visitadas, ya que entre estos dos jirones se encuentran importantes edificaciones socios culturales, así como económico. Por hacer unas menciones de estas edificaciones tenemos las siguientes:

- ✓ Por el Jirón Carabaya: Plaza Mayor de Lima, Palacio Arzobispal de Lima, Catedral de Lima, Plaza San Martín, Palacio de gobierno, Hotel Comercio el Cordano.
- ✓ Por el Jirón Ancash: Casa de la literatura, Iglesia San Francisco de Asís, Palacio de gobierno, Hotel Comercio el Cordano.

Como se puede observar entre estos dos jirones se guarda una gran cantidad de lugares turísticos teniendo al Hotel Comercio el Cordano como uno de sus atractivos turísticos más importantes ya que como se menciona a lo largo de la tesis no solo es considerado como patrimonio histórico de la nación, sino también del mundo por la UNESCO, se dice que en el bar el Cordano solían cenar los presidentes peruanos durante el periodo republicano.

En la actualidad esta edificación está desocupado en su mayoría, salvo algunos espacios comerciales en el primer piso como es el caso del bar el Cordano. Es aquí la importancia de mantener esta estructura, ya que representa no solo un legado histórico, sino también que representa un ingreso en dividendos para el país, esto por la cantidad de turistas comensales que visitan el presente bar.

En una de nuestras visitas a estas instalaciones para poder realizar el levantamiento arquitectónico, así como el grado de conservación de los muros a esta edificación, también se pudo observar la afluencia de comensales a este bar, el peligro que representa ante un sismo de gran o mediana envergadura, la importancia cultural, social y económica tan solo en este local

que representa un 27% de la superficie total de la edificación.

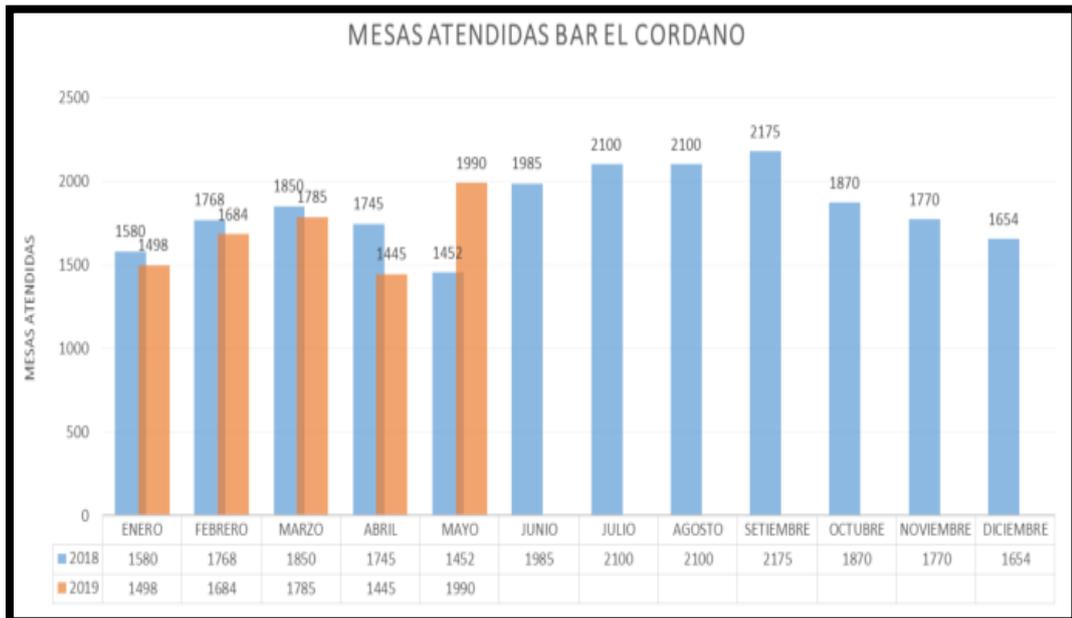
Para poder resaltar la importancia económica y cultural que recibimos de nuestro patrimonio cultural, tomaremos como ejemplo el Bar Cordano que se encuentra dentro del centro histórico de Lima, detallando los ingresos económicos promedios aproximados y la importancia cultural de la misma.

✓ Bar el Cordano, nuestra tesis trata del reforzamiento de los muros en el hotel comercio el Cordano, parte de su historia, así como su valor social y cultural ya fue mencionado a lo largo de la tesis, pero el valor económico que representa es uno de los puntos que nos llama la atención, ya que parte del atractivo que tiene este bar no solo está su comida y bebidas que brinda, sino la importancia de la infraestructura, ya que como nos comenta el dueño y administrador de este bar el señor Jacinto Amancio López Delgado. La mayoría de las comensales en su establecimiento son extranjeros muchos de ellos vienen por recomendación ya que este bar guarda un valor arquitectónico e histórico que no tiene otro bar en todo Lima, como el manifiesta su dueño, decir que están merendando en un establecimiento donde en su momento las máximas autoridades de nuestro país lo hacían es atractivo para ellos (turistas).

Se hizo las preguntas para obtener un dato aproximado del ingreso que percibe el bar Cordano. Se realizaron las siguientes preguntas:

- ¿Cuántos comensales reciben mensualmente? el dueño nos manifiesta que no nos puede dar un dato exacto de los comensales que visitan el bar, pero si del número de mesas atienden mensualmente el cual se puede visualizar en el siguiente gráfico.

Tabla 1. Promedio aproximado de mesas.



Elaborado: Los autores.

- ¿Si tuviera que darnos un porcentaje de la cantidad de comensales que recibe, cuántos de ellos son extranjeros y compatriotas? El dueño nos manifestó que la cantidad de comensales que atienden en su mayoría son extranjeros diciéndonos que sí tendría que darnos un porcentaje, esta sería de un 65% de comensales extranjeros y el otro 35% de comensales.

Tabla 2. Porcentajes de comensales.



Elaborado: Los autores.

- Si se toma como base los datos manifestado por el dueño del bar y en base a esta información se saca un promedio de comensales se tendría como resultado un promedio de comensales mensual de 1838, y si a esto se saca un promedio de ingreso anual, asumiendo que cada mesa atendida genera S/ 70.00, podemos tener entonces: 1838 mesas atendidas por 12 meses por S/ 70.00, dándonos como resultado un ingreso bruto anual de S/1'543,920.00.



Figura 1. Entrevista con el administrador.

Elaborado: Los autores.

Como se puede observar este patrimonio cultural es importante no solo por lo que representa esta estructuralmente, culturalmente, socialmente, sino también porque genera ingresos provenientes de turistas no solo nacionales, sino también extranjeros.

1.6. Viabilidad del estudio

- **Viabilidad técnica:** se contó con el apoyo del Ing. Wilhelm Pieck Sánchez Rodríguez para el modelamiento en el software ETABS, a su vez se usó diferentes referencias bibliográficas pertinentes a los refuerzos estructurales de muros de adobe.

- **Viabilidad económica:** nuestra tesis por ser una investigación descriptiva, no se usaron muchos recursos económicos, por lo que se usaron diferentes programas, fichas e información bibliográfica cuyos resultados nos ayudó a estructurar nuestros cuadros comparativos.
- **Viabilidad social:** nuestra tesis es oportuna y viable ya que da a conocer el reforzamiento estructural y la aplicación de la geomalla biaxial en los muros de adobe, donde ya han sido usados en proyectos de viviendas en todo el país.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes históricos

- En la sierra peruana no abundan los restos arqueológicos en adobe, pues fue más difundido el uso de la piedra. Una excepción notable es el caso de San Pedro de Racchi, cerca del Cuzco, que permite apreciar el uso de una combinación de piedras y adobe.

Sin embargo, tanto la costa como en la sierra existen muchas edificaciones en adobe y tapia que fueron realizadas en el periodo colonial, época en la cual se difundió más el empleo del adobe en las edificaciones. En este periodo existió una preocupación por la sismicidad existente, lo que trajo consigo el empleo de muros muy anchos, de 1.3m a 1.5m. De espesor; la esbeltez de los muros guardaba una relación altura-espesor de seis. El mismo temor a los sismos y las experiencias acumuladas condujeron también al empleo de la quincha en techos y paredes elaboradas con madera y caña, y recubierta con barro o cal y arena con barro.

Se implanto entonces en el siglo XVIII en las edificaciones una combinación de adobe y quincha, sobre todo en la costa donde las lluvias son muy escasas, en las cuales el adobe se usa en las primeras plantas y la quincha en las segundas. **(Castellán, 1989)** citado por **(Cárdenas, 2008, p.8)**.

Era una constante en el siglo XVIII ver edificaciones construidas con adobe en la primera planta y en los pisos subsiguientes de quincha, estas edificaciones fueron soportando el paso del tiempo y con ello sus propiedades estructurales se están viendo comprometidas, ya sea por la acción climatológica, así como por los sismos que han venido soportando dichas edificaciones. Actualmente se ven muy deteriorados, siendo esto un peligro eminente de colapso a la presencia de un sismo de regulares dimensiones, esto no solo es una preocupación para el estado sino

también para la UNESCO, ya que se puede apreciar edificaciones considerados patrimonio cultural de la nación, así como patrimonio mundial como es el caso del hotel comercio el Cordano.

- Las construcciones destinadas a vivienda que más abundan en el Perú son hechas de tierra cruda. Al año 2007, el censo nacional indicó que más del 35% de las viviendas existentes a nivel nacional eran de adobe, tapial y que más de 10 millones de peruanos las habitan. **(Bartolomé, Quiun y Silva, 2011, p. 303).**

La necesidad de tener una vivienda en nuestro país que tengan las condiciones de habitabilidad adecuadas y a un bajo costo, dio a pie a construcciones de viviendas de adobe en nuestro país. Sin embargo la construcción de adobe en el Perú se remonta a la época pre – hispánica donde el sistema constructivo más utilizado en aquel tiempo fue de albañilería de tierra cruda (adobe), muchas de estas construcciones han perdurado hasta la actualidad, ejemplo de esto sobran en nuestro país y se puede dar fe de eso mirando un poco en nuestra historia por ejemplo: la ciudad sagrada de Caral considerada la más antigua de américa, la ciudadela de Chan Chan considerada la ciudad de barro más grande de américa.

- Durante miles de años los seres humanos han construido edificaciones de tierra. Desde los antiguos sitios arqueológicos hasta las ciudades de hoy en día, de lo vernáculo a lo monumental, la tierra se ha utilizado tanto como material estructural como decorativo. Esta notable diversidad en el patrimonio edificado de tierra implica complejos desafíos de conservación. Como ejemplo, mientras sólo el 10% de los sitios culturales incluidos en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO están contruidos con tierra, el 57% de ellos están incluidos en la Lista de Patrimonio Mundial en Peligro. **(Cansino, Lardinois, D'Ayala, Fonseca, Torrealba, Vicente & Villacorta, 2012, p.1).**

Las edificaciones de adobe a lo largo de nuestra historia fue una constante. Hasta el día de hoy en países en desarrollo como en

nuestro país las edificaciones de adobe es una realidad, viendo esto los interesados a que este sistema estructural mejore fueron actualizando la norma a la cual se rige estas construcciones de tierra o adobe, pero no siempre fue así, en las civilizaciones de aquellos tiempos y para citarnos a un siglo en específico, en el siglo XIX en donde ya se elaboraban construcciones de adobe y no se contaba con una norma que rijan dichas construcciones, normalmente estas construcciones eran elaboradas de manera empírica por medio de las experiencias de los entendidos.

Dicho esto en el Perú existen edificaciones de adobe que tienen una antigüedad de más de 400 años y muchos de estas considerados patrimonio cultural de la nación y en algunos casos patrimonio mundial por la UNESCO, estas edificaciones son vulnerables sísmicamente, ya que muchas de estas mamposterías no contienen refuerzo alguno, tienen deterioros por el tiempo de vida y pueden colapsar repentinamente durante un evento sísmico eminente, esta situación se agrava si dichas edificaciones se sitúan en una zona altamente sísmica como es el litoral del Pacífico y si a esto se suma que carecen de un mantenimiento adecuado y regular, por tal razón estas edificaciones de importancia histórica de adobe están propensas a sufrir daños graves y aún peor que estas colapsen y no solo haya pérdidas materiales, sino también humanas, ya que muchas de estas edificaciones son actualmente utilizadas como vivienda o comercio como lo es el Hotel Comercio el Cordano.

- El Hotel Comercio se construyó a mediados del siglo XIX; sin embargo, el solar donde se ubica en torno a la Plaza de Armas de Lima ha sido ocupado por estructuras tempranas virreinales y prehispánicas Peligro. **(Cansino, Lardinois, D'Ayala, Fonseca, Torrealba, Vicente y Villacorta, 2012, p.30).**
- José Gálvez Barrenechea, escribe sobre el Hotel Comercio en su libro del año 1943, Calles de Lima y meses del año, señalando que,

en el año 1848, el propietario José Simeón Ayllón Aramburu "construye un gran edificio en esa calle". Gálvez habla de la estructura de tres pisos que, en el contexto de una ciudad de edificaciones bajas, sin duda se consideraba una construcción enorme. En el año 1897, Don Manuel Quimper compró el edificio de tres pisos de la esquina entre el jirón Carabaya y el jirón Áncash. En la documentación legal de la compra, que confirma que el Hotel Comercio existía a finales del siglo XIX, se describía que la construcción contaba con seis puertas que daban hacia el jirón Carabaya y dos hacia el jirón Áncash. Un plano panorámico de Lima, publicado en el año 1924, muestra al Hotel Comercio con una masa y volumen similares a su configuración actual. **(Cansino, Lardinois, D'Ayala, Fonseca, Torrealba, Vicente y Villacorta, 2012, p.32).**

Este patrimonio cultural se encuentra dentro de los límites del centro histórico de Lima. Como se puede ver en las citas, esta edificación está considerado como patrimonio cultural de la nación y de la humanidad por la UNESCO en el año 1991. El edificio es registrado como monumento nacional el 23 de julio de 1980. Por sus detalles arquitectónicos y por la ubicación donde se encuentra es un claro ejemplo de las casonas típicas que se puede encontrar en Lima y otras ciudades virreinales en Sudamérica. Por otra parte, hoy en día no solo posee un valor histórico para nuestro país, sino también tiene una importancia social por albergar en sus paredes al bar el Cordano, considerado por conocedores del tema como el bar más antiguo de Lima y donde los presidentes peruanos solían cenar durante su mandato.

2.1.2 Antecedentes de la investigación

- Se han desarrollado ensayos sísmicos del conjunto adobe-malla en las que se demuestra la casi perfecta compatibilidad de ambos materiales para la transmisión de esfuerzos donde las geomallas toman las tracciones y el adobe las compresiones en la misma

forma que las varillas de acero son refuerzo del concreto. **(Quispe y Rondón, 2012, p. 15).**

- De los resultados presentes se deduce que los desplazamientos laterales de la estructura dirección X es de 0.000201m y en la dirección Y de 0.000000051m lo cual se consideró óptimo el análisis sismorresistente de la edificación.
Los desplazamientos laterales de los nudos más altos de la edificación de Adobe son mínimos.
Las geomallas asignadas a los muros de adobe ayudan en la rigidez del muro haciendo que ante una fuerza sísmica horizontal hacen que los desplazamientos laterales de los muros sean reducidos. **(Cárdenas y Arodríguez, 2014, p.71).**
- El refuerzo de muros con mallas electrosoldadas (cuadrícula de 10x10 cm, e=4,2mm) se aplica usualmente para colaborar en la resistencia frente a las tracciones producidas por empujes horizontales sobre las albañilerías de adobe. Otra de las funciones por las cuales se colocan las mallas es para contener los adobes frente a posibles desprendimientos de piezas o desmoronamientos parciales de muros. **(Torres, 2013, p.6).**
- La utilización de la geomalla asegura la contención de la albañilería de adobes ya que su retícula (existen de dimensiones variables), siempre es de menor separación que la malla electrosoldada, por lo tanto, su capacidad de confinar es superior evitando desprendimientos no deseados. **(Torres, 2013, p.7).**
- Este sistema mejora notablemente el comportamiento de la estructura ante un sismo, pero es poco conveniente dada la limitación que se cuenta en edificaciones de tipo histórico, ya que al realizarse los análisis de los muros si se llega a encontrar pintura mural este método es completamente desechado, debido a que prevalece completamente la conservación de la pintura, por lo cual

es necesario plantear otra metodología de reforzamiento o combinarse. **(Pico y Ruiz. 2018, p.56).**

- Así mismo, los resultados de ensayos realizados en la PUCP con la técnica de la malla electrosoldada y la evaluación post sismo de viviendas reforzadas con esta alternativa (Capítulo 2.8), muestran que esta técnica resulta ser segura y aunque no provee capacidad de deformación adicional, sí dota de suficiente resistencia a la estructura que en sismos frecuentes a moderados las reparaciones de daños y/o el costo social es casi nulo, es decir tiene un buen comportamiento. Pero si la demanda supera dicha resistencia en sismos fuertes o severos la falla es grave y súbita (comportamiento frágil). **(Quispe y Rondón, 2012, p.40).**
- Los resultados muestran que, en el caso del muro sin refuerzo, el comportamiento es prácticamente elástico hasta que alcanza su máxima resistencia (0.18kg/cm²), luego de lo cual se producen unas cuantas grietas diagonales en ambos sentidos. Se muestra una fuerza máxima de 38 KN y después hay una pendiente negativa, lo cual implica una falla de sistema. **(Torrealva, 2009, p.8).**
- En el muro envuelto con la geomalla, se aprecia un esquema de grietas similar al del muro sin refuerzo alcanzando prácticamente la misma fuerza cortante máxima (39KN). Sin embargo, el comportamiento post fisuración es muy diferente, ya que después de ese límite el comportamiento es dúctil con gran capacidad de deformación manteniendo el nivel de resistencia elástica. **(Torrealva, 2009, p.10).**
- En el caso del muro reforzado y tarrajado el esquema de grietas es muy diferente de los anteriores. Las grietas son mucho más cortas y distribuidas en toda la superficie del muro por efecto de la malla embebida en el tarrajeo. Se muestra unos ciclos histéricos

con capacidad de absorción de energía y un valor máximo de cortante (50 KM) luego del cual el muro pierde resistencia por causa del desprendimiento del tarrajeo, y que la malla se comporte ya no como refuerzo integrado al muro sino como elemento de confinamiento semejante al muro con la geomalla sin recubrimiento continuando su capacidad de deformación. **(Torrealva, 2009, p.11).**

- De acuerdo al estudio experimental que realiza el Ing. Torrealva nos indica que el valor promedio de resistencia al esfuerzo cortante en un muro de adobe reforzado con geomalla sería lo siguiente: Esfuerzo cortante ultimo = 0.40 Kg/cm² (0.04MPa). **(Torrealva, 2009, p.19).**
- Suelo GM-GP: Este tipo de suelo conforma el 75% del área estudiada y corresponde a suelos gravosos, muy compactos, con matriz arenosa, bloques subredondeados, distribuidos en toda la parte central del Centro Histórico de Lima (Cercado de Lima y Rímac) **(Talavera, Bernal y Gómez, 2010, p.45).**

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Historia del adobe

Hablar del adobe y lo que representa como valor histórico es muy amplio, existen múltiples ejemplos de construcción con adobe y tapial o quincha a rededor de todo el mundo a lo largo de la historia. A modo de breves reseñas citaremos aquí solo algunos ejemplos. Algunas de las más antiguas ciudades del neolítico del oriente medio ya utilizaban la tierra cruda como elemento constructivo. Entre ellas cabe citar Çatal Huyuk ciudad que se encontraba en la península de Anatolia y que contaba con un tipo de urbanismo particular compuesto por casas fabricadas con adobe apiñadas unas con otras sin dejar espacios que conformaran calles. En este esquema urbano de Çatal Huyuk se accedía a las casas por el techo.

En otras ciudades de oriente medio, en el denominado creciente fértil, donde se originaron las primeras civilizaciones con escritura conocidas, el adobe fue ya utilizado asiduamente desde tiempos inmemoriales. Ciudades como Ur, Uruk, Kish, Lagash, asentadas junto o cerca de grandes ríos donde abundan las arcillas y la arena, utilizaron con profusión este material. Muchos de los Zigurats (pirámides mesopotámicas) de épocas antiguas contaban con adobe en su estructura interna siendo el recubrimiento externo de ladrillo.

También en España y en el norte de África está documentada el uso de la tierra cruda como elemento constructivo desde la más remota antigüedad. Plinio en su historia natural ya menciona el empleo de este material en la construcción de torres y Atalayas en España desde muy antiguo, mencionando en particular el uso de la tapia. Asimismo, un importante porcentaje de iglesias, murallas y otras edificaciones singulares de España que han llegado hasta nuestras fechas están contruidos con este material. Edificios tan importantes como la Alhambra de Granada o ciudades como el centro histórico de Córdoba en Andalucía o Daroca en Aragón son importantes muestras de arquitectura con tierra cruda.

En el norte de África, destacaremos por su gran belleza, las Kashbah, ciudades fortalezas construidas en tapial y en adobe que hoy se pueden ver en Marruecos. Muchas de estas Kashbahs se encuentran aún hoy en día en pie. Cabe citar también en África, la magnífica ciudad de Tombuctú, construida también en adobe, en las cercanías del río Niger en Malí.

Con la llegada de los españoles a América también llevaron consigo la costumbre de construir con tierra cruda. Sin embargo, esta técnica constructiva ya había sido empleada por los nativos americanos desde mucho antes de la llegada de cualquier europeo. En ese sentido destacan los yacimientos arqueológicos prehispánicos de Paquimé y la cultura denominada Casa Grandes en Chihuahua (México) que utilizaban los adobes y el tapial. También los llamados Anasazi o indios Pueblo, en el sur de los actuales Estados Unidos, utilizaban un tipo de adobe llamado localmente, y también en México, con el nombre de “Jacal”

2.2.2 Adobe en el Perú

En nuestro país la construcción del adobe se remonta desde la época pre – hispánica. A lo largo del tiempo se han seguido realizando edificaciones y muchas otras han perdurado en el tiempo un claro ejemplo de ello es la conocida ciudadela de Chan Chan, considerada la ciudad más grande de América construida de barro, así también tenemos la ciudad sagrada de Caral considerada la más antigua de América, entre otras que están formado una diversidad de pequeñas estructuras que no han recibido una adecuada conservación como son: canales, veredas, cementerios y murallas en la actualidad son atractivos turísticos por el valor histórico que representa.

El uso de este sistema constructivo fue fundamentalmente porque los materiales para su realización fueron de fácil acceso ya que se encontraban en la zona de su realización y porque permitió crear edificaciones con ambientes favorables y con un aislamiento de ruido y temperatura externa adecuada para los diferentes estados climáticos variados que presenta nuestro país.

2.2.3 Concepto de adobe

Hoy en día se define el adobe a un bloque rectangular hecha de barro (arcilla, limo y arena) en proporciones o con un porcentaje de 10% - 20% arcilla, de 15% - 25% limo, 55% - 70% arena, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos. Si al adobe se le incorpora materiales como (asfalto, cemento, cal, etc.) se hace con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad, a esto se le denomina Adobe Estabilizado. El adobe es considerado como uno de los materiales de construcción más antiguos de bajo costo y fácil accesibilidad ya que es elaborado por la propia comunidad para su construcción. Su construcción hoy en día se rige bajo la norma E 080 (Diseño y construcción con tierra reforzada) con esto lo que se busca es hacer una edificación que no sufra daños estructurales considerables como fisuras y deformaciones parciales o totales, que se puedan ver reflejadas en pérdidas humanas.

2.2.4 Norma E.080 – Diseño y Construcción con Tierra Reforzada

La presente norma establece criterios técnicos de diseño y requisitos para la construcción de tierra reforzada mayormente conocida como adobe, esto nos permite realizar viviendas con seguridad sísmica mediante un diseño que defina un comportamiento estructural adecuado.

El objetivo de la presente norma es proyectar edificaciones de interés social a bajo costo partiendo desde la concepción de materiales in situ, con virtudes ecológicas, medio ambientales y aislamiento acústico, pero con los criterios y recomendaciones precisadas en la presente norma, esto nos permitirá tener edificaciones que resistan las acciones sísmicas, evitando que estas edificaciones lleguen a tener una falla frágil.

Esta última actualización de la norma nos permite a mejorar el actual sistema constructivo con adobe entendiendo nuestra la realidad geográfica principalmente en la costa y sierra que es donde se puede apreciar la aplicación de este sistema constructivo.

2.2.5 Patrimonio cultural

Cuando se refiere a patrimonio cultural se ha de entender a todo objeto, lugar, sitio, costumbres o manifestaciones que guardan un legado histórico, ya que forman parte de la historia e identidad de la nación, por esta razón todo lo definido como patrimonio cultural debe ser protegido para su debida conservación. Dentro de esto puede ser manifestado por el quehacer humano – material o inmaterial - que, por su importancia, valor y significado paleontológico, arqueológico, arquitectónico, histórico, artístico, militar, social, antropológico, tradicional, religioso, etnológico, científico, tecnológico o intelectual, sea expresamente declarado como tal o sobre el que exista la presunción legal de serlo.

En la ciudad de Lima, se encuentran sectores constituidos por edificaciones de patrimonio cultural, concentrados principalmente en la zona centro de la ciudad de Lima.

2.2.6 Ley General del Patrimonio de la Nación – Ley N° 28296

Los bienes considerados como patrimonio cultural de la nación ya sean de propiedad privada o en su defecto publica, están sujetos a las

medidas y limitaciones que establezcan las leyes especiales para su correcta y conveniente conservación y protección. El derecho de estas propiedades o bienes están limitadas de acuerdo a las medidas administrativas que dispongan los organismos competentes, siempre y cuando no contravengan la ley y el interés público.

La presente ley regula la propiedad privada de bienes culturales muebles e inmuebles integrantes del patrimonio cultural de la nación, y establece las restricciones, limitaciones y obligaciones que dicha propiedad implica, en razón del interés público y de la conservación adecuada del bien.

De acuerdo con el Artículo N°20 de la presente ley son restricciones básicas al ejercicio de la propiedad de bienes muebles e inmuebles del patrimonio cultural de la nación: desmembrar partes integrantes de un bien mueble o inmueble integrante del patrimonio cultural de la nación. A su vez alterar, reconstruir, modificar o restaurar total o parcialmente el bien mueble o inmueble, sin autorización previa del instituto nacional de cultura en cuya jurisdicción se encuentre.

2.2.7 Comportamiento sísmico de las viviendas de adobe

Aunque la construcción de viviendas con adobe tiene varios beneficios desde el fácil acceso de los materiales hasta su bajo costo para su construcción no es un secreto que sus propiedades mecánicas para soportar eventos sísmicos y más aún en zonas de alta actividad sísmicas no son las más recomendable, ya que atraen durante un sismo la fuerza de inercia que tienen los muros por sus dimensiones, pero estos no son capaces de adsorber pues la resistencia de los muros de adobe es muy baja. En este sentido se puede concluir que las estructuras de adobe sin reforzar son frágiles y a menudo suelen presentar las siguientes fallas:

- Falla por corte, se debe a los esfuerzos tangenciales en las juntas horizontales.
- Falla por flexión, este tipo de falla se debe a los esfuerzos de tracción por flexión al actuar el muro como una losa apoyada en la base y en los elementos verticales que lo arriostran.

- Falla por tracción, en encuentros de los muros, sucede generalmente porque los esfuerzos de tracción directa que se produce en uno de los muros, al dar arriostre lateral a otros muros del encuentro.

Por otra parte, se puede agregar que los muros de adobe tienen poca resistencia a la tracción, esto se ve reflejada en nuestra norma peruana de adobe donde su resistencia a la compresión y al corte es de apenas de 2 kg/cm² y 0.25 kg/cm², respectivamente.

2.2.8 Principales causas de las fallas en el adobe

Las principales causas por las cuales se producen fallas en las edificaciones de adobe son las siguientes:

- Mal dimensionamiento del muro por poco espesor y excesivo largo y alto.
- Vanos de puertas y ventanas con poca excentricidad muy anchos y poco empotramiento en los dinteles.
- Carencia de una solera superior de amarre.
- Muros muy altos con techos excesivamente pesados y empalmes deficientes con los muros de adobe.
- Mala calidad del adobe en lo que se refiere a la materia prima utilizada y la técnica de producción.
- Inadecuado amarre en encuentros de muros que producen juntas verticales de tres y más hiladas
- Mano de obra no calificada o falta de capacitación al momento de la colocación del adobe.
- Adobe sin refuerzo horizontal y vertical

Cabe resaltar que el listado anterior no corresponde a fallas por condiciones sísmicas.

2.2.9 Refuerzo con geomalla

El refuerzo de muros perimetrales mediante la utilización de geomallas se propone cuando la albañilería de adobes es mecánicamente insuficiente para tomar los esfuerzos de tracción requeridos por las

solicitaciones sísmicas. Esta acción de intervención busca asegurar la integridad física de los muros frente a futuros sismos de gran magnitud, aprovechando el buen funcionamiento de los muros en la transmisión de cargas estáticas y principalmente de aquellos que cuentan con piezas de madera u otros elementos que les han permitido mantenerse en pie frente a anteriores sismos.

La utilización de la geomalla asegura la contención de la albañilería de adobes ya que su retícula (existen de dimensiones variables), siempre es de menor separación que la malla electrosoldada, por lo tanto, su capacidad de confinar es superior evitando desprendimientos no deseados.

La geomalla se instala en el caso de los muros reconstruidos inserta a nivel de sobre cimiento. La malla cruza la base del muro, quedando dispuesta para luego envolver todo el muro por su cara interior y exterior, cruzando sobre la viga de remate o solera superior y fijándose a ésta. Las mallas se conectan amarradas por rafias o pita de nylon distanciadas cada 30 cm o 50 cm a lo ancho del muro. En los muros conservados, la malla se instala de igual manera. Para conectar las caras interior y exterior con los cabos de nylon, se debe perforar el muro con taladro. Para fijar la malla a nivel de cimientos existentes, se genera un anclaje con piedras y mortero a la cal, al que irán fijados ambos extremos de la malla o bien se generan unos ganchos de anclaje mediante perforaciones en los cimientos, a los cuales se engancha la malla, de modo que trabaje a tracción desde la fijación a la base del muro.

En zona de vanos, al igual que el caso anterior, se debe realizar el retorno con el cruce de la malla proveniente de ambas caras del muro, de este modo se asegura la estabilidad e indeformabilidad de estas zonas vulnerables.

2.2.10 Refuerzos con malla electrosoldada

Esta técnica trata en cubrir ambas partes de la mampostería con la malla electrosoldada en franjas verticales y horizontales (simulando columnas y vigas), se conectan estas mallas por intermedio de alambres que atraviesan la mampostería para luego recubrirla con mortero.

Cuando la edificación es de un solo piso no es necesario la aplicación de esta técnica en toda la mampostería, ya que es suficiente reforzar las esquinas o encuentros de muros y la parte superior de las paredes.

Reforzar con la malla electrosoldada brinda a los elementos no estructurales un mejor comportamiento estructural y disminuir la falla frágil por corte.

El refuerzo de muros con mallas metálicas electrosoldadas ha sido estudiado científicamente por ingenieros de nuestro país asegurando que con ellas se “aumenta el nivel de seguridad sísmica de las viviendas de tierra, ya que se incrementa la resistencia de los muros, se controla su desplazamiento y se pospone el colapso”. Estos modelos realizados en laboratorios y sometidos a ensayos de resistencia en mesa sísmica han sufrido daños, sin llegar al colapso de la estructura. No obstante, los refuerzos de mallas aplicadas en construcciones piloto, al igual que los propuestos en algunos manuales, han sido concebidos para ser aplicados a viviendas de dimensiones pequeñas, por lo que la aplicación de la malla se limita a los elementos más críticos de la construcción, como encuentro de esquinas y contorno de vanos.

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Adobe (técnico)

Técnica de construcción que utiliza muros de albañilería de adobes secos asentados con mortero de barro.

2.3.2 Arriostre

Componente que impide significativamente el libre desplazamiento del borde de muro, considerándose un apoyo. El arriostre puede ser vertical (muro transversal o contrafuerte) u horizontal.

2.3.3 Colapso

Derrumbe súbito de muros o techos. Puede ser un derrumbe parcial o total.

2.3.4 Contrafuerte

Es un arriostre vertical construido con este único fin. De preferencia puede ser del mismo material o un material compatible (por ejemplo, piedra).

2.3.5 Ductilidad

La ductilidad es la habilidad de una estructura, de sus componentes o de sus materiales de sostener, sin fallar, deformaciones que excedan el límite elástico, o que excedan el punto a partir del cual las relaciones esfuerzo vs deformación ya no son lineales.

2.3.6 Edificación de la tierra reforzada

Edificación compuesta de los siguientes componentes estructurales: cimentación (cimiento y sobrecimiento), muros, entrepisos y techos, arriostres (verticales y horizontales), refuerzos y conexiones.

Cada uno de los componentes debe diseñarse cumpliendo lo desarrollado en la presente Norma, para evitar el colapso parcial o total de sus muros y techos, logrando el objetivo fundamental de conceder seguridad de vida a los ocupantes. Estas edificaciones pueden ser de adobe reforzado o tapial reforzado.

2.3.7 Extremo libre muro

Es el borde vertical u horizontal no arriostrado de un muro.

2.3.8 Esfuerzo cortante

El esfuerzo cortante es el esfuerzo interno o resultante de las tensiones paralelas a la sección de un prisma mecánico como por ejemplo una viga, columna o muro.

2.3.9 Esfuerzo tracción

En el cálculo de estructuras e ingeniería se denomina tracción al esfuerzo interno a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.

2.3.10 Esfuerzos de compresión

El esfuerzo de compresión es la resultante de las tensiones o presiones que existen dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen del cuerpo, y a un acortamiento del cuerpo en determinada dirección.

2.3.11 Evaluación estructural

Consiste en realizar un análisis matemático de la estructura existente ante cargas gravitacionales y cargas sísmicas para determinar el estado actual de estructura, se puede conceptualizar también como el uso de las ecuaciones para resistencia de materiales para hallar esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que actúan sobre una estructura resistente, como edificaciones.

2.3.12 Figura o grieta estructural

Rajadura que se presenta en los muros de tierra producidas por cargas mayores a las que puede resistir el material, por gravedad, terremotos, accidentes u otros. Atraviesan los muros de lado a lado y pueden ser de espesores variables o invisibles al ojo humano.

2.3.13 Geomalla

Las geomallas son geosintéticos para refuerzo con una estructura plana abierta fabricadas con polímeros de alta resistencia y durabilidad. Son estructuras bidimensionales que se elaboran en diferentes polímeros para que interactúen con el suelo o muro dependiendo del uso que se requiera, de tal manera que complementen

la resistencia a la tensión de este, y así crear una resistencia Geomalla-muro competente para recibir cargas y distribuirlas uniformemente.

Se suelen fabricar con fibras de polietileno de alta tenacidad (PET) que les confieren de alta resistencia. Las geomallas se protegen de los daños mecánicos con un recubrimiento polimérico de PVC. Las geomallas suelen tener un refuerzo biaxial con una apertura de malla rectangular.

2.3.14 Malla electrosoldada

Las mallas electrosoldadas son elementos que se constituyen para ser mallas de seguridad que pueden ser fabricadas según las necesidades del cliente, que pueden ser de varias presentaciones que pueden ser en paneles u hojas y rollos y los usos de las mallas pueden ser desde la losa de cimentación de entresijos pasando por pavimentos rígidos hasta en tuberías y en otros casos para la utilización de reforzamientos de mamposterías de adobe o de arcilla. Se pueden ver en diferentes presentaciones como mallas estándar, mallas especiales y en rollos.

En el caso que se utiliza como malla de refuerzo en muros esta se da encima de los muros o alrededor de las columnas y edificaciones. Su principal función es como soporte adicional de toda la estructura, sin embargo, se coloca en los puntos que necesitan más apoyo.

2.3.15 Mortero

Material de unión de los adobes en una albañilería. Debe ser de barro mezclado con paja o con arena gruesa y eventualmente con otras sustancias naturales espesas para controlar las fisuras del proceso de secado (cal, mucílago de cactus, y otros comprobados).

2.3.16 Reconstrucción local

Cuando la mampostería se encuentra dañada de tal manera que después de una evaluación se ve en la necesidad de reemplazarla por una nueva que tenga propiedades mecánicas similares a la original. Esta técnica contribuye a preservar las propiedades mecánicas originales y a

dar continuidad a la estructura. Esta técnica puede considerarse parcialmente reversible.

2.3.17 Refuerzos

Elementos constituidos por materiales con alta capacidad de tracción, que sirven para controlar los desplazamientos de muros en caso de fisuras estructurales. Deben ser compatibles con el material tierra, es decir, flexibles y de baja dureza para no dañarlo, incluso durante las vibraciones que producen los sismos.

2.3.18 Sismo

Movimiento telúrico producido por el choque de placas tectónicas ubicado a lo largo de la cordillera de los andes, también puede ser por fallas geológicas que se manifiestan en la zona centro y amazónica de nuestro país.

2.3.19 Sismo fuerte

Igual o mayor a la intensidad VII de la Escala de Mercalli Modificada.

2.3.20 Sismo leve

Igual o menor a intensidad III de la Escala de Mercalli Modificada.

2.3.21 Sismo moderado

Entre las intensidades IV y VI de la Escala de Mercalli Modificada.

2.3.22 Tapial (técnica)

Técnica de construcción que utiliza tierra húmeda vertida en moldes (tableros) firmes, para ser compactada por capas utilizando mazos o pisones de madera.

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

El reforzamiento estructural y la aplicación de la geomalla biaxial en la edificación cultural hotel comercio “El Cordano” influye en el comportamiento estructural de muros de adobe.

2.4.2 Hipótesis específicas

- a. El reforzamiento estructural y la aplicación de la geomalla biaxial en la edificación cultural hotel comercio “El Cordano” influye en los esfuerzos de tracción de los muros de adobe.
- b. El reforzamiento estructural y la aplicación de la geomalla biaxial en la edificación cultural hotel comercio “El Cordano” influye en los esfuerzos de corte de los muros de adobe.
- c. El reforzamiento estructural y la aplicación de la geomalla biaxial en la edificación cultural hotel comercio “El Cordano” influye en los desplazamientos de los muros de adobe.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

Para llegar a los objetivos planteados de la presente tesis, la metodología aplicada es muy sencilla y clara, la cual se basa en las siguientes etapas:

La primera etapa consta en la descripción de la estructura, para el cual usamos un panel fotográfico donde damos a conocer el estado actual de la edificación hotel comercio “El Cordano”, en la presente etapa mencionamos los daños estructurales en los muros.

La segunda etapa corresponde al modelamiento de la edificación, considerando las propiedades del adobe según la Norma E.080 – 2017 “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada”, esto se realizó a través del uso del programa ETABS versión 2017. Así mismo, se llevó a cabo un análisis del modelamiento, obteniendo como resultado los esfuerzos de tracción, corte y desplazamiento de los muros de la edificación.

En la tercera y última etapa, se realizó el análisis de comparación de los resultados obtenidos de los desplazamientos, esfuerzos de tracción y corte de los muros de la edificación hotel comercio “El Cordano”.

3.1 Tipo de investigación

Es cuantitativa porque se obtuvo datos medibles de acuerdo al modelamiento que realizamos, además se considera explicativa puesto que se tiene como objetivo aplicar el reforzamiento estructural en muros de adobe.

3.2 Nivel de investigación

La presente investigación es descriptiva, ya que observa y explica los hechos reales del estado de la edificación y el modelamiento del reforzamiento estructural. Así mismo analizó el comportamiento estructural de la edificación a través del programa ETABS versión 2017.

3.3 Diseño de investigación

El presente diseño de investigación es no experimental puesto que se aplicó normas y métodos de reforzamiento estructural en los muros de adobe del hotel comercio “El Cordano” a través de un software.

3.4 Población y muestra

La población tomada para la investigación fue el centro histórico de Lima, y nuestra muestra el hotel comercio “El Cordano” edificación considerada patrimonio cultural de la nación.

3.5 Procesamiento de datos

El procesamiento de datos de la investigación se realizó en el programa de Microsoft Excel donde se elaboraron cuadros y gráficos estadísticos, los cuales nos sirvieron de apoyo para analizar los resultados obtenidos en el modelamiento de la edificación.

3.6 Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos

Para realizar la recolección de datos, el Ministerio de Cultura nos brindó las facilidades de ingresar a la edificación y poder realizar la inspección ocular, así mismo contamos con herramientas y programas para poder obtener datos más exactos.

CAPÍTULO IV DESARROLLO

4.1 Reseña histórica

La vía que hoy constituye el Jr. Ancash fue tendida por el conquistador Francisco Pizarro cuando fundó la ciudad de Lima. El frente de estos solares, sobre el río Rímac, tenía como propietario al Cabildo de Lima. Esa propiedad la tiene desde tiempos de la fundación de la ciudad formándose el primer matadero de reses de Lima, ahí estaba la carnicería y el Alhóndiga o depósito de granos. Se quedó finalmente con el nombre de Calle del Rastro de San Francisco porque acá se estableció el primer matadero de ganado vacuno y el primero local de venta de carne o rastro. En la esquina que se forma con la calle Pescadería (Jr. Carabaya cuadra 1) vivieron personajes importantes como el Oidor Santillán y posteriormente el Capitán Antonio de Ribera. **(Herrera, 2003, p. 149).**

Esta calle se mantuvo como venta de carne hasta la creación del mercado central en el primer gobierno de Ramón Castilla entre 1845 y 1851; sin embargo, por un buen tiempo en esta calle fue conocida por ser un lugar en el que se encontraba establecimientos de venta de cuero y talabartería, producción derivada de la venta de res. **(Acosta, 1997, p. 151).**

Hoy acá se encuentran la Casa Bodega y Quadra, Casa y Callejón del Rastro, la Casa de Francisco de Mendoza Ríos Caballero y Sánchez Boquete, Casa del Balcón Ecléctico y la casa de las Trece Puertas, habitado en 1690 por Pedro Fraso, Oidor de la Real Audiencia.

En el siglo XVI el Cabildo de Lima para evitar la venta ambulatoria e incontrolada del pescado y proteger la salud pública se dispuso la existencia de un solo lugar donde se venda todo el pescado, y con un precio fijo. Ese local la construyó junto a la carnicería y a la alhóndiga, en la calle del Rastro de San Francisco, quedando prohibido vender pescado en los caminos, en las calles y en la casa de los particulares. A pesar de esta disposición del Cabildo los vendedores no quisieron entrar al local y siguieron vendiendo en las calles, sobre todo en la calle detrás de las Casas Reales, Desamparados. Esto generó que el Cabildo derribe el local que había construido en la calle del

Rastro y coloco Cajones, en esta calle, para generarle rentas a la ciudad. Más adelante construyó estos Cajones en la calle al costado de las Casas Reales, trasladándose ahí los vendedores de pescado, quedando definitivamente con el nombre de Calle de Pescadería (Jr. Carabaya)

Lima fue declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad el 12 de diciembre de 1991. La UNESCO reconoció así la importancia de una ciudad que durante los dos primeros siglos fue el único y más importante virreinato en Sudamérica, que sólo decreció en importancia con la creación de los virreinos del Río de la Plata y de Santa Fe de Bogotá hacia fines del siglo XVIII.

De allí la importancia de recuperar el Centro histórico de Lima, por la amplitud de su traza, la importancia de los ambientes urbanos y las innumerables edificaciones de valor existentes.



Figura 3. Calle de pescadería (hoy Jirón Carabaya).

Elaborado: Los autores.



Figura 2. El Cordano (antes Hotel Comercio).

Elaborado: Los autores.

4.2 Descripción arquitectónica

El hotel comercio el Cordano está ubicado en el centro de Lima colindando con la calle que da al palacio de gobierno y a una cuadra de la plaza mayor (Plaza de Armas), de la Catedral y la municipalidad de Lima. Por el jirón Ancash colinda con una estructura de adobe y quincha de dos pisos de altura, y por el jirón Carabaya colinda con una edificación de concreto de cuatro pisos de altura.



Figura 5. Fachada del Hotel Comercio "El Cordano".

Elaborado: Los autores.



Figura 6. "El Cordano" por el Jirón Carabaya.

Elaborado: Los autores.



Figura 4. "El Cordano" por el Jirón Ancash.

Elaborado: Los autores.

En rasgos generales se tiene una edificación que cuenta con tres pisos, dos patios, con una superficie de 1,480 m², se tiene como acceso a los pisos subsiguientes tres escaleras. Se pudo contabilizar un total de 131 habitaciones o ambientes distribuidos de la siguiente manera: 27 en el primer piso, 51 en el segundo piso y 53 en el tercer piso.

Se tiene una sección que ha colapsado que es la sección perpendicular al jirón Ancash y a la crujía entre los dos patios.



Figura 7. Sección colapsada.

Elaborado: Los autores.

Para poder discernir un concepto más definido de que método de reforzamiento sea el adecuado para la presente estructura, teniendo en cuenta que se trata de un patrimonio cultural y que la intervención a este tipo de edificaciones se ve limitada por la ley 28296 (ley general del patrimonio cultural de la nación), se vio necesario describir la distribución de la presente estructura materia de estudio el cual para fines del mismo se seleccionó un área determinada teniendo el criterio necesario para que el modelamiento y la entrega de resultados con y sin refuerzos sean los esperados. Para ello se tuvo como criterio la falta de continuidad de los muros por motivo del colapso en una de sus secciones y el límite de propiedad con terceros con respecto al jirón Carabaya. Teniendo como muros principales las pertenecientes a la

fachada y en resto de su interior que se pasara a señalar en las siguientes imágenes que por motivos didácticos llamaremos primera cruzija.

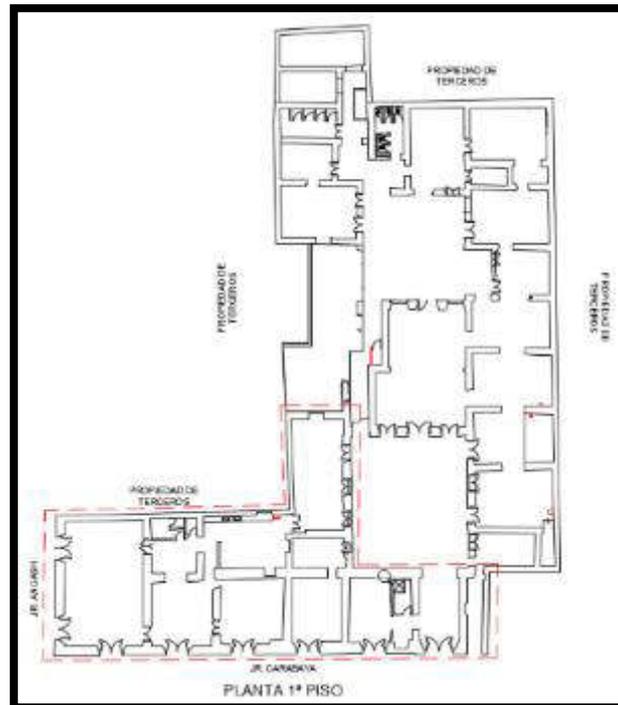


Figura 9. Delimitación del primer nivel.

Elaborado: Los autores.

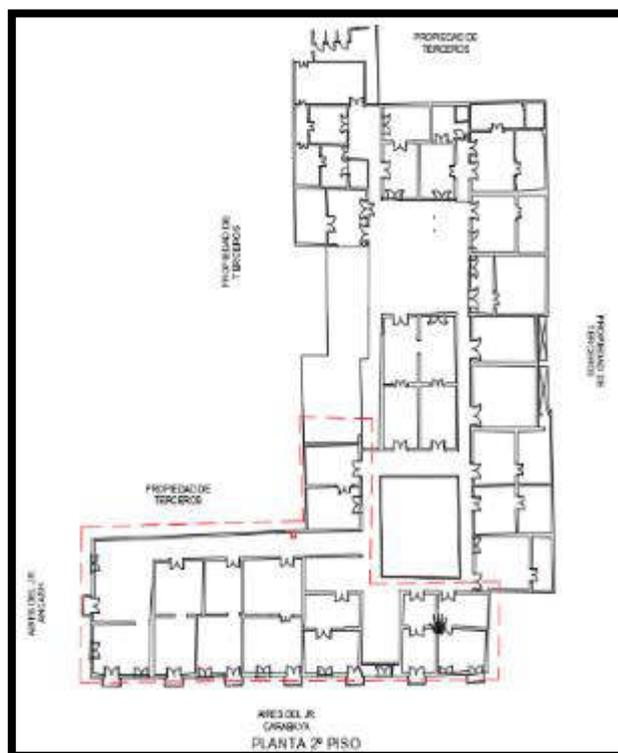


Figura 8. Delimitación del segundo nivel.

Elaborado: Los autores.

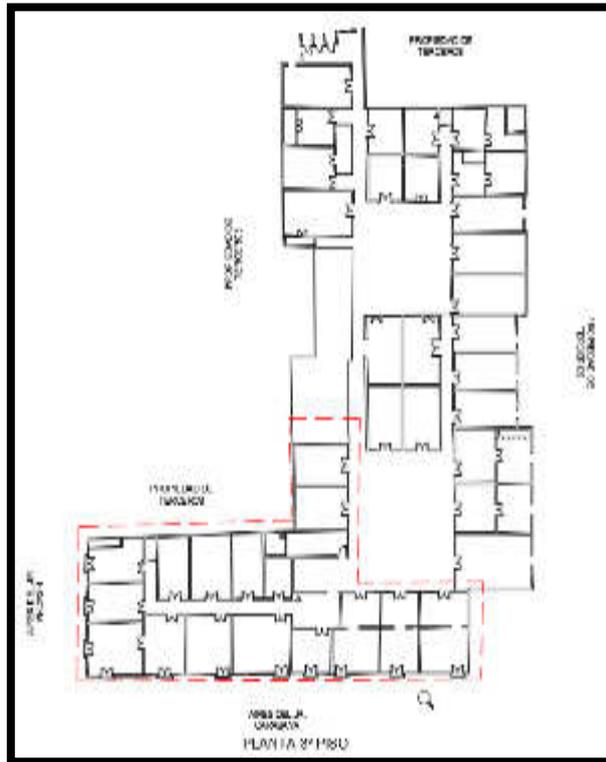
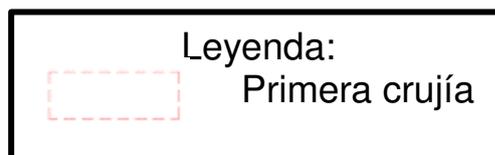


Figura 10. Delimitación del tercer nivel.

Elaborado: Los autores.

Para el reforzamiento de muros se tomó parte de la estructura que llamaremos primera crujía y es el que se encuentra adentro de las líneas punteadas de color rojo.



A continuación, se adjuntará los planos de cada planta intervenida indicando el área de estudio, el cual nos sirvió para hacer el presente modelamiento y poder obtener de ellos los resultados que se expondrán líneas abajo.

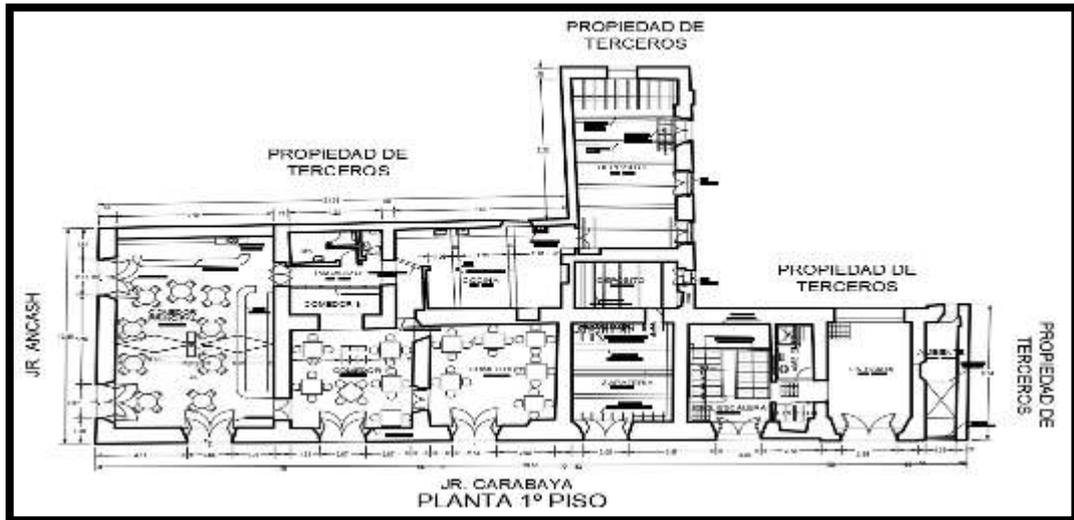


Figura 11. Área que intervenir del primer nivel.

Elaborado: Los autores.

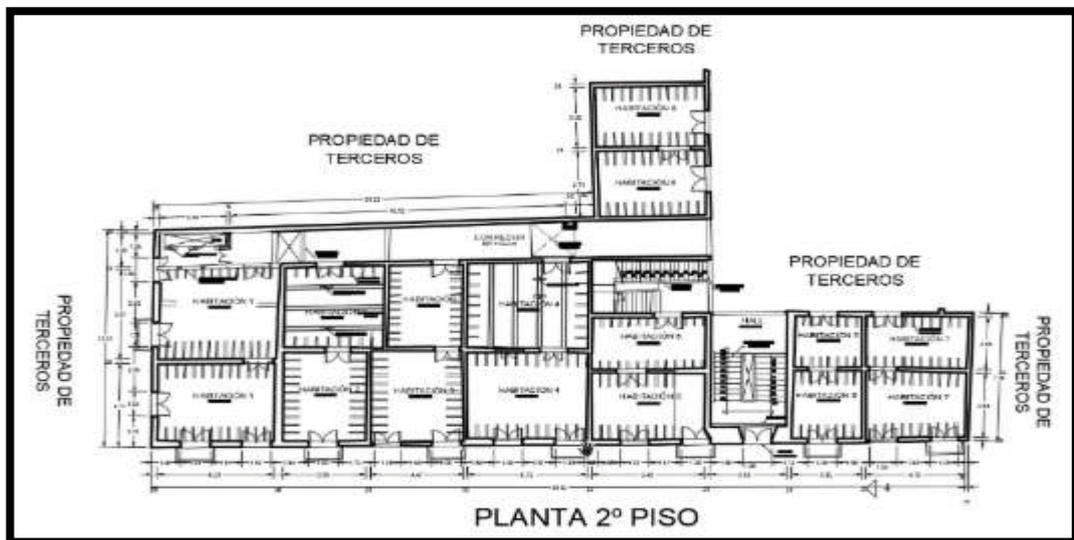


Figura 12. Área que intervenir del segundo nivel.

Elaborado: Los autores.



Figura 13. Área que intervenir del tercer nivel.

Elaborado: Los autores.

La tipología de la edificación corresponde a un edificio con fines de hospedaje – comercio, el cual consta de: primer, segundo y tercer piso. Correspondiendo la siguiente distribución:

- **Primer piso:**

Bar el Cordano: consta del comedor principal, comedor 1, comedor 2, comedor 3, pasadizo, cocina, deposito

Zapatería: consta de ambiente zapatería, deposito.

Hotel: en la actualidad deshabitada y en el primer piso está constituida por hall escalera, SS.HH, depósito, entrada a patio, deposito.

- **Segundo piso:**

Hotel: en la actualidad deshabitada, subiendo se encuentra hall, corredor, habitación 1, habitación 2, habitación 3, habitación 4, habitación 5, habitación 6, habitación 7, habitación 8. Cada una de estas habitaciones con un ambiente más sumando un total de 16 ambientes.

- **Tercer piso:**

Hotel: en la actualidad deshabitada, subiendo se encuentra hall de descanso, hall de habitaciones, habitación 9, habitación 10, habitación 11, habitación 12, habitación 13, habitación 14, habitación 15, habitación 16, habitación 17, habitación 18, habitación 19, habitación 20, habitación 21, habitación 22, habitación 23, habitación 24, habitación 25. Las habitaciones 20, 21, 22 tienen un ambiente más sumando un total de 19 ambientes.

4.3 Descripción de la estructura

La edificación del antiguo hotel “El Comercio” está constituida por 3 pisos, y posee un sistema estructural típico de principios del siglo XIX compuesto por muros de gran espesor en el primer piso esto de adobe y de quincha en los pisos superiores.

Se pudo observar que los muros de adobe tienen una altura considerable, que en ese tiempo era de piso a techo de 5.25 m. El espesor de estos muros varía desde 0.80 m a 1.25 m en el perímetro exterior y desde 0.60 m a 0.80 m en ambientes interiores. Los muros de adobe tienen un recubrimiento de yeso que varía entre los 2.5 – 3 cm.



Figura 15. Recubrimiento de muros internos.

Elaborado: Los autores.



Figura 14. Recubrimiento de muros internos del segundo nivel.

Elaborado: Los autores.

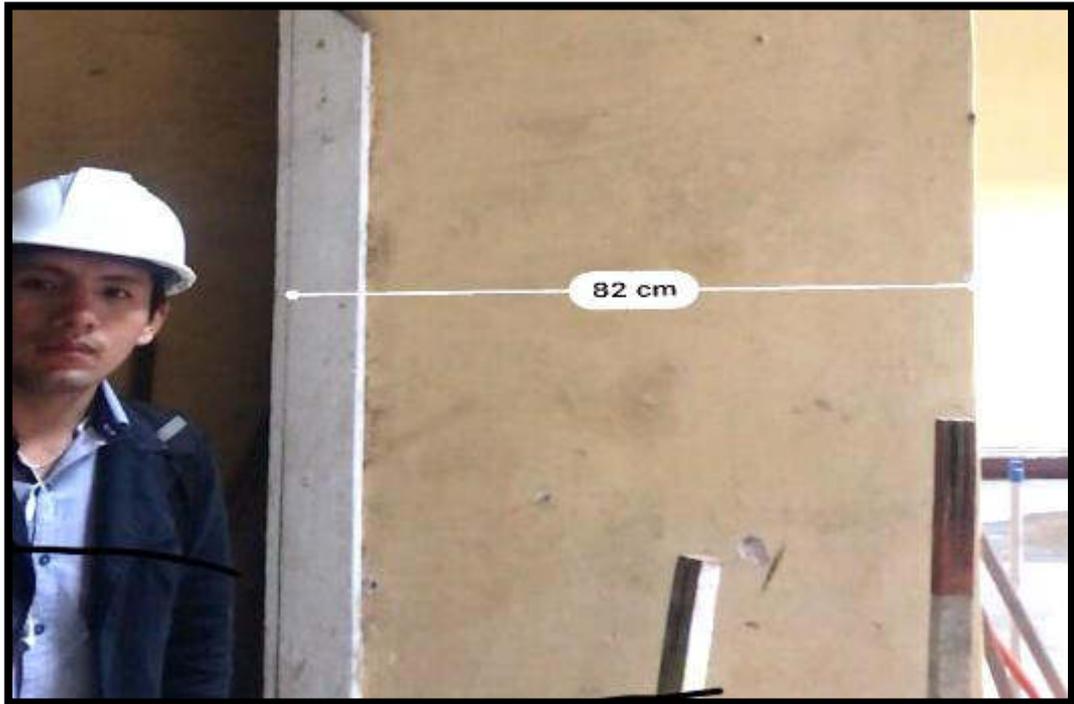


Figura 17. Espesor de muro de fachada.

Elaborado: Los autores.



Figura 16. Espesor de muro de la fachada principal.

Elaborado: Los autores.

Para cuestiones didácticas se utilizó un aplicativo llamado medición desde un dispositivo iPhone, esto para la medición de los muros.

En los muros de quincha la realidad es diferente. Ya que éstos tienen en el segundo piso una altura de techo a piso de 4.75 m mientras que en tercer piso una altura de 3.50 m.

El espesor de estos muros en el segundo piso ($e_{prom} = 0.30$ m) es mayor que el espesor de los muros en el tercer piso ($e_{prom} = 0.15$ m).

El espesor de estos muros no sólo varía en altura sino también existe variación en muros del mismo piso. Los muros de quincha tienen un recubrimiento de barro de 5 - 7 cm en el segundo piso y 3 - 4 cm en el tercer piso, según lo mostrado en las siguientes figuras:



Figura 19. Recubrimiento de muros del segundo nivel.

Elaborado: Los autores.



Figura 18. Recubrimiento del segundo nivel.

Elaborado: Los autores.

Se pudo apreciar columnas circulares de madera ($\phi=0.26$ cm) que sirven como elementos de soporte. Estos elementos están ubicados en los patios y en algunos ambientes. Las columnas de madera ubicadas en los patios son reemplazadas en los pisos superiores por columnas circulares metálicas ($\phi=0.10$ cm).

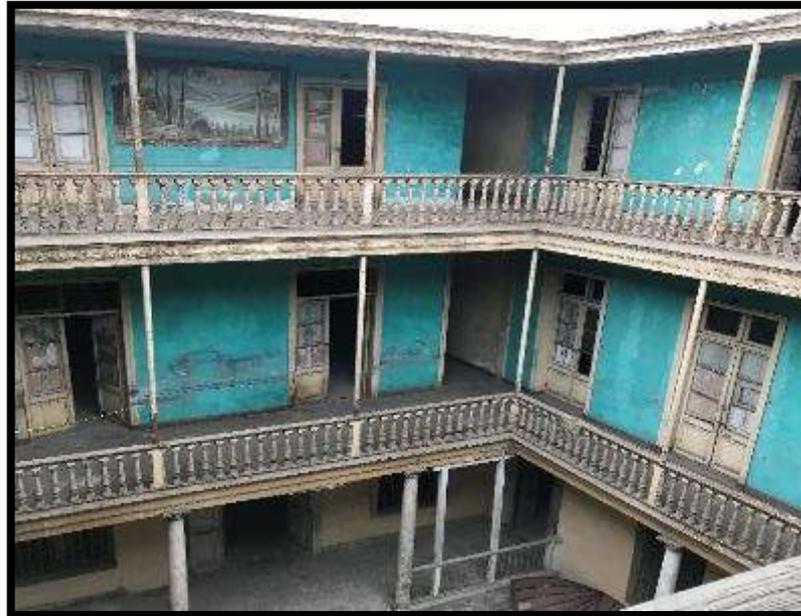


Figura 21. Espesor de columnas de los tres niveles.

Elaborado: Los autores.



Figura 20. Espesor de las columnas del primer nivel.

Elaborado: Los autores.

En cuanto a las características de las cimentaciones. La estructura actual presenta cimientos típicos de mampostería de piedra irregular asentada con mortero de cal y arena sobre un terreno rocoso a una profundidad entre 0.50 m y 0.80 m por debajo del nivel de piso terminado. El sobrecimiento es de mampostería de ladrillo cocido asentado con mortero de cal y se levanta hasta una altura promedio de 0.70 - 1.00 m por encima del nivel de piso terminado.

Las unidades de ladrillo se unen con mortero de cal tanto para las juntas verticales como horizontales, las cuales tienen un espesor de 2.5 a 3.0 cm.



Figura 23. Sobrecimiento de ladrillo.

Elaborado: Los autores.



Figura 22. Sobrecimiento de ladrillo del primer nivel.

Elaborado: Los autores.

4.4 Descripción del estado actual de la edificación

Para entender y detallar cómo se encontró el estado de la estructura actualmente hemos hecho una visita de campo, para luego realizar un panel fotográfico en el que se toma en cuenta el estado de las estructuras y los daños de la edificación hotel comercio “El Cordano”.

4.4.1 Panel fotográfico de la estructura actual del Hotel Comercio “El Cordano”



Figura 26. Edificación Hotel Comercio “El Cordano”.

Elaborado: Los autores.



Figura 25. Vista del Cordano desde el Jirón Ancash.

Elaborado: Los autores.



Figura 24. Vista del Cordano desde el Jirón Carabaya.

Elaborado: Los autores.

En las fotos mostradas vemos las estructuras de la fachada de la edificación que se encuentra ubicada en la esquina de los jirones: Jirón Ancash (Foto N°24) y el Jirón Carabaya (Foto N°25).

- **Panel fotográfico de los techos y entrepisos de la edificación**

Las siguientes fotos nos indican el estado de los techos y entrepisos de los ambientes de cocina y depósito del “Bar Cordano”. Debemos mencionar que el bar pertenece a la edificación hotel comercio “El Cordano”. Las fotografías que mostraremos a continuación nos darán a conocer el estado de las vigas y viguetas, así como también las conexiones que existen entre dichos elementos.



Figura 27. Vigas y Viguetas del depósito.

Elaborado: Los autores.



Figura 28. Vigas y viguetas de la cocina.

Elaborado: Los autores.

En las fotos que mostraremos a continuación se puede apreciar que en los entresijos de los siguientes ambientes del “Bar Cordano” se cuenta con un doble entablado, es decir que se tiene una separación de 0.75 metros aproximadamente entre el cielo raso y el piso del segundo nivel.



Figura 30. Doble entablado.

Elaborado: Los autores.

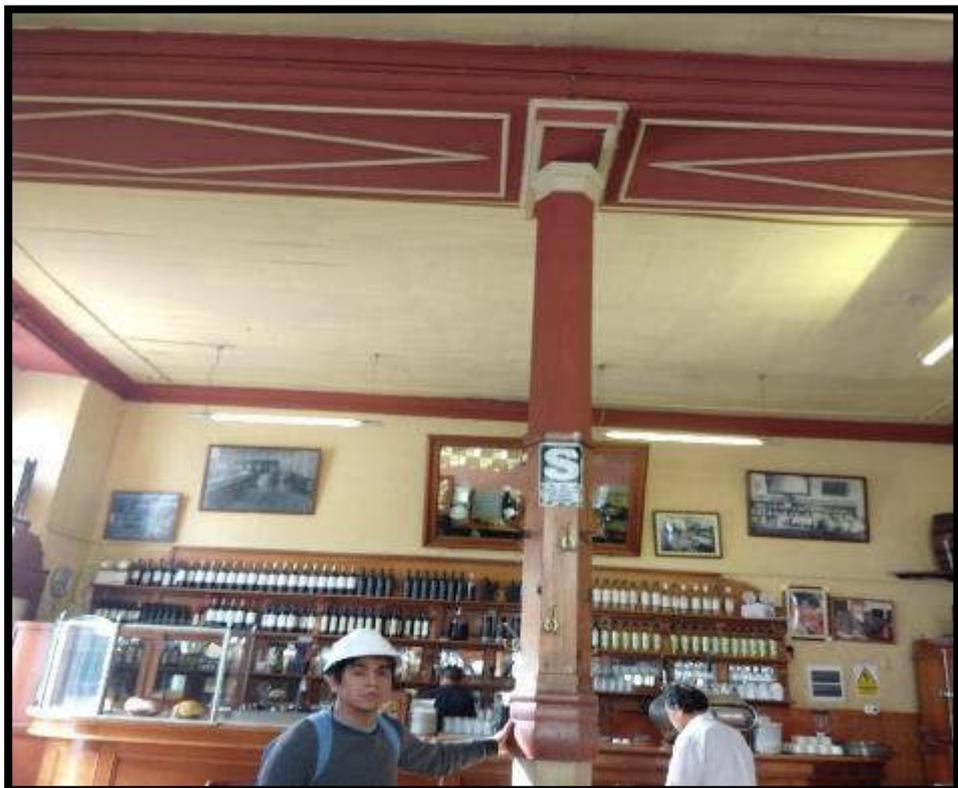


Figura 29. Se visualiza el cielo raso.

Elaborado: Los autores.

Por otro lado, tenemos el estado de los pisos y techos de los diferentes ambientes del hotel comercio “El Cordano” donde podremos visualizar que algunos de ellos están sostenidos por puntales, ya que se encuentran deteriorados.



Figura 31. Techo sostenido por puntales.

Elaborado: Los autores.



Figura 33. Las vigas están sostenidas por puntales.

Elaborado: Los autores.



Figura 32. Puntales en la edificación.

Elaborado: Los autores.

Tenemos fotos de los siguientes niveles de la edificación hotel comercio “El Cordano” donde visualizaremos el estado actual de los pisos y entrepisos.



Figura 34. Visualiza el mal estado del entrepiso.

Elaborado: Los autores.

En la figura (N°33) podemos darnos cuenta el estado del piso del segundo nivel, notaremos que el entablado se encuentra en mal estado inclusive se observa la falta de unidades que conforman el piso del segundo nivel.



Figura 35. Puntales sosteniendo el techo del segundo nivel.

Elaborado: Los autores.

Como podemos notar en la Figura (N°35) las vigas y viguetas están siendo sostenidas por puntales, con el fin de evitar algún colapso parcial o total del techo del segundo nivel.

De acuerdo a las fotos mostradas anteriormente podemos definir que las vigas, viguetas y entrepisos se encuentran en deterioro, por lo tanto, se requiere mantenimiento y cambio parcial de dichos elementos.

- **Panel fotográfico de los muros de la edificación**

La edificación cuenta con muros de adobe y muros de quincha, dichos muros presentan deterioro por humedad, contiene grietas en diferentes ambientes de la edificación, observamos también fisuras horizontales y diagonales, así como se muestra en la siguiente foto.



Figura 36. Medición de humedad de la fachada.

Elaborado: Los autores.

Para realizar el análisis de inspección de los muros de adobe hemos usado un medidor de humedad digital modelo MOISTURE METER MD - 4G.



Figura 38. Medición de la humedad en fachada.

Elaborado: Los autores.

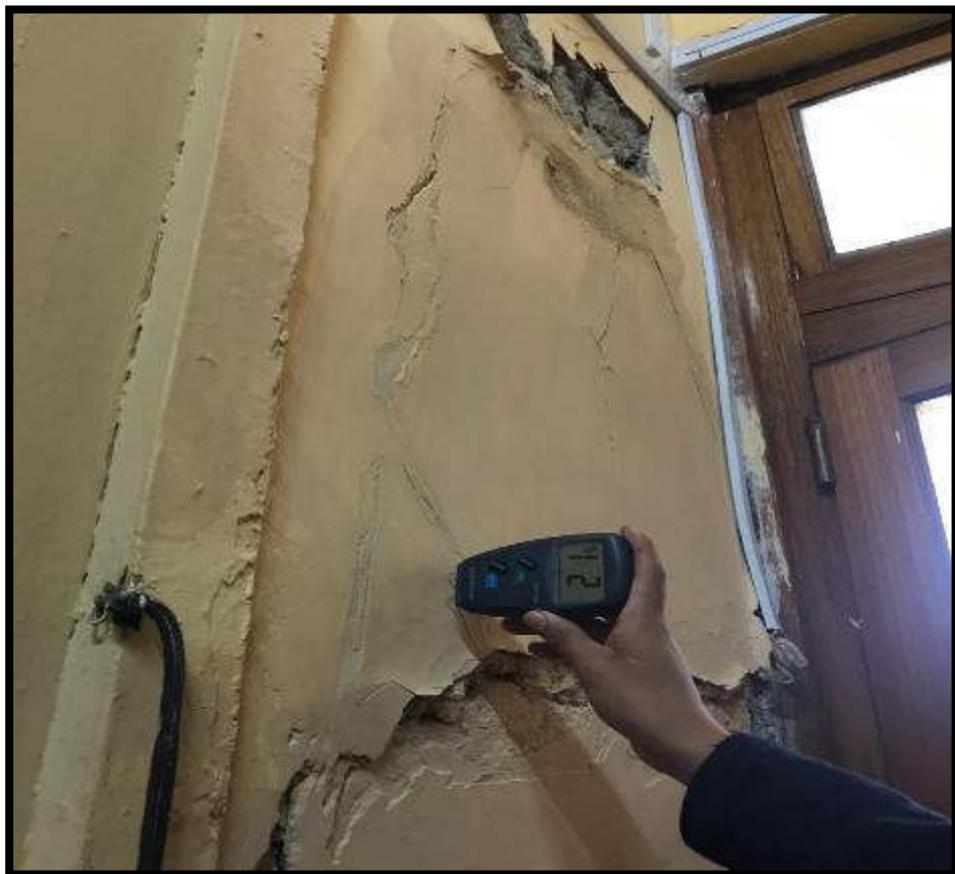


Figura 37. Medición de humedad en el interior de predio.

Elaborado: Los autores.

En las siguientes fotos observaremos el estado actual de los muros de la edificación en sus diferentes ambientes. Así mismo hemos realizado ventanas de exploración para visualizar el estado en que se encuentran los muros.



Figura 40. Venta de exploración.

Elaborado: Los autores.



Figura 39. Venta de exploración en el primer nivel.

Elaborado: Los autores.

Al momento de la inspección ocular observamos que en los niveles superiores de la edificación cuenta con muros de quincha como podemos ver en las siguientes imágenes, por lo que fueron mencionadas dichas características anteriormente.



Figura 42. Muros de quincha.

Elaborado: Los autores.



Figura 41. Muros de quincha deteriorados.

Elaborado: Los autores.

Según lo observado en las diferentes fotos la edificación cuenta con fisuras superficiales, también notamos que las unidades de adobe se encuentran deterioradas por la humedad. Por último, se nota que los muros muestran estructuralmente un mal estado de conservación y los deterioros son muy puntuales.

4.4.2 Panel fotográfico de daños en muros del Hotel Comercio “El Cordano”

Debido a los diferentes sismos que han ocurrido en nuestro país y su escaso mantenimiento podemos observar que la edificación cuenta con distintos daños en los muros, como se podrá visualizar en las fotos tomadas durante la inspección ocular que se realizó. Observaremos fallas por humedad, por peso, grietas y fisuras tanto en los muros de adobe como en los de quincha esto se debe a la falta de mantenimiento. A estas observaciones podemos sumar el desprendimiento del material de recubrimiento de los muros lo que ocasiona que los materiales queden expuestos al ambiente, modificando así sus propiedades iniciales.



Figura 44. Visualizamos la humedad en los muros de la fachada.

Elaborado: Los autores.



Figura 43. Fallas por humedad.

Elaborado: Los autores.

Como podemos notar en las Figuras 44 y 43 veremos la falla por humedad, dichas fallas se encuentran en los muros del primer nivel de la edificación.



Figura 46. Desprendimiento del material de recubrimiento.

Elaborado: Los autores.



Figura 45. Grietas en muros del segundo nivel.

Elaborado: Los autores.

En las fotos se puede notar el desprendimiento del recubrimiento, así mismo observamos grietas en los muros, esto se debe a la concentración de esfuerzos que han sido generados debidos a los sismos.



Figura 48. Desprendimiento del recubrimiento en el segundo nivel.

Elaborado: Los autores.



Figura 47. Visualiza las fisuras en los muros.

Elaborado: Los autores.

De acuerdo a lo observado anteriormente podemos notar que los sismos y movimientos de suelo como asentamientos han llegado a producir en los muros de tierra fisuras, grietas y desprendimientos, lo que esto genera que se pierda la resistencia y rigidez llegando a incrementar el riesgo de colapso de la edificación.

4.5 Modelamiento del análisis estructural

4.5.1 Descripción del proyecto

La edificación está ubicada en el distrito de Cercado de Lima, provincia de Lima, departamento de Lima. La estructura está conformada esencialmente por un sistema de mampostería de adobe en el primer piso y por un entramado de quincha en el segundo y tercer piso.

En primer lugar, se realizó la evaluación del inmueble con su configuración actual. A partir de ello, se determinaron zonas con problemas de esfuerzos y se realizó una propuesta de reforzamiento, que luego fue verificada con un nuevo modelo.

4.5.2 Materiales

- **Mampostería de ladrillo**

Se han tomado los siguientes valores de resistencia, tomando como referencia la Norma Peruana de albañilería E.070:

La resistencia a la compresión en pilas de albañilería de ladrillo de arcilla es $f_m = 65 \text{ kg/cm}^2$ y a corte en muretes es $v_m = 8.1 \text{ kg/cm}^2$.

Entonces:

La resistencia a la compresión de los muros de ladrillo sería:

$$\sigma_m \cong 0.15 (f_m) = 0.15 * 65 \text{ kg/cm}^2 = 9.75 \text{ kg/cm}^2$$

La resistencia al corte de los muros es:

$$V_m \cong 0.50 (v_m) = 0.5 * 8.1 \text{ kg/cm}^2 = 4.05 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 3. Características de albañilería.

TABLA 9 (**)				
RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm ²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f_b	PILAS f_m	MURETES v_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Silice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Elaborado: Norma E. 070 albañilería.

- **Mampostería de adobe**

Se han tomado los siguientes valores de resistencia, tomando como referencia la Norma Peruana de adobe E.080:

Resistencia admisible a la compresión de la albañilería:
 $f_m = 6.12 \text{ kg/cm}^2$.

Resistencia última al corte de la albañilería: $v'm = 0.25 \text{ kg/cm}^2$

Para la mampostería de adobe el módulo de elasticidad (E_m) fue estimado en $E_m \approx 2040 \text{ kg/cm}^2$.

- **Madera**

Todas las vigas y viguetas de los entresijos y techos del inmueble son de madera. Asimismo, los muros del segundo nivel presentan estructura de madera. Debido a la fecha de construcción del inmueble, se ha considerado la especie Pino Oregón para el análisis.

A continuación, se alcanzan las propiedades mecánicas del Pino Oregón, según los estudios realizados por el proyecto de investigación SRP, Seismic Retrofitting Project, donde se ensayaron muestras de madera históricas en buenas condiciones.

- **Propiedades del Pino Oregón**

La madera está considerada como de densidad básica media. Sus valores promedios son:

Densidad básica : $0,49 \text{ g/cm}^3$.

Su resistencia mecánica es considerada media y sus valores promedio al 16,0% de humedad son:

Módulo de elasticidad en flexión : $10,68 \times 10^3 \text{ Mpa}$.

Módulo de rotura : $75,85 \text{ Mpa}$.

Compresión paralela (RM) : $38,12 \text{ Mpa}$.

Compresión perpendicular : $6,31 \text{ Mpa}$.

Cizallamiento o corte paralelo : $10,07 \text{ Mpa}$.

Tensión paralela al grano : $64,12 \text{ Mpa}$.

Tensión perpendicular al grano : $1,83 \text{ Mpa}$.

- **Propiedades del adobe**

Tabla 4. Propiedades del adobe y quincha.

		Primer Piso (Adobe)	Segundo Piso (Quincha Tipo 1)	Tercer Piso (Quincha Tipo 2)	Entrepiso (Madera)
Módulo de Elasticidad	(GPa)	0.30	2.6	4.2	10
Espesor <i>madrone</i>	(m)	0.9	0.3	0.15	-
Espesor <i>bedina</i>	(m)	0.9	0.28	0.13	-
Peso Específico	(KN/m ³)	16	10	10	6.5

Elaborado: Evaluación estructural de construcciones históricas en la costa peruana utilizando tecnologías modernas: el caso del hotel "El Comercio" en Lima (Chácara, 2013, p. 83).

4.5.3 Análisis estructural

4.5.3.1 Cargas

- **Carga muerta**

Los pesos unitarios considerados están de acuerdo a la norma E.020. Ver Anexo 2.

Peso Específico Pino Oregón = 1130kg/m³

Adobe = 1600kg/m³

Tierra = 1600kg/m³

Mampostería de ladrillo de arcilla = 1800kg/m³

Concreto = 2400kg/m³

Piso terminado = 100kg/m²

- **Carga viva**

Se utilizaron las cargas que se establecen en la norma E.020. Ver Anexo 3.

Sobrecarga techo 1er y 2do piso:

Cuartos de hoteles o vivienda = 200 kg/m²

Corredores y escaleras = 400 kg/m²

Sobrecarga techo 3er piso:

Azotea = 50 kg/m²

- **Carga sísmica**

Al predominar la mampostería de adobe, se ha

considerado los parámetros dados para esta.

Según la Norma Técnica E0.80 de Adobe, la fuerza sísmica horizontal en la edificación de adobe está dada por:

$$H=S*U*C *P$$

Donde los parámetros sísmicos son los que establecen la presente norma E0.80. Ver Anexo 4, 5 y 6. Siendo estas las siguientes:

S=Factor de suelo Tipo I (suelo muy resistente mayor a 3kg/cm²) = 1.0

U=Factor de uso (hospedaje y vivienda)
=1.40

C= Coeficiente sísmico (Zona 4)
=0.25

P=Peso de la edificación incluye carga muerta y 50% de la carga viva.

Entonces:

$$H= (1.0) *(1.4) *(0.25) *P= 0.35 P$$

También podría expresarse en términos de aceleración:

$$H=0.35*M*g = Aa*M$$

Donde:

M=Masa de la edificación

g=gravedad

Aa=aceleración de la estructura= 0.35g=3.4335m/seg²

Por lo tanto, esto servirá para el análisis sísmico.

El análisis se realizó con un espectro definido según las normas respectivas (RNE- E030 y RNE – E080).

4.5.4 Modelo estructural

La mampostería de adobe, de ladrillo de arcilla y el entramado de madera han sido modelados por elementos laminares, las columnas, vigas y correas de madera han sido modeladas por elementos reticulares.

El análisis sísmico dinámico empleado en este trabajo está basado en el método Espectral, considerando un análisis de masas concentradas, con 3 grados de libertad de oscilación por nudo (debido a la configuración irregular de la edificación).

Para modelar el muro de quincha, fue necesario generar un modelo laminar equivalente, el cual tenga la misma rigidez en el plano, como fuera del plano. Para ello fue necesario realizar un modelo a detalle de un panel de quincha (4.24x3.00m), en el cual se modeló el mortero de barro por elementos laminares y el marco de madera por elementos reticulares.

Para la madera se utilizó el módulo de elasticidad del Pino Oregón $E_{madera}=108936\text{kg/cm}^2$ y para el mortero de barro se consideró el mismo módulo de elasticidad del adobe 1000kg/cm^2 . Asimismo, se elaboró el modelo plano equivalente, con elementos laminares cuyo módulo de elasticidad asignado fue el de la madera pino Oregón, y la variable a obtener es el espesor.

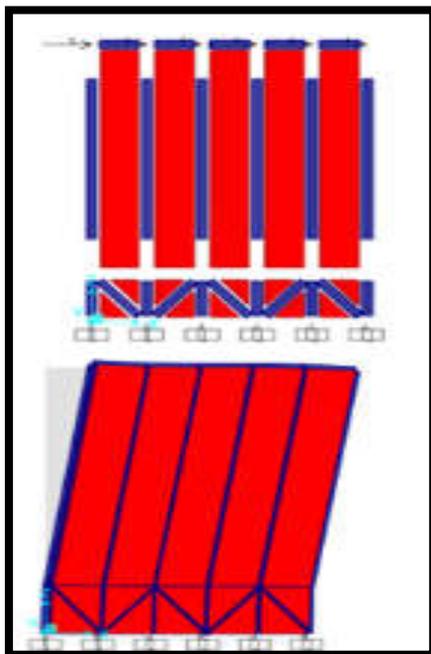


Figura 50. Comportamiento de la quincha.

Elaborado: Los autores.

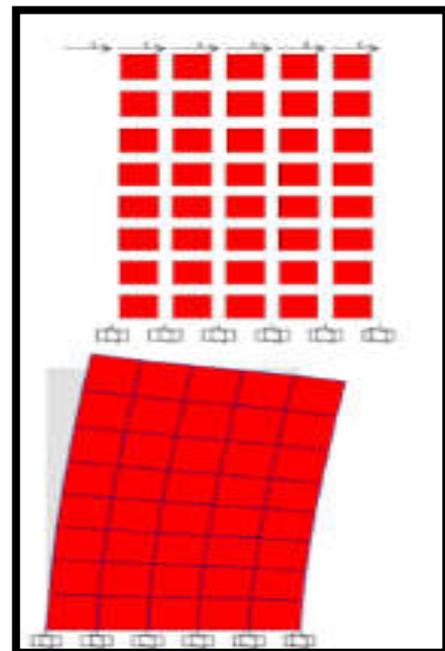


Figura 49. Comportamiento del adobe.

Elaborado: Los autores.

La calibración fue en el plano y fuera del plano, obteniéndose espesores equivalentes, para el comportamiento de membrana (en el plano) un espesor de 0.635cm y para el comportamiento de placa (fuera del plano) un espesor de 6.34cm.

Por medio de esta calibración fue posible modelar los muros de quincha por medio de elementos planos equivalente, con el módulo de elasticidad de la madera y con sus respectivos espesores de membrana y placa.

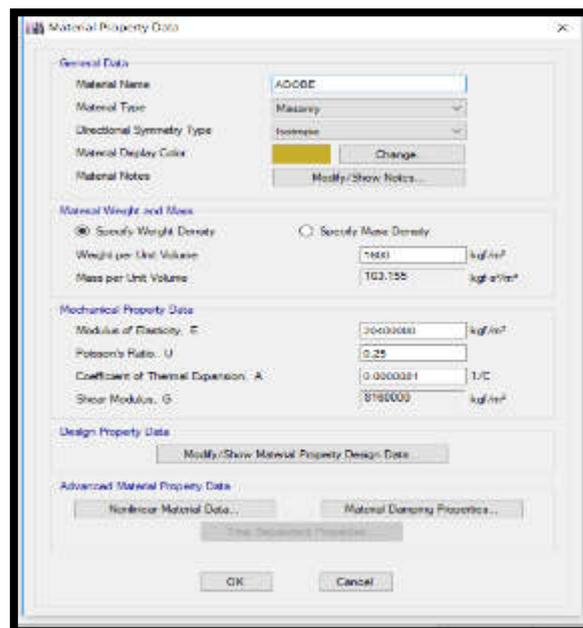


Figura 52. Datos del adobe.

Elaborado: Los autores.

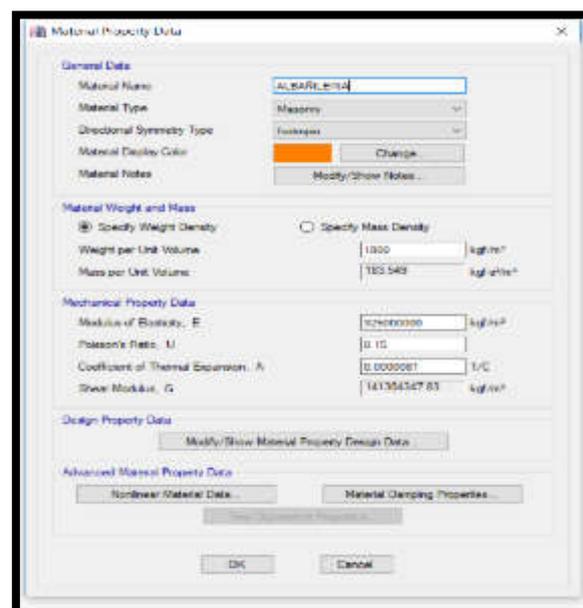


Figura 51. Datos de albañilería.

Elaborado: Los autores.

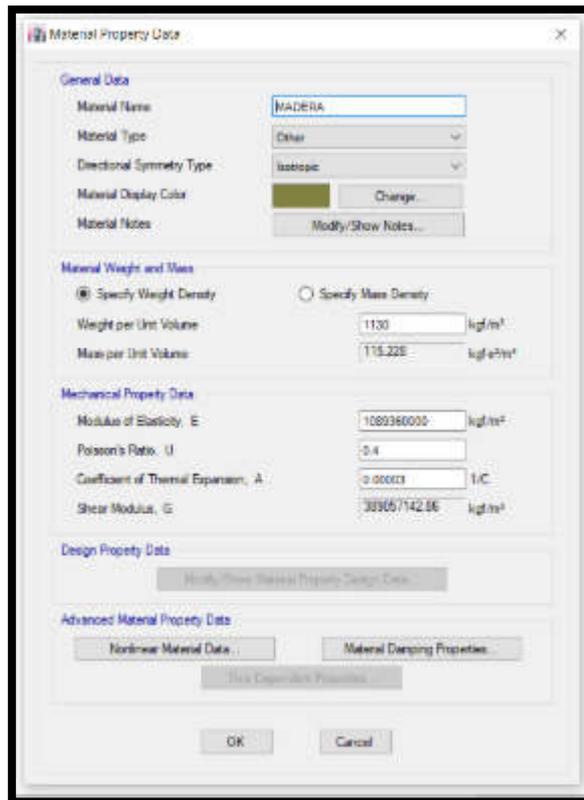


Figura 54. Datos de la madera.

Elaborado: Los autores.

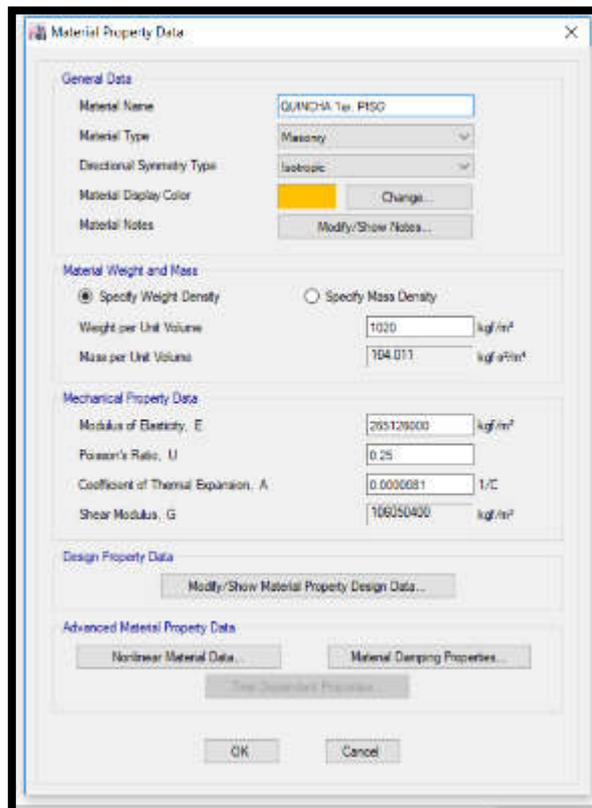


Figura 53. Datos de la quincha.

Elaborado: Los autores.

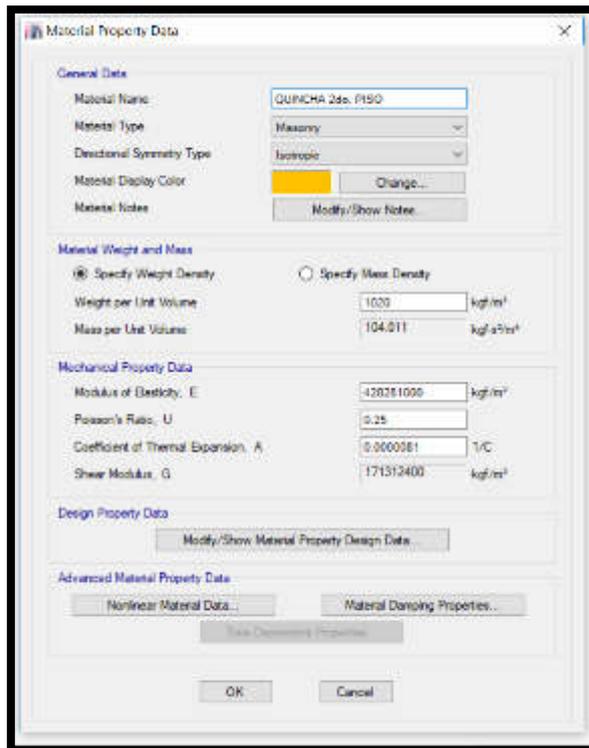


Figura 55. Datos de la quincha segundo nivel.
Elaborado: Los autores.

4.5.5 Modelo con la configuración estructural actual

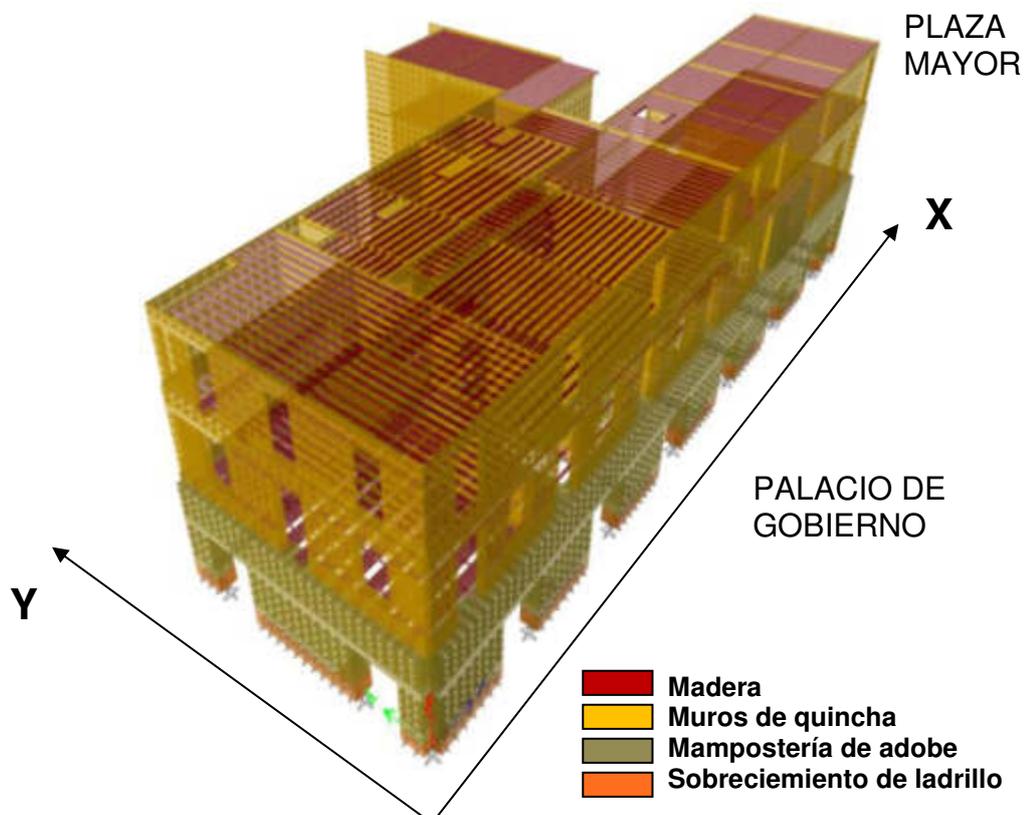


Figura 56. Modelo tridimensional de la edificación.
Elaborado: Los autores.

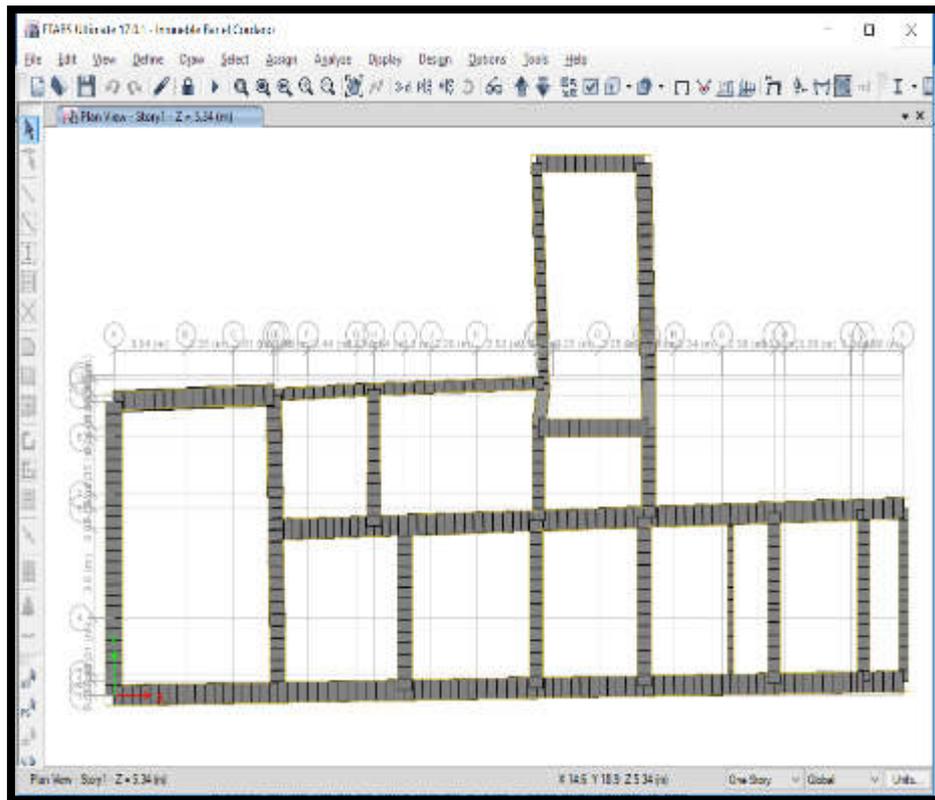


Figura 58. Distribución de la primera planta de la edificación.

Elaborado: Los autores.

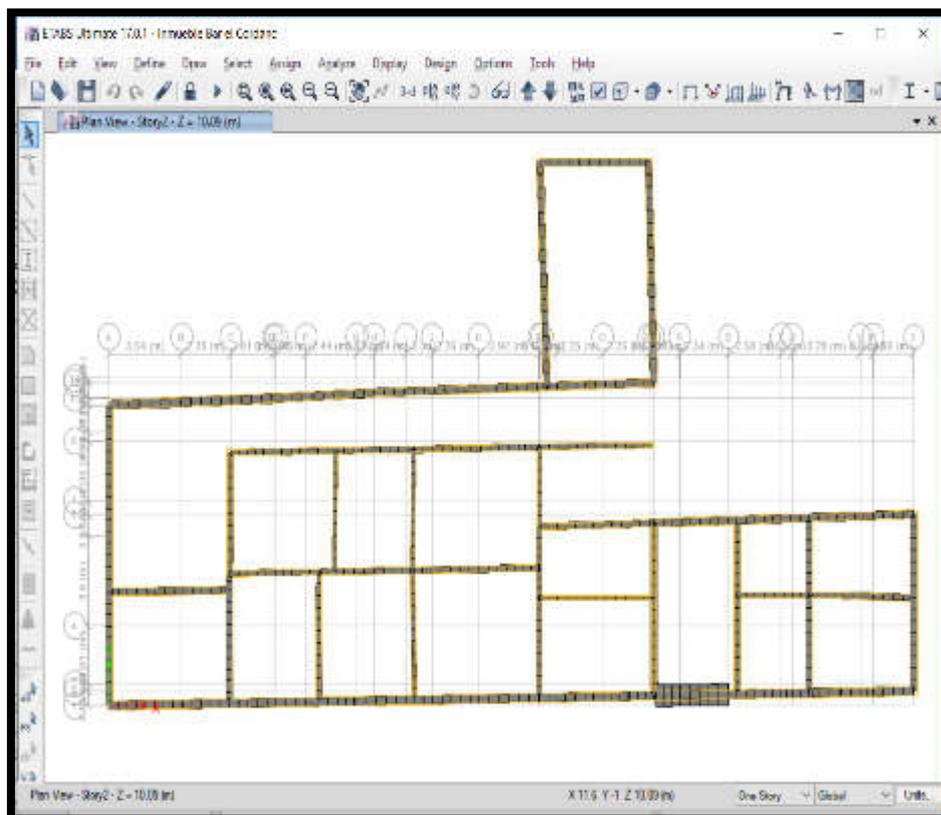


Figura 57. Distribución de la segunda planta de la edificación.

Elaborado: Los autores.

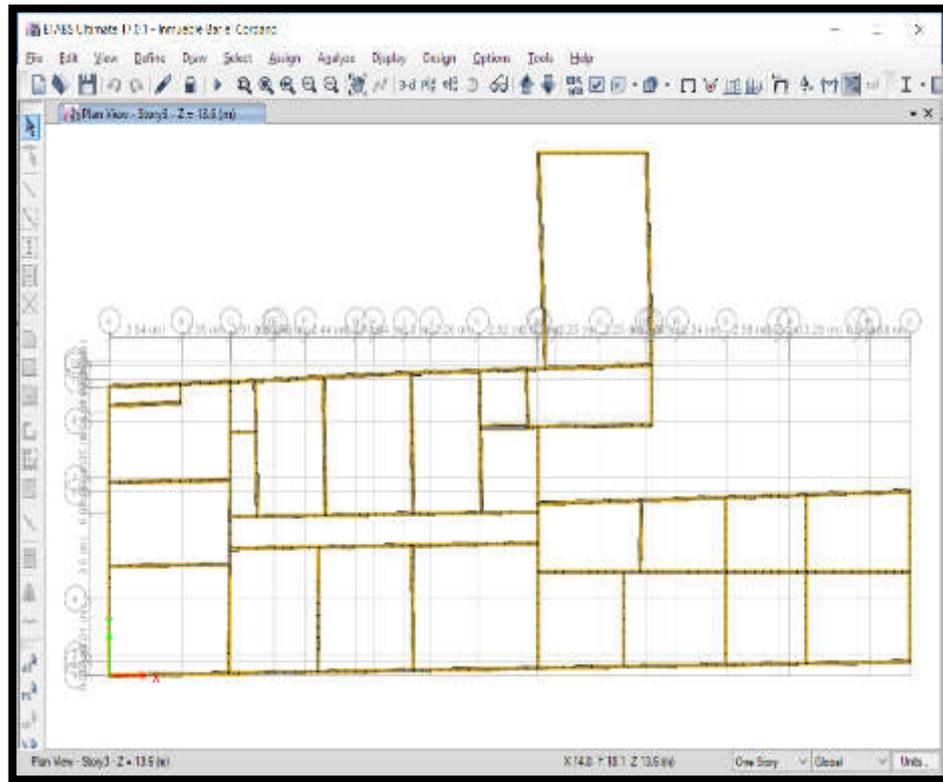


Figura 59. Distribución de la segunda planta de la edificación.

Elaborado: Los autores.

4.5.6 Desplazamientos de la estructura

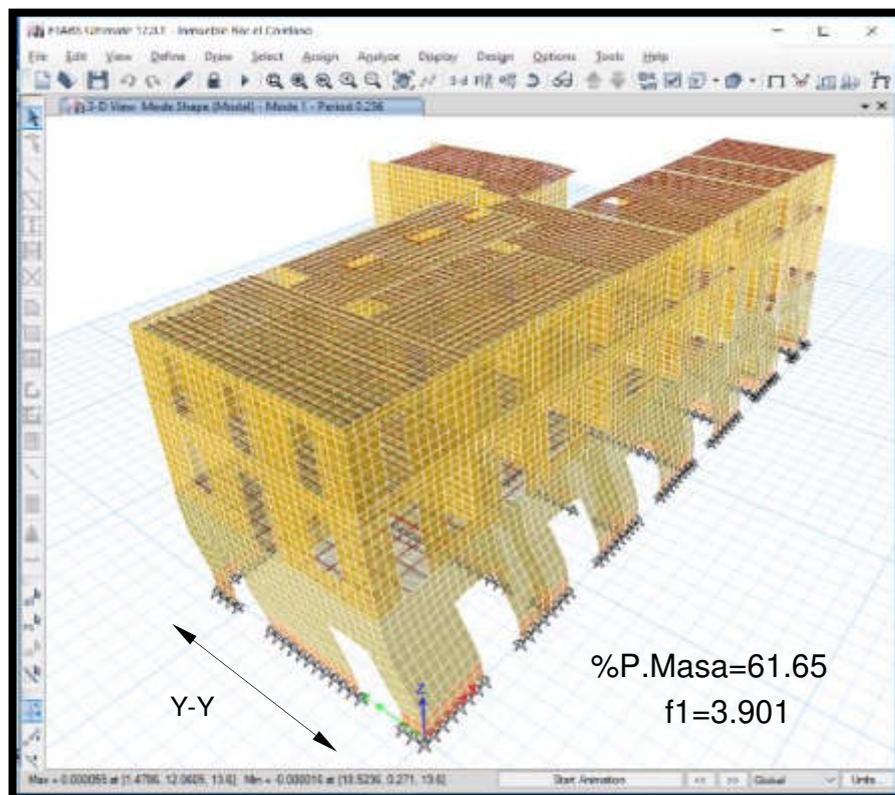


Figura 60. Primer modo de vibración.

Elaborado: Los autores.

Primer modo y periodo de la estructura en la dirección Y-Y
 $T_y=0.256\text{seg.}$, con un 61.65% de participación de masa.

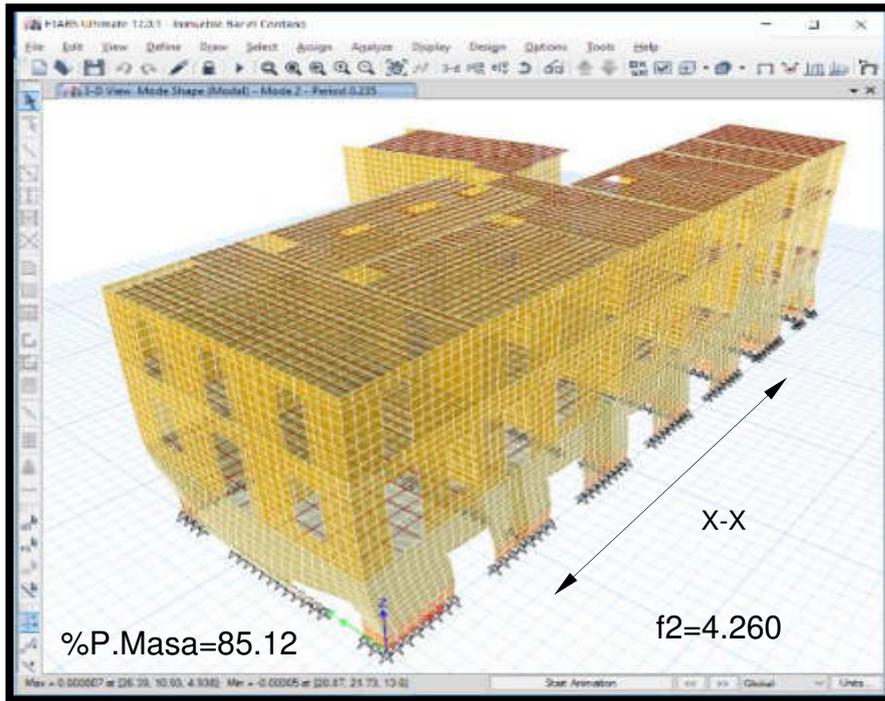


Figura 61. Segundo modo de vibración.

Elaborado: Los autores.

Segundo modo y periodo de la estructura en la dirección X-X
 $T_x=0.235\text{seg.}$, con un 85.12% de participación de masa.

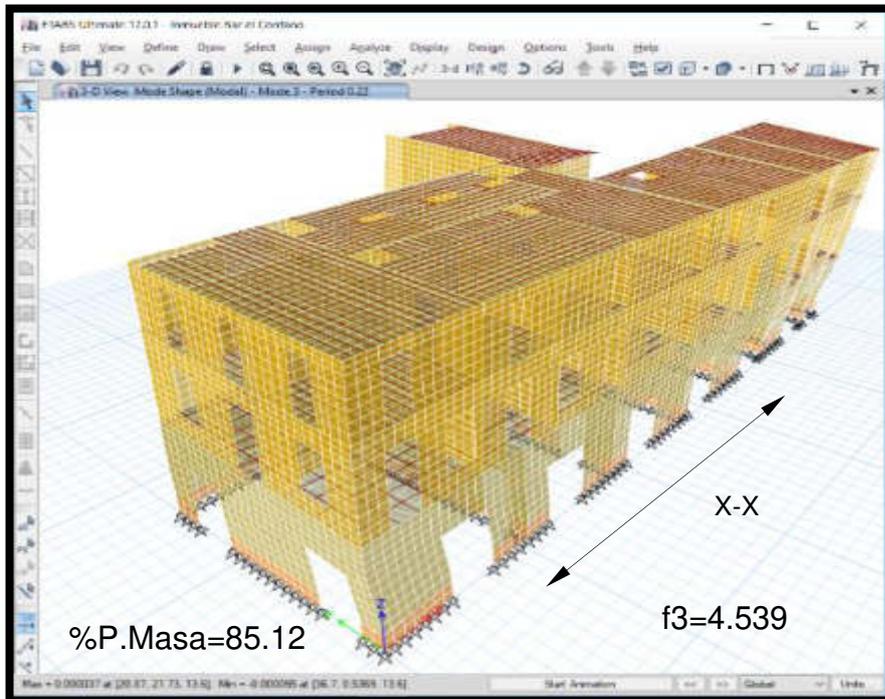


Figura 62. Tercer modo de vibración.

Elaborado: Los autores.

Tercer modo y periodo de la estructura en la dirección X-X
 $T_x=0.220\text{seg.}$, con un 85.12% de participación de masa.

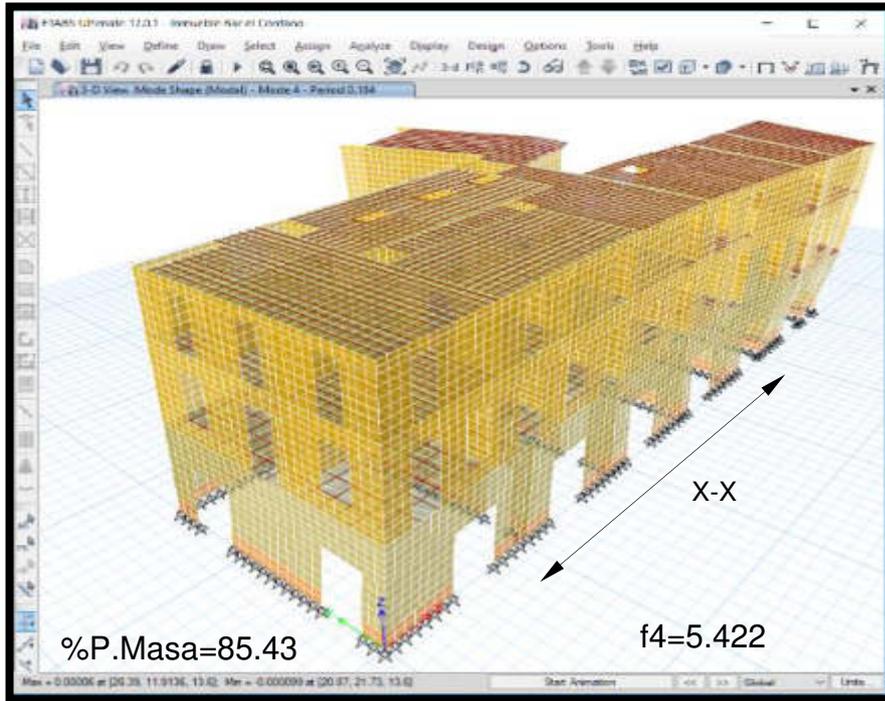


Figura 63. Cuarto modo de vibración.

Elaborado: Los autores.

Cuarto modo y periodo de la estructura en la dirección X-X
 $T_x=0.184\text{seg.}$, con un 85.43% de participación de masa.

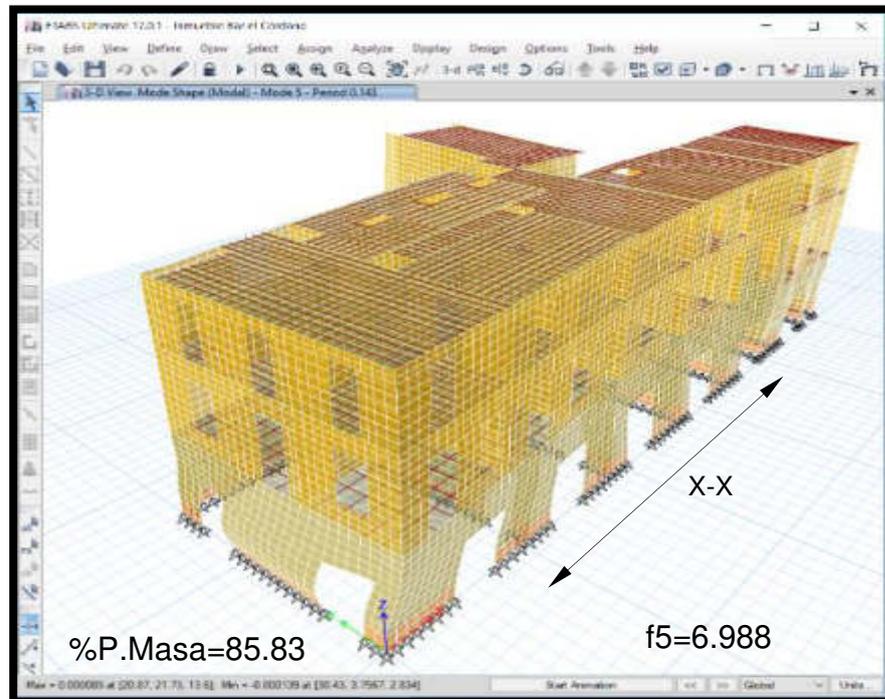


Figura 64. Quinto modo de vibración.

Elaborado: Los autores.

Quinto modo y periodo de la estructura en la dirección X-X
 $T_x=0.143\text{seg.}$, con un 85.83% de participación de masa.

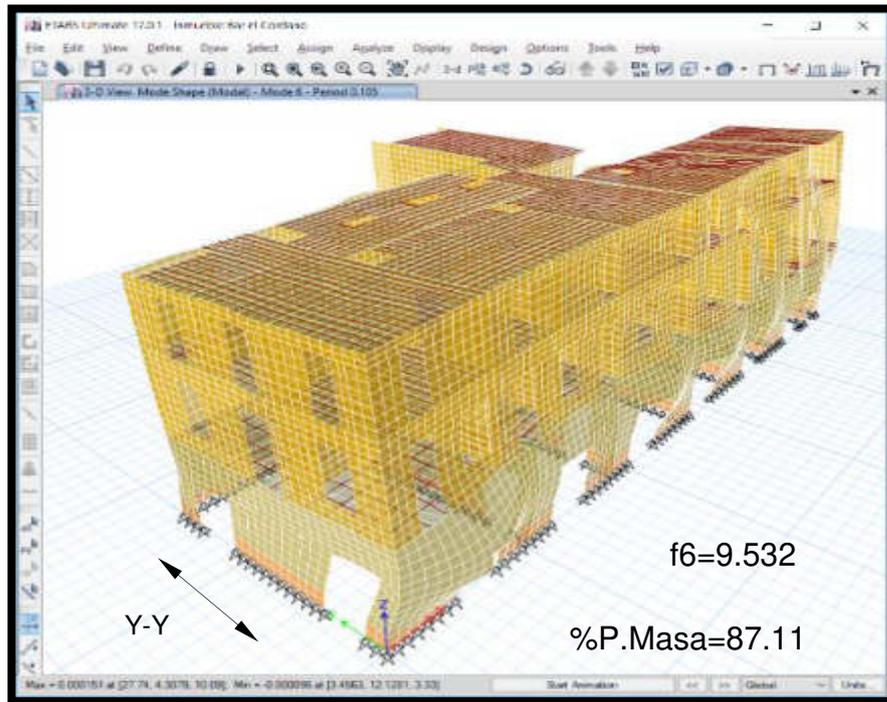


Figura 65. Sexto modo de vibración.

Elaborado: Los autores.

Sexto modo y periodo de la estructura en la dirección Y-Y
 $T_y=0.105\text{seg.}$, con un 87.11% de participación de masa.

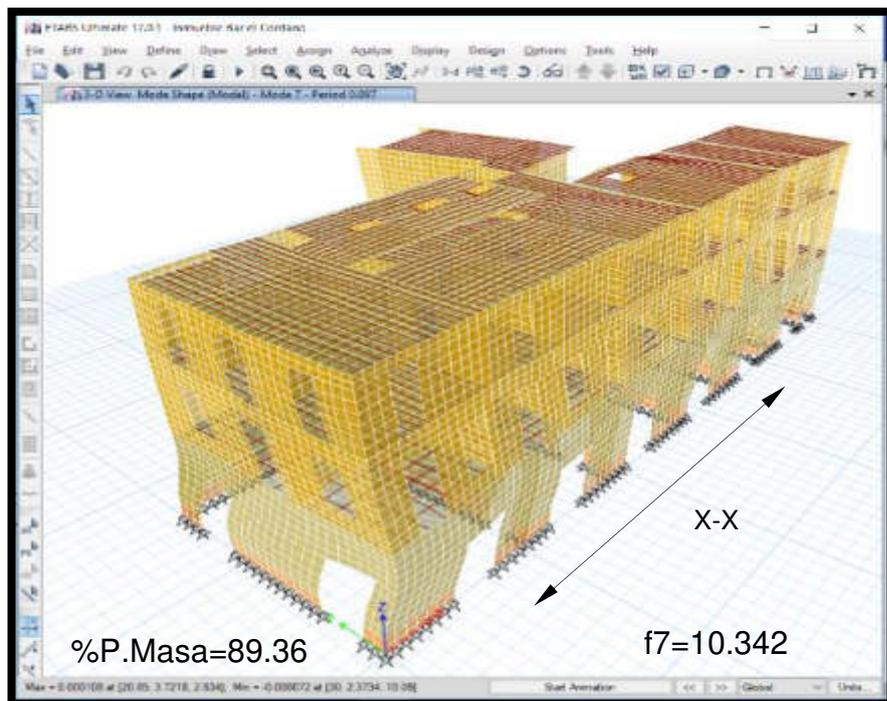


Figura 66. Séptimo modo de vibración.

Elaborado: Los autores.

Séptimo modo y periodo de la estructura en la dirección X-X
 $T_x=0.097\text{seg.}$, con un 89.36% de participación de masa.

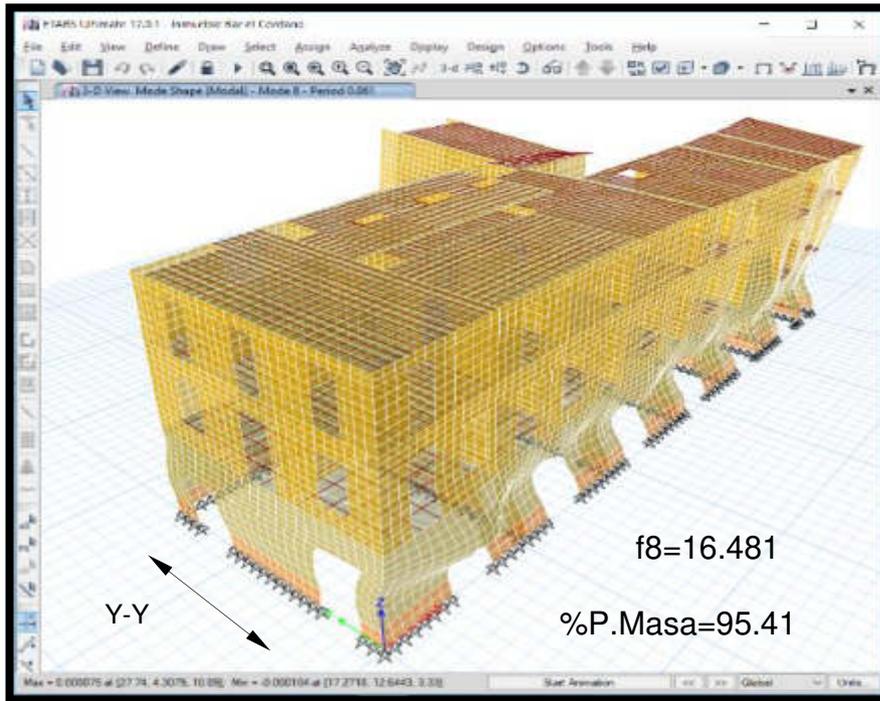


Figura 67. Octavo modo de vibración.

Elaborado: Los autores.

Octavo modo, periodo de la estructura en la dirección Y-Y
 $T_y=0.061\text{seg.}$, con un 95.41% de participación de masa.

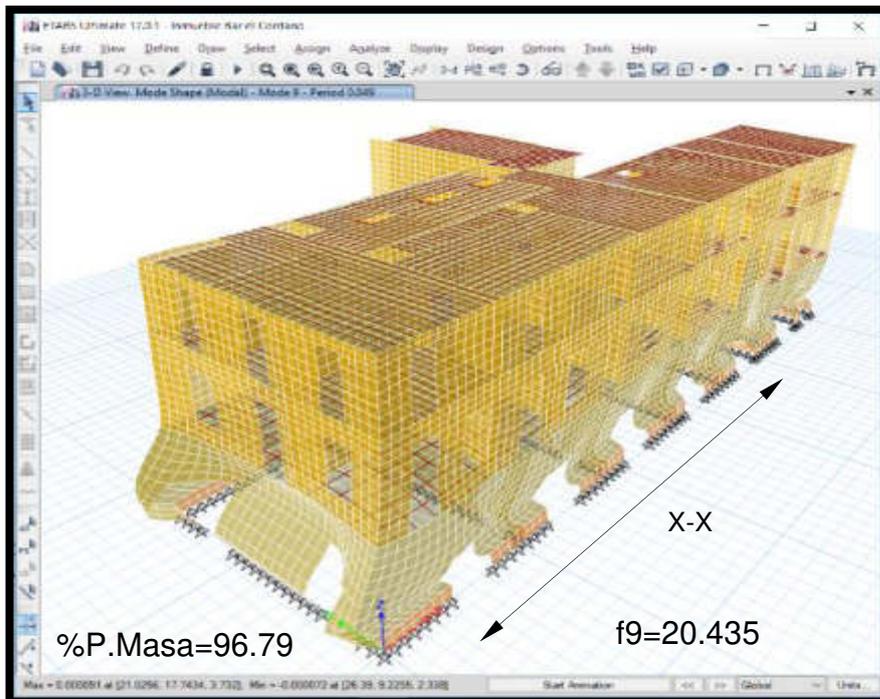


Figura 68. Noveno modo de vibración.

Elaborado: Los autores.

Noveno modo y periodo de la estructura en la dirección X-X
 $T_x=0.049\text{seg.}$, con un 96.79% de participación de masa.

- **Desplazamientos de la estructura**

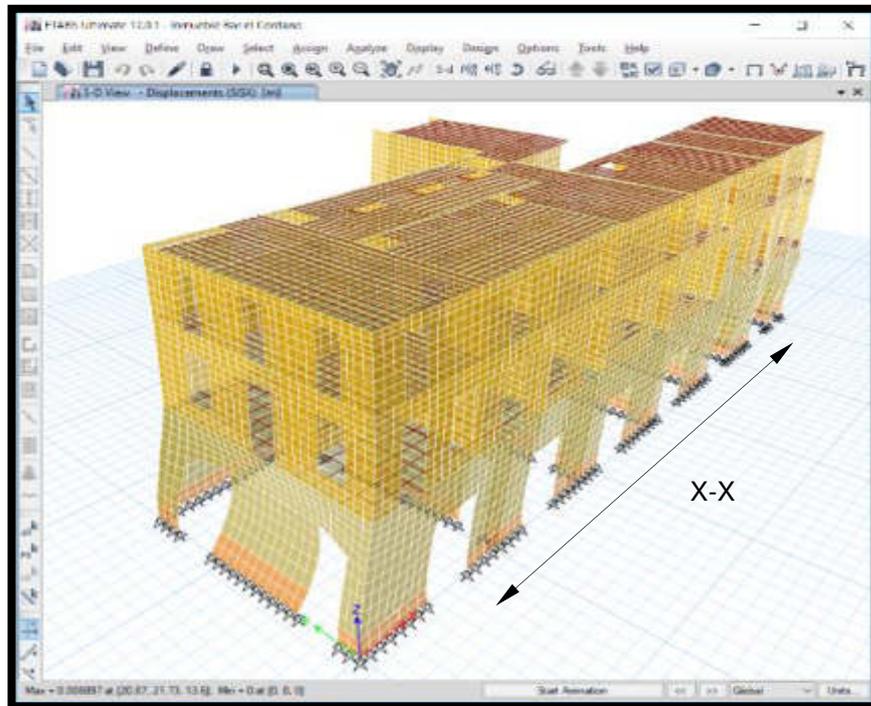


Figura 69. Desplazamiento en sismo en X-X.

Elaborado: Los autores.

Desplazamiento máximo de la estructura debido a sismo X-X:

$$D_x=0.0088\text{m}$$

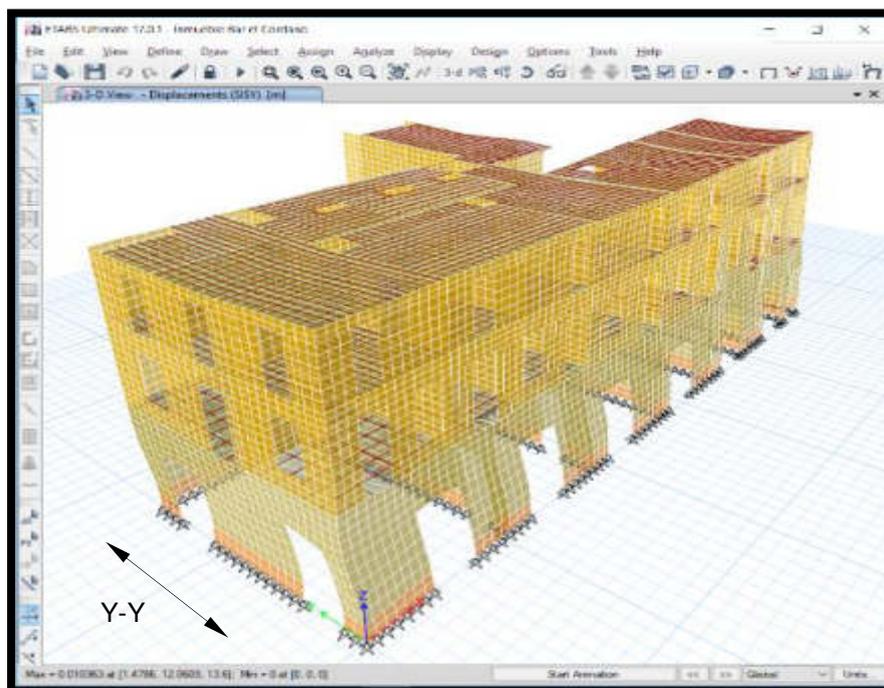


Figura 70. Desplazamiento en sismo en Y-Y.

Elaborado: Los autores.

Desplazamiento máximo de la estructura debido a sismo Y-Y:

$$D_y=0.0103\text{m}$$

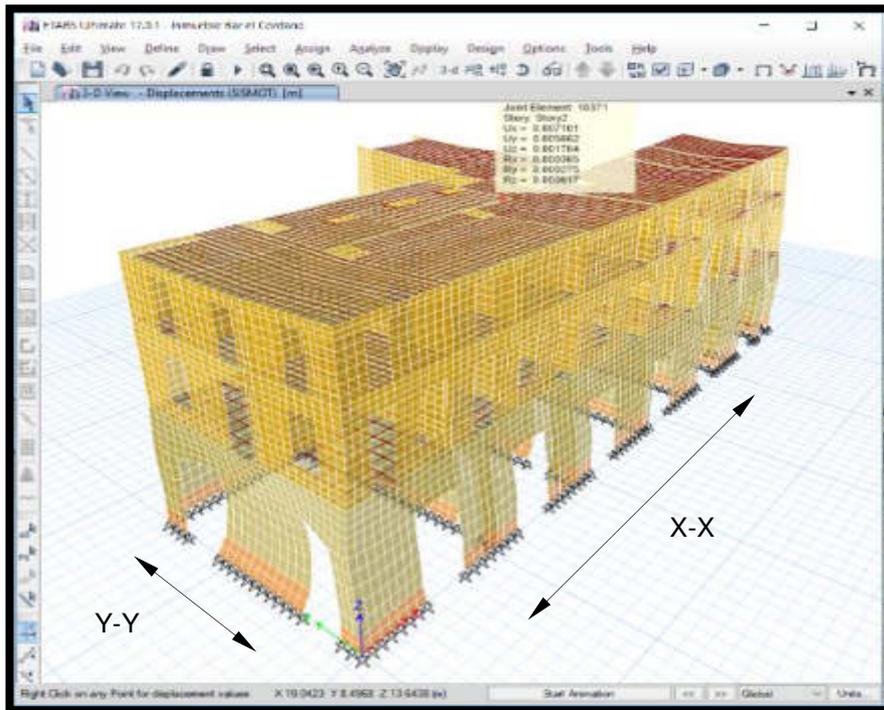


Figura 71. Desplazamiento máximo de la estructura.

Elaborado: Los autores.

Desplazamiento máximo de la estructura debido a sismo:

$$D_x=0.00710\text{m y } D_y=0.00566\text{m}$$

4.5.7 Resultados del modelamiento de la edificación sin reforzamiento

- Debido al sismo de diseño (aceleración en roca 0.35g)

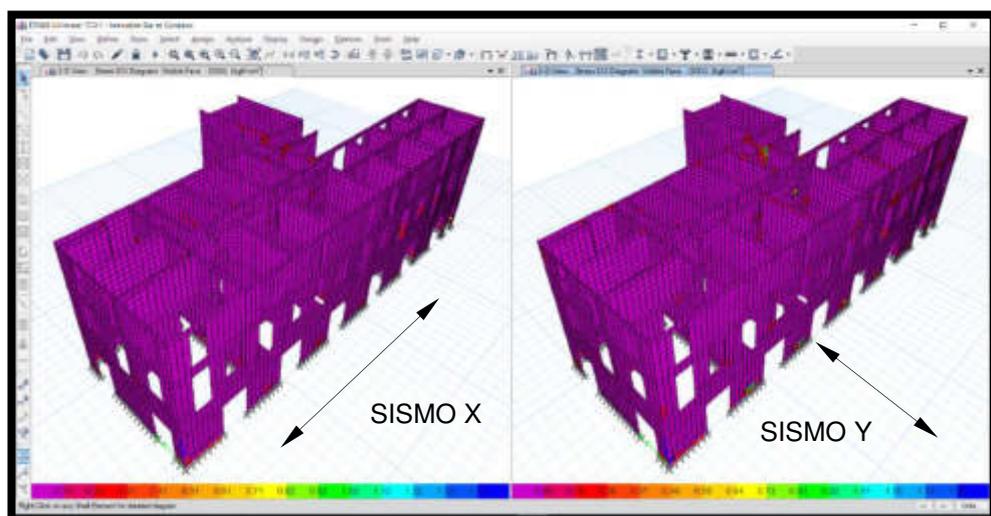


Figura 72. Esfuerzo de tracción sin reforzamiento.

Elaborado: Los autores.

Esfuerzo de tracción en el adobe debido a sismo de diseño:

Esfuerzo máximo sismo X-X = 1.43kg/cm²

Esfuerzo máximo sismo Y-Y = 1.28kg/cm²

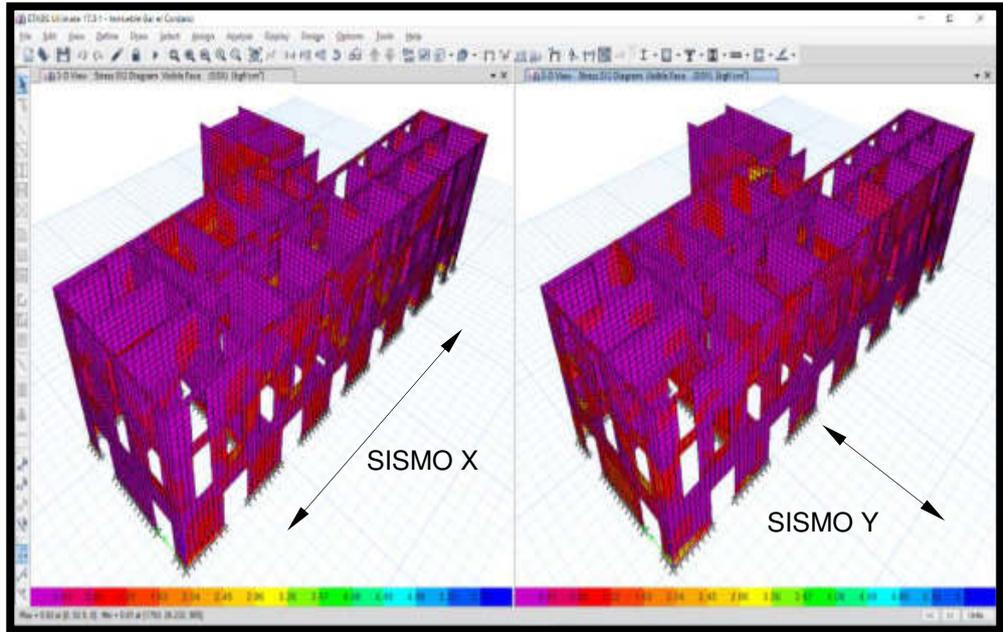


Figura 73. Esfuerzo de corte sin reforzamiento.

Elaborado: Los autores.

Esfuerzo de corte (τ) en el adobe debido a sismo de diseño:

Esfuerzo máximo sismo X-X = 5.97kg/cm²

Esfuerzo máximo sismo Y-Y = 5.82kg/cm²

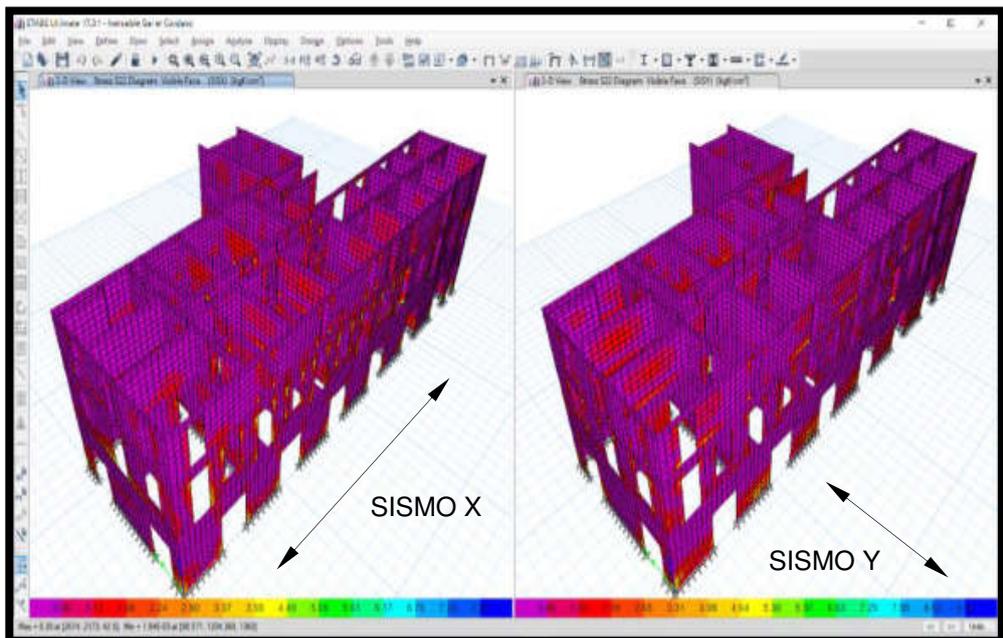


Figura 74. Esfuerzo a la compresión sin reforzamiento.

Elaborado: Los autores.

Esfuerzo de compresión (σ) en el adobe debido a sismo de diseño:

$$\text{Esfuerzo máximo sismo X-X} = 7.85\text{kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo máximo sismo Y-Y} = 9.28\text{kg/cm}^2$$

- Debido al sismo intermedio (aceleración en roca 0.175g)

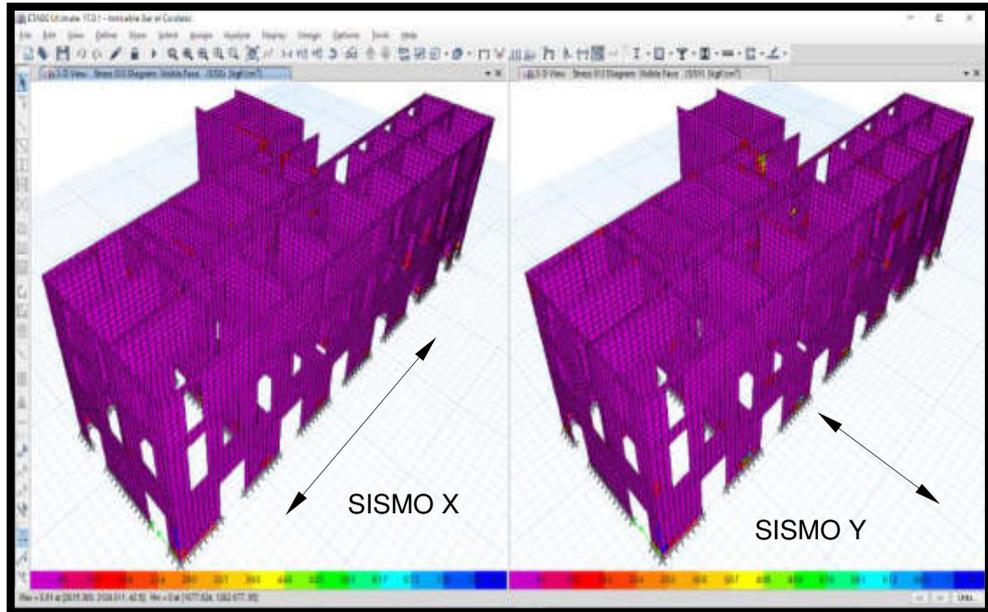


Figura 75. Esfuerzo de tracción sin reforzamiento.

Elaborado: Los autores.

Esfuerzo de tracción (σ) en el adobe debido a sismo de diseño:

$$\text{Esfuerzo máximo sismo X-X} = 0.81\text{kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo máximo sismo Y-Y} = 0.76\text{kg/cm}^2$$

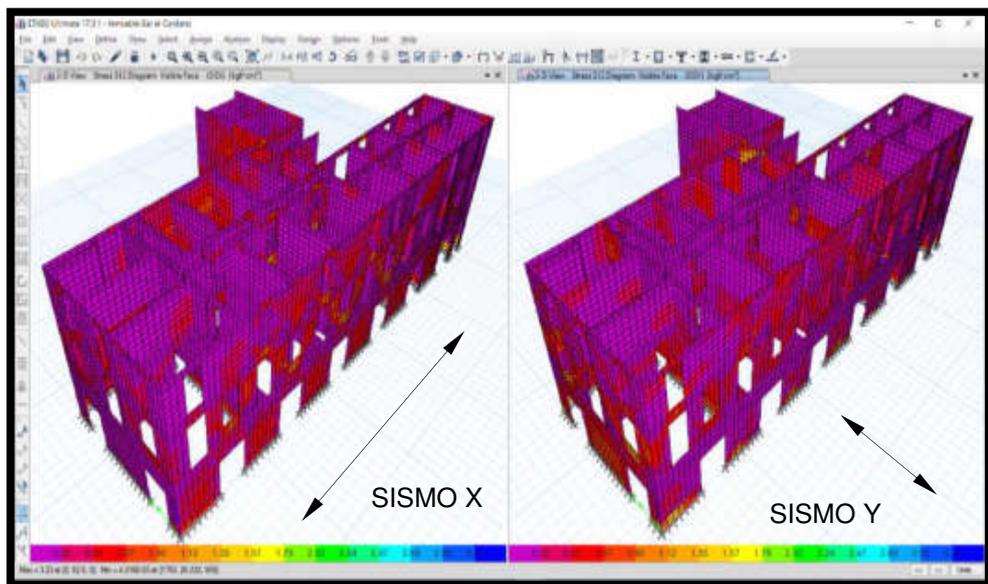


Figura 76. Esfuerzos de corte sin reforzamiento.

Elaborado: Los autores.

Esfuerzo de corte (τ) en el adobe debido a sismo de diseño:

Esfuerzo máximo sismo X-X = 3.32kg/cm²

Esfuerzo máximo sismo Y-Y = 3.23kg/cm²

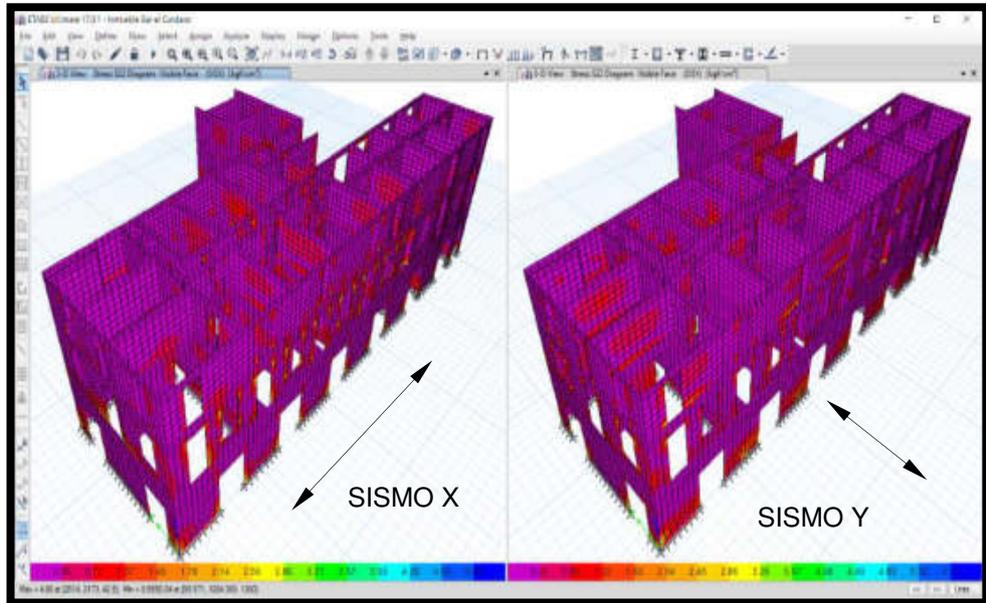


Figura 77. Esfuerzo a la compresión sin reforzamiento.

Elaborado: Los autores.

Esfuerzo de compresión (σ) en el adobe debido a sismo:

Esfuerzo máximo sismo X-X = 4.66kg/cm²

Esfuerzo máximo sismo Y-Y = 5.40kg/cm²

4.5.8 Resultados del modelamiento de la edificación con geomalla biaxial

- Debido al sismo intermedio (aceleración en roca 0.175g)

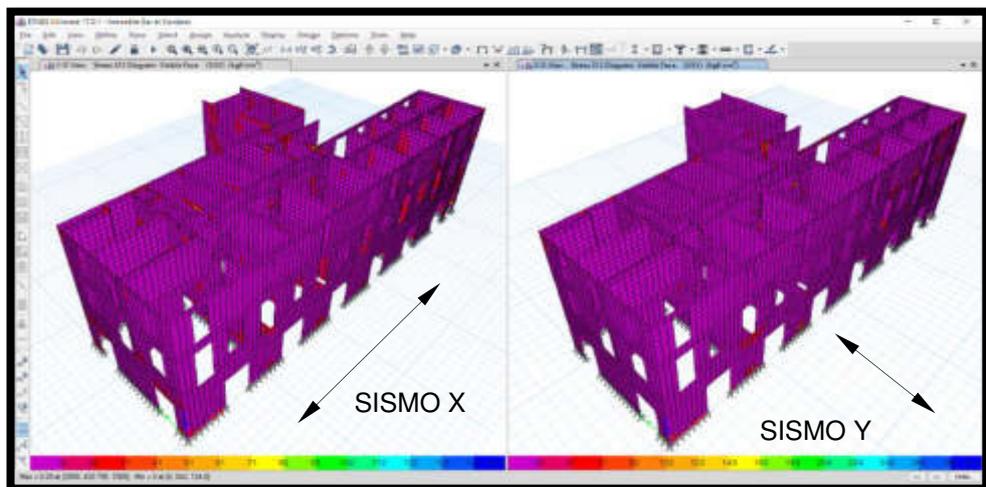


Figura 78. Esfuerzo de tracción con geomalla biaxial.

Elaborado: Los autores.

Esfuerzo de tracción (σ) en el adobe debido a sismo de diseño:

Esfuerzo máximo sismo X-X = 0.15kg/cm²

Esfuerzo máximo sismo Y-Y = 0.29kg/cm²

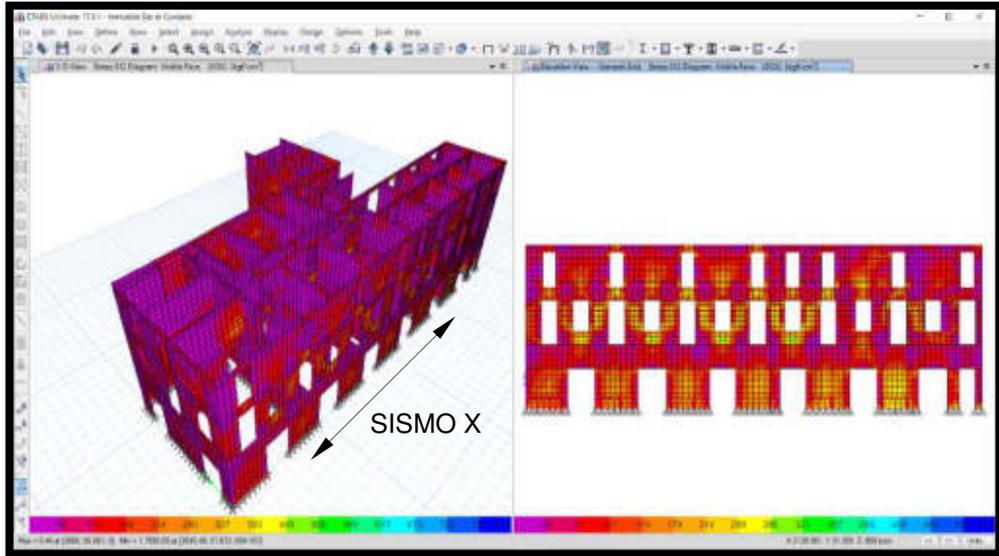


Figura 79. Esfuerzo de corte con geomalla biaxial en sismo X.

Elaborado: Los autores.

Esfuerzo de corte (τ) en el adobe debido a sismo de diseño:

Esfuerzo máximo sismo X-X = 0.36kg/cm²

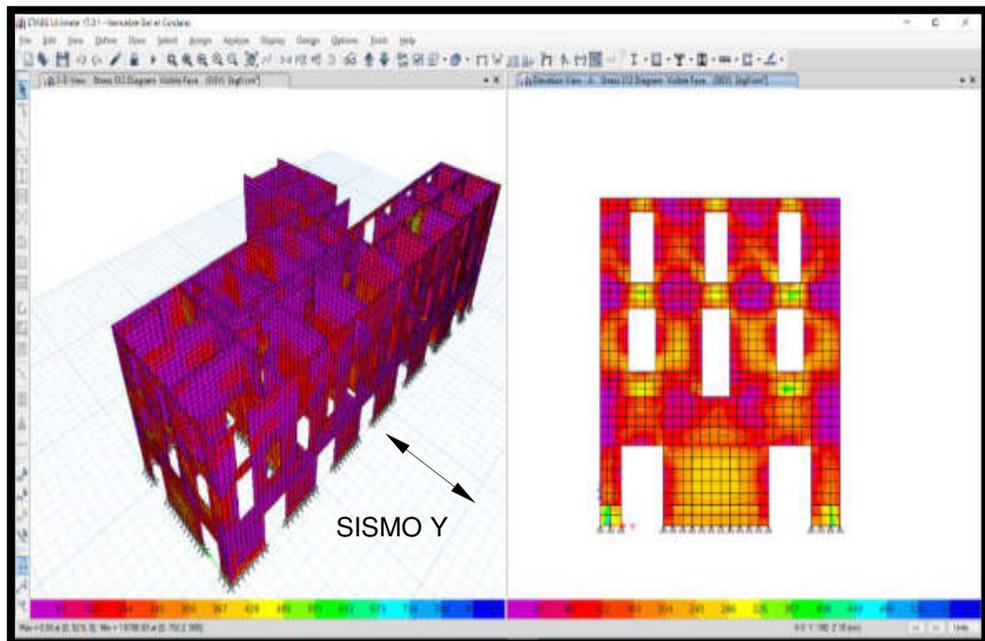


Figura 80. Esfuerzo de corte con geomalla biaxial en sismo Y.

Elaborado: Los autores.

Esfuerzo de corte (τ) en el adobe debido a sismo de diseño:

Esfuerzo máximo sismo Y-Y = 0.38kg/cm²

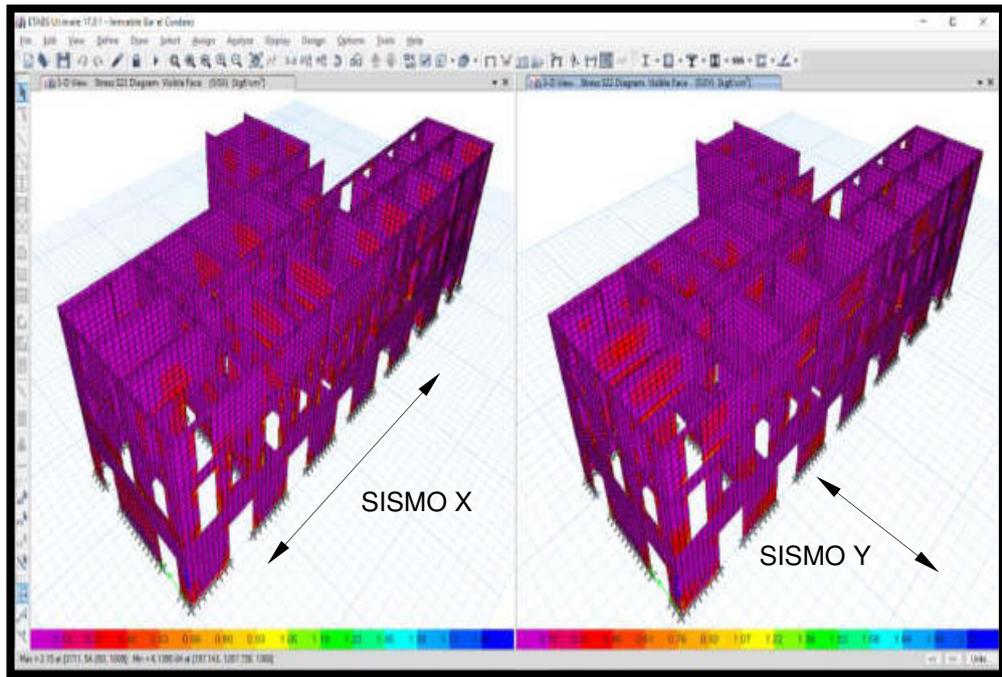


Figura 81. Esfuerzo de compresión con geomalla biaxial.

Elaborado: Los autores.

Esfuerzo de compresión (σ) en el adobe debido a sismo de diseño:

$$\text{Esfuerzo máximo sismo X-X} = 1.88\text{kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo máximo sismo Y-Y} = 2.15\text{kg/cm}^2$$

4.5.9 Resultados del modelamiento de la edificación con malla electrosoldada

- Debido al sismo intermedio (aceleración en roca 0.175g)

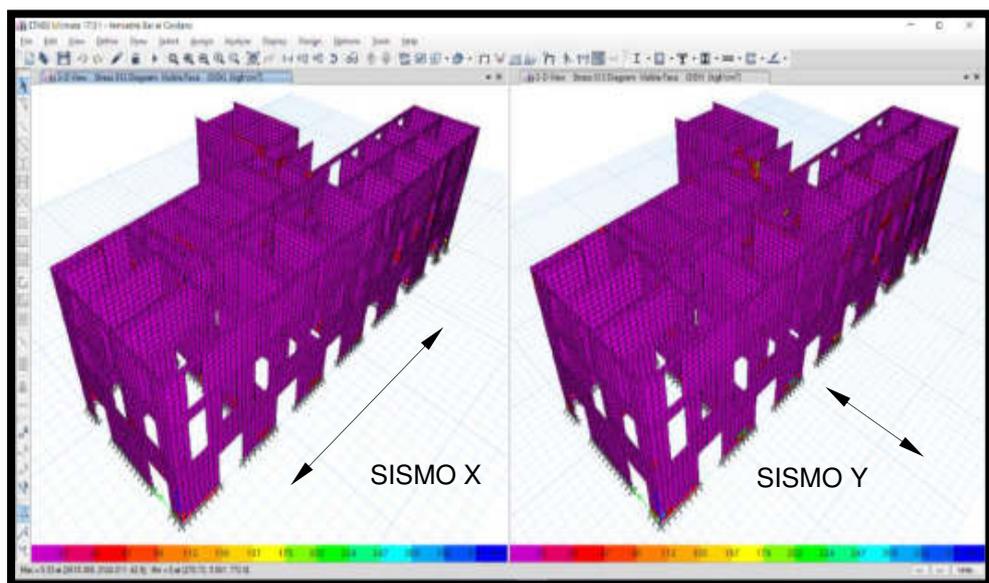


Figura 82. Esfuerzo de tracción con malla electrosoldada.

Elaborado: Los autores.

Esfuerzo de tracción (σ) en el adobe debido a sismo de diseño:

Esfuerzo máximo sismo X-X = 0.33kg/cm²

Esfuerzo máximo sismo Y-Y = 0.31kg/cm²

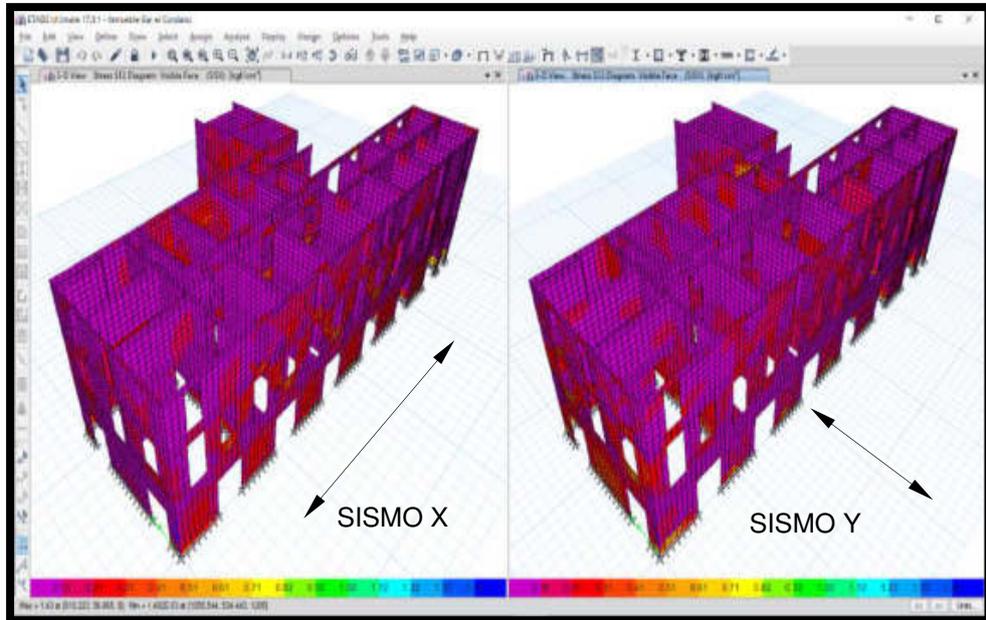


Figura 83. Esfuerzo de corte con malla electrosoldada.

Elaborado: Los autores.

Esfuerzo de corte (τ) en el adobe debido a sismo de diseño:

Esfuerzo máximo sismo X-X = 1.41kg/cm²

Esfuerzo máximo sismo Y-Y = 1.43kg/cm²

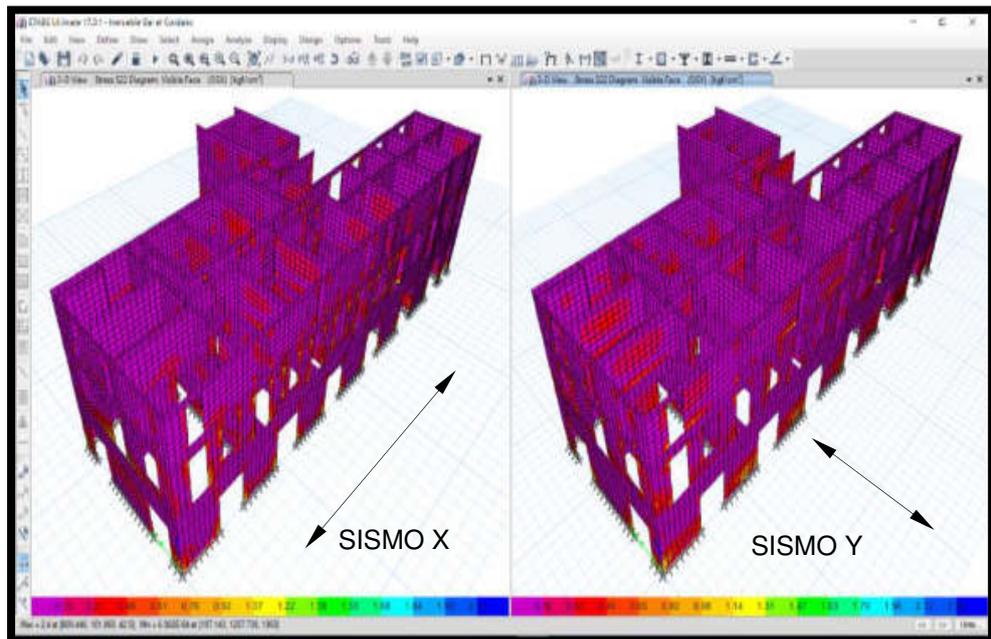


Figura 84. Esfuerzo de compresión con malla electrosoldada.

Elaborado: Los autores.

Esfuerzo de compresión (σ) en el adobe debido a sismo:

Esfuerzo máximo sismo X-X = 2.14kg/cm²

Esfuerzo máximo sismo Y-Y = 2.28kg/cm²

4.6 Análisis del costo

Elaborar un presupuesto nos da un mejor discernimiento para poder planificar, desarrollar y tomar la opción más factible económicamente, ya que para la concepción de un futuro reforzamiento no solo hay que tomar en cuenta el mejor desempeño estructural que nos puede brindar un método de reforzamiento, sino también hay que ver la viabilidad económica, para ello se desarrolló dos presupuestos uno con la técnica de reforzamiento con la geomalla biaxial y la otra con la malla electrosoldada, ya que hoy en día se considera que un presupuesto no solo te indica cuánto dinero necesitas para llevar a cabo el reforzamiento, sino también lo siguiente:

- Nos insita a ver rigurosamente sobre las consecuencias de la planificación de actividades, ya que hay momentos en los que la realidad del proceso presupuestario te obliga a replantear tus planes de acción.
- Si se utiliza de manera correcta, el presupuesto te indica cuando necesitarás ciertas cantidades de dinero para llevar a cabo tus actividades.
- Te permite controlar tus ingresos y gastos e identificar cualquier tipo de problemas.

Tomando en cuenta lo importante que es el presupuesto para ver la mejor opción en costo beneficio del tipo de malla a utilizar, a su vez se realizó la cotización de ambas mallas para poder tener una mejor claridad al respecto al costo de ambas mallas. Cabe resaltar que con estas cotizaciones se realizó el presupuesto por metro cuadrado que costaría reforzar dichos muros, todo esto utilizando el software del S10, brindando de esta manera no solo el presupuesto total, sino también los análisis de costos unitarios y los recursos requeridos para poder realizar dicho reforzamiento.

A continuación, adjuntaremos las cotizaciones realizadas de ambas mallas:

- **GEOACE PERU S.A.C**

Se pudo realizar la cotización con empresa GEOACE PERU S.A.C. Es una empresa peruana especializada en la mejora del desempeño en diferentes ámbitos de nuestra especialidad con soluciones innovadoras de ingeniería con materiales geosintéticos brindando productos con especificaciones técnicas aplicables en: Estructuras de Contención, Control de Erosión, Refuerzo de Vías, Pavimentación y Repavimentación, Impermeabilización, Sistema de Sub drenaje y en este caso para el reforzamiento de muros, en esta ocasión cotizamos la geomalla biaxial 30 KN/m que viene en presentación de rollo con las siguientes medidas (rollo 3.90m x 51.30m).

GEOACE
Geosintéticos

GEOACE PERU S.A.C.
Oficina: Jr. José Caya 1573 La Perla - Callao
Deposito: Av. Santa Ana Lote 3 Z.I. Lotización Rústica Chacra Cero - Comas - Lima
(011) 420-4500 | RPM #95032120
www.geoaceperu.com

COTIZACIÓN N° 001 - 9016-06/2019

Empresa :
RUC :
Dirección :
Teléfono :

Fecha : 07/06/2019
Contacto : WILGEN SANCHEZ RODRIGUEZ
Email : wilgen@geoaceperu.com
Teléfono : 997561419

Nos es grato saludarlos y al mismo tiempo hacerles llegar la siguiente propuesta:

ITEM	DESCRIPCIÓN	UM	CANT.	P.U. US\$	PARCIAL US\$
1	GEOMALLA BIAJAXIAL 30KN/M (ROLLO: 3.90M X 51.30M) SON: 03 ROLLOS	M2	600.21	1.70	1,020.36
				V. VENTA US\$	1,020.36
				IGV 18%	163.66
				TOTAL US\$	1,204.02

SON: UN MIL DOSCIENTOS CUATRO Y 02/100 DOLARES AMERICANOS

CONDICIONES COMERCIALES:
Nuestros costos: Expresados en Dolares americanos. Precios unitarios no incluyen IGV.
Forma de Pago: 100% adelantado con la OC.
Tiempo de entrega: Inmediato despues de OC y deposito en Cta Cte.
Lugar de entrega: Av. Santa Ana Lote 3 Z.I. Lotización Rústica Chacra Cero - Comas - Lima
Validez de la oferta: 15 días.

Figura 85. Cotización de la empresa GEOACE PERÚ S.A.C.

Elaborado: Los autores

- **GRUPO GEOFORT**

Es una empresa conformada por 3 empresas de capital peruano. Se dedican a la fabricación, importación y abastecimiento de suministros para los sectores: agrícola, industrial, construcción y minero. Asimismo, brindan servicios de consultoría integral en ingeniería, a nivel de planificación hasta la ejecución de obras.

A la vez brindan productos de utilización en nuestro ámbito laboral como alambre galvanizado, tubería de fibra de vidrio, tubería lisa HDPE, tubería

metálica corrugada alcantarilla, geocelda, geotextil tejido, tableros eléctricos, malla electrosoldada y para nuestro interés la geomalla biaxial.

GRUPO GEOFORT
 (Innovación, Tecnología e Ingeniería)

PROFORMA 10749

Empresa: EMPRESA MUNICIPAL INMOBILIARIA DE LIMA S.A.
 RUC: 20126236078
 Dirección fiscal: JR. UCAYALI NRO. 266 LIMA - LIMA - LIMA
 Persona de contacto: Sr. Wilhelm Sanchez
 Telefono: 2098400
 Email: sg16@emilima.com.pe
 Ref. del proyecto/Obra
 Lugar de entrega:

RUC: 20603046146
 Dirección: Av. Santa Maria # 107 Urb. Industrial Aurora - Ate
 Telefono: (01) 4924295 - 941967578
 Email: ventas1@geofort.pe
 Web: www.geofort.pe

ITEM	DESCRIPCION DEL SUMINISTRO O SERVICIO	U/M	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	GEOMALLA BIAxIAL PRESENTACION DE 3,95 *50	M2	1185	1,717	\$2,034.65

VALIDES DE LA PROFORMA 3 DÍAS HÁBILES

SUBTOTAL SIN IGv \$2,034.65
 IGv 18 % \$366.24

TOTAL INC IGv \$2,400.88

CUENTAS DE ABONO - GEOFORT SAC
 Cuenta corriente Scotiabank Soles : 6193510
 Cuenta Corriente Scotiabank Dolares : 207-0281497

CODIGO INTERBANCARIO
 Scotiabank Soles: 009-017-000006193510-52
 Scotiabank Dolares: 009-017-212070281497-55

TERMINOS Y CONDICIONES
 *Se entrega certificado de calidad.
 *Entrega 24 HORAS posterior al abono en cuenta directa.
 *Los depositos y /o cheques Interbancarios seran despachados cuando el dinero figure como saldo disponible.

Asesor Técnico
 Ing. Melissa Del Villa
 05/08/2019

Figura 86. Cotización de la empresa GRUPO GEOFORT.

Elaborado: Los autores.

• **INOMET PERU S.A.C**

Es una empresa conformada por profesionales especializados en el rubro de aceros inoxidables y productos complementarios brinda soluciones al sector industrial peruano como Manufacturas, Construcción, Minería, Petróleo, Alimentos, Pesqueras, Cerveceras, Cementeras, Plastiqleras. Transportes, Gas y Servicios.

También se dedican a la comercialización y distribución de los siguientes productos: Mallas de Acero Inoxidable, Mallas Expandidas, Mallas Tricotadas, Mallas Tejidas Galvanizadas, Mallas Olímpicas, Mallas Electrosoldadas, Mallas Zarandas, Mallas de PVC, Mallas expandidas. Planchas expandidas, Planchas Lisas, Planchas Perforadas, Planchas de acero inoxidable, Planchas Microperforadas, Barras, Varillas, Alambres, Ángulos, Platinas, entre otros.

9.91, este costo fue corroborado por la ingeniera Melisa del Villa encargada del área técnica y ventas de la empresa GRUPO GEOFORT quien fue la que nos brindó detalles del producto, además de los costos que hoy nos permite cerrar este capítulo de nuestra tesis con un presupuesto teniendo precios reales, actualizados y que se encuentran en el mercado, ya que como se puede apreciar estas cotizaciones son de fecha 05/06/2019.

A continuación, se podrá observar el presupuesto por metro cuadrado de ambos tipos de reforzamiento siendo estas la ya mencionada malla biaxial y malla electrosoldada. Se podrá apreciar a continuación no solo el presupuesto, sino también el análisis de costos unitarios y la cantidad de recursos requeridos para poder realizar dichos refuerzos.

A continuación, se adjunta los recursos requeridos, análisis de costos unitarios y presupuesto con la aplicación de la geomalla biaxial:

- Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Tabla 7. Recursos requeridos para la geomalla.

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo						
Obra	0102006	REFORZAMIENTO DE MUROS DE ADOBE HOTEL COMERCIO EL CORDANO CON LA APLICACIÓN DE GEOMALLA BIAXIAL				
Subpresupuesto	001	REFORZAMIENTO DE MUROS DE ADOBE EN PATRIMONIO CULTURAL HOTEL COMERCIO EL CORDANO				
Fecha	13/08/2007					
Lugar	150101	LIMA - LIMA - LIMA				
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MANO DE OBRA						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1316	21.80	2.87	
0101010003	OPERARIO	hh	1.6501	17.10	28.22	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0344	16.50	17.07	
0101010005	PEON	hh	2.9988	15.70	47.08	
						95.24
MATERIALES						
0204120005	GRAPAS METALICAS	kg	0.0047	13.00	0.06	
0207020001	ARENA	m3	0.0150	45.00	0.68	
0207050003	TIERRA SELECCIONADA	m3	0.1150	45.00	5.18	
0207070003	PAJA CORTADA	m3	0.0200	30.00	0.60	
0210020003	GEOMALLA BIAXIAL	m2	1.0000	5.66	5.66	
0216060002	ADOQUIN DE ADOBE	m2	30.0000	0.80	24.00	
0267110027	RAFIA DE POLIETILENO	Cno	0.0181	45.00	0.81	
0290130023	AGUA	m3	0.0520	5.00	0.26	
						37.25
EQUIPOS						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			2.11	
0301340001	ANDAMIO METALICO	día	0.1778	9.00	1.60	
0301340008	ANDAMIO	día	0.1111	9.00	1.00	
						4.71
				Total	S/.	137.20

Elaborado: Los autores.

- Análisis de precios unitarios

Tabla 9. Precios unitarios de la geomalla.

Análisis de precios unitarios							
Presupuesto	0102006 REFORZAMIENTO DE MUROS DE ADOBE HOTEL COMERCIO EL CORDANO CON LA APLICACIÓN DE GEOMALLA BIAIXIAL						
Subpresupuesto	001 REFORZAMIENTO DE MUROS DE ADOBE EN PATRIMONIO CULTURAL HOTEL COMERCIO EL CORDANO						Fecha presupuesto 13/08/2007
Partida	01.01.01 ESCARIFICADO DE MURO DE ADOBE						
Rendimiento	m 2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2			10.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.	
Mano de Obra							
010101002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0267	21.80	0.58	
010101005	PEON	hh	2.0000	0.5333	15.70	8.37	
8.95							
Equipos							
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	8.95	0.45	
030134001	ANDAMIO METALICO	dia	2.0000	0.0667	9.00	0.60	
1.05							
Partida	01.02.01 RETIRO DE MAMPOSTERIA DE ADOBE DAÑADO						
Rendimiento	m 2/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m2			23.30
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.	
Mano de Obra							
010101004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	16.50	14.67	
010101005	PEON	hh	0.5000	0.4444	15.70	6.98	
21.65							
Equipos							
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	21.65	0.65	
030134001	ANDAMIO METALICO	dia	1.0000	0.1111	9.00	1.00	
1.65							

Elaborado: Los autores.

Tabla 8. Restitución, tarrajeo de tierra y arena para la geomalla.

Partida	01.02.02 RESTITUCIÓN DE MAMPOSTERIA DE ADOBE						
Rendimiento	m 2/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m2			61.33
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.	
Mano de Obra							
010101002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0889	21.80	1.94	
010101003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	17.10	15.20	
010101005	PEON	hh	1.0000	0.8889	15.70	13.96	
31.10							
Materiales							
020705003	TIERRA SELECCIONADA	m3		0.1000	45.00	4.50	
020707003	PAJA CORTADA	m3		0.0200	30.00	0.60	
021606002	ADOQUIN DE ADOBE	m2		30.0000	0.80	24.00	
0290130023	AGUA	m3		0.0250	5.00	0.13	
29.23							
Equipos							
030134001	ANDAMIO	dia	1.0000	0.1111	9.00	1.00	
1.00							
Partida	01.02.01 TARRAJEO DE TIERRA Y ARENA 2.5 CM						
Rendimiento	m 2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2			24.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.	
Mano de Obra							
010101003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	17.10	11.40	
010101005	PEON	hh	1.0000	0.6667	15.70	10.47	
21.87							
Materiales							
020702001	ARENA	m3		0.0150	45.00	0.68	
020705003	TIERRA SELECCIONADA	m3		0.0150	45.00	0.68	
0290130023	AGUA	m3		0.0250	5.00	0.13	
1.49							
Equipos							
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	21.87	0.66	
0.66							

Elaborado: Los autores.

Tabla 11. Colocación de la geomalla y conectores.

Partida	02.01.01	COLOCACION DE GEOMALLA BIAIXIAL					
Rendimiento	m ² /DIA	MO. \$5.0000	EQ. \$5.0000		Costo unitario directo por : m ²		10.80
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.		Parcial \$/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0145	17.10		0.25
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1455	16.50		2.40
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1455	15.70		2.28
							4.93
Materiales							
0204120005	GRAPAS METALICAS	kg		0.0047	13.00		0.06
0210020003	GEOMALLA BIAIXIAL	m ²		1.0000	5.66		5.66
							5.72
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.93		0.15
							0.15

Partida	02.01.02	CONECTORES DE RAFIA					
Rendimiento	m ² /DIA	MO. \$0.0000	EQ. \$0.0000		Costo unitario directo por : m ²		7.75
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.		Parcial \$/.
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	21.80		0.35
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0800	17.10		1.37
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.3200	15.70		5.02
							6.74
Materiales							
0267110027	RAFIA DE POLETILENO	Ceo		0.0181	45.00		0.81
							0.81
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.74		0.20
							0.20

Elaborado: Los autores.

- Presupuesto

Tabla 10. Presupuesto total de la geomalla.

Presupuesto					
Presupuesto	0102006	REFORZAMIENTO DE MUROS DE ADOBE HOTEL COMERCIO EL CORDANO CON LA APLICACIÓN DE GEOMALLA BIAIXIAL			
Subpresupuesto	001	REFORZAMIENTO DE MUROS DE ADOBE EN PATRIMONIO CULTURAL HOTEL COMERCIO EL CORDANO			
Cliente	HOTEL COMERCIO EL CORDANO - MINISTERIO DE CULTURA				Costo al 13/08/2007
Lugar	LIMA - LIMA - LIMA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	ARQUITECTURA				118.65
01.01	ESCARIFICADO DE MURO				10.00
01.01.01	ESCARIFICADO DE MURO DE ADOBE	m ²	1.00	10.00	10.00
01.02	REEMPLAZO DE MURO EN MAL ESTADO				84.63
01.02.01	RETIRO DE MAMPOSTERIA DE ADOBE DAÑADO	m ²	1.00	23.30	23.30
01.02.02	RESTITUCIÓN DE MAMPOSTERIA DE ADOBE	m ²	1.00	61.33	61.33
01.03	TARRAJEO O ENLUCIDOS CON TIERRA				24.02
01.03.01	TARRAJEO DE TIERRA Y ARENA 2.5 CM	m ²	1.00	24.02	24.02
02	ESTRUCTURAS				18.55
02.01	COLOCACION DE ELEMENTOS DE REFUERZO				18.55
02.01.01	COLOCACION DE GEOMALLA BIAIXIAL	m ²	1.00	10.80	10.80
02.01.02	CONECTORES DE RAFIA	m ²	1.00	7.75	7.75
	COSTO DIRECTO				137.20
	GASTOS GENERALES (10%)				13.72
	UTILIDADES				10.98
	SUB TOTAL				161.90
	I.G.V (18 %)				29.14
	PRESUPUESTO TOTAL				191.04
SON : CIENTO NOVENTUNO Y 04/100 SOLES					

Elaborado: Los autores.

A continuación, se adjunta los recursos requeridos, análisis de costos unitarios y presupuesto con la aplicación de la malla electrosoldada:

- Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Tabla 12. Recursos requeridos para la malla electrosoldada.

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo						
Obra	0102007	REFORZAMIENTO DE MUROS DE ADOBE HOTEL COMERCIO EL CORDANO CON LA APLICACION DE MALLA ELECTROSOLDADA				
Subpresupuesto	001	REFORZAMIENTO DE MUROS DE ADOBE EN PATRIMONIO CULTURAL HOTEL COMERCIO EL CORDANO				
Fecha	13/08/2007					
Lugar	150101	LIMA - LIMA - LIMA				
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MANO DE OBRA						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1334	21.80	2.91	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0556	17.10	25.60	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0667	16.50	17.60	
0101010005	PEON	hh	2.7116	15.70	42.57	
					89.68	
MATERIALES						
0204010008	ALAMBRE GALVANIZADO PARA ATAR DE 1.30 MM DE DIAMETRO	kg	0.0200	3.17	0.06	
0204120008	PUNTAS PLANAS DE ACERO DE 20 X 100 MM	kg	0.0200	2.42	0.05	
0204150001	MALLA ELECTROSOLDADA	m2	5.5000	32.64	179.52	
0207020001	ARENA	m3	0.0150	45.00	0.68	
0207050003	TIERRA SELECCIONADA	m3	0.1150	45.00	5.18	
0207070003	PAJA CORTADA	m3	0.0200	30.00	0.60	
0216060002	ADOQUIN DE ADOBE	m2	30.0000	0.80	24.00	
0290130023	AGUA	m3	0.0520	5.00	0.26	
					210.35	
EQUIPOS						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			1.94	
0301340001	ANDAMIO METALICO	dia	0.1778	9.00	1.60	
0301340008	ANDAMIO	dia	0.1111	9.00	1.00	
					4.54	
				Total	S/.	304.57

Elaborado: Los autores.

- Análisis de precios unitarios

Tabla 13. Colocación y escarificado de muro de adobe.

Análisis de precios unitarios						
Presupuesto	0102007	REFORZAMIENTO DE MUROS DE ADOBE HOTEL COMERCIO EL CORDANO CON LA APLICACION DE MALLA ELECTROSOLDADA				
Subpresupuesto	001	REFORZAMIENTO DE MUROS DE ADOBE EN PATRIMONIO CULTURAL HOTEL COMERCIO EL CORDANO				
Fecha presupuesto	13/08/2007					
COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDADA						
Partida	m2/DIA	MO: 45.0000	EQ: 45.0000	Costo unitario directo per m2		185.92
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0178	21.80	0.39
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1778	16.50	2.93
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1778	15.70	2.79
					6.11	
Materiales						
0204010008	ALAMBRE GALVANIZADO PARA ATAR DE 1.30 MM DE DIAMETRO	kg		0.0200	3.17	0.06
0204120008	PUNTAS PLANAS DE ACERO DE 20 X 100 MM	kg		0.0200	2.42	0.05
0204150001	MALLA ELECTROSOLDADA	m2		5.5000	32.64	179.52
					179.63	
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.11	0.18
					0.18	
ESCARIFICADO DE MURO DE ADOBE						
Partida	m2/DIA	MO: 30.0000	EQ: 30.0000	Costo unitario directo per m2		10.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0267	21.80	0.58
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.5333	15.70	8.37
					8.95	
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	8.95	0.45
0301340001	ANDAMIO METALICO	dia	2.0000	0.0667	9.00	0.60
					1.05	

Elaborado: Los autores.

Tabla 15. Retiro y restitución de mampostería.

Partida	01.02.01		RETIRO DE MAMPOSTERIA DE ADOBE DAÑADO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m2			23.30
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$l.	Parcial \$l.	
Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	16.50	14.67	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.4444	15.70	6.98	
						21.65	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	21.65	0.65	
0301340001	ANDAMIO METALICO	dia	1.0000	0.1111	9.00	1.00	
						1.65	

Partida	01.02.02		RESTITUCIÓN DE MAMPOSTERIA DE ADOBE				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m2			61.33
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$l.	Parcial \$l.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0889	21.80	1.94	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	17.10	15.20	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.8889	15.70	13.96	
						31.10	
Materiales							
0207050003	TIERRA SELECCIONADA	m3		0.1000	45.00	4.50	
0207070003	PAJA CORTADA	m3		0.0200	30.00	0.60	
0216060002	ADOQUIN DE ADOBE	m2		30.0000	0.80	24.00	
0290130023	AGUA	m3		0.0250	5.00	0.13	
						29.23	
Equipos							
0301340008	ANDAMIO	dia	1.0000	0.1111	9.00	1.00	
						1.00	

Elaborado: Los autores.

Tabla 14. Tarrajeo de muro con la malla electrosoldada.

Partida	01.03.01		TARRAJEO DE TIERRA Y ARENA 2.5 CM				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2			24.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$l.	Parcial \$l.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	17.10	11.40	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.6667	15.70	10.47	
						21.87	
Materiales							
0207020001	ARENA	m3		0.0150	45.00	0.68	
0207050003	TIERRA SELECCIONADA	m3		0.0150	45.00	0.68	
0290130023	AGUA	m3		0.0250	5.00	0.13	
						1.49	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	21.87	0.66	
						0.66	

Elaborado: Los autores.

- Presupuesto

Tabla 16. Presupuesto total de la malla electrosoldada.

Presupuesto						
Presupuesto	0102007	REFORZAMIENTO DE MUROS DE ADOBE HOTEL COMERCIO EL CORDANO CON LA APLICACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA				
Subpresupuesto	001	REFORZAMIENTO DE MUROS DE ADOBE EN PATRIMONIO CULTURAL HOTEL COMERCIO EL CORDANO				
Cliente	HOTEL COMERCIO EL CORDANO - MINISTERIO DE CULTURA				Costo al	13/08/2007
Lugar	LIMA - LIMA - LIMA					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	
01	ARQUITECTURA				118.88	
01.01	ESCARIFICADO DE MURO				10.00	
01.01.01	ESCARIFICADO DE MURO DE ADOBE	m2	1.00	10.00	10.00	
01.02	REEMPLAZO DE MURO EN MAL ESTADO				84.83	
01.02.01	RETIRO DE MAMPONERÍA DE ADOBE DAÑADO	m2	1.00	23.30	23.30	
01.02.02	RESTITUCIÓN DE MAMPONERÍA DE ADOBE	m2	1.00	61.53	61.53	
01.03	TARRAJEO O ENLUCIDOS CON TIERRA				24.02	
01.03.01	TARRAJEO DE TIERRA Y ARENA 2.5 CM	m2	1.00	24.02	24.02	
02	ESTRUCTURAS				185.92	
02.01	COLOCACIÓN DE ELEMENTOS DE REFUERZO				185.92	
	COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA	m2	1.00	185.92	185.92	
	COSTO DIRECTO				304.87	
	GASTOS GENERALES (10%)				30.46	
	UTILIDADES				24.37	
	SUB TOTAL				359.40	
	I.G.V (18 %)				64.89	
	PRESUPUESTO TOTAL				424.29	
SON : CUATROCIENTOS VENTICUATRO Y 09/100 SOLES						

Elaborado: Los autores.

Como se puede observar se realizó el presupuesto con ambas técnicas de reforzamiento por metro cuadrado, cabe resaltar que no solo se está tomando en cuenta la colocación de la geomalla o la malla electrosoldada, sino también lo que se requiere hacer antes de reforzar con estas mallas, por esa razón se consideró el escarificado del recubrimiento del muro, el reemplazo del muro en mal estado, la colocación del elemento de refuerzo y el enlucido o tarrajeo de tierra.

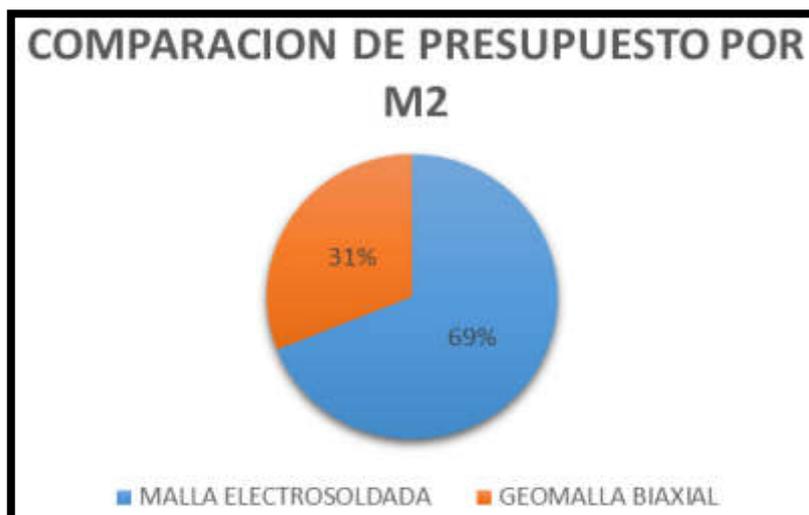
Los datos obtenidos son interesantes, porque nos permite apreciar que tan accesible económicamente son ambas. Se puede apreciar una diferencia considerable entre ambas técnicas de reforzamientos que serán mostradas en la graficas siguientes:

Tabla 17. Comparación de Presupuestos.

COMPARACIÓN DE PRESUPUESTO POR M2			
	COSTO DEL PRODUCTO POR M2		PRESUPUESTO POR M2
MALLA ELECTROSOLDADA	S/	32.64	S/ 424.09
GEOMALLA BIAxIAL	S/	5.69	S/ 191.04

Elaborado: Los autores.

Tabla 19. Comparación de Presupuestos en porcentaje.



Elaborado: Los autores.

Tabla 18. Comparación de Presupuestos por metro cuadrado.



Elaborado: Los autores.

Como se puede apreciar entre estas técnicas de reforzamiento, queda más que evidente que reforzar con la geomalla biaxial es más económico, si se tiene en cuenta el presupuesto total por metro cuadrado podemos apreciar que la diferencia entre estas dos técnicas está en S/233.05. Se puede evidenciar que la malla electrosoldada cuesta más del doble que la geomalla biaxial.

Si tomamos como referencia del cien por ciento la suma de ambos presupuestos podemos visualizar que un 69% del presupuesto final va para el reforzamiento de la malla electrosoldada y solo un 31% para la geomalla biaxial.

CAPÍTULO V RESULTADOS

5.1 Esfuerzos de tracción

Tabla 20. Resultados de tracción.

ESFUERZOS DE TRACCIÓN			
ANÁLISIS SISMICO	SIN REFORZAMIENTO	GEOMALLA BIAxIAL	MALLA ELECTROSOLDADA
SISMO "X"	0.81 kg/cm ²	0.15 kg/cm ²	0.33 kg/cm ²
SISMO "Y"	0.76 kg/cm ²	0.29 kg/cm ²	0.31 kg/cm ²

Elaborado: Los autores.

Según la Norma E.0.80 – Diseño y Construcción con Tierra Reforzada nos indica que la resistencia última a la tracción es 0.81 kg/cm² como podemos apreciar en la siguiente figura:

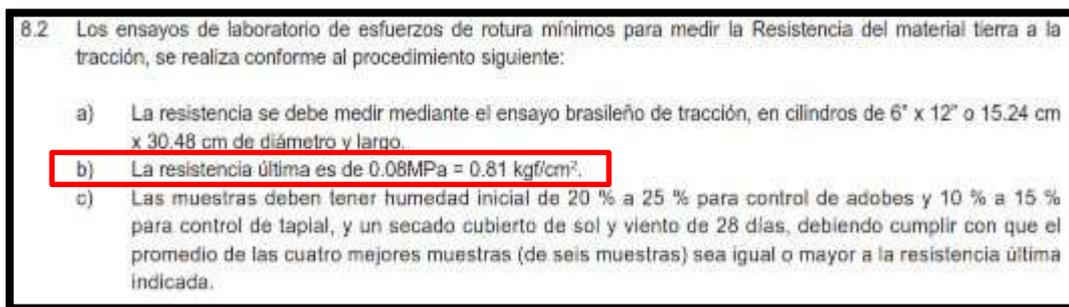


Figura 88. Resistencia a esfuerzo de tracción.

Elaborado: Norma E.080 – Diseño y Construcción con tierra Reforzada.

En los resultados obtenidos notamos que los esfuerzos por tracción sin reforzamiento bordean la resistencia ultima, por lo que al modelar el reforzamiento con la Geomalla Biaxial se puedo controlar y reducir de manera gradual los valores obtenidos, haciendo uso de la geomalla notamos que los resultados están por debajo del valor de 0.81kg/cm² indicado en el acápite 8.2 del artículo 8 del Capítulo II de la Norma E.080.

Otro punto importante es el aporte que ofrece el tarrajeo de mortero en combinación con la Geomalla Biaxial la cual se indica en la norma E.080 en el acápite 8.3, mejorando las propiedades de la Geomalla durante el comportamiento contra los esfuerzos de tracción con el aporte de 0.12 kg/cm² que ofrece he indicado la siguiente figura:

8.3 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del mortero a la tracción, se realiza conforme al procedimiento siguiente:

- a) La resistencia se debe medir mediante el ensayo de morteros a tracción indirecta, en probetas de dos adobes unidos por mortero de barro con o sin aditivos naturales, sujetos a compresión de manera similar al ensayo brasileño.
- b) La resistencia última es de 0.012 MPa = 0.12 kgf/cm².
- c) Se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada.

Figura 89. Resistencia del mortero a la tracción.

Elaborado: Norma E.080 – Diseño y Construcción con tierra Reforzada.

5.2 Esfuerzos de corte

Tabla 21. Resultados de corte.

ESFUERZOS DE CORTE			
ANÁLISIS SISMICO	SIN REFORZAMIENTO	GEOMALLA BIAxIAL	MALLA ELECTROSOLDADA
SISMO "X"	3.32 kg/cm ²	0.36 kg/cm ²	1.41 kg/cm ²
SISMO "Y"	3.23 kg/cm ²	0.38 kg/cm ²	1.43 kg/cm ²

Elaborado: Los autores.

Según la Norma E.0.80 – Diseño y Construcción con Tierra Reforzada nos indica que la resistencia última al corte es 0.25 kg/cm² como podemos apreciar en la siguiente figura:

8.5 Los ensayos de laboratorio de esfuerzos de rotura mínimos para medir la Resistencia del murete a la tracción indirecta, se realiza conforme al procedimiento siguiente:

- a) La resistencia última es de 0.025 MPa = 0.25kgf/cm².
- b) El ensayo de compresión diagonal o tracción indirecta de muretes de adobe o tapial de aproximadamente 0,65 m. x 0.65 m. x e_m.
- c) Se debe cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor a la resistencia última indicada, después de 28 días de secado.

Figura 90. Resistencia a esfuerzo de corte.

Elaborado: Norma E.080 – Diseño y Construcción con tierra Reforzada.

En los resultados obtenidos los valores superan la resistencia ultima al corte, sin embargo, en unos estudios experimentales realizados por el Ing. Daniel Torrealva nos indica que la geomalla puede aportar hasta 0.40 kg/cm² de resistencia al corte como nos muestra en la siguiente figura.

Los valores promedio de resistencia al esfuerzo cortante en un muro de adobe reforzado con geomalla serían entonces los siguientes:

Esfuerzo cortante máximo elástico = 0.20 kg/cm² (0.02MPa)
 Esfuerzo cortante ultimo = 0.40 kg/cm² (0.04MPa)

Figura 91. Resistencia al esfuerzo cortante según Torrealva.

Elaborado: Diseño Sísmico de Muros de Adobe Reforzados con Geomallas.

Siendo así, de acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 21 notamos que los esfuerzos por corte sin reforzamiento y malla electrosoldada no cumplirían con lo indicado en la norma E.080, sin embargo, el reforzamiento con Geomalla Biaxial reduce de manera gradual sus valores obtenidos así mismo notamos que dichos resultados están por debajo del valor de la resistencia al esfuerzo cortante 0.40kg/cm² como lo indica el Ing. Torrealva.

5.3 Desplazamiento

Para entender mejor los resultados de los desplazamientos hemos hecho uso de la Norma E0.30 – Diseño Sismorresistente. Por lo que hemos tomado como referencias la tabla siguiente:

Tabla 22. Resultados de corte.

Material Predominante	(Δ_c / h_w)
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Elaborado: Norma E.0.30 – Diseño Sismorresistente.

Hemos tomado en consideración el límite de la distorsión del entrepiso de Albañilería que es 0.005 ya que podemos decir que el adobe se asemeja a este tipo de construcciones.

Tabla 23. Resultados de desplazamiento sin reforzamiento.

TABLA DE DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS SIN REFORZAMIENTO										
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	0.75R	DERIVA INELAST.	
Story3	SISX Max	X	0.0001630	285.0	20.87	21.73	13.60	2.250	0.0003668	
Story3	SISY Max	Y	0.0003300	74.0	36.40	0.53	13.60	2.250		0.0007425
Story3	Envolvente Max	X	0.0002000	184.0	0.00	8.03	13.60	2.250	0.00045	
Story3	Envolvente Max	Y	0.0002980	74.0	36.40	0.53	13.60	2.250		0.0006705
Story3	SISMOT Max	X	0.0002150	285.0	20.87	21.73	13.60	2.250	0.0004838	
Story3	SISMOT Max	Y	0.0003700	74.0	36.40	0.53	13.60	2.250		0.0008325
Story2	SISX Max	X	0.0002590	285.0	20.87	21.73	10.09	2.250	0.0005828	
Story2	SISY Max	Y	0.0003480	74.0	36.40	0.53	10.09	2.250		0.000783
Story2	Envolvente Max	X	0.0002690	285.0	20.87	21.73	10.09	2.250	0.0006053	
Story2	Envolvente Max	Y	0.0003510	56.0	37.00	0.54	10.09	2.250		0.0007898
Story2	SISMOT Max	X	0.0003220	285.0	20.87	21.73	10.09	2.250	0.0007245	
Story2	SISMOT Max	Y	0.0004070	56.0	37.00	0.54	10.09	2.250		0.0009158
Story1	SISX Max	X	0.0005960	272.0	26.14	21.73	5.34	2.250	0.001341	
Story1	SISY Max	Y	0.0007620	5.0	0.00	10.57	5.34	2.250		0.0017145
Story1	Envolvente Max	X	0.0006730	272.0	26.14	21.73	5.34	2.250	0.0015143	
Story1	Envolvente Max	Y	0.0008080	7.0	0.00	12.01	5.34	2.250		0.001818
Story1	SISMOT Max	X	0.0008050	272.0	26.14	21.73	5.34	2.250	0.0018113	
Story1	SISMOT Max	Y	0.0009510	33.0	3.54	0.05	5.34	2.250		0.0021398

Elaborado: Los autores.

Los resultados obtenidos por desplazamientos y derivas sin reforzamiento para un sismo de aceleración (0.175g) intermedio cumple con el valor límite para la distorsión del entrepiso de 0.005 indicado en la Norma E.030 - "Diseño Sismorresistente", pero se puede apreciar que los valores más cercanos a dicho límite es los del primer nivel.

Tabla 24. Resultados de desplazamiento con geomalla.

TABLA DE DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS CON GEOMALLA									
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	0.75R	DERIVA INELAST.
Story3	SISX Max	X	0.000043	285	20.87	21.73	13.60	2.25	0.00009675
Story3	SISY Max	Y	0.000267	381	27.74	4.3079	13.60	2.25	0.00060075
Story3	Envolvente Max	X	0.000179	184	0.00	8.03	13.60	2.25	0.00040275
Story3	Envolvente Max	Y	0.000245	381	27.74	4.3079	13.60	2.25	0.00055125
Story3	SISMOT Max	X	0.000058	285	20.87	21.73	13.60	2.25	0.0001305
Story3	SISMOT Max	Y	0.000348	381	27.74	4.3079	13.60	2.25	0.000783
Story2	SISX Max	X	0.000067	285	20.87	21.73	10.09	2.25	0.00015075
Story2	SISY Max	Y	0.000066	74	36.40	0.5325	10.09	2.25	0.0001485
Story2	Envolvente Max	X	0.000076	285	20.87	21.73	10.09	2.25	0.000171
Story2	Envolvente Max	Y	0.00015	6	7.90	12.28	10.09	2.25	0.0003375
Story2	SISMOT Max	X	0.000088	285	20.87	21.73	10.09	2.25	0.000198
Story2	SISMOT Max	Y	0.000081	74	36.40	0.5325	10.09	2.25	0.00018225
Story1	SISX Max	X	0.000042	272	26.14	21.73	5.34	2.25	0.0000945
Story1	SISY Max	Y	0.000054	44	12.00	0.1756	5.34	2.25	0.0001215
Story1	Envolvente Max	X	0.000063	280	26.39	12.9119	5.34	2.25	0.00014175
Story1	Envolvente Max	Y	0.000055	22	11.65	6.8747	5.34	2.25	0.00012375
Story1	SISMOT Max	X	0.000054	272	26.14	21.73	5.34	2.25	0.0001215
Story1	SISMOT Max	Y	0.000069	44	12.00	0.1756	5.34	2.25	0.00015525

Elaborado: Los autores.

Los resultados obtenidos por desplazamientos y derivas con la geomalla biaxial para un sismo de aceleración (0.175g) intermedio cumple con el valor límite para la distorsión del entrepiso de 0.005 indicado en la Norma E.030 - "Diseño Sismorresistente". En este caso los resultados son óptimos en los diferentes niveles de la edificación.

Tabla 25. Resultados de desplazamiento con malla electrosoldada.

TABLA DE DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS CON MALLA ELECTROSOLDADA									
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	0.75R	DERIVA INELAST.
Story3	SISX Max	X	0.000058	285	20.87	21.73	13.6	2.25	0.0001305
Story3	SISY Max	Y	0.000122	381	27.74	4.3079	13.6	2.25	0.0002745
Story3	Envolvente Max	X	0.00019	184	0	8.03	13.6	2.25	0.0004275
Story3	Envolvente Max	Y	0.000135	336	7.0912	12.2524	13.6	2.25	0.00030375
Story3	SISMOT Max	X	0.000077	285	20.87	21.73	13.6	2.25	0.00017325
Story3	SISMOT Max	Y	0.000136	381	27.74	4.3079	13.6	2.25	0.000306
Story2	SISX Max	X	0.000099	285	20.87	21.73	10.09	2.25	0.00022275
Story2	SISY Max	Y	0.000125	74	36.4	0.5325	10.09	2.25	0.00028125
Story2	Envolvente Max	X	0.000112	285	20.87	21.73	10.09	2.25	0.000252
Story2	Envolvente Max	Y	0.000186	15	8.11	0.1187	10.09	2.25	0.0004185
Story2	SISMOT Max	X	0.000128	285	20.87	21.73	10.09	2.25	0.000288
Story2	SISMOT Max	Y	0.000148	56	37	0.5413	10.09	2.25	0.000333
Story1	SISX Max	X	0.000199	32	38.96	0.57	5.34	2.25	0.00044775
Story1	SISY Max	Y	0.000248	33	3.54	0.0518	5.34	2.25	0.000558
Story1	Envolvente Max	X	0.000275	32	38.96	0.57	5.34	2.25	0.00061875
Story1	Envolvente Max	Y	0.000278	7	0	12.01	5.34	2.25	0.0006255
Story1	SISMOT Max	X	0.000274	32	38.96	0.57	5.34	2.25	0.0006165
Story1	SISMOT Max	Y	0.000313	33	3.54	0.0518	5.34	2.25	0.00070425

Elaborado: Los autores.

Los resultados obtenidos por desplazamientos y derivas con la geomalla biaxial para un sismo de aceleración (0.175g) intermedio cumple con el valor límite para la distorsión del entrepiso de 0.005 indicado en la Norma E.030 -

"Diseño Sismorresistente". En este caso los resultados son óptimos en los diferentes niveles de la edificación.

5.4 Esfuerzo de compresión

Tabla 26. Resultados de compresión.

ESFUERZOS DE COMPRESIÓN			
ANÁLISIS SISMICO	SIN REFORZAMIENTO	GEOMALLA BIAxIAL	MALLA ELECTROSOLDADA
SISMO "X"	4.66 kg/cm ²	1.88 kg/cm ²	2.14 kg/cm ²
SISMO "Y"	5.40 kg/cm ²	2.15 kg/cm ²	2.28 kg/cm ²

Elaborado: Los autores.

Según la Norma E.0.80 – Diseño y Construcción con Tierra Reforzada nos indica que la resistencia última a la compresión es 6.12 kg/cm² como podemos apreciar en la siguiente figura:

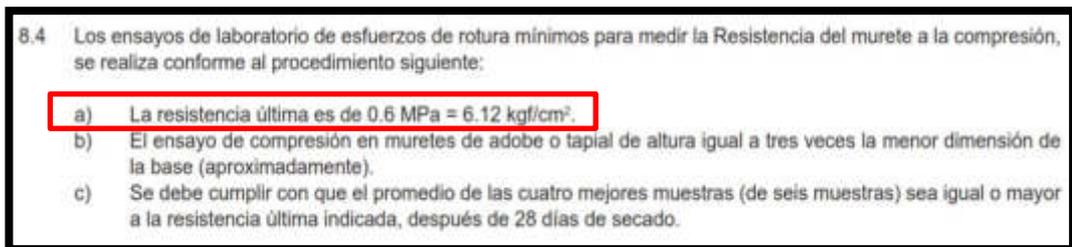


Figura 92. Resistencia a esfuerzo de compresión.

Elaborado: Norma E.080 – Diseño y Construcción con Tierra Reforzada.

Los resultados obtenidos cumplen los esfuerzos por compresión, pero con el uso de la Geomalla se observa un aporte significativo en la reducción de dichos esfuerzos, por lo que las propiedades de la Geomalla mantienen confinado a dicho elemento durante la simulación del sismo.

Es importante resaltar que los esfuerzos por compresión resultan menos perjudiciales, pero no menos importantes, durante la falla de la estructura, debemos tener en cuenta los diferentes factores que generan dichas fallas como pueden ser el estado de los materiales y magnitud del sismo estos factores influyen de manera importante en el colapso de la estructura.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

6.1 Esfuerzo de tracción

En los resultados obtenidos notamos que los refuerzos por tracción son controlados por el reforzamiento de la geomalla biaxial reduciendo de manera gradual los valores obtenidos, tal como se muestra en la Tabla 20.

Si observamos la tesis para optar al grado de título Propuesta Integral de Reforzamiento para Edificaciones de Adobe. Aplicado a un Local Escolar de Adobe en la Provincia de Yauyos de Quipe y Rondón. Ellos demuestran la perfecta compatibilidad para la transmisión de esfuerzos donde la geomalla toma las tracciones y el adobe las compresiones.

Comparando nuestros resultados podemos observar que en ambos casos la utilización de la geomalla controla los esfuerzos por tracción es más dicen que la geomalla de la misma forma que las varillas de acero actúan en el concreto.

6.2 Esfuerzo de corte

Los resultados obtenidos sin reforzamientos y con la aplicación de la geomalla biaxial no cumplen con lo solicitado en la norma E0.80 donde la resistencia última es de 0.25 kg/cm², pero si se puede apreciar que la utilización de la geomalla biaxial reduce de manera gradual los valores obtenidos, tal como se muestra en la Tabla 21.

Si estos resultados lo comparamos con los valores obtenidos en el Diseño Sísmico de Muros de Adobe Reforzados con Geomallas del ingeniero Torrealva podemos apreciar que el esfuerzo cortante último en su diseño es de 0.40 kg/cm² pudiendo apreciar que nuestros resultados estarían dentro del parámetro permitido según su diseño, a su vez Torrealva concluye en su diseño que la aplicación de la geomalla y el tarrajeo aporta capacidad de absorción de energía y un valor máximo de cortante mayor que cuando el adobe actúa sin dicho refuerzo siendo esta de 50KN y 38 KN respectivamente.

6.3 Desplazamiento

Los resultados obtenidos por Desplazamientos y derivas con reforzamiento de Geomalla para un sismo intermedio de 0.175 g cumplen con el valor límite para la distorsión del entrepiso de 0.005 (Albañilería=Adobe), según norma E0.30, cabe resaltar que con el uso de la Geomalla como reforzamiento su aporte tendría en el tipo de falla dúctil ya que se incrementa las propiedades de deformación por los esfuerzos de tracción y corte y este a su vez en los desplazamientos y derivas. Tal como lo menciona Torrealva en su Diseño Sísmico de Muros de Adobe Reforzados con Geomalla.

6.4 Esfuerzo de compresión

Si bien es cierto los resultados sin refuerzo son favorables y si estos lo comparamos con la norma vigente E0.80 podemos apreciar que cumplen con la resistencia última de 6 kg/cm², ya que sin refuerzo y con refuerzo la resistencia última está por debajo que lo normado, también se puede apreciar que la geomalla en conjunto con el adobe tienen un comportamiento favorable a la compresión de tal manera que aplicándole el sismo de diseño se obtiene mejores resultados del mismo, tal como se puede apreciar Tabla 26.

CONCLUSIONES

- a. Según la Norma E0.80 la resistencia última a la tracción es de 0.81kg/cm^2 (ver Figura 88), por lo que podemos definir lo siguiente: En el modelamiento de reforzamiento se aprecian los muros con esfuerzos de tracción de 0.81kg/cm^2 en sismo X-X y 0.76kg/cm^2 en sismo Y-Y los mismos que bordean los límites permisibles. Por otro lado, también obtenemos los siguientes resultados en esfuerzos de tracción con reforzamiento de Geomalla: 0.15kg/cm^2 en sismo X-X y 0.29kg/cm^2 en sismo Y-Y lo que nos indica que tenemos una optimización del 81.48% respecto al sismo en X-X y 64.20% respecto al sismo Y-Y, que se encuentra dentro del rango que también exige la norma para estructuras de adobe a tracción de 0.81kg/cm^2 , evidenciando notablemente que el uso de la geomalla nos da un mejor comportamiento en tracción.

- b. Según la Norma E0.80 la resistencia al corte es de 0.25kg/cm^2 (ver Figura 90), por lo que podemos definir lo siguiente: según los resultados obtenidos en nuestro modelamiento sin reforzamiento obtenemos que el esfuerzo al corte es de 3.32kg/cm^2 en sismo X-X y 3.23kg/cm^2 en sismo Y-Y, por lo que notamos que supera lo dicho por la norma en 730% en Sismo X-X y 707.50% en Sismo Y-Y. En nuestro modelamiento obtenido con reforzamiento con geomalla biaxial el esfuerzo a corte es de 0.36kg/cm^2 respecto al Sismo X-X y 0.38kg/cm^2 respecto al sismo Y-Y, así mismo estos resultados lo debemos comparar con un parámetro obtenido por ensayos experimentales que indican que la resistencia al corte con reforzamiento con geomalla debe alcanzar el 0.40kg/cm^2 lo que nos indica que tenemos una optimización del 10% respecto al sismo en X-X y 5% respecto al sismo Y-Y. Por lo tanto, se confirma que el reforzamiento de muros de adobe con geomalla ayuda a controlar los esfuerzos por corte mejorando la ductilidad de la estructura manteniendo así la capacidad de deformación en el rango elástico y que se produzca una falla frágil, en consecuencia, brinda un mayor comportamiento a estos esfuerzos.

- c. Con respecto a los desplazamientos debido a fuerzas sísmicas, en ambas direcciones se observan desplazamientos con rangos de 0.0001 hasta 0.0021 con la aplicación de la Geomalla para un sismo intermedio, estos rangos se encuentran dentro de los límites permisibles que es 0.005 dada por la Norma E.030 – Diseño Sismorresistente (ver Tabla 22), además los mayores desplazamientos se dan en la dirección del eje Y por tener menor densidad de muros en esa dirección, demostrando que la estructura es vulnerable frente eventos sísmicos severos.
- d. Según norma E-080 de Adobe señala que los muros deben tener una resistencia última a la compresión de 6.12kg/cm² (ver Tabla 26). En el modelamiento sin reforzamiento se aprecian los muros con esfuerzos de compresión son de 4.66 kg/cm² en la dirección del eje “X” y de 5.40kg/cm² en el eje “Y”, bordeando así los valores límites. En el modelamiento con la geomalla obtenemos los siguientes resultados según compresión: 1.88kg/cm² en sismo X-X y 2.15 kg/cm² en sismo Y-Y donde nos indica que tenemos una optimización del 69.28% respecto al sismo en X-X y 64.87% respecto al sismo Y-Y, por lo tanto los resultados son más óptimos con el uso de este elemento de reforzamiento y teniendo en cuenta como parámetro la resistencia última a la compresión.
- e. Concluimos que hoy en día la tecnología en materiales de la construcción están dando pasos agigantados brindándonos mejores materiales a un costo más accesible como es el caso de la geomalla biaxial en comparación con la malla electrosoldada, donde no solo podemos apreciar un costo más accesible al momento de escoger un material como es en este caso para reforzar muros de adobe, sino también que los beneficios al momento de hacer la comparación van más allá del costo, ya que la geomalla biaxial brinda una mejor adherencia al mortero de recubrimiento, también se adapta mejor al adobe por ser un material flexible permitiendo un comportamiento más dúctil, a su vez el material es más durable con respecto a los agentes externos climáticos

que pueden deteriorar dicho material. Por lo tanto, el costo beneficio entre estos dos materiales son notorios dando mejores resultados al momento de reforzar muros de adobe.

RECOMENDACIONES

- a. De acuerdo a los datos obtenidos en nuestro modelamiento, recomendamos el uso de la geomalla biaxial para edificaciones de adobe y quincha ya que da un mejor comportamiento a la edificación frente a un sismo intermedio.
- b. Será necesario mejorar las condiciones de los muros mampostería con el fin de obtener una mejor estabilidad de la edificación y garantizar un adecuado comportamiento.
- c. En cuanto a costo beneficio es recomendable el uso de la geomalla ya que es económicamente más factible que la malla electrosoldada y como se menciona líneas arriba tiene un mejor comportamiento y adherencia a las construcciones de adobe y quincha.
- d. Es recomendable la utilización de este tipo de tecnología (geomalla biaxial) ya que no altera la naturaleza arquitectónica de la estructura, recordando que es un patrimonio cultural y se rigen bajo la Ley del Ministerio de Cultura.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce y Arodríguez. (2014). *Propuesta del empleo del Adobe reforzado con Geomalla en la construcción de viviendas unifamiliares de un piso en el pueblo joven Yanama – Ayacucho* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/237/TP%20-%20UNH%20CIVIL%200021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Blondet, J. (2006). *Análisis sísmicos de módulos de adobe reforzado con malla de polímero* (Tesis de Pregrado). Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Cárdenas, A. (2014). *Propuesta del Adobe Reforzado con Geomalla en la Construcción de Viviendas Unifamiliares de un Piso en el Pueblo Joven Yanama- Ayacucho* (Tesis Pregrado), Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.
- Cancino, C., Lardinois, S., D' Ayala, D., Fonseca, C., Torrealva, D., Vicente, E. y Villacorta, L. (2012). *Proyecto de Estabilización Sismorresistente: Estudio de Edificaciones Tipológicas*. (Informe de Investigación No 1) Recuperado de https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/pdf/proyecto_v1.pdf
- Calixto, I. y Vilcanqui, Y. (2013). Técnica Dual para Reparación y reforzamiento de muros Históricos de Adobe. *REVISTA CIVILIZATE (CIV)*, 1 (3), 49-52. Recuperado de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/article/view/10129>
- Chácara, E. (2013). *Evaluación estructural de construcciones históricas en la costa peruana utilizando tecnologías modernas: en el caso del hotel “El Comercio” en Lima* (Tesis de Pregrado), Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.

- Estacio, J. (2010). *Análisis de Vulnerabilidad ante sismos del Centro Histórico de Lima como parte del componente de vulnerabilidad para la construcción de escenario sísmico*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/353259459/Analisis-de-Vulnerabilidad-Ante-Sismos-Del-Centro-Historico-Lima-COOPI>
- Hernández, F. (2016). *Intervención Post Terremoto en Edificaciones de Adobe con Protección Patrimonial (Tesis de maestría)* Universidad Politécnica de Cataluña. Peralillo, Chile.
- Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación (28296) (2016). *Marco Legal de Protección del Patrimonio Cultural, número de la publicación, 2016, 08, marzo*.
- Norma Técnica Peruana E.030 Diseño Sismorresistente* (2016). Reglamento Nacional de Edificaciones, 1,2016, 24, enero.
- Norma Técnica Peruana E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada* (2017) Reglamento Nacional de Edificaciones, 1, 2017, 7, abril.
- Orta, B. (2009). *Ensayo de edificio de adobe sismo resistente construido con el sistema de albañilería integral*. *Informes de la Construcción*, (61), 515, 59- 65. doi: 10.3989/ic.09.006
- Ojeda, S. (2012). *Evaluación del Comportamiento Estructural de módulos de Adobe durante ensayos de Simulación Sísmica* (Tesis de Maestría). Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9112/OJEDA_SILVANA_COMPORTAMIENTO_ESTRUCTURAL_ADOBE_SIMULACION_SISMICA%20%281%29.pdf?sequence=6&isAllowed=y
- Quispe, J. y Rondón, S. (2012). *Propuesta Integral de Reforzamiento Para Edificaciones de Adobe. Aplicación al caso de un Local Escolar de Adobe en la Provincia de Yauyos* (Tesis de pregrado). Recuperado de

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1492/QUISPE_JOSE_Y_RONDON_SILVANA_EDIFICACIONES_ADOBE_LOCAL_ESCOLAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Talavera, Bernal y Gómez (2010). *Zonificación sísmica – Geotécnica para el Centro Histórico de Lima (comportamiento Dinámico del suelo)*. (Informe de investigación No. 049) Recuperado de http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/OTROS/Microzonificacion_lima_final_2010.pdf

Torrealva D. (2009). Diseño Sísmico de Muros de Adobe Reforzado con Geomallas. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/95810935/DISENO-ADOBE-GEOMALLAS>

ANEXOS

1. Matriz de consistencia
2. Pesos unitarios según Norma E.020
3. Cargas utilizadas según Norma E.020
4. Factor de suelo (S) según Norma E.080
5. Factor de uso (U) según Norma E0.80
6. Factor de coeficiente sísmico (C) según Norma E.080

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE MUROS DE ADOBE Y LA APLICACIÓN DE LA GEOMALLA BIAIXIAL EN LA EDIFICACIÓN CULTURAL HOTEL COMERCIO "EL CORDANO" – PATRIMONIO CULTURAL LIMA – PERÚ							
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES DEPENDIENTES	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MUROS DE ADOBE	TRACCIÓN	NOMINAL	TIPO DE INVESTIGACIÓN: CUANTITATIVA POR QU SE UTILIZA DEDUCCIONES BASADO EN TERORÍA EXISTENTE Y LAS VARIBLES SON NUMEROS (DATOS MEDIBLES). NIVEL DE INVESTIGACIÓN: DESCRIPTIVA YA QUE SE DESCRIBE LOS HECHOS TAL COMO SON OBSERVADOS EN LA INVETIGACIÓN. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: NO EXPERIMENTAL YA QUE SE APLICÓ NORMAS Y MÉTODOS DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL. POBLACIÓN Y MUESTRA: LA POBLACIÓN TOMADA FUE EL CENTRO DE LIMA Y LA MUESTRA EL HOTEL COMERCIO "EL CORDANO".
¿DE QUE MANERA INFLUYE EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y LA APLICACIÓN DE LA GEOMALLA BIAIXIAL EN EL COMPORTAMIENTO DE MUROS DE ADOBE?	DETERMINAR SI EL REFOZAMIENTO ESTRUCTURAL Y LA APLICACIÓN DE LA GEOMALLA BIAIXIAL INFLUYE EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOS MUROS DE ADOBE	EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y LA APLICACIÓN DE LA GEOMALLA BIAIXIAL EN LA EDIFICACION CULTURAL HOTEL COMERCIO "EL CORDANO" INFLUYE EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MUROS DE ADOBE	REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL		COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL		
			GEOMALLA BIAIXIAL	DESPLAZAMIENTO			
				ELASTICIDAD			
				RESISTENCIA			
					INTERACCIÓN		
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE INDEPENDIENTE				
¿DE QUE MANERA INFLUYE EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y LA APLICACIÓN DE LA GEOMALLA BIAIXIAL EN LOS ESFUERZOS DE TRACCIÓN DE LOS MUROS DE ADOBE CON EL USO DEL SOFTWARE ETABS?	EVALUAR SI EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y LA APLICACIÓN DE LA GEOMALLA BIAIXIAL INFLUYE EN LOS ESFUERZOS DE TRACCIÓN DE LOS MUROS DE ADOBE BAJO UN SISTEMA DE MODELAMIENTO EN EL ETABS	EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y LA APLICACIÓN DE LA GEOMALLA BIAIXIAL EN LA EDIFICACIÓN CULTURAL HOTEL COMERCIO "EL CORDANO" INFLUYE EN LOS ESFUERZOS DE TRACCIÓN DE LOS MUROS DE ADOBE	MUROS DE ADOBE	ESFUERZOS DE TRACCIÓN	TRACCIÓN	NOMINAL	
¿DE QUE MANERA INFLUYE EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y LA APLICACIÓN DE LA GEOMALLA BIAIXIAL EN LOS ESFUERZOS DE CORTE DE LOS MUROS DE ADOBE CON EL USO DEL SOFTWARE ETABS?	ANALIZAR SI EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y LA APLICACIÓN DE LA GEOMALLA BIAIXIAL INFLUYE EN LOS ESFUERZOS DE CORTE DE LOS MUROS DE ADOBE BAJO UN SISTEMA DE MODELAMIENTO EN EL ETABS	EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y LA APLICACIÓN DE LA GEOMALLA BIAIXIAL EN LA EDIFICACIÓN CULTURAL HOTEL COMERCIO "EL CORDANO" INFLUYE EN LOS ESFUERZOS DE CORTE DE LOS MUROS DE ADOBE		ESFUERZOS DE CORTE	CORTE	NOMINAL	
¿DE QUE MANERA INFLUYE EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y LA APLICACIÓN DE LA GEOMALLA BIAIXIAL EN LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS MUROS DE ADOBE CON EL USO DEL SOFTWARE ETABS?	ANALIZAR SI EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y LA APLICACIÓN DE LA GEOMALLA BIAIXIAL INFLUYE EN LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS MUROS DE ADOBE BAJO UN SISTEMA DE MODELAMIENTO EN EL ETABS	EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y LA APLICACIÓN DE LA GEOMALLA BIAIXIAL EN LA EDIFICACIÓN CULTURAL HOTEL COMERCIO "EL CORDANO" INFLUYE EN LOS DESPLAZAMIENTO DE LOS MUROS DE ADOBE		DESPLAZAMIENTOS	DESPLAZAMIENTO	NOMINAL	

ANEXO 2

PESOS UNITARIOS SEGÚN NORMA E.020

MATERIALES	PESOkN/m3 (Kgf/m3)	MATERIALES	PESO kN/m3 (Kgf/m3)
Aislamientos de:		Harinas	7,0 (700)
Corcho	2,0 (200)	Hielo	9,2 (920)
Fibra de vidrio	3,0 (300)	Leña	6,0 (600)
Fibrocemento	6,0 (600)	Lignito	12,5 (1250)
Poliuretano y poliestireno	2,0 (200)	Papas	7,0 (700)
Albañilería de:		Papel	10,0 (1000)
Adobe	16,0 (1600)	Pastos secos	4,0 (400)
Unidades de arcilla cocida sólidas	18,0 (1800)	Sal	10,0 (1000)
Unidades de arcilla cocida huecas	13,5 (1350)	Trigo, frijoles, paltares, arroz	7,5 (750)
Concreto Simple de:		Turba	6,0 (600)
Cascote de ladrillo	18,0 (1800)	Materiales amontonados:	
Grava	23,0 (2300)	Arena húmeda	18,0 (1800)
Pómez	16,0 (1600)	Caliza molida	16,0 (1600)
Concreto Armado	Añadir 1,0 (100) al peso del concreto simple.	Carburo	9,0 (900)
Enlucido o Revoque de:		Coke	5,2 (520)
Mortero de cemento	20,0 (2000)	Escorias de altos hornos	15,0 (1500)
Mortero de cal y cemento	18,5 (1850)	Escorias de carbón	10,0 (1000)
Mortero de cal	17,0 (1700)	Grava y arena secas	16,0 (1600)
Yeso	10,0 (1000)	Nieve fresca	1,0 (100)
Líquidos:		Piedra pómez	7,0 (700)
Aceites	9,3 (930)	Tierra seca	16,0 (1600)
Acido Muriático	12,0 (1200)	Tierra saturada	18,0 (1800)
Acido Nítrico	15,0 (1500)	Metales:	
Acido Sulfúrico	18,0 (1800)	Acero	78,5 (7850)
Agua dulce	10,0 (1000)	Aluminio	27,5 (2750)
Agua de mar	10,3 (1030)	Bronce	85,0 (8500)
Alcohol	8,0 (800)	Cobre	89,0 (8900)
Gasolina	6,7 (670)	Estaño	74,0 (7400)
Kerosene	8,7 (870)	Fundición	72,5 (7250)
Petróleo	8,7 (870)	Hierro dulce	78,0 (7800)
Soda Cáustica	17,0 (1700)	Latón	85,0 (8500)
Maderas:		Mercurio	136,0 (13600)
Coníferas	7,5 (750)	Niquel	90,0 (9000)
Grupo A*	11,0 (1100)	Plomo	114,0 (11400)
Grupo B*	10,0 (1000)	Zinc	69,0 (6900)
Grupo C*	9,0 (900)	Otros:	
* NTE E.101		Acrílicos	12,0 (1200)
Agrupamiento de Madera para	Uso Estructural	Cartón bituminado	6,0 (600)
Mampostería de:		Concreto asfáltico	24,0 (2400)
Bloques de Vidrio	10,0 (1000)	Ladrillo pastelero	16,0 (1600)
Caliza	24,0 (2400)	Losetas	24,0 (2400)
Granito	26,0 (2600)	Teja artesanal	16,0 (1600)
Mármol	27,0 (2700)	Teja industrial	18,0 (1800)
Pómez	12,0 (1200)	Vidrios	25,0 (2500)
Materiales almacenados:		Losas aligeradas armadas en una sola dirección de Concreto Armado	
Azúcar	7,5 (750)	Con vigueta 0,10 m de ancho y 0,40 m entre ejes.	
Basuras Domésticas	6,6 (660)	Espesor de losa superior en metros	
Briquetas de carbón de piedra	17,5 (1750)	0,17	0,05
Carbón de piedra	15,5 (1550)	0,20	0,05
Cebada	6,5 (650)	0,25	0,05
Cemento	14,5 (1450)	0	0,05
Coke	12,0 (1200)	Peso propio kPa (kgf/m2)	
Frutas	6,5 (650)	2,8 (280)	3,0 (300)
		3,5 (350)	4,2 (420)

ANEXO 3

CARGAS UTILIZADAS SEGÚN NORMA E.020

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (kgf/m ²)
Almacenaje	5,0 (500) Ver 6.4
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que exceda de 3,0 (300)
Bibliotecas	Ver 6.4
Salas de lectura	3,0 (300)
Salas de almacenaje con estantes	
Fijos (no apilables)	7,5 (750)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Centros de Educación	
Aulas	2,5 (250)
Talleres	3,5 (350) Ver 6.4
Auditorios, gimnasios, etc.	De acuerdo a lugares de asamblea
Laboratorios	3,0 (300) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Garajes	
Para parqueo exclusivo de vehículos de pasajeros, con altura de entrada menor que 2,40 m	2,5 (250)
Para otros vehículos	Ver 9.3
Hospitales	
Salas de operación, laboratorios y zonas de servicio	3,0 (300)
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Hoteles	
Cuartos	2,0 (200)
Salas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Almacenaje y servicios	5,0 (500)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Industria	Ver 6.4
Instituciones Penales	
Celdas y zona de habitación	2,0 (200)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Lugares de Asamblea	
Con asientos fijos	3,0 (300)
Con asientos móviles	4,0 (400)
Salones de baile, restaurantes, museos, gimnasios y vestíbulos de teatros y cines.	4,0 (400)
Graderías y tribunas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Oficinas (*)	
Exceptuando salas de archivo y computación	2,5 (250)
Salas de archivo	5,0 (500)
Salas de computación	2,5 (250) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Teatros	
Vestidores	2,0 (200)
Cuarto de proyección	3,0 (300) Ver 6.4
Escenario	7,5 (750)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Tiendas	5,0 (500) Ver 6.4
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

ANEXO 4

Factor de suelo (S)

Tipo	Descripción	Factor de suelo (S)
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible > 0.3 MPa ó 3.06 kg.f/cm ²	1,0
II	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible > 0.1 Mpa ó 1.02kg.f/cm ²	1,4

FACTOR DE SUELO (S) SEGÚN NORMA E.080

ANEXO 5

FACTOR DE USO (U) SEGÚN NORMA E.080

Factor de uso (U) y densidad según tipo de edificación

Tipo de Edificaciones	Factor de Uso (U)	Densidad
NT A.030 Hospedaje NT A.040 Educación NT A.050 Salud NT A.090 Servicios comunales NT A.100 Recreación y deportes NT A.110 Transporte y Comunicaciones	1,4	15%
NT A.060 Industria NT A.070 Comercio NT A.080 Oficinas	1.2	12%
Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta	1,0	8%

ANEXO 6
FACTOR DE COEFICIENTE SISMICO (C) SEGÚN NORMA E.080

Coeficiente sísmico por zona sísmica para edificaciones de tierra reforzada

Zona Sísmica	Coeficiente Sísmico (C)
4	0,25
3	0,20
2	0,15
1	0,10