



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comportamiento estructural de vivienda multifamiliar de 4 pisos
empleando ladrillo con adición fibra de vidrio, Pedregal Alto, San
Antonio-Huarochirí-Lima

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Flores Arriaga, Bruss Bekham (orcid.org/0000-0002-9352-2718)

ASESOR:

Mg. Escalante Contreras, Jorge (orcid.org/0000-0002-3390-6998)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA-PERÚ

2023

DEDICATORIA

Con cariño y gratitud a mis Padres Gonzalo Flores P. y Edelisa Arriaga F., por su dedicación y sacrificio durante mi formación profesional. A mis hermanos, por su apoyo moral incondicional en mi formación profesional. Gracias por estar siempre a mi lado y ser mi fuente de inspiración.

AGRADECIMIENTO

A: Mis Padres y Familiares

A mis padres, por ser mi mayor ejemplo de perseverancia y dedicación. Su apoyo inquebrantable en mi formación profesional ha sido fundamental en mi camino hacia el éxito. Les agradezco por todo lo que han hecho por mí y por creer en mí.

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ESCALANTE CONTRERAS JORGE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Comportamiento estructural de vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huarochirí-Lima

", cuyo autor es FLORES ARRIAGA BRUSS BEKHAM, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 18 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ESCALANTE CONTRERAS JORGE DNI: 28286636 ORCID: 0000-0002-3390-6998	Firmado electrónicamente por: JOESCALANTEC el 21-12-2023 22:02:55

Código documento Trilce: TRI - 0655839



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, FLORES ARRIAGA BRUSS BEKHAM estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Comportamiento estructural de vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huarochirí-Lima", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
FLORES ARRIAGA BRUSS BEKHAM DNI: 75115195 ORCID: 0000-0002-9352-2718	Firmado electrónicamente por: BFLORESAR1 el 08- 05-2024 21:57:18

Código documento Trilce: INV - 1577062

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	9
3.2 Variables y operacionalización.....	10
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	11
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5 Procedimientos	13
3.6 Método de análisis de datos.....	13
3.7 Aspectos éticos	14
IV. RESULTADOS	15
V. DISCUSIÓN.....	52
VI. CONCLUSIONES.....	56
VII. RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS	58
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis granulométrico agregado fino	23
Tabla 2 Análisis granulométrico del agregado grueso	24
Tabla 3 Resultados de resistencia a la compresión	28
Tabla 4 Resultados a la compresión en prismas del ladrillo patron	29
Tabla 5 Resultados a la compresión en prismas del ladrillo con 6% de fibra de vidrio	30
Tabla 6 Resultados a la compresión en prismas del ladrillo con 12% de fibra de vidrio	31
Tabla 7 Resistencia a la compresión diagonal de muretes patron.....	32
Tabla 8 Resistencia a la compresión diagonal de muretes con 6% de fibra de vidrio ..	33
Tabla 9 Resistencia a la compresión diagonal de muretes con 12% de fibra de vidrio	34
Tabla 10 Resumen de los resultados de las compresiones en prismas y muretes de los ladrillos	35
Tabla 11 Resistencia a la Compresión en Prismas (kg/cm ²).....	38
Tabla 12 Resistencia a la Compresión en Muretes en Diagonal (kg/cm ²)	38
Tabla 13 Resumen de los gatos y cantidad de materiales utilizados	50
Tabla 14. Matriz de operacionalización de variables.....	65
Tabla 15. Matriz de consistencia	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Máquina de prueba de compresión	7
Figura 2 Prueba de absorción de agua.....	8
Figura 3 Prueba de porosidad	8
Figura 4 Mapa del Perú	15
Figura 5 Mapa del distrito de Huarochirí.....	15
Figura 6 Excavación de calicata.....	16
Figura 7 Método del cuarteo	17
Figura 8 Proceso de secado y tamizado.....	18
Figura 9 Materiales utilizados para la creación del ladrillo con fibra de vidrio.....	19
Figura 10 Compactación de la mezcla.....	19
Figura 11 Curado del ladrillo con adición de fibra de vidrio	20
Figura 12 Medida de la resistencia a la compresión individual	21
Figura 13 Medida de la resistencia a la compresión de pilas.....	21
Figura 14 Medida de la resistencia a la compresión diagonal de muretes	22
Figura 15 Curva granulométrica del agregado fino.....	23
Figura 16 Curva granulométrica del agregado grueso	24
Figura 17 Diseño de mezcla del ladrillo patron.....	25
Figura 18 Diseño de mezcla con adición de 6% de fibra de vidrio.....	26
Figura 19 Diseño de mezcla con adición de 12% de fibra de vidrio.....	27
Figura 20 Resultados del ensayo de clasificación de suelos	36
Figura 21 Gráfica del ensayo de corte directo	37
Figura 22 Datos para el diseño de la vivienda.....	39
Figura 23 Datos del diseño de la vivienda.....	40
Figura 24 Pedimensionamiento del cálculo de metrados de cargas.....	41
Figura 25 Predimensionamiento de las losas, muros, vigas, columnas y el cálculo de la densidad	42
Figura 26 Procedimiento del modelamiento de la vivienda en ETABS.....	43
Figura 27 Cálculo del análisis estático	44
Figura 28 Análisis sísmico espectral	45
Figura 29 Gráfico de la deriva inelástica.....	46
Figura 30 Cálculo del diseño por cargas de gravedad	47
Figura 31 Cálculo del diseño por fisuración de un sismo moderado.....	48
Figura 32 Cálculo del diseño por fisuración de un sismo severo.....	49
Figura 33 Promedio de la resistencia a la compresión.....	52
Figura 34 Resultados promedio de la resistencia a la compresión en pilas	53
Figura 35 Gráfico de resultados de la compresión en muretes de albañilería	54
Figura 36 Gráfico de los resultados a la compresión diagonal en muretes	55

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo Determinar el Comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de 4 pisos utilizando ladrillo con adición de fibra de vidrio en Pedregal Alto, San Antonio. La investigación empleó un diseño experimental con un enfoque cuantitativo.

Este estudio se centra en analizar el comportamiento estructural de viviendas al considerar la adición de fibra de vidrio en la fabricación de ladrillos. Se llevó a cabo un diseño experimental cuantitativo, utilizando 100 ladrillos en tres variaciones: ladrillo patrón, ladrillo con 6% y 12% de fibra de vidrio. Los resultados de las pruebas de compresión indicaron que el ladrillo con 6% de fibra de vidrio demostró la mayor resistencia, superando al ladrillo patrón. Además, se realizaron pruebas de compresión en prismas y en muretes, donde los ladrillos con fibra de vidrio exhibieron un mejor rendimiento estructural en términos de resistencia. Estos resultados respaldan la viabilidad técnica de utilizar ladrillos con fibra de vidrio en construcciones. En cuanto a costos y beneficios, se observó una mejora significativa en la resistencia, lo que sugiere un potencial ahorro en el uso de materiales.

Palabras clave: Fibra de vidrio, ladrillos, resistencia, compresión.

ABSTRACT

This research aims to determine the design of a 4-story multifamily home using brick with fiberglass addition in Pedregal Alto, San Antonio. The research used an experimental design with a quantitative approach.

This study focuses on analyzing the structural behavior of homes when considering the addition of fiberglass in the manufacture of bricks. A quantitative experimental design was carried out, using 100 bricks in three variations: pattern brick, brick with 6% and 12% fiberglass. The results of the compression tests indicated that the brick with 6% fiberglass demonstrated the greatest strength, surpassing the pattern brick. In addition, compression tests were carried out on prisms and walls, where bricks with fiberglass exhibited better structural performance in terms of resistance. These results support the technical feasibility of using fiberglass bricks in construction. In terms of costs and benefits, a significant improvement in resistance was observed, suggesting potential savings in material use.

Keywords: Fiberglass, bricks, resistance, compression.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día el rápido crecimiento demográfico en la ciudad de Lima ha generado una creciente demanda de viviendas. Lima, como muchas otras ciudades latinoamericanas, se encuentra enfrentada a un gran número de desafíos urbanísticos y sociales que requieren de soluciones innovadoras e integrales. La creciente demanda de vivienda ha llevado al sector privado a desarrollar proyectos multifamiliares a gran escala, pero estos proyectos no siempre satisfacen las necesidades básicas de los habitantes ni tienen en cuenta las circunstancias socioeconómicas del mercado inmobiliario peruano. Además, la infraestructura y servicios públicos han quedado atrás de este desarrollo rápido e insostenible, lo cual genera problemas a largo plazo. Es por esto que es importante abordar esta situación desde diferentes áreas para poder llegar a una verdadera resolución de este problema.

En el sentido actual de la industria de la construcción, es fundamental abordar los desafíos que contribuyen a mejorar la eficiencia, sostenibilidad y calidad de las viviendas multifamiliares. En ese sentido, surge la necesidad de explorar nuevas alternativas constructivas que promuevan la resistencia, durabilidad y eficiencia energética de las edificaciones.

En la localidad de Pedregal Alto, San Antonio, se evidencia una creciente demanda de viviendas multifamiliares que ofrecen condiciones óptimas de habitabilidad y confort para sus habitantes. No obstante, existen limitaciones en cuanto a la utilización de materiales tradicionales de construcción que mejoran la calidad y durabilidad de las viviendas.

Para este estudio, se planteó el problema de investigación: ¿Es viable el Comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de 4 pisos utilizando ladrillo con mejora de fibra de vidrio en Pedregal Alto, San Antonio? Y como problemas específicos se plantearon: ¿Evaluar la resistencia y durabilidad del

ladrillo con adición de fibra de vidrio en la construcción de la vivienda multifamiliar?, ¿Cómo afecta la incorporación de ladrillo con fibra de vidrio en el comportamiento estructural de la vivienda?; y ¿Investigar la viabilidad económica del uso de ladrillo con adición de fibra de vidrio en la construcción?

La presente investigación busca generar conocimientos y contribuir al campo de la construcción de viviendas multifamiliares, al proponer una alternativa innovadora y sostenible en la utilización del ladrillo con adición de fibra de vidrio. Al evaluar su resistencia, durabilidad, aislamiento térmico y viabilidad económica, se pretende proporcionar información relevante y fundamental que permita tomar decisiones informadas en la selección de materiales y estrategias constructivas,

Además, tiene como propósito incrementar el bienestar de los habitantes de Pedregal Alto, San Antonio, al ofrecer viviendas que promuevan el bienestar y la eficiencia energética. Asimismo, se espera que los resultados obtenidos fomenten la adopción de prácticas constructivas sostenibles y contribuyan al desarrollo sostenible de la localidad.

El objetivo general de la investigación es determinar el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de 4 pisos utilizando ladrillo con adición de fibra de vidrio en Pedregal Alto, San Antonio. Y como objetivos específicos se tiene, Realizar pruebas de resistencia y durabilidad del ladrillo con adición de fibra de vidrio; evaluar el comportamiento estructural de la vivienda considerando la resistencia obtenida usando ladrillo con adición de fibra de vidrio; y analizar los costos y beneficios económicos del uso de ladrillo con adición de fibra de vidrio en la construcción de la vivienda.

Se espera que el empleo del ladrillo con agregado de fibra de vidrio en la construcción de la vivienda multifamiliar mejore la resistencia y durabilidad de la estructura, proporcione un mejor aislamiento térmico en comparación con los materiales tradicionales y sea económicamente viable, lo que resultará en una opción constructiva eficiente y sostenible para la localidad de Pedregal Alto, San Antonio.

II. MARCO TEÓRICO

Varios investigadores han llevado a cabo investigaciones previas relacionadas con el tema actual, las cuales tienen hasta cinco años de antigüedad. A continuación, se presentan algunos antecedentes internacionales relevantes.

En un estudio realizado por GAÍNZA (2021), se investigó la presencia de suelos salinos en la ciudad de Arica, centrándose en aspectos geológicos y geotécnicos. Su objetivo principal fue identificar, localizar y caracterizar los sedimentos con contenido de sales solubles en la comuna de Arica, utilizando informes previos de mecánica de suelos proporcionados por Guzmán y Larraín. Los resultados del estudio revelaron la diversidad de suelos en Arica, tanto en términos de su granulometría, características de los fragmentos, estructura y origen geológico. Se identificaron dos tipos de suelos salinos a partir de los datos disponibles. El primer tipo consiste en arenas y gravas limosas ubicadas en las zonas topográficamente altas del sector sur de la ciudad. El segundo tipo de suelo salino se encuentra en el sector noreste de Arica, asociado a las laderas de los cerros que limitan la ciudad.

ARANCIBIA (2020) llevó a cabo un estudio sobre el efecto de la interacción suelo-estructura en edificios bajos construidos con albañilería. El objetivo principal de la investigación fue mejorar la capacidad predictiva del comportamiento de las estructuras de albañilería frente a la excitación sísmica. Para lograr esto, se desarrollaron modelos de elementos finitos que mejorarán la interacción suelo-estructura, teniendo en cuenta el comportamiento del suelo y la interfaz suelo-fundación. En el estudio se planteó un modelo simplificado de una estructura de albañilería de un solo nivel, utilizando un único grado de libertad. Se consideran dos tipos de bases: una empotrada y otra flexible. En el análisis de la base flexible, se examinaron dos enfoques: el método de

subestructura y el método de análisis directo. Se clasificaron los suelos en tres tipos según la Norma Chilena NCh. 433 y se evaluaron considerando el comportamiento elástico y histerético. Se generaron espectros de respuesta para aceleración, velocidad y desplazamiento, variando la rigidez de la estructura. Se estimó el amortiguamiento total de la estructura, identificando el amortiguamiento por radiación y el amortiguamiento histerético del suelo. Los resultados mostraron que la interacción suelo-estructura afecta la respuesta de la estructura, con un aumento en el período y el amortiguamiento total.

Estos efectos fueron más pronunciados en suelos blandos, estructuras de bajos períodos de vibración y cuando el período de la estructura se asemejaba al del suelo.

En el ámbito del diseño de viviendas multifamiliares, se han desarrollado diversas investigaciones que exploran metodologías y herramientas innovadoras que mejoran el proceso de diseño y construcción. Entre estos antecedentes nacionales destaca el trabajo realizado por Núñez, M. & Palacios, L (2020), titulado como Diseño de una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la Provincia Huaraz – Áncash. En dicho estudio, se buscó dar a conocer el uso de la metodología BIM, que se basa en el modelamiento tridimensional y el uso de herramientas específicas. El propósito de este estudio fue aplicar la metodología BIM en el diseño de una vivienda, destacando su capacidad de interacción y detección temprana de incompatibilidades entre disciplinas.

Su enfoque fue descriptivo y aplicado, sin incluir experimentación. Se realizó el modelado tridimensional de la vivienda utilizando BIM, lo que facilitó el trabajo colaborativo y la detección de inconsistencias entre las distintas disciplinas. CRISANTO (2020) realizó una investigación en la ciudad de Piura sobre las capacidades admisibles de los suelos para cimentaciones superficiales, centrándose en el análisis granulométrico. Su objetivo fue analizar las propiedades admisibles de las cimentaciones en la ciudad, considerando las características granulométricas de los suelos. El laboratorio Quality Pavements SAC, se realizó el estudio de los tipos de suelos presentes en la ciudad de Piura. Se terminaron que los suelos predominantes eran de tipo arenoso y limoso. El ángulo de fricción interna de estos suelos se extenderá utilizando parámetros

granulométricos. Se encontró una similitud del 90,32% en las capacidades portátiles de zapatas aisladas, aplicando la teoría de Terzaghi con Vesic. Además, se obtuvo un 91,40% de similitud en los cimientos corridos, siguiendo el reglamento nacional de edificaciones. Como conclusión del estudio, se estima que los suelos arenosos y limosos comparten propiedades y características físicas y geotécnicas similares. Estas propiedades pueden relacionarse mediante el ensayo de análisis granulométrico por tamizado, que permite obtener el ángulo de fricción de los suelos.

CURICHAUA (2022) realizó un estudio sobre la capacidad de carga de suelos finos utilizando un penetrómetro portátil y pruebas de compresión sin restricciones. La finalidad era examinar la correlación entre los resultados de ambas pruebas. La investigación se llevó a cabo en la urbanización Monte Carmelo, en Huancayo, Junín. Se empleó un enfoque no experimental y el propósito del estudio fue aplicado y correlacional. La selección de muestras fue intencionada, considerando tres puntos de muestreo en la urbanización. Los resultados indicaron una correlación significativa de 0.883 entre los datos obtenidos con el penetrómetro portátil y las pruebas de compresión sin restricciones en suelos arcillosos de baja plasticidad. Se estableció una ecuación de ajuste $\sigma_{CNC} = 0.8219 \sigma_{PB} - 0.5127$, útil para futuras evaluaciones de la capacidad de carga de suelos finos.

En cuanto a JIMENEZ, A. & PAZ, N. (2020), llevaron a cabo un análisis para determinar la capacidad de soporte del suelo en cimentaciones superficiales en la urbanización La Colina, situada en el distrito Tarapoto, San Martín. La investigación se categorizó como aplicada, utilizando la metodología experimental de Terzaghi. En el estudio de suelos, se recolectaron muestras alteradas e inalteradas de al menos tres puntos de muestreo por hectárea, siguiendo las directrices de la normativa E 050 de suelos y cimentaciones. El objetivo principal fue calcular la capacidad de soporte admisible del suelo para el diseño de cimentaciones superficiales en el área urbana conocida como La Colina. Los resultados mostraron que, aplicando la teoría de Terzaghi con un enfoque adecuado, se estableció una capacidad de carga admisible de 1,36 Kg/cm². Los parámetros considerados en el análisis incluyeron una carga de servicio de la estructura de 79,33 toneladas métricas, una fuerza horizontal por

sismo de 4 toneladas métricas, una profundidad de cimentación de 3,00 metros y un ancho de cimiento de 2,40 metros para garantizar la estabilidad de la estructura. Al calcular la capacidad de soporte admisible del suelo, se facilita el diseño y dimensionamiento de las cimentaciones superficiales, teniendo en cuenta las características físicas y mecánicas de los suelos y la carga de servicio de la estructura en La Colina, en el distrito de Tarapoto.

- **Diseño arquitectónico:** Se abordan las teorías y conceptos que respaldan el diseño de una vivienda de 4 pisos utilizando ladrillo con adición de fibra de vidrio. Se consideran enfoques como el funcionalismo, enfocado en asegurar que el diseño cumpla su función y resuelva problemas prácticos, así como la teoría del diseño bioclimático.
- **Materiales de construcción:** Se examinan las teorías relacionadas con los materiales a utilizar en la construcción. Se investigarán las características del ladrillo reforzado con fibra de vidrio, como su resistencia, durabilidad y propiedades de aislamiento térmico. Además, se consideran teorías sobre la sostenibilidad en la elección de materiales y la importancia de usar materiales ecológicos en la construcción.
- **Sistemas estructurales:** Este enfoque se centra en los sistemas estructurales empleados para garantizar la estabilidad de la vivienda multifamiliar. Se analizan teorías relacionadas con diferentes sistemas, como losa de concreto armado, muros portantes u otros sistemas de refuerzo estructural. También se investigan teorías sobre la eficiencia constructiva y la resistencia sísmica para asegurar una construcción segura y duradera.
- **Sostenibilidad en la construcción:** En este enfoque, se estudian teorías relacionadas con la sostenibilidad en la construcción de viviendas. Se considera el diseño sostenible y la eficiencia energética. Además, se analizan teorías sobre la evaluación económica y la viabilidad del uso del ladrillo con adición de fibra de vidrio en la construcción de la vivienda, teniendo en cuenta su impacto ambiental y los beneficios económicos a largo plazo.

Para comprobar que el ladrillo desarrollado cumple con las especificaciones y normas establecidas, se harán pruebas de laboratorio rigurosas. Estas pruebas

están diseñadas para evaluar las propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad del ladrillo, garantizando su calidad y adecuación para su uso en aplicaciones de construcción. A continuación, se describen brevemente algunas de las pruebas clave que se llevarán a cabo:

1. Prueba de resistencia a la compresión: Se realizará la prueba de resistencia a la compresión para evaluar la capacidad del ladrillo para soportar cargas aplicadas en dirección perpendicular a su superficie. Esta prueba se llevará a cabo siguiendo los procedimientos estandarizados, aplicando una carga gradualmente hasta que el ladrillo alcance un punto de deformación predeterminado o se quiebre.



Figura 1 Maquina de prueba de compresión

Fuente: Adaptado de (SOTO & SÁNCHEZ, 2017 p. 106)

2. Prueba de absorción de agua: Se realizará una prueba de absorción de agua para determinar la capacidad del ladrillo para absorber agua. El ladrillo se sumergirá en agua durante un período de tiempo especificado y se medirá el aumento de peso para determinar su capacidad de absorción.



Figura 2 Prueba de absorción de agua

Fuente: Adaptado de (SOTO & SÁNCHEZ, 2017 p. 107)

3. Prueba de porosidad: Se realizará una prueba de porosidad para determinar la cantidad de poros presentes en el ladrillo. Esta prueba proporcionará información importante sobre la capacidad del ladrillo para retener agua, su resistencia a la intemperie y su aislamiento térmico.



Figura 3 Prueba de porosidad

Fuente: Adaptado de (SOTO & SÁNCHEZ, 2017 p. 107)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación se enmarca dentro del tipo de investigación aplicada, ya que tiene como objetivo aplicar los conocimientos y conceptos teóricos existentes en el campo de la construcción para abordar un problema específico en el Comportamiento estructural de una vivienda de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio en Pedregal Alto, San Antonio-Huarochirí-Lima. El enfoque aplicado permitirá obtener resultados prácticos y concretos que contribuyan al desarrollo y mejora en la construcción de viviendas.

Según Murillo (2008, p. 88). La investigación aplicada se caracteriza por la aplicación de los métodos y técnicas de investigación para sistematizar y mejorar la práctica en un campo específico. Se busca obtener un conocimiento riguroso, organizado y sistemático de la realidad, con el objetivo de resolver problemas implícitos y prioritarios. En el contexto del comportamiento estructural de la vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, la investigación aplicada permitirá identificar las incompatibilidades e incongruencias presentes en el proceso de diseño, brindando soluciones efectivas y mejorando la calidad del resultado final.

Diseño de investigación

El diseño seleccionado para este estudio es el diseño experimental. Se realizarán pruebas y mediciones controladas para evaluar las variables de interés y analizar los efectos de la adición de fibra de vidrio al ladrillo en la resistencia, durabilidad y aislamiento térmico de la vivienda multifamiliar. El

diseño experimental nos permitirá establecer relaciones causales y obtener conclusiones fundamentadas sobre la viabilidad y eficacia del uso de ladrillo con adición de fibra de vidrio en la construcción.

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente: La variable de esta investigación se refiere al uso de ladrillo con adición de fibra de vidrio en el proceso constructivo de la vivienda multifamiliar de 4 pisos en Pedregal Alto, San Antonio-Huachichirí-Lima.

Definición conceptual: La utilización de ladrillos que contienen fibras de vidrio representa la introducción de un material innovador en el campo de la construcción, con el propósito de evaluar sus efectos en diferentes aspectos de la vivienda, como la resistencia estructural, la durabilidad, el aislamiento térmico y la viabilidad económica.

Definición operacional: La incorporación de la fibra de vidrio al ladrillo busca mejorar las propiedades mecánicas y de aislamiento del material, con el objetivo de obtener una vivienda de mayor calidad y rendimiento.

Indicadores: El indicador seleccionado para medir el uso de ladrillo con adición de fibra de vidrio en la construcción es el porcentaje de fibra de vidrio en los ladrillos. Este indicador cuantitativo nos permite evaluar la cantidad de fibra de vidrio incorporada en relación al peso total de los ladrillos utilizados en la construcción.

Escala de medición: La escala seleccionada para medir el porcentaje de fibra de vidrio en los ladrillos en la construcción de la vivienda multifamiliar de 4 pisos en Pedregal Alto, San Antonio-Huachichirí-Lima es de naturaleza continua.

Variable Dependiente: La variable dependiente en esta investigación es "Comportamiento estructural de la vivienda multifamiliar de 4 pisos". Esta variable se refiere al proceso de concepción y planificación de la estructura arquitectónica de la vivienda.

Definición conceptual: El comportamiento estructural de la vivienda multifamiliar de 4 pisos abarca la planificación y distribución de los espacios habitables, elementos estructurales y características estéticas de manera integral. Es un proceso creativo y técnico que involucra la conceptualización,

organización y materialización de una vivienda que cumpla con los requisitos funcionales, estéticos, técnicos y normativos establecidos.

Definición operacional:

- **Diseño arquitectónico:** Descripción de los elementos arquitectónicos que conforman la vivienda, como distribución de espacios, diseño de fachadas, materiales utilizados, etc.
- **Diseño estructural:** Características relacionadas con la estabilidad y resistencia de la estructura, incluyendo dimensionamiento de columnas, vigas, losas, cimentación, etc.

Indicadores: Los indicadores para medir el diseño de la vivienda son:

- **La calidad espacial:** Consiste en la evaluación de la distribución y funcionalidad de los espacios interiores y exteriores de la vivienda multifamiliar.
- **La estabilidad estructural:** Consiste en un análisis de la resistencia y seguridad de la estructura en función de los requisitos de diseño.

Escala de medición: Para evaluar la estabilidad estructural de las viviendas multifamiliares de 4 pisos en nuestra investigación, utilizamos una escala de medición continua.

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.

Población: La población está constituida por las viviendas multifamiliares ubicadas en el distrito de Pedregal Alto, San Antonio-Huarocharí-Lima. La población y muestra según los autores Arias, Villasís y Miranda (2016). Se refiere a la totalidad de los escenarios que cumplen con una serie de especificaciones particulares. Además, es posible ubicarlo de forma clara en relación a sus características de contenido, ubicación y tiempo.

- **Criterios de inclusión:** Viviendas multifamiliares de 4 pisos ubicadas en el distrito de Pedregal Alto. Cumplimiento de los requisitos de zonificación para la construcción de viviendas multifamiliares.
- **Criterios de exclusión:** Viviendas multifamiliares ubicadas fuera del distrito de Pedregal Alto.

Muestra: Los autores Arias, Villasís y Miranda (2016, p. 10). Mencionan que en su estudio consideraron la muestra como igual a la población. En este caso, se trata de un subgrupo de la población en el cual la elección de los individuos se basa en las características específicas de la investigación, sin buscar una probabilidad determinada. Por lo tanto, se optará por realizar un muestreo por conveniencia, con el objetivo de conocer a los individuos que conforman la población en estudio.

Unidad de análisis: En esta investigación, la unidad de análisis es la vivienda multifamiliar de 4 pisos que utiliza ladrillo con adición de fibra de vidrio.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas que se usaran en la investigación sobre el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio pueden incluir métodos como:

- ✓ Observación: Realizar observaciones directas de las viviendas multifamiliares seleccionadas para recopilar información sobre su diseño, distribución de espacios, elementos estructurales y características estéticas.
- ✓ Entrevistas: Realizar entrevistas a expertos en construcción, arquitectos o ingenieros especializados en el uso de ladrillos con adición de fibra de vidrio. Estas entrevistas pueden proporcionar información adicional sobre las ventajas y desafíos de este tipo de construcción.
- ✓ Cuestionarios: Diseñar y aplicar cuestionarios a los propietarios, residentes o usuarios de las viviendas multifamiliares para obtener su percepción y satisfacción con respecto al diseño, rendimiento térmico y factores económicos relacionados con el uso de ladrillos con adición de fibra de vidrio.
- ✓ Pruebas y mediciones: Realizar pruebas y mediciones in situ, como la evaluación de la resistencia y durabilidad del ladrillo con fibra de vidrio, utilizando equipos y protocolos específicos para obtener datos cuantitativos.

De acuerdo con Hernández, Fernández y Batista (2014, p. 15). Los métodos de recolección de datos son herramientas metodológicas que el investigador utiliza

para recopilar información o datos relacionados con las variables que se están investigando. Estos instrumentos permiten registrar de manera sistemática y estructurada los datos necesarios para el análisis y la interpretación de los resultados.

3.5 Procedimientos

Después de establecer las bases teóricas en el método de investigación, se realizó una revisión de la bibliografía relevante. A continuación, se aplicaron las técnicas de investigación de manera contextualizada con el objetivo de llevar a cabo la investigación. Se comenzó por definir los pasos a seguir en cada una de las técnicas utilizadas.

3.6 Método de análisis de datos

En esta investigación sobre el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, se emplearán los siguientes métodos de análisis de datos:

- ✓ Análisis descriptivo: Se realizará una descripción de las características de la vivienda, incluyendo aspectos estructurales, distribución de espacios y elementos estéticos.
- ✓ Análisis estadístico: Se utilizarán métodos estadísticos para analizar los datos cuantitativos obtenidos, como el cálculo de medidas de tendencia central (promedios) y dispersión (desviaciones estándar), así como el análisis de la relación entre variables mediante técnicas de correlación.
- ✓ Análisis económico: Se realizará un análisis de los costos asociados al uso de ladrillo con adición de fibra de vidrio en la construcción de la vivienda, evaluando su viabilidad económica.
- ✓ Análisis económico: Se realizarán cálculos de costos y beneficios para evaluar la viabilidad económica del uso de ladrillo con adición de fibra de vidrio en la construcción de la vivienda multifamiliar.

El análisis de datos se realizará de manera rigurosa y sistemática, utilizando herramientas de software especializadas en análisis estadístico y cualitativo. Los resultados obtenidos a partir de estos métodos de análisis proporcionarán información clave para responder a los objetivos de la investigación y validar las hipótesis planteadas.

3.7 Aspectos éticos

El proyecto de investigación se compromete a garantizar la autenticidad de la información obtenida, así como a respetar la propiedad y el aporte de los autores citados en el trabajo. Se tomarán medidas para evitar cualquier forma de plagio y se citarán adecuadamente todas las fuentes utilizadas. Con el objetivo de proteger los derechos intelectuales y fomentar la generación de conocimiento, se realizará una verificación exhaustiva utilizando el programa Turnitin. Este programa se utilizará para comprobar si el contenido de la investigación cumple con los estándares de originalidad y evita cualquier forma de plagio o citación incorrecta de las contribuciones de otros autores. Al garantizar la integridad académica y la honestidad intelectual, se contribuye a la generación de riqueza y mejorar la vida de las personas.

El diseño del edificio se apegó a las disposiciones del "Reglamento Nacional de Edificaciones" (RNE), que consta de diversas normas y capítulos. En relación a la arquitectura, el capítulo A.010 establece las condiciones generales de diseño, asegurando la seguridad, la vida de las personas y la protección del ambiente. Además, el capítulo A0.20 se enfoca en los criterios específicos para viviendas, garantizando que las edificaciones cumplan con las necesidades habitacionales y funcionales de las familias de manera adecuada.

En cuanto a las estructuras, el capítulo E.020 aborda las cargas mínimas según el uso de la infraestructura, mientras que el capítulo E.030 se dedica al diseño sismorresistente, utilizar los requisitos para garantizar el comportamiento sísmico de las edificaciones. Además, el capítulo E.050 se ocupa de los suelos y cimentaciones, estableciendo los criterios que deben cumplirse en los estudios de mecánica de suelos para diseñar las bases de la estructura. Por otro lado, el capítulo E.070 se enfoca en la albañilería, detallando los requisitos mínimos y las exigencias para el análisis, diseño, materiales, construcción y control de calidad de las edificaciones de albañilería reforzada.

IV. RESULTADOS

Título de la tesis: Comportamiento estructural de vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huarochirí-Lima.

Descripción de la zona de estudio

El distrito de san Antonio está ubicado en la provincia de Huarochirí del departamento de lima.



Figura 4 Mapa del Perú

Fuente: Adaptado de es. Wikipedia (2023)



Figura 5 Mapa del distrito de Huarochirí

Fuente: Adaptado de es. Wikipedia (2023)

Procedimiento para la elaboración del estudio de suelo (Granulometría)

Los materiales utilizados en este estudio fueron extraídos del distrito de San Juan de Lurigancho, provincia de Huarochirí, en la región Lima. La selección de esta ubicación se basó en su disponibilidad de recursos y su representatividad para la zona de interés. La extracción de material se llevó a cabo considerando los protocolos estándar para garantizar la representatividad del suelo en el estudio de la granulometría.



Figura 6 Excavación de calicata

Fuente: Elaboración propia

- Procedimiento: Se realizó la excavación de la calicata con el objetivo de obtener información sobre las características del suelo en la zona de estudio. Posteriormente, se procedió con el levantamiento meticuloso de muestras representativas. Estas muestras fueron cuidadosamente etiquetadas y transportadas al laboratorio para llevar a cabo el análisis granulométrico. Este enfoque integral garantiza la obtención de datos precisos para respaldar el análisis y diseño.

Análisis granulométrico de la muestra extraída del suelo (Calicata)

Se llevó a cabo la excavación de la calicata con el propósito de examinar el conocimiento de las propiedades del suelo. Durante este proceso, se aplicó el método de cuarteo para obtener muestras representativas en cada estrato identificado. Este método implicó dividir cuidadosamente las muestras in situ, garantizando una distribución homogénea. Posteriormente, estas muestras fueron meticulosamente recopiladas, etiquetadas y trasladadas al laboratorio para realizar análisis detallados.



Figura 7 Método del cuarteo

Fuente: Elaboración propia

- Procedimiento: En este enfoque, se realizó el método del cuarteo, En el proceso de cuarteo, la muestra original se divide cuidadosamente en cuatro partes, de las cuales se elige una para su análisis adicional. Este método es esencial para evitar sesgos en la muestra y capturar las variaciones que pueden existir dentro de un solo estrato.

Contenido de humedad de los agregados y prueba de tamizado

Después de aplicar el método de cuarteo en el campo para obtener muestras representativas de suelo, el siguiente paso consistió en llevar estas muestras al horno. Este proceso tuvo como objetivo principal eliminar la humedad presente en las muestras, preparándolas para la posterior prueba de tamizado. Una vez secas, las muestras se sometieron al tamizado, una técnica que separa las partículas de suelo según sus tamaños.



Figura 8 Proceso de secado y tamizado

Fuente: Elaboración propia

- Procedimiento: Este proceso se realizó utilizando tamices de diferentes aberturas para clasificar las fracciones granulométricas del suelo. La información resultante de esta fase del estudio proporciona detalles cruciales sobre la distribución de tamaños de partículas en el suelo, aspecto fundamental para la comprensión de sus propiedades geotécnicas.

Procedimiento para la elaboración de ladrillos con fibra de vidrio.

En esta parte se realizó la creación de ladrillos con fibra de vidrio incorporando un 6% y 12% de fibra de vidrio.



Figura 9 Materiales utilizados para la creación del ladrillo con fibra de vidrio

Fuente: Elaboración propia

- Procedimiento: Se combinaron cuidadosamente cemento, agua, arena y la fibra de vidrio en proporciones específicas. La fibra de vidrio, en un 6% y 12%, se incorpora para fortalecer las propiedades del ladrillo.

La mezcla se homogeneizó a fondo, asegurando una distribución uniforme de los materiales y la correcta incorporación de la fibra de vidrio para mejorar la resistencia del ladrillo.



Figura 10 Compactación de la mezcla

Fuente: Elaboración propia

- Procedimiento: Después de la preparación de la mezcla, se implementó un riguroso proceso de compactación para cada ladrillo individual. Este proceso implicó el uso de una maquinaria especializada diseñada para garantizar una compactación uniforme y adecuada. La maquinaria aplicó presión de manera controlada sobre cada ladrillo, asegurando una distribución homogénea de la mezcla y promoviendo una mayor cohesión entre los componentes. La compactación precisa es esencial para optimizar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo, mejorando su resistencia y durabilidad. Este paso crítico contribuye directamente a la calidad final de los ladrillos con fibra de vidrio.

Proceso de curado del ladrillo con adición de fibra de 6% y 12% de fibra de vidrio



Figura 11 Curado del ladrillo con adición de fibra de vidrio

Fuente: Elaboración propia

- Procedimiento: Luego de que en cada molde se haya hecho un proceso de compactación controlado que garantizó una densidad uniforme en cada ladrillo, mejorando su resistencia y durabilidad. Los ladrillos se sometieron a un período de curado para permitir que el concreto alcance su resistencia óptima. Este proceso contribuye a la formación de enlaces sólidos en la estructura del ladrillo.

Compresiones que se realizaran para obtener los resultados del ladrillo con adición de fibra de vidrio.

En esta parte se realizará la compresión de los ladrillos de manera individual, a pilas y a muretes en diagonal, para los ladrillos empezando de patrón, ladrillo con 6% de fibra de vidrio y para el ladrillo con 12% de fibra de vidrio.

Una vez que los ladrillos han completado su período de curado, se procedió a realizar pruebas de compresión.



Figura 12 Medida de la resistencia a la compresión individual

Fuente: Elaboración propia

- Procedimiento: Cada ladrillo fue colocado en una máquina de ensayo de compresión, que aplicó una fuerza gradual y controlada verticalmente. Se registraron las cargas aplicadas y las deformaciones resultantes para evaluar la resistencia y comportamiento mecánico de cada ladrillo por separado.



Figura 13 Medida de la resistencia a la compresión de pilas

Fuente: Elaboración propia

- Procedimiento: Posteriormente, se llevó a cabo una fase de compresión a pilas, donde múltiples ladrillos se ensamblaron verticalmente para simular condiciones más realistas de carga en una estructura.



Figura 14 Medida de la resistencia a la compresión diagonal de muretes

Fuente: Elaboración propia

- Procedimiento: Finalmente, se realizó la compresión en diagonal de muretes. Este ensayo implicó muretes contruidos utilizando los ladrillos con fibra de vidrio, y se aplicó carga en una dirección diagonal para simular fuerzas laterales. Este tipo de prueba es esencial para evaluar la capacidad del material de resistir fuerzas sísmicas y otras tensiones diagonales que podrían surgir en situaciones reales.

Cada una de estas pruebas proporciona una comprensión integral del rendimiento de los ladrillos con fibra de vidrio bajo diversas condiciones de carga, contribuyendo así a la evaluación completa de su idoneidad en aplicaciones estructurales.

Resultados del ensayo de los agregados para la elaboración de los ladrillos

En esta sección, se detallan los resultados de la evaluación de los agregados tanto fino como grueso, fundamentales en el diseño de mezclas para la fabricación de ladrillos de concreto reforzados con fibra de vidrio.

Tabla 1 Análisis granulométrico agregado fino

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso Arena	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
N ^o 04	4.76	11.7	3.8	3.8	96.2	95	100
N ^o 08	2.38	42.4	13.6	17.4	82.6	80	100
N ^o 16	1.19	75.2	24.1	41.5	58.5	50	85
N ^o 30	0.60	74.5	23.9	65.4	34.6	25	60
N ^o 50	0.30	66.1	21.2	86.6	13.4	5	30
N ^o 100	0.15	28.4	9.1	95.7	4.3	0	10
FONDO		13.50	4.3	100.0	0.0		

Fuente: Elaboración propia

Nota: Del exhaustivo análisis granulométrico del agregado fino, extraído de la cantera u calicata, se determinó que su tamaño máximo nominal es el N^o04, equivalente a 4.76 mm, según se detalla en la tabla 1.

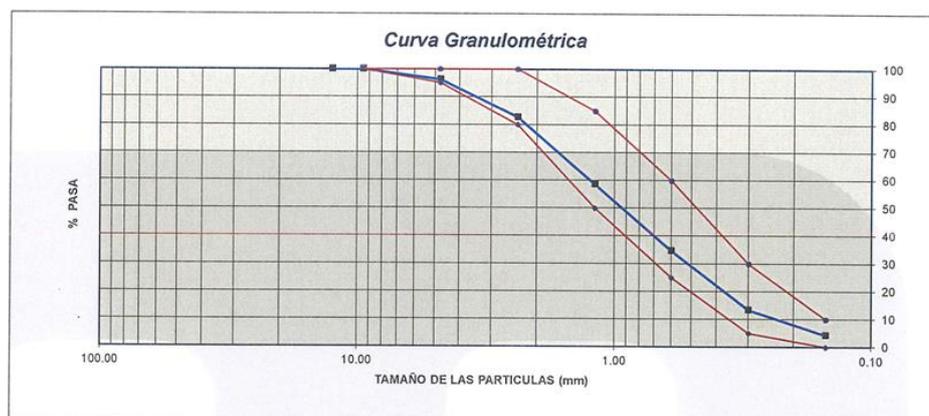


Figura 15 Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Elaboración propia

Nota: Con los datos obtenidos del análisis granulométrico, se generó la curva granulométrica, cuya representación visual se muestra en la figura 15.

Tabla 2 Análisis granulométrico del agregado grueso

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.05	0.0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.53	523.0	13.7	13.7	86.3	85	100
N ° 04	4.76	2445.0	63.9	77.6	22.4	10	30
N ° 08	2.38	631.7	16.5	94.1	5.9	0	10
N ° 16	1.18	115.3	3.0	97.1	2.9	0	5
FONDO		110.90	2.9	100.0	0.0		

Fuente: Elaboración propia

Nota: Del análisis granulométrico aplicado al agregado grueso, proveniente de la cantera Trapiche, se dedujo que su tamaño máximo nominal es de 3/4" o 19.05 mm, según se detalla en la tabla 2.

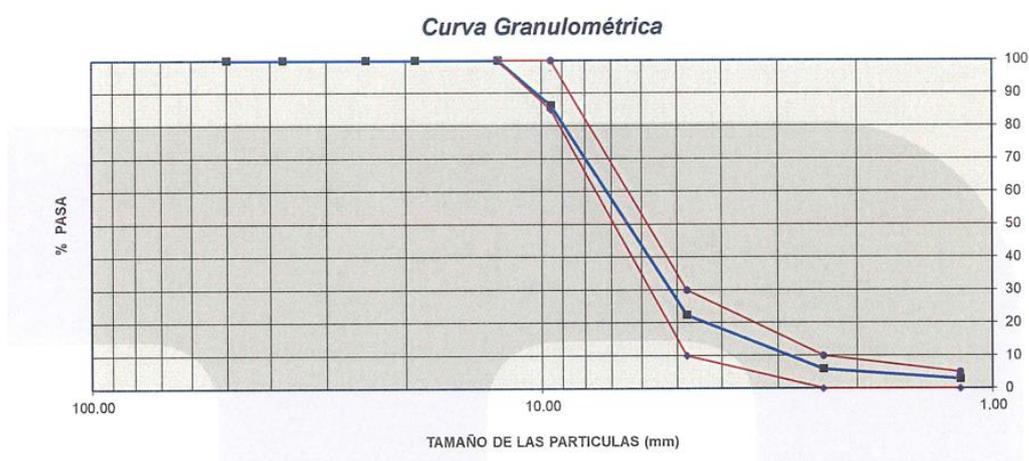


Figura 16 Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia

Nota: Con los resultados del análisis granulométrico del agregado grueso, se elaboró la curva granulométrica, exhibida en la figura 16. En la parte inferior de la curva, se evidencia que cumple con el rango mínimo de gradación, mientras que, en la parte superior, también satisface los requisitos de los rangos máximos.

Diseño de mezcla para el ladrillo con adición de fibra de vidrio (patron)

DISEÑO PATRÓN - Fc 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO B. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.10	1.12	1.61	1578	1785
AGREGADO GRUESO - HUSO B	2.65	5.74	0.26	1.38	1460	1623
MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE						
A)	VALORES DE DISEÑO					
	1	ASENTAMIENTO		1 - 2	in/ft	
	2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		3/8"		
	3	RELACION AGUA CEMENTO		0.56		
	4	AGUA		217		
	5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		3.0		
	6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.36		
B)	ANÁLISIS DE DISEÑO					
	FACTOR CEMENTO		389.06	Kg/m ³	9.2	Bls/m ³
	Volumen absoluto del cemento			0.1250	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agua			0.2170	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire			0.0300	m ³ /m ³	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.372
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2067	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3613	m ³ /m ³	0.628
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO					
	CEMENTO		390	Kg/m ³		
	AGUA		217	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO		707	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO		958	Kg/m ³		
	PESO DE MEZCLA		2271	Kg/m ³		
D)	CORRECCIÓN POR HUMEDAD					
	AGREGADO FINO HUMEDO		714.6	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		960.1	Kg/m ³		
E)	CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS					
	AGREGADO FINO		0.49	%	Lts/m ³	
	AGREGADO GRUESO		1.12		3.5	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				10.7	
					14.2	
					231.2	Lts/m ³
F)	CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO					
	CEMENTO		390	Kg/m ³		
	AGUA		231	Lts/m ³		
	AGREGADO FINO		715	Kg/m ³		
	AGREGADO GRUESO		960	Kg/m ³		
	PESO DE MEZCLA		2296	Kg/m ³		
G)	CANTIDAD DE MATERIALES (28 RL)					
	CEMENTO		10.92	Kg		
	AGUA		6.47	Lts		
	AGREGADO FINO		20.01	Kg		
	AGREGADO GRUESO		26.88	Kg		
	PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PORPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
	C	1.0			C	1.0
	A.F	1.63			A.F	1.74
	A.G	2.46			A.G	2.53
	H2o	25.2			H2o	25.2

Figura 17 Diseño de mezcla del ladrillo patron

Fuente: Elaboración propia

Nota: Con los datos obtenidos de las propiedades de los agregados finos y gruesos provenientes de la cantera Trapiche, se llevó a cabo el diseño de mezclas, siguiendo las directrices establecidas por la norma ACI 211. Este proceso implica la combinación óptima de los diferentes ingredientes, incluyendo la fibra de vidrio, para lograr la formulación adecuada del concreto en la fabricación de los ladrillos. El cumplimiento de las normas ACI 211 garantiza que el concreto resultante posea las propiedades mecánicas y estructurales necesarias para la resistencia y durabilidad requeridas en los ladrillos con fibra de vidrio.

Diseño de mezcla para el ladrillo con adición de 6% de fibra de vidrio

DISEÑO: 6% FIBRA DE VIDRIO - Fc 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.10	1.12	1.61	1578	1785
AGREGADO GRUESO - HUSO 8	2.65	5.74	0.26	1.38	1460	1623
MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			1 - 2	in/g	
2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			3/8"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.56		
4	AGUA			217		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			3.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		389.96	Kg/m ³	9.2	Bts/m ³
	Volumen absoluto del cemento			0.1250	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agua			0.2170	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire			0.0300	m ³ /m ³	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.372
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2687	m ³ /m ³	0.428
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3613	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			390	Kg/m ³	
	AGUA			217	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO			707	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			958	Kg/m ³	
	FIBRA DE VIDRIO (dosis 6% del peso del cemento)			23.4	Kg/m ³	
D) PESO DE MEZCLA						
	CORRECCIÓN POR HUMEDAD			2295	Kg/m ³	
	AGREGADO FINO HUMEDO			714.6	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			960.1	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO			%	Lts/m ³	
	AGREGADO GRUESO			0.49	3.5	
				1.12	10.7	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				231.2	Lts/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			390	Kg/m ³	
	AGUA			231	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO			715	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			960	Kg/m ³	
	FIBRA DE VIDRIO (dosis 6% del peso del cemento)			23.4	Kg/m ³	
G) PESO DE MEZCLA						
CANTIDAD DE MATERIALES (28 L.)						
	CEMENTO			10.92	Kg	
	AGUA			6.47	Lts	
	AGREGADO FINO			20.01	Kg	
	AGREGADO GRUESO			26.88	Kg	
	FIBRA DE VIDRIO (dosis 6% del peso del cemento)			655.1	g	
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PORPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)		
C	1.0			C	1.0	
A.F	1.83			A.F	1.74	
A.G	2.46			A.G	2.53	
H2o	25.2			H2o	25.2	

Figura 18 Diseño de mezcla con adición de 6% de fibra de vidrio

Fuente: Elaboración propia

Nota: En el marco de esta investigación, se incorporó un 6% de fibra de vidrio en la mezcla del concreto. Para lograr esta proporción, se determinó que se debía agregar un total de 655.1 g de fibra de vidrio. Este cálculo se basó en las pautas establecidas por la norma ACI 211, asegurando así la conformidad con estándares reconocidos en la industria para la fabricación de ladrillos con fibras adicionadas.

Diseño de mezcla para el ladrillo con adición de 12% de fibra de vidrio

DISEÑO: 12% FIBRA DE VIDRIO - Fc 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO B. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.10	1.12	1.61	1578	1785
AGREGADO GRUESO - HUSO B	2.65	5.74	0.26	1.38	1460	1623
MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			1 - 2	ov/g	
2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			3/8"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.56		
4	AGUA			217		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			3.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		389.96	Kg/m ³	9.2	Bta/m ³
	Volumen absoluto del cemento			0.1250	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agua			0.2170	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire			0.0300	m ³ /m ³	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2667	m ³ /m ³	0.372
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3613	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			390	Kg/m ³	
	AGUA			217	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO			707	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			958	Kg/m ³	
	FIBRA DE VIDRIO (dosis 12% del peso del cemento)			46.8	Kg/m ³	
D) PESO DE MEZCLA						
	CORRECCION POR HUMEDAD			2318	Kg/m ³	
	AGREGADO FINO HUMEDO			714.6	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			960.1	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO			%	Lts/m ³	
	AGREGADO GRUESO			0.49	3.5	
				1.12	10.7	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				231.2	Lts/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			390	Kg/m ³	
	AGUA			231	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO			715	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			960	Kg/m ³	
	FIBRA DE VIDRIO (dosis 12% del peso del cemento)			46.8	Kg/m ³	
G) PESO DE MEZCLA						
CANTIDAD DE MATERIALES (28 L.)						
	CEMENTO			10.92	Kg	
	AGUA			6.47	Lts	
	AGREGADO FINO			20.01	Kg	
	AGREGADO GRUESO			26.88	Kg	
	FIBRA DE VIDRIO (dosis 12% del peso del cemento)			1310.3	g	
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PORPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)		
C	1.0			C	1.0	
A.F	1.83			A.F	1.74	
A.G	2.46			A.G	2.53	
H2o	25.2			H2o	25.2	

Figura 19 Diseño de mezcla con adición de 12% de fibra de vidrio

Fuente: Elaboración propia

Nota: En el marco de esta investigación, se consideró un 12% de fibra de vidrio en la mezcla del concreto, se determinó que se necesitaría agregar un total de 1310.3 g de fibra de vidrio. Este cálculo sigue las directrices establecidas por la norma ACI 211, asegurando que la proporción de fibras sea coherente con los estándares de la industria para la fabricación de ladrillos, tal como se muestra en la figura 19.

Pruebas de compresión para medir la resistencia del ladrillo con adición de fibra de vidrio.

Se llevaron a cabo ensayos de compresión en ladrillos con diferentes proporciones de fibra de vidrio, específicamente, con un 6%, un 12% de contenido de fibra de vidrio y el patrón sin porcentaje de fibra de vidrio. Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Tabla 3 Resultados de resistencia a la compresión

Identificación de espécimen	Edad en días	Sección Transversal A (cm ²)	Carga Máxima W (kgf)	Resistencia a la compresión C (kgf/cm ²)
patrón	28	287.50	39627.0	137.8
patrón	28	286.97	42157.0	146.9
patrón	28	285.73	40967.0	143.4
Fibra de vidrio 6%	28	286.98	45958.0	160.1
Fibra de vidrio 6%	28	286.97	46286.0	161.3
Fibra de vidrio 6%	28	285.35	46113.0	161.0
Fibra de vidrio 12%	28	286.35	41824.0	146.1
Fibra de vidrio 12%	28	288.75	40097.0	138.9
Fibra de vidrio 12%	28	286.35	41491.0	144.9

Fuente: Elaboración propia

Nota: Después de completar el periodo de curado de 28 días, se procedió a realizar el ensayo de resistencia del ladrillo patrón y de las variaciones con un 6% y 12% de fibra de vidrio. Los resultados indicaron una resistencia mínima de 137.8 kgf/cm² para el ladrillo patrón y una resistencia máxima de 161.3 kgf/cm² para la muestra con un 6% de fibra de vidrio, como se observa en la tabla 3.

Resistencia a la compresión de prismas

Se realizaron ensayos de compresión uniaxial en muestras individuales de los ladrillos, seguidos por compresiones en serie y compresiones diagonales en muretes para evaluar la resistencia estructural integral de los ladrillos.

Tabla 4 Resultados a la compresión en prismas del ladrillo patron

Identificación	h (cm)	e (cm)	Relación h/e	Ab (cm ²)	P (kg)	f 'm	f 'm corregido (kg/cm ²)
Patron	30.5	12.5	2.44	289	30407	105.3	83.2
Patron	30.2	12.5	2.42	288	31825	110.7	87.4
Patron	30.6	12.5	2.45	288	31172	108.4	85.7
Promedio (kg/cm ²)							85.4

Fuente: Elaboración propia

Nota: Durante la fase de evaluación, se llevaron a cabo ensayos específicos de compresión en prismas, centrándonos en comprender la capacidad de carga axial de los ladrillos en condiciones controladas. Cada uno de los especímenes fue sometido a pruebas individuales, y la resistencia a la compresión de estos ensayos individuales contribuyó a un exhaustivo análisis. En particular, los resultados revelaron una resistencia a la compresión de 85.4 kg/cm² para el concreto patrón, proporcionando un punto de referencia significativo para la evaluación comparativa de las adiciones de fibra de vidrio. Este valor se ha destacado como un indicador clave de la solidez estructural del material y se presenta detalladamente en la tabla 4.

Tabla 5 Resultados a la compresión en prismas del ladrillo con 6% de fibra de vidrio

Identificación	h (cm)	e (cm)	Relación h/e	Ab (cm ²)	P (kg)	f 'm	f 'm corregido (kg/cm ²)
6% de fibra de vidrio	30.4	12.5	2.43	289	36485	126.4	99.8
6% de fibra de vidrio	30.3	12.5	2.42	288	37647	130.9	103.4
6% de fibra de vidrio	30.5	12.5	2.44	288	35832	124.6	98.5
Promedio (kg/cm ²)							100.6

Fuente: Elaboración propia

Nota: Durante la fase de evaluación específica para el ladrillo con un 6% de fibra de vidrio, se realizaron ensayos de compresión en prismas. Los resultados revelaron una resistencia promedio de 100.6 kg/cm², destacando la mejora en la capacidad de carga axial con la adición de fibra de vidrio. Este valor representa una mejora significativa en comparación con el concreto patrón, subrayando el impacto positivo de la adición de fibra de vidrio en la resistencia a la compresión del ladrillo, como se observa en la tabla 5.

Tabla 6 Resultados a la compresión en prismas del ladrillo con 12% de fibra de vidrio

Identificación	h (cm)	e (cm)	Relación h/e	Ab (cm ²)	P (kg)	f 'm	f 'm corregido (kg/cm ²)
12% de fibra de vidrio	30.4	12.5	2.43	289	33048	114.5	90.4
12% de fibra de vidrio	30.3	12.5	2.42	288	34619	120.4	95.1
12% de fibra de vidrio	30.5	12.5	2.44	288	34242	119.1	94.1
Promedio (kg/cm ²)							92.3

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la etapa de evaluación específica para el ladrillo con un 12% de fibra de vidrio, se realizaron pruebas de compresión en prismas. Los datos mostraron una resistencia promedio de 92.3 kg/cm², que, aunque considerable, es inferior a la obtenida para el ladrillo con un 6% de fibra de vidrio, como se muestra en la tabla 6.

Este último resultado demostró una resistencia menor en comparación con el ladrillo con un 6% de fibra de vidrio, con un valor medio de 100.6 kg/cm², resaltando así su mayor habilidad para soportar cargas axiales.

Este hallazgo señala que la inclusión del 6% de fibra de vidrio contribuye a un incremento más notable en la capacidad de compresión en comparación con la mezcla que contiene un 12% de fibra de vidrio.

Resistencia a la compresión diagonal en muretes

Tras completar las pruebas de resistencia a la compresión en prismas, se llevaron a cabo ensayos de rotura en muretes, evaluando la resistencia de los ladrillos con un 6% y 12% de fibra de vidrio, así como del concreto patron. Estos análisis adicionales proporcionan una comprensión más holística de la resistencia estructural de los ladrillos, ofreciendo datos valiosos para su aplicación en condiciones reales. Los resultados de estas pruebas se presentan de manera detallada en la tabla correspondiente para su análisis completo.

Tabla 7 Resistencia a la compresión diagonal de muretes patron

Identificación	Edad en días	Fuerza máxima (kg)	Fuerza máxima (N)	Área bruta (mm ²)	Esfuerzo Vm	
Murete patron	28	15543	152424.8	77812.5	1.4 MPa	14.1 kg/cm ²
Murete patron	28	14982	146923.2	77687.5	1.3 MPa	13.6 kg/cm ²
Murete patron	28	15139	148462.9	77750.0	1.4 MPa	13.8 kg/cm ²
Murete patron	28	15412	151140.1	77500.0	1.4 MPa	14.1 kg/cm ²
Murete patron	28	14867	145795.5	77750.0	1.3 MPa	13.5 kg/cm ²
				PROMEDIO	1.4 MPa	13.8 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los resultados revelaron un esfuerzo promedio de 1.4 MPa y 13.8 kg/cm² para el concreto patrón, proporcionando una referencia crucial para comparar con las adiciones de fibra de vidrio. Estos datos se presentan de manera detallada en la tabla 7.

Tabla 8 Resistencia a la compresión diagonal de muretes con 6% de fibra de vidrio

Identificación	Edad en días	Fuerza máxima (kg)	Fuerza máxima (N)	Área bruta (mm ²)	Esfuerzo Vm	
					1.5 MPa	kg/cm ²
6% de fibra de vidrio	28	16988	166595.4	78125.0	1.5 MPa	15.4 kg/cm ²
6% de fibra de vidrio	28	16593	162721.7	78000.0	1.5 MPa	15.0 kg/cm ²
6% de fibra de vidrio	28	16759	164349.6	77812.5	1.5 MPa	15.2 kg/cm ²
6% de fibra de vidrio	28	16381	160642.7	78062.5	1.5 MPa	14.8kg/cm ²
6% de fibra de vidrio	28	16714	163908.3	78312.5	1.5 MPa	15.1 kg/cm ²
PROMEDIO					1.5 MPa	15.1 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Nota: Centrándonos en el ladrillo con un 6% de fibra de vidrio. Los resultados revelaron un esfuerzo promedio de 1.5 MPa y 15.1 kg/cm², superando el rendimiento del concreto patrón. Este dato significativo señala una mejora en la resistencia a la compresión del ladrillo con fibra de vidrio del 6%, lo cual es fundamental al considerar su aplicación en construcción. Estos hallazgos se detallan minuciosamente en la tabla 8.

Tabla 9 Resistencia a la compresión diagonal de muretes con 12% de fibra de vidrio

Identificación	Edad en días	Fuerza máxima (kg)	Fuerza máxima (N)	Área bruta (mm ²)	Esfuerzo Vm	
					MPa	kg/cm ²
12% de fibra de vidrio	28	15279	149835.8	78000.0	1.4 MPa	13.8 kg/cm ²
12% de fibra de vidrio	28	15127	148345.2	77687.5	1.4 MPa	13.8 kg/cm ²
12% de fibra de vidrio	28	15196	149021.9	78062.5	1.3 MPa	13.8 kg/cm ²
12% de fibra de vidrio	28	15483	151836.4	78125.0	1.4 MPa	14.0 kg/cm ²
12% de fibra de vidrio	28	14354	140764.7	78062.5	1.3 MPa	13.0 kg/cm ²
PROMEDIO					1.3 MPa	13.8 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Nota: Centrándonos esta vez en el ladrillo con un 12% de fibra de vidrio. Los resultados arrojaron un esfuerzo promedio de 1.3 MPa y 13.8 kg/cm². Estos datos son detallados minuciosamente en la tabla 9.

Es importante destacar que el resultado del murete con 12% de fibra de vidrio es inferior al obtenido con el ladrillo que contiene un 6% de fibra de vidrio, el cual demostró un mejor rendimiento con su valor de 1.5MPa y 15.1kg/cm².

Datos de las compresiones a utilizar para el modelamiento en Etabs

En esta parte se mostrarán los datos obtenidos en laboratorio para luego elegir el conveniente para después hacer el modelamiento de la vivienda multifamiliar.

Tabla 10 Resumen de los resultados de las compresiones en prismas y muretes de los ladrillos

RESULTADOS PROMEDIO DE LA COMPRESIÓN EN PRISMAS		
Identificación	Compresión promedio	
Patron	85.4 kg/cm ²	
6% de fibra de vidrio	100.6 kg/cm ²	
12% de fibra de vidrio	93.2 kg/cm ²	
RESULTADOS PROMEDIO DE LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETE		
Identificación	Compresión promedio	
Patron	1.4 MPa	13.8 kg/cm ²
6% de fibra de vidrio	1.5 MPa	15.1 kg/cm ²
12% de fibra de vidrio	1.3 MPa	13.7 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los resultados obtenidos en las compresiones de prismas y de diagonal de muretes, dada la calidad superior demostrada por el ladrillo con un 6% de fibra de vidrio en los ensayos de compresión de prismas y compresión diagonal de muretes, con valores de 100.6 kg/cm² y 1.5 MPa, 15.1 kg/cm² respectivamente, se seleccionaron estos resultados para el modelamiento en etaps. Estos datos resaltan la robustez y la versatilidad del ladrillo, sugiriendo su idoneidad para aplicaciones estructurales que demandan alta resistencia y durabilidad. Este enfoque proactivo en la elección de los datos respalda la precisión y la eficacia del modelado subsiguiente, como se muestra en la tabla 10.

Resultados del análisis de muestras de suelo para el diseño estructural

Aquí se presentan los resultados del estudio de suelos, que incluyeron análisis exhaustivos de las características del suelo. Se emplearon métodos para clasificar el suelo, utilizando los sistemas SUCS y AASHTO, y se realizaron ensayos de corte directo para obtener parámetros sísmicos esenciales.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
2 1/2"	63.500	100.00		Contenido Humedad (%) 9.3	
2"	50.800	100.00		LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)	
1 1/2"	38.100	100.00		Limite Líquido (LL) 26	
1"	25.400	86.75		Limite Plástico (LP) 19	
3/4"	19.050	82.10		Índice Plástico (IP) 7	
1/2"	12.700	74.45		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)	
3/8"	9.530	69.37		Grava (%) 42.6 Arena (%) 17.0 Finos (%) 40.4	
N° 4	4.750	57.40		CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
N° 10	2.000	57.26		Clasificación SUCS (ASTM D2487) GC	
N° 20	0.850	51.28		Clasificación AASHTO (ASTM D3282) A-4 (0)	
N° 40	0.430	46.94		Nombre del Grupo	
N° 60	0.250	44.15		Grava arcillosa con arena	
N° 100	0.150	42.12			
N° 200	0.075	40.39			
DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488		GC		Grava arcillosa con arena	

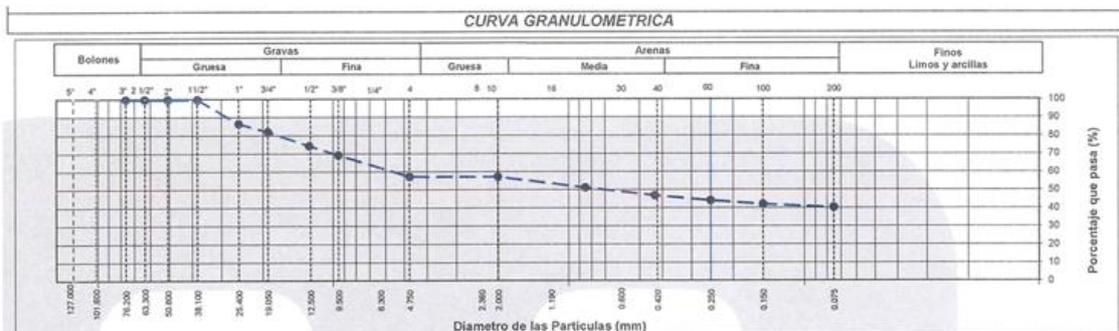


Figura 20 Resultados del ensayo de clasificación de suelos

Fuente: Elaboración propia

Nota: Tras el análisis de clasificación de suelos, se concluyó que la zona de diseño se clasifica como tipo GC según el sistema SUCS, y en concordancia con la clasificación AASHTO, se categoriza como tipo A-4. Esta información es detallada en la figura 20.

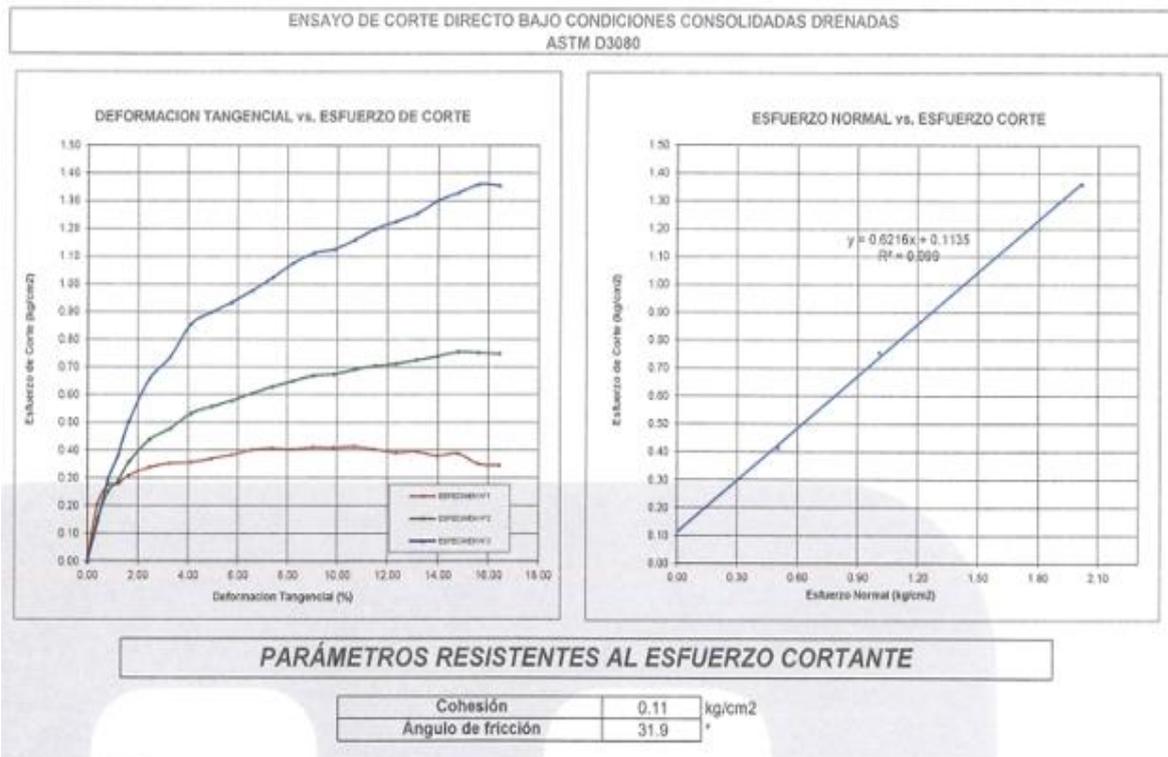


Figura 21 Grafica del ensayo de corte directo

Fuente: Elaboración propia

Nota: Luego de llevar a cabo el ensayo de corte directo, se determinaron las propiedades del suelo, encontrando una cohesión (C) de 0.11 kg/cm² y un ángulo de fricción (Φ) de 31.9°.

Objetivo específico 1: Realizar pruebas de resistencia y durabilidad del ladrillo con adición de fibra de vidrio.

Para cumplir con el primer objetivo de la investigación, se realizarán pruebas exhaustivas de resistencia y durabilidad en los ladrillos con diferentes porcentajes de fibra de vidrio. Se realizaron ensayos de compresión en laboratorio tanto en prismas como en muretes en diagonal. A continuación, se presentan los resultados de las pruebas para el concreto patrón, ladrillos con un 6% de fibra de vidrio y ladrillos con un 12% de fibra de vidrio:

Tabla 11 Resistencia a la Compresión en Prismas (kg/cm²)

Tipo de Muestra	Día 28
Concreto Patrón	85.4 kg/cm ²
6% Fibra de Vidrio	100.6 kg/cm ²
12% Fibra de Vidrio	93.2 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los datos son obtenidos de los promedios de los resultados individuales de las muestras a compresión en prismas en el laboratorio de las tablas 4, 5 y 6. Para ser ordenadas con sus valores promedios como se muestra en la tabla 11.

Tabla 12 Resistencia a la Compresión en Muretes en Diagonal (kg/cm²)

Tipo de Muestra	Día 28	
Concreto Patrón	1.4 MPa	13.8 kg/cm ²
6% Fibra de Vidrio	1.5 MPa	15.1 kg/cm ²
12% Fibra de Vidrio	1.3 MPa	13.7 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los datos son obtenidos de los promedios de los resultados de la resistencia a la compresión diagonal de muretes de las tablas 7, 8 y 9. Para luego ser ordenadas con sus valores promedios como se muestra en la tabla 12.

Estos resultados proporcionarán información crucial sobre la resistencia y durabilidad de los ladrillos con adiciones de fibra de vidrio en comparación con

el concreto patrón, permitiendo así evaluar el desempeño de cada variante en diferentes períodos de tiempo.

Objetivo específico 2: Evaluar el comportamiento estructural de la vivienda considerando la resistencia obtenida usando ladrillo con adición de fibra de vidrio.

1. GENERAL

1.1. ALCANCE

La presente memoria de cálculo trata de una edificación de concreto armado de 4 pisos

1.2. CÓDIGOS Y ESTANDARES

Para el desarrollo del proyecto se hará uso de los códigos y estándares que se especifican en los siguientes documentos

NTE E020	Norma técnica de edificaciones -Cargas
NTE E030	Norma técnica de edificaciones -Cargas
NTE E050	Norma técnica de edificaciones -Cargas
NTE E060	Norma técnica de edificaciones -Cargas
NTE E070	Norma técnica de edificaciones -Cargas
ACI 318-19	Norma técnica de edificaciones -Cargas

1.3. DOCUMENTOS Y PLANOS

Documentos:	3.1	Criterios de diseño de estructuras
Planos	3.4	Planta de cimentación, secciones y detalle

1.4. DATOS CONSIDERADOS PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO

1.4.1. CONCRETO ARMADO : Para elementos estructurales

Resistencia a la compresión del concreto:		$f_c =$	
	columnas	$f_c =$	175 [kg/ cm ²]
Modulo de elasticidad del concreto:		$E_c =$	198431.35 [kg/ cm ²]
Módulo de corte:		$G_c =$	86274.5 [kg/ cm ²]
Módulo de Poisson:		$\nu =$	0.15
Peso específico(y)		$\gamma =$	2400 [kg/ m ³]

1.4.2. CONCRETO SIMPLE : Para solados

Resistencia a la compresión del concreto:		$f_c =$	100 [kg/ cm ²]
Modulo de elasticidad del concreto:		$E_c =$	150000 [kg/ cm ²]
Peso específico		$\gamma =$	2300 [kg/ m ³]

1.4.3. ACERO CORRUGADO : Las barras de refuerzo

Acero corrugado Gr 60		$G_r =$	60
Esfuerzo de fluencia :		$f_y =$	
	columnas	$f_y =$	4200 [kg/ cm ²]
Módulo de elasticidad :		$E_s =$	2000000 [kg/ cm ²]
Esfuerzo ultimo :		$F_u =$	5250 [kg/ cm ²]
Peso específico		$\gamma =$	7850 [kg/ m ³]

Figura 22 Datos para el diseño de la vivienda

Fuente: Elaboración propia

Nota: Para evaluar el comportamiento estructural de la vivienda, se emplearán parámetros clave según las normas E020, E030, E050, E060, E070 y ACI 318-19. Es crucial destacar la importancia de la norma E070 en este análisis y diseño.

1.4.4. ALBAÑILERIA : Para la tabiquería de la estructura

Resistencia característica de la albañilería	$f'm =$	100.6 [kg/ cm ²]
Resistencia al corte de la albañilería	$V'm =$	15.1 [kg/ cm ²]
Módulo de elasticidad de la albañilería (Em)	$E_m =$	50300 [kg/ cm ²]
Módulo de Poisson:	$\nu =$	0.25
Módulo de corte (Gm)	$G_m =$	20120 [kg/ cm ²]
Peso específico	$\gamma =$	1800 [kg/ m ³]

1.4.5 PARÁMETROS SÍSMICOS

Factor zona :	ZONA4	Z =	0.45
Factor uso (categoría de edificación):	C(COMUNES)	U =	1.00
Factor de suelo :	S2(INTERMEDIOS)	S =	1.05
Altura de la edificación	11.20	TP =	0.6
Factor CT	35	TL =	2
ZUCS(inicial)	1.18125	T =	0.32
Número de pisos	N* = 4.00	C =	2.5
Pimer nivel:		H1 =	2.80 [m]
Segundo nivel:		H2 =	2.80 [m]
Tercer nivel:		H3 =	2.80 [m]
Azotea		H4 =	2.80
Largo de edificación		A =	20.00
Ancho de edificación		B =	7.00
Area del terreno:			140
Area libre-ductos:			13.73
Area techada:			126.27

Figura 23 Datos del diseño de la vivienda

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se realizarán cálculos detallados para el uso de concreto armado en elementos estructurales, asegurando la resistencia y estabilidad adecuadas. Además, se considera el uso de concreto simple en solados para garantizar una base sólida y duradera. El diseño incluye el uso de acero corrugado para las barras de refuerzo, garantizando la capacidad estructural necesaria. La estructura incorporará albañilería para la tabiquería, asegurando no solo la estabilidad sino también la funcionalidad espacial. Por último, un aspecto crítico será el cálculo de parámetros sísmicos, donde se evaluará la respuesta de la estructura ante fuerzas sísmicas, cumpliendo con estándares de seguridad. Como se observa en la figura 22 y 23.

2.3 PREDIMENSIONAMIENTO

*Metrado de cargas

(A)Carga Muerta Total:

(A1)Peso propio:

*Es el peso de los elementos estructurales y lo calcula el programa

(A2)Carga muerta o impuesta:

*para predi-vigas, col, losa

e=aligerado	0.2	300	0.17 9*7
			0.20 9*8
ΔTipo (parapeto)	altura(m)	espesor(cm)	[kg/ m] [kg/ m ²]
Pandereta 1er Pisos	2.5	15	525 210
Pandereta Azotea	1	15	210 90
			0.25 9*10.5
			0.30 9*12.5

(B)Carga viva Total:

Ocupación del ambiente:	vivienda	200 [kg/ m ²]
Ocupación de la escalera	vivienda	200 [kg/ m ²]
Ocupación de la azotea	azotea	100 [kg/ m ²]

*METRADO DE CARGAS PARA INTRODUCIR A ETABS

Carga Muerta -Piso Típico (DEAD)	Carga Viva -Pisos Típico (LIVE)
Δ Aligerantes	Δ USO Vivienda 200 [kg/ m ²]
Δ Acabados	
Δ Equipamiento(IS,IE,IG)	
Δ Tabiquería en losas(m ²)	*considerar en función a la altura
Total con tabiquería(Crear grupo)	Total= 200 [kg/ m ²]
Total sin tabiquería (crear grupo)	

Carga Muerta -Azotea (DEAD)	Carga Viva -Azotea (LIVE)
Total= 222 [kg/ m ²]	Δ USO Techo 100 [kg/ m ²]

Carga Muerta -Escalera (DEAD)	Carga Viva -Escalera (LIVE)
Δ Acabados	
Δ Equipamiento(IS,IE,IG)	
Total= 150 [kg/ m ²]	Δ USO Escalera 200 [kg/ m ²]

Carga Muerta -VIGAS (DEAD)

ΔTipo (parapeto)	altura(m)	espesor(cm)	[kg/ m]	[kg/ m ²]
Pandereta	2.5	15	525	210
Total muro completo =	525.0			
Total muro 50%completo =	262.5			
Total parapeto =			210.0	

Figura 24 Pedimensionamiento del cálculo de metrados de cargas

Fuente: Elaboración propia

Nota: Luego de tener en cuenta las generalidades del análisis de diseño, se llevará a cabo el planteamiento estructural donde debemos de calcular el metrado de cargas, en donde calcularemos las cargas vivas y muertas, como se observa en la figura 24.

2.3.1 Predimensionamiento de losas aligerada:

		Datos	
	Luz libre	3.25	[m] *Buscar luz mas grande o mas critica
Asarimos:	Losa aligerada	0.17	[m] en la dirección Y-Y

2.3.1 Predimensionamiento de muros potantes:

		Datos	
Zona sismica: Z =	ZONA4		
Altura efectivo: h =	2.75	[m]	
Epesor efectivo: t =	0.1375	[m]	
Asarimos: t =	0.15	[m]	

2.3.1 Predimensionamiento de vigas soleras:

		Datos	
	Epesor Viga Solera	0.15	[cm]
Asarimos:		0.15	[cm]
	Peralte Viga Solera	0.17	[m]
Asarimos:	Peralte Viga Solera	0.17	[m]
Usar	Viga Solera :VS_101	0.15x0.17	[m]

2.3.1 Predimensionamiento de vigas dintel:

		Datos	
	Epesor Viga Dintel	0.15	[m]
Asarimos:		0.15	[m]
	Luz libre	0.7	[m] *Luz mas pequeña que cumpla $L \geq 2h$, h =peralte de viga dintel
	Peralte Viga Dintel	0.35	[m]
Asarimos:	Peralte Viga Dintel	0.35	[m]
Usar	Viga dintel : VD_101	0.15x0.35	[m]

2.3.1 Predimensionamiento de vigas Chatas o vigas de borde:

		Datos	
Asarimos:		0.2	[m] *Asarimos un mínimo de 20cm
	Peralte Viga Chata	0.17	[m]
Asarimos:	Peralte Viga Chata	0.17	[m]
Usar	Viga Chata :V.CH_101	0.2x0.17	[m]

2.3.1 Predimensionamiento de columnas:

		Datos	
	Epesor Colum.Conf	0.15	[m]
Asarimos:		0.15	[m]
Asarimos:	Profan Col.Confin.	0.25	[m] *Asarimos un mínimo de 20cm, considerar el n° de pisos
Usar	ColumnaConfinamiento	0.15x0.25	[m]

2.3.1 Predimensionamiento de columnas luego de calcular la densidad de muros

		Datos	
Asarimos:	Epesor Colum.Conf	0.25	[m] *Asarimos según densidad de muros**ver anexo 02
Asarimos:	Profan Col.Confin.	0.25	[m] *Asarimos según densidad de muros**ver anexo 02
Usar	ColumnaConfinamiento	0.25x0.25	[m]

Comentario	
En todos los extremos de los muros Mx usar en sus extremos columnas de 25x25	

Usar	Viga Solera :VS_102	0.25x0.17	[m]
Usar	Viga dintel :VD_102	0.25x0.35	[m]
Usar	Viga Chata :VCH_102	0.25x0.17	[m]

Figura 25 Predimensionamiento de las losas, muros, vigas, columnas y el cálculo de la densidad

Fuente: Elaboración propia

Nota: Después de realizar el minucioso cálculo de las cargas vivas y muertas, se llevará a cabo un proceso integral de predimensionamiento de los elementos estructurales principales. Inicialmente, se realizará el predimensionamiento de las lasas aligeradas para garantizar una distribución equitativa de cargas y

3. ANÁLISIS ESTÁTICO

3.1. PARÁMETROS DE ANÁLISIS

	DETERMINACIÓN	Valor
Sistema Estructural en la dirección X:		
Z: Factor de zona	Tabla 01 (E.030)	0.45
U: Factor de uso o importancia	Tabla 03 (E.030)	1.00
S: Factor de amplificación del suelo	Tabla 04 (E.030)	1.05
TP: Periodo que define la plataforma del factor C (s)	Tabla 04 (E.030)	0.6
TL: Periodo que define el inicio de la zona del factor C (s)	Tabla 05 (E.030)	2
P: Peso Total de la Edificación (Tonf)*ver anexo 05		655.3673

3.2 Calculo del "Cx" real

DIRECCIÓN X-X			
	TX: Periodo natural en la dirección X (s)		0.197
	CX: Factor de amplificación sísmica en X	Art. 14 (E.030)	2.50
	Ro: Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	Tabla 07 (E.030)	3.00
	Iax: irregularidad en altura (Piso Blando, Piso débil)	Tabla 08 (E.030)	1.000
	Ipx: irregularidad en planta (Torsión)	Tabla 09 (E.030)	1.000
	RX: Coeficiente de reducción sísmico en X	Art. 22 (E.030)	3.000
	Cx/Rx = 0.83 > 0.11		SI CUMPLE
	Cx/Rx =		0.83
	VX: Fuerza cortante en la base en la dirección X-X (Tonf)		258.051

3.3 Calculo del "Cy" real

DIRECCIÓN Y-Y			
	TY: Periodo natural en la dirección Y (s)		0.103
	CY: Factor de amplificación sísmica en Y	Art. 14 (E.030)	2.50
	Ro: Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	Tabla 07 (E.030)	3.00
	Iay: irregularidad en altura (Piso Blando, Piso débil)	Tabla 08 (E.030)	1.000
	Ipy: irregularidad en planta (Torsión)	Tabla 09 (E.030)	1.000
	RY: Coeficiente de reducción sísmico en Y	Art. 22 (E.030)	3.000
	CY/Ry = 0.83 > 0.11		SI CUMPLE
	Cy/Ry =		0.83
	VY: Fuerza cortante en la base en la dirección Y - Y (Tonf)		258.051

Figura 27 Calculo del análisis estático

Fuente: Elaboración propia

Nota: Para hallar el análisis estático de necesita el peso de la edificación el periodo en X y el periodo en Y, como se observa en la figura 27.

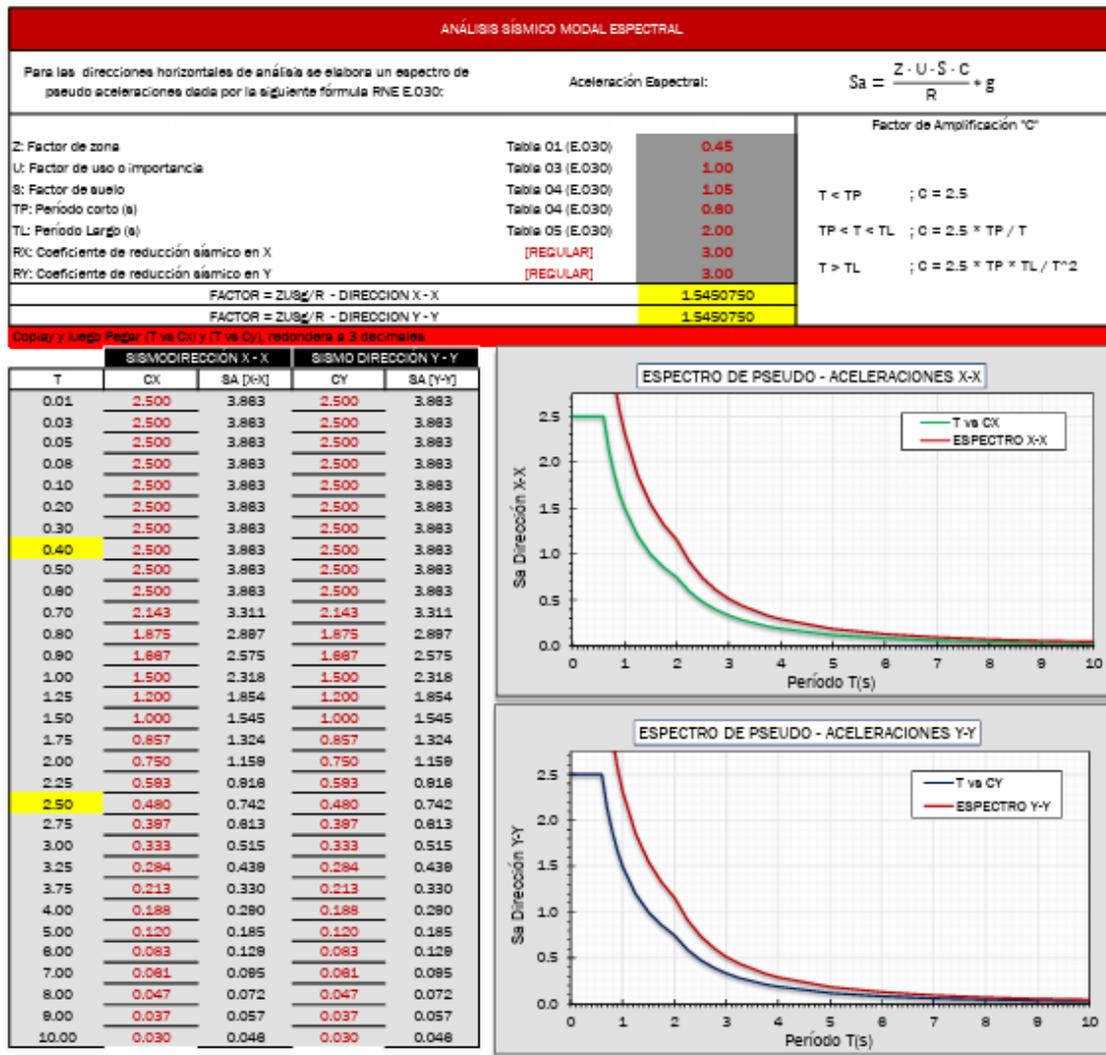


Figura 28 Análisis sísmico espectral

Fuente: Elaboración propia

Nota: El espectro sísmico fue calculado en base al método SUCS. En el cual se utilizan espectros de respuesta sísmica para representar gráficamente las respuestas máximas de la estructura a diferentes frecuencias sísmicas.

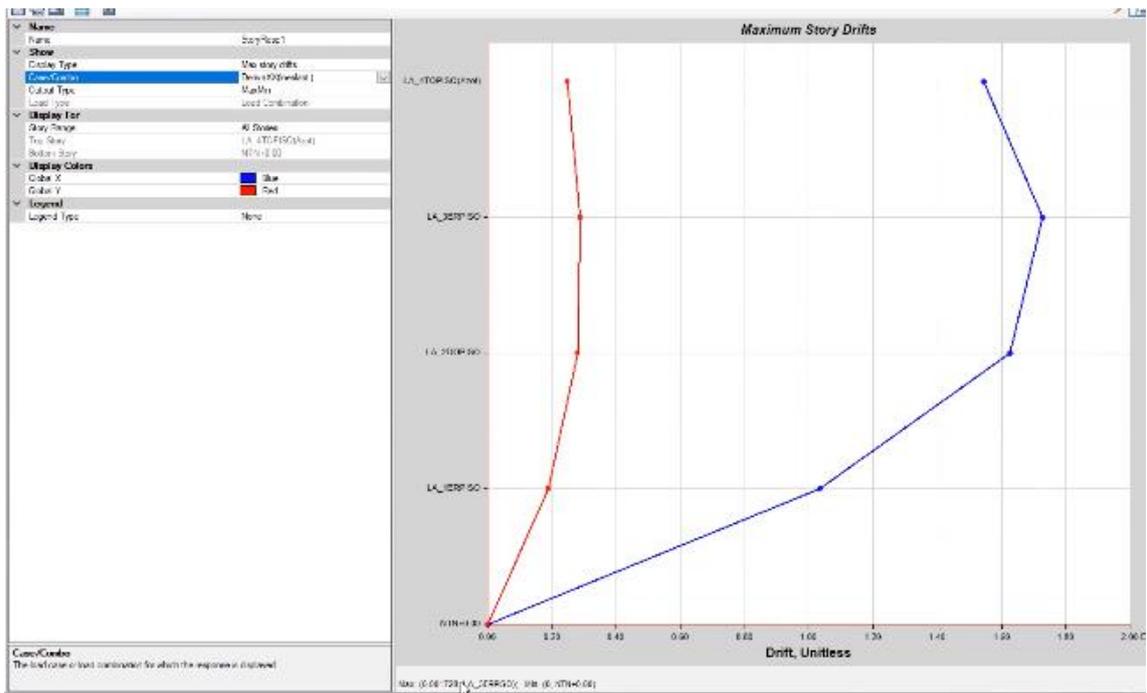


Figura 29 Gráfico de la deriva inelástica

Fuente: Elaboración propia

Nota: La deriva es 0.0017, en el cual según la norma de albañilería confinada la deriva debe ser menor a 5/1000 y para viviendas de concreto armado a 7/1000. En el cual el ladrillo si cumple con la deriva requerida, como se expresa en la figura 29.

DISEÑO POR CARGAS DE GRAVEDAD						
Muro	L (m)	t (m)	Pm (kg)	σ_m (kg/cm ²)	$0.2f'_{mi} \left[1 - \left(\frac{h}{35\tau} \right)^2 \right]$ (kg/cm ²)	OBSERVACIÓN
MX-1	2.0600	0.25	13384.29	2.60	18.34	CUMPLE (*)
MX-2	2.0600	0.25	13198.49	2.56	18.34	CUMPLE (*)
MX-3	2.2500	0.15	10496.78	3.11	15.19	CUMPLE (*)
MX-4	1.2000	0.15	6583.71	3.66	15.19	CUMPLE (*)
MX-5	2.9000	0.25	25119.23	3.46	18.34	CUMPLE (*)
MX-6	1.4500	0.15	5547.17	2.55	15.19	CUMPLE (*)
MX-7	2.7500	0.25	22757.73	3.31	18.34	CUMPLE (*)
MX-8	1.6800	0.15	7530.54	2.99	15.19	CUMPLE (*)
MX-9	1.6800	0.15	7194.38	2.85	15.19	CUMPLE (*)
MX-10	2.7500	0.15	13134.87	3.18	15.19	CUMPLE (*)
MX-11	1.9000	0.15	9093.61	3.19	15.19	CUMPLE (*)
MX-12	1.4500	0.25	5835.31	1.61	18.34	CUMPLE (*)
MX-13	7.0000	0.25	45270.42	2.59	18.34	CUMPLE (*)
MY-1	20.0000	0.15	83209.19	2.77	15.19	CUMPLE (*)
MY-2	20.0000	0.15	103834.18	3.46	15.19	CUMPLE (*)
MY-3	2.0700	0.15	16391.66	5.28	15.19	CUMPLE (*)
MY-4	3.0000	0.15	22916.30	5.09	15.19	CUMPLE (*)
MY-5	2.1000	0.15	10008.66	3.18	15.19	CUMPLE (*)
MY-6	3.1000	0.15	15160.37	3.26	15.19	CUMPLE (*)
MY-7	2.2500	0.15	12241.96	3.63	15.19	CUMPLE (*)

Figura 30 Calculo del diseño por cargas de gravedad

Fuente: Elaboración propia

Nota: Tras el análisis de los resultados obtenidos en el diseño estructural por cargas de gravedad para los muros clasificados de Mx-1 al Mx-13 y My-1 al My-7, se observa con satisfacción que todos los muros cumplen de manera integral con los requisitos de diseño y seguridad establecidos. Este cumplimiento abarca tanto los aspectos estructurales como los relacionados con la estabilidad y resistencia. La disposición y dimensiones de los muros proporcionan una adecuada capacidad de resistencia frente a las cargas aplicadas, asegurando así un rendimiento estructural robusto y confiable en todas las direcciones, tanto horizontal como vertical.

DISEÑO POR FISURACIÓN-SISMO MODERADO											
Pg (kg)	Ve-X (kg)	Me-X (kg·m)	Ve-Y (kg)	Me-Y (kg·m)	Ve (kg)	Me (kg·m)	$\frac{V_e L}{M_e}$	α	Vm (kg)	$V_e \leq 0.55V_m$	
12761.15	15004.61	29619.01	73.05	111.34	15004.61	29619.01	1.044	1.000	41817.5645 Kg/cm ²	NO FISURADO	
12598.05	13651.5	27096.04	79.03	101.59	13651.50	27096.04	1.038	1.000	41780.0515	NO FISURADO	
9832.92	8797.09	17383.28	37.28	40.67	8797.09	17383.28	1.139	1.000	27742.8216	NO FISURADO	
6062.48	3608.41	5869.87	8.68	0.30	3608.41	5869.87	0.738	0.738	11419.45618	NO FISURADO	
23360.95	16511.83	36754.97	116.94	145.57	16511.83	36754.97	1.303	1.000	60110.5185	NO FISURADO	
5275.75	2928.75	5143.36	21.77	26.92	2928.75	5143.36	0.826	0.826	14771.85845	NO FISURADO	
21365.96	11822.98	27410.57	154.70	149.94	11822.98	27410.57	1.186	1.000	56820.4208	NO FISURADO	
7024.67	3020.87	5586.89	16.25	0.67	3020.87	5586.89	0.908	0.908	18898.65658	NO FISURADO	
6750.67	3209.58	5580.15	20.63	20.13	3209.58	5580.15	0.966	0.966	19937.4624	NO FISURADO	
12429.89	6874.62	13784.53	53.22	80.97	6874.62	13784.53	1.371	1.000	34002.6247	NO FISURADO	
8571.40	2881.94	5522.62	30.31	36.54	2881.94	5522.62	0.992	0.992	23306.05547	NO FISURADO	
5576.89	2095.83	3717.84	15.19	18.62	2095.83	3717.84	0.817	0.817	23653.83532	NO FISURADO	
43690.63	22734.92	102496.60	276.89	302.67	22734.92	102496.6	1.553	1.000	142173.8449	NO FISURADO	
79239.77	286.94	544.89	82944.64	254720.26	82944.64	254720.26	6.513	1.000	244725.1471	NO FISURADO	
97482.48	145.34	291.05	83727.66	308966.69	83727.66	308966.69	5.420	1.000	248920.9704	NO FISURADO	
14858.05	44.70	2.58	4885.87	8775.41	4885.87	8775.41	1.153	1.000	26860.1015	NO FISURADO	
20840.05	28.69	10.78	8500.43	18637.49	8500.43	18637.49	1.368	1.000	38768.2115	NO FISURADO	
9269.56	10.84	6.01	4244.61	7987.90	4244.61	7987.9	1.116	1.000	25914.4988	NO FISURADO	
14286.17	22.66	29.98	8762.72	17965.21	8762.72	17965.21	1.512	1.000	38393.3191	NO FISURADO	
11365.96	7.48	0.12	5556.83	9779.35	5556.83	9779.35	1.278	1.000	28095.4208	NO FISURADO	

Figura 31 Calculo del diseño por fisuración de un sismo moderado

Fuente: Elaboración propia

Nota: En el análisis detallado del diseño ante un sismo moderado, se confirmó con satisfacción que la estructura exhibe un comportamiento no fisurado. Este resultado es de gran importancia, ya que indica que la disposición y dimensiones de los componentes estructurales, así como la resistencia del material usado, son adecuados para soportar las demandas sísmicas previstas sin incurrir en fisuras significativas. La ausencia de fisuración demuestra la habilidad de la estructura para preservar su integridad y funcionalidad incluso bajo condiciones sísmicas desfavorables.

DISEÑO POR RESISTENCIA-SISMO SEVERO		DISEÑO POR RESISTENCIA-SISMO SEVERO	
V_{Ei-X} (kg)	V_{Ei-Y} (kg)	V_{Ei} (kg)	$V_{mi} \geq V_{Ei}$
30009.23	76.55	30009.23	RESISTENTE
27302.99	82.82	27302.99	RESISTENTE
17594.19	39.06	17594.19	RESISTENTE
7216.83	9.09	7216.83	RESISTENTE
33023.65	122.54	33023.65	RESISTENTE
5857.5	22.81	5857.5	RESISTENTE
23645.96	162.11	23645.96	RESISTENTE
6041.75	17.03	6041.75	RESISTENTE
6419.15	21.62	6419.15	RESISTENTE
13749.23	55.77	13749.23	RESISTENTE
5763.88	31.76	5763.88	RESISTENTE
4191.67	15.92	4191.67	RESISTENTE
45469.85	290.15	45469.85	RESISTENTE
573.89	86917.95	86917.95	RESISTENTE
290.68	87738.48	87738.48	RESISTENTE
89.4	5119.92	5119.92	RESISTENTE
57.39	8907.63	8907.63	RESISTENTE
21.69	4447.95	4447.95	RESISTENTE
45.33	9182.48	9182.48	RESISTENTE
14.96	5823.02	5823.02	RESISTENTE

Figura 32 Cálculo del diseño por fisuración de un sismo severo

Fuente: Elaboración propia

Nota: El análisis estructural frente a un sismo severo revela con satisfacción que la estructura con ladrillos que contienen un 6% de fibra de vidrio exhibe un comportamiento altamente resistente. Este resultado significa que, incluso bajo las condiciones más severas de un evento sísmico, la estructura mantiene su integridad estructural y capacidad de carga sin experimentar daños significativos. La adición de fibra de vidrio ha demostrado mejorar considerablemente la capacidad de resistencia sísmica del ladrillo, lo que se traduce en una mayor seguridad y durabilidad de la estructura. Este hallazgo es crucial para validar la idoneidad del diseño estructural y respalda la confianza en la capacidad de la estructura para resistir sismos severos, cumpliendo así con los estándares más rigurosos de resistencia sísmica y garantizando la seguridad de los ocupantes y la integridad de la edificación.

Objetivo específico 3: Analizar los costos y beneficios económicos del uso de ladrillo con adición de fibra de vidrio en la construcción de la vivienda.

MATERIAL	CANTIDAD (m3)	CANTIDAD (kg)	PRECIO POR KILO (S/)	PRECIO TOTAL (S/)
Cemento	-	63	0.47 - 0.59	28.50 – 38.50
Arena	1.2	1200	0.05 - 0.08	60 - 96
Piedra triturada	1.2	1200	0.06 - 0.10	72 - 120
Fibra de vidrio	-	8	20 - 30	160 - 240
			TOTAL APROXIMADO	349

Tabla 13 Resumen de los gastos y cantidad de materiales utilizados

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se realizó un estudio detallado a los precios y cantidad a utilizar para la elaboración de los ladrillos, para el cual se utilizarán 2 bolsas de cemento, 1200kg de agregado fino (arena), 1200kg de agregado grueso (piedra triturada) y 8 kilos de fibra de vidrio, dándonos un total aproximado de S/ 349, como se muestra en la tabla 13.

Considerando que la cantidad de materiales utilizados es para aproximadamente 100 ladrillos de concreto, y el precio por unidad del ladrillo de concreto King Koncreto es de S/ 1.20, la compra de 100 ladrillos costaría S/ 160, resultando en un precio más económico en comparación con la fabricación del ladrillo de concreto con inclusión de fibra de vidrio.

Resistencia y Durabilidad: Según los resultados de los ensayos de resistencia, se muestra que el ladrillo industrial, conforme a la norma E070, tiene un valor de capacidad de compresión (f 'm) de 65 kg/cm² y una resistencia al corte (v 'm) de 8.5 kg/cm².

Estos valores representan la resistencia del ladrillo convencional. Por otro lado, el ladrillo con un 6% de inclusión de fibra de vidrio exhibe resultados impresionantes términos de capacidad y durabilidad.

Se logró una capacidad de compresión (f'_{cm}) de 100.6 kg/cm² y una resistencia al corte (v'_{cm}) de 15.1 kg/cm². Cabe destacar que estos valores son considerablemente superiores en comparación con el ladrillo industrial estándar. El aumento significativo en la resistencia del ladrillo con adición de fibra de vidrio indica que este material supera al ladrillo industrial tradicional en términos de soporte de carga.

La mayor resistencia a la compresión y al corte sugiere una mayor durabilidad y capacidad estructural, lo que puede traducirse en beneficios importantes en la construcción. Estos resultados insinúan que la inclusión de fibra de vidrio aporta atributos mejorados al ladrillo, lo que podría resultar en una mayor longevidad y un rendimiento estructural más eficaz en diversas aplicaciones. Este descubrimiento respalda la viabilidad y la ventaja potencial de usar ladrillos con inclusión de fibra de vidrio en comparación con los ladrillos tradicionales.

V. DISCUSIÓN

Discusión 01

Según Felipe, N. (2022), en su estudio se examina cómo la inclusión de fibra de vidrio influye en las propiedades mecánicas del hormigón en bloques para muros de carga. El autor concluye que los resultados de su estudio señalan que la inclusión de fibra de vidrio mejora notablemente la resistencia a la compresión y flexión del hormigón.

Además, sus hallazgos de laboratorio muestran que la capacidad de compresión promedio en columnas de su muestra es de $f'_c = 511.11 \text{ kg/cm}^2$, para su 0.017% de fibra de vidrio es de $f'_c = 563.24 \text{ kg/cm}^2$ y para su 0.025% de inclusión es de $f'_c = 527.89 \text{ kg/cm}^2$. La mayor resistencia en columnas se obtuvo con el diseño de 0.017% de fibra de vidrio (Ver figura 33).

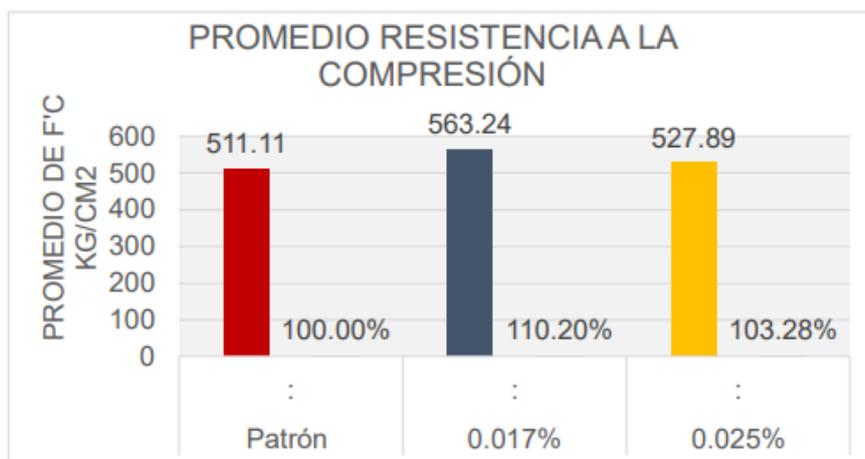


Figura 33 Promedio de la resistencia a la compresión

Fuente: Felipe, N. (2022), variación de resistencia a compresión en pilas.

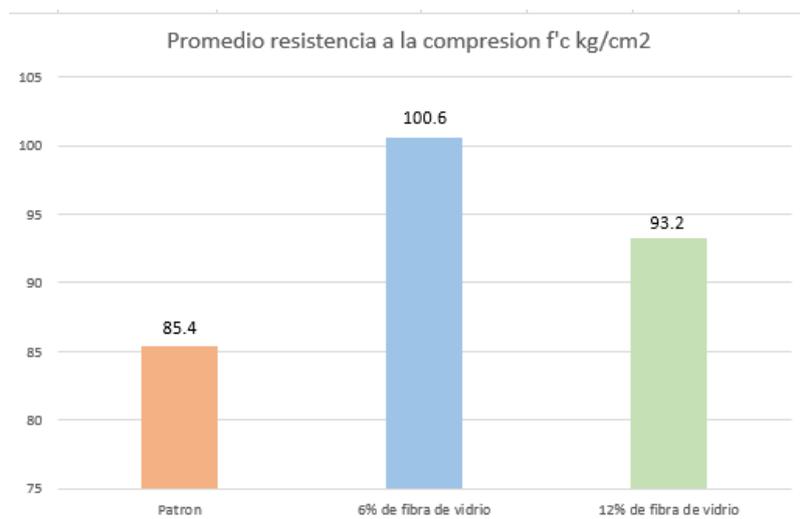


Figura 34 Resultados promedio de la resistencia a la compresión en pilas

Fuente: Elaboración propia

De manera similar, los hallazgos de nuestra investigación indican que, para el diseño de referencia, la capacidad de compresión promedio fue de 85.4kg/cm². En cambio, con un 6% de fibra de vidrio, alcanzamos una capacidad promedio de 100.6kg/cm², y con un 12% de fibra de vidrio, logramos una capacidad promedio de 93.2kg/cm².

Es relevante destacar que estos valores representan los promedios de nuestras pruebas y que, de acuerdo con la planificación, los resultados más altos, específicamente los del diseño con un 6% de fibra de vidrio, serán utilizados para el modelamiento de la vivienda. Estos resultados sugieren que la adición de fibra de vidrio mejora la capacidad de carga de los ladrillos concretos, respaldando la premisa de que esta técnica puede tener un impacto positivo en la resistencia estructural.

La figura 34 presenta de manera gráfica la comparación entre los resultados obtenidos, evidenciando claramente la superioridad en resistencia a la compresión del diseño con 6% de fibra de vidrio, respaldando así la elección de este diseño para el siguiente paso en el proceso, el modelamiento de la vivienda.

Comparando resultados de las pruebas de compresión en pilas, se observa una clara mejora en la resistencia a la compresión con la inclusión de fibra de vidrio.

Discusión 2

De acuerdo con Reyes, V. (2021), en su estudio sobre la evaluación de la fibra de vidrio en las propiedades del mortero 1:4 en paredes de ladrillos portantes, Cusco-2021. Examina el uso de fibra de vidrio en la capacidad de compresión diagonal de muros de ladrillos de carga.

Sus hallazgos indican que la incorporación de fibra de vidrio en concentraciones de 50 g, 75 g y 100 g tiene un efecto notable en la capacidad de compresión (V'm) de los muros pequeños de mampostería. Según los datos, la proporción de 100 g de fibra de vidrio mostró el mayor incremento, alcanzando un 35.95% en comparación con la mezcla de referencia (P), lo que se traduce en un aumento absoluto de 151.64 kg/cm², (ver figura 35).



Figura 35 Grafico de resultados de la compresión en muretes de albañilería

Fuente: Reyes, V. (2021), resultados de la compresión axial en muretes de albañilería

Este descubrimiento sugiere que la composición con 100 g de fibra de vidrio es la mejor opción para incrementar la capacidad de compresión de los muros de mampostería” en comparación con otras concentraciones evaluadas.

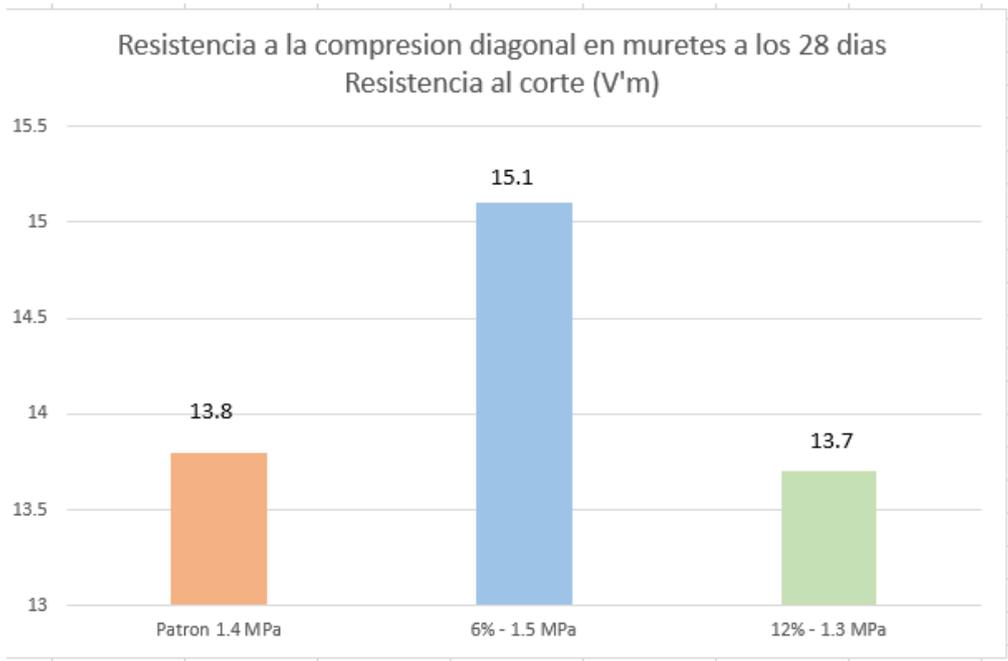


Figura 36 Gráfico de los resultados a la compresión diagonal en muretes

Fuente: Elaboración propia

Al contrastar estos datos con nuestra investigación, se observa que, para el diseño estándar, la resistencia al corte es de 1.4MPa y 13.8kg/cm². Al agregar un 6% de fibra de vidrio, se nota un aumento significativo en la capacidad de corte, alcanzando 1.5MPa y 15.1kg/cm². Sin embargo, con un 12% de fibra de vidrio, aunque la capacidad de corte es un poco menor, se mantiene en 1.3MPa y 13.7kg/cm².

VI. CONCLUSIONES

6.1 Se logra una determinación efectiva del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de cuatro pisos en Pedregal Alto, San Antonio, mediante el empleo de ladrillos con adición de fibra de vidrio. Los resultados obtenidos indican una mejora en la resistencia y durabilidad de la estructura, con un aumento notable en la resistencia a la compresión promedio de 85.4 kg/cm² (patrón) a 100.6 kg/cm² (6% de fibra de vidrio).

6.2 La realización de ensayos en ladrillos con incorporación de fibra de vidrio ha generado resultados alentadores. Se observa un incremento notable en la capacidad de soportar compresión y flexión, validado especialmente en ensayos de compresión en columnas, destaca el rendimiento logrado con un 6% de fibra de vidrio.

6.3 La evaluación del comportamiento de la vivienda, considerando la resistencia obtenida mediante el uso de ladrillos con adición de fibra de vidrio, nos da que incluso bajo las condiciones más severas de un evento sísmico, la estructura mantiene su integridad estructural y capacidad de carga sin experimentar daños significativos. Las pruebas sísmicas moderadas y severas evidencian que el ladrillo con un 6% de fibra de vidrio demuestra una resistencia sobresaliente, posicionándolo como un componente clave para afrontar situaciones extremas sin comprometer su estabilidad.

6.4 El análisis de costos y beneficios económicos revela que, a pesar de la inversión adicional asociada con la adición de fibra de vidrio, los beneficios en términos de resistencia y durabilidad pueden justificar el gasto adicional. La mejora en las propiedades mecánicas y la potencial prolongación de la vida útil de la construcción hacen que el uso de ladrillos con adición de fibra de vidrio sea una opción a considerar.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar con la investigación y desarrollo de tecnologías innovadoras en la construcción, especialmente aquellas que involucren materiales compuestos como la fibra de vidrio. Una mayor comprensión de las propiedades mecánicas y la optimización de las dosificaciones podrían conducir a mejoras aún más significativas en la resistencia y durabilidad de los ladrillos, beneficiando a la industria de la construcción.
2. En el transcurso de esta investigación, se exploró el uso de fibra de vidrio como aditivo en la fabricación de ladrillos. Para futuros investigadores interesados en la mejora continua de este tipo de tecnología, se sugiere explorar otras fibras y materiales compuestos como posibles adiciones al proceso. El empleo de materiales como fibras naturales o compuestos reciclados podría abrir nuevas posibilidades para la creación de ladrillos con propiedades mecánicas optimizadas y a su vez contribuir a la sostenibilidad ambiental del sector de la construcción.
3. En la presente investigación basándonos en los resultados obtenidos, donde la adición del 6% de fibra de vidrio demostró tener el mejor rendimiento en términos de resistencia, se sugiere a futuros investigadores explorar dosificaciones adicionales en porcentajes menores, como 4%, 3%, o incluso 2%. La variación en la cantidad de fibra de vidrio puede revelar patrones interesantes en cuanto a la mejora de las propiedades del ladrillo, permitiendo afinar aún más el punto óptimo para obtener la máxima resistencia a la compresión.

REFERENCIAS

- GRANDA, A., & RODRÍGUEZ, D. (2019). Análisis geotécnico de los suelos del campus de la Universidad César Vallejo Trujillo y su influencia en la estructuración de edificaciones resistentes a sismos. Recuperado de:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/66809/Diego_RLA-Granda_VAG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- GAÍNZA, R. (2021). Suelos salinos de la ciudad de Arica: geología y geotecnia. Recuperado de:
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/184189>
- ARANCIBIA, D. (2020). Estudio del efecto de la interacción suelo-estructura en edificios bajos de albañilería. Recuperado de:
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/177340>
- CRISANTO, J. (2020). Capacidades admisibles de los suelos mediante análisis granulométrico para cimentaciones superficiales en la ciudad de Piura. 2020. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/63319>
- CURICAHUA, R. (2022). Análisis de la Capacidad Admisible de Suelos Finos Utilizando los Ensayos del Penetrómetro de Bolsillo y la Compresión No Confinada. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/4545>
- JIMENEZ, A. & PAZ, N. (2020). Determinación de la capacidad portante admisible del suelo para cimentaciones superficiales en la habilitación urbana la colina, del distrito Tarapoto, San Martín. 2020. Recuperado de:
<http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1196>
- NÚÑEZ, M. & PALACIOS, L. (2020). Diseño de una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la

Provincia Huaraz – Áncash. Recuperado de:
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/49559>

- MORI, N. (2022). Determinación de la capacidad admisible de los suelos, por los métodos de Terzaghi y Meyerhof, del sector La Base li Cajamarca [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/32043>
- TARILLO, D. & HERRERA, R. (2020). Comportamiento de los suelos en la zona periférica norte de la ciudad de Chota, distrito y provincia de Chota, Cajamarca. Revista científica Nor@ndia. <https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v3n1p46>
- LOZADA, J. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industrial. Volumen 03, Número 01 Quito: CienciAmérica, Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica,2014. ISSN – e: 1390 – 9592
- CARMONA, J. & RUGE, J. Analysis of the existing correlations of effective friction angle for Eastern piedmont soils of Bogota from in situ test. [trad.] Tecno Lógicas Universidad Católica de Colombia, Bogotá 18 (35), 93 - 104. Disponible: <https://doi.org/10.22430/22565337.191>
- CHAGOYÉN, E. NEGRÍN y CABRERA, M. Rectangular Shallow Foundations Optimal Design. Formulation [trad.] Santiago de Chile: Revista de la construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile vol 8, núm 2, 2009. Disponible: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127619798006>
- ARIAS, J., VILLASÍS, Á., & MIRANDA, M. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63 (2),201-206. [fecha de Consulta 26 de junio de 2023]. ISSN: 0002-5151. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. (2010). Metodología de la investigación (5° Ed.). México, D.F., México: McGraw Hill

Interamericana. Recuperado de: <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>

- ANDIA, J. & SAYRITUPAC, J. (2022). Propiedades físico-mecánicas en muros de ladrillo artesanal adicionando ceniza de algodón-hoja de palmera datilera, Ica-2022. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91312>
- ALVARADO, C. & TERÁN, C. (2021). Elaboración de ladrillos a base de vidrios desechables, Lima – 2021. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/72378>
- CONDORI, E. (2021). Resistencia mecánica de muros de albañilería con ladrillos artesanales de concreto con adición de vidrio reciclado, Caracoto, Puno – 2021. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/89728>
- TENAZOA, J. (2022). Análisis de fibra de vidrio en las propiedades del mortero 1:4 en muros de ladrillo portantes, Morales-2022. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/105457>
- HUANCOLLO, E. & SUAÑA, R. (2022). Influencia de fibras de acero y vidrio en propiedades mecánicas en ladrillos de concreto 175 kg/cm², San Román-Puno. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/103236>
- NIÑO, B. (2019). Análisis comparativo de las propiedades del ladrillo artesanal de concreto y el ladrillo adicionando vidrio reciclado – Distrito de Nuevo Chimbote – Ancash – 2019. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48671>
- NUÑES, R. (2021). Incidencia de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto de bloques para muros portantes, Lima 2021. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/93462>
- SALDAÑA, L. (2020). Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de silicato de sodio cálcico reciclado para viviendas unifamiliares, Moyobamba – 2020. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/55307>

- SILVIA, J. (2022). Efecto de la fibra de vidrio reciclada sobre la resistencia a compresión y translucidez del ladrillo de concreto F'c 175 Kg/ Cm². Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/93208>
- VERA, G. (2022). Propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal cocido adicionando tereftalato de polietileno y vidrio reciclado triturado Trujillo, 2022. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/112427>
- CULQUI, W. & MENDOCILLA, C. (2022). Diseño de ladrillo crudo artesanal adicionando fibras sintéticas de Polietileno y Cal, El Porvenir - Trujillo. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/111402>
- AGUILAR, A. & ALCANTARA, K. (2022). Efecto del tereftalato de polietileno en la resistencia a la compresión de ladrillos king kong artesanales en viviendas, Tumbes, 2022. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/97339>
- PALACIOS, D. & ROMO, P. (2021). Comportamiento mecánico en muros de albañilería con ladrillos ecológicos adicionando fibra de cacao-algarroba, distrito Castilla, Piura-2021. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/88047>
- FLORES, R. (2022). Influencia física y mecánica de la adición de fibras PET, para la elaboración de ladrillos de concreto, Carhuaz – Ancash – 2022. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/105248>
- GONZALES, E. (2022). Diseño comparativo estructural entre sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/101661>
- SHUANG, S., YUFENG G., YONGXIN W. Probabilistic bearing capacity analysis of spudcan foundation in soil with linearly increasing mean undrained shear strength, Ocean Engineering, Volume 204, 2020, 106800. ISSN 0029-8018. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.106800>
- PANIQUE D., GALINDO R. & PATIÑO H. Bearing capacity of shallow foundation under cyclic load on cohesive soil, Computers and

- Geotechnics, Volume 123, 2020, 103556. ISSN 0266-352X. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2020.103556>
- CHWAŁA M., WENGANG, Z. Broken line random failure mechanism method in foundation bearing capacity assessment for spatially variable soil, Computers and Geotechnics, Volume 150, 2022, 104903. ISSN 0266-352X. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2022.104903>
 - TINGJUN, C., SHIGUO X. Unified upper bound solution for bearing capacity of shallow rigid strip foundations generally considering soil dilatancy, Soils and Foundations, Volume 60, Issue 1, 2020, Pages 155-166. ISSN 0038-0806. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sandf.2020.01.011>
 - SHOKO O; SHOHEI N. & KAZUYA Y. Analysis of soil flow and traction mechanics for lunar rovers over different types of soils using particle image velocimetry, Journal of Terramechanics, Volume 95, 2021, Pages 89-100. ISSN 0022-4898. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2021.01.001>
 - CHANGGUANG, et al. Formulation of ultimate bearing capacity for strip foundations based on the Meyerhof theory and unsaturated soil mechanics, Computers and Geotechnics, Volume 126, 2020, 103734. ISSN 0266-352X. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2020.103734>
 - SOTO, G., & SÁNCHEZ, L. Estudio comparativo de la resistencia a la compresión, absorción y dimensionamiento del ladrillo rafón producido en Quimistán, Chamelecón y Florida, Honduras. Innovare, Ciencia y tecnología. ISSN: 2310-290X. Disponible en: <https://www.unitec.edu/innovare/published/volume-6/number-1/616-estudio-comparativo-de-la-resistencia-a-la-compresion-absorcion-y-dimensionamiento-del-ladrillo-rafon-producido-en-quimistan-chamelecon-y-florida-honduras.pdf>
 - NUÑES, F. (2022). Incidencia de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto de bloques para muros portantes, Recuperado de: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/93462/Nu%C3%B1ez_RFE-SD.pdf?sequence=1

- REYES, V. (2021). Evaluación de la fibra de vidrio en las propiedades del mortero 1:4 en muros de ladrillos portantes, Cusco – 2021. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/76579>
- CABRERA, C. Evaluación de resistencias en prismas de albañilería con mortero de espesor 1.5 cm de ladrillos de arcilla (Hércules I) fabricados en la ciudad de Tacna. Tacna: Universidad Privada de Tacna, 2018, pág. 09 y 10.
- DONAHUE, D. Fatigue behavior of glass fiber reinforced polymer dowels. Ames: Iowa State University, 2001, pág. 12. 8.
- POST, A. Thermal and fatigue testing of fiber reinforced polymer tie connectors used in concrete sandwich walls. Ames: Iowa State University, 2001, pág. 12 y 13. 9.
- ZHANG, Y. Behavior of reinforced concrete walls with circular openings. Ames: Iowa State University, 2001, pág. 13.
- LERMA, H. Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto. Bogotá: ECOE Ediciones, 2012, pág. 21 y 22. 27.
- NTP E070. Albañilería. Lima, Perú. 2014, pág. 22. 28.
- NTP 339.605. Unidades de Albañilería. Lima, Perú. 2013, pág. 22. 29.
- NTP 339.621. Normas para Muretes de Albañilería. Lima, Perú. 2013, pág. 22. 30.
- NTP 339.084. Resistencia a la Tracción. Lima, Perú. 2013, pág. 22. 31.
- ASTM C1116. (2007). Standard Specification for Fiber - Reinforced Concrete. EE.UU, pág. 22. 32.
- ASTM C567. (2007). Método Normalizado de Ensayo para la Determinación de la Densidad de Concreto Estructural Liviano. EE.UU, pág. 22 33.
- ASTM A615. (2007). Especificación Normalizada para Barras de Acero al Carbono Lisas y Corrugadas para Refuerzo de Concreto. EE.UU, pág. 22 34.
- ASTM C144. (2007). Especificación de estándar para agregados de mortero de albañilería. EE.UU, pág. 22 35.
- ASTM C1314. (2007). Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms. EE.UU, pág. 22.

ANEXOS

ANEXO 1

Anexo 1.1 Matriz de operacionalización de variables

TÍTULO: Comportamiento estructural de vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huarochirí-Lima.

Tabla 14. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: Uso de ladrillo con adición de fibra de vidrio en la construcción.	Utilización de ladrillos que contienen fibras de vidrio como componente adicional.	Presencia y proporción de fibra de vidrio en los ladrillos utilizados en la construcción.	Proporción de fibra de vidrio en los ladrillos utilizados	Ficha de recolección de datos
VARIABLE DEPENDIENTE: Comportamiento estructural de la vivienda multifamiliar de 4 pisos.	El comportamiento estructural de la vivienda se refiere a la planificación y distribución de los espacios, elementos estructurales y características estéticas de una vivienda multifamiliar de 4 pisos.	Diseño arquitectónico: Descripción de los elementos arquitectónicos que conforman la vivienda, como distribución de espacios, diseño de fachadas, materiales utilizados, etc. Diseño estructural: Características relacionadas con la estabilidad y resistencia de la estructura, incluyendo dimensionamiento de columnas, vigas, losas, cimentación, etc.	Diseño arquitectónico Diseño estructural	Ordinal

Fuente: Elaboración propia

Anexo 1.2 Matriz de consistencia

Tabla 15. Matriz de consistencia

PROBLEMAS		OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema	General:	Objetivo General:	Hipótesis General:				METODO DE INVESTIGACIÓN:
¿Es viable el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de 4 pisos utilizando ladrillo con mejora de fibra de vidrio en Pedregal Alto, San Antonio?		Determinar el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de 4 pisos utilizando ladrillo con adición de fibra de vidrio en Pedregal Alto, San Antonio.	El uso de ladrillo con adición de fibra de vidrio en la construcción de una vivienda multifamiliar de 4 pisos en Pedregal Alto, San Antonio, mejora su resistencia, y viabilidad económica.	VARIABLE INDEPENDIENTE: Uso de ladrillo con adición de fibra de vidrio en la construcción.	ADICIÓN DE FIBRA DE VIDRIO EN LOS LADRILLOS	Porcentaje de fibra de vidrio en peso de los ladrillos	Científico
Problemas Específicos: ¿Evaluar la resistencia y durabilidad del ladrillo con adición de fibra de vidrio en la construcción de la vivienda multifamiliar?		Objetivo Específico: Realizar pruebas de resistencia y durabilidad del ladrillo con adición de fibra de vidrio.	Hipótesis Específicos: La adición de fibra de vidrio al ladrillo aumentará su resistencia y durabilidad en comparación con el ladrillo convencional.	VARIABLE DEPENDIENTE: Comportamiento estructural de la vivienda multifamiliar de 4 pisos.	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Evaluación de la distribución y funcionalidad de los espacios interiores y exteriores.	TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada
¿Cómo afecta la incorporación de ladrillo con fibra de vidrio en el comportamiento estructural de la vivienda?		Evaluar el comportamiento estructural de la vivienda considerando la resistencia obtenida usando ladrillo con adición de fibra de vidrio.	El ladrillo con adición de fibra de vidrio proporcionará una mejor resistencia sísmica a la vivienda multifamiliar.		DISEÑO ESTRUCTURAL	Análisis de la resistencia, seguridad y estabilidad de la estructura.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Descriptivo
¿Investigar la viabilidad económica del uso de ladrillo con adición de fibra de vidrio en la construcción?		Analizar los costos y beneficios económicos del uso de ladrillo con adición de fibra de vidrio en la construcción de la vivienda.					DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental
							POBLACIÓN: Pedregal Alto, San Antonio-Huarochirí
							MUESTRA: Una vivienda multifamiliar de cuatro pisos.
							TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE DATOS: Revisión bibliográfica.
							INSTRUMENTOS: Ficha de recolección de datos

Fuente: Elaboración propia



ANEXO 2. Instrumento de recolección de datos

Tabla de resultados del Ensayo de compresión en prismas

Identificación	h (cm)	e (cm)	Relación h/e	Ab (cm ²)	P (kg)	f'm	f'm corregido (kg/cm ²)
Patron							
Patron							
Patron							

Tabla de resultados del ensayo de compresión

Identificación de espécimen	Edad en días	Sección Transversal A (cm ²)	Carga Máxima W (kgf)	Resistencia a la compresión C (kgf/cm ²)
patrón				
patrón				
patrón				
Fibra de vidrio 6%				
Fibra de vidrio 6%				
Fibra de vidrio 6%				
Fibra de vidrio 12%				
Fibra de vidrio 12%				
Fibra de vidrio 12%				



ANEXO 3 Evaluación por juicio de expertos

Evaluación por experto N°1

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento “*Comportamiento estructural de vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huarochirí-Lima*”. La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombres y Apellidos del juez:	Escalante Contreras, Jorge		
Grado profesional:	Maestría (X)	Doctor	()
Área de formación académica:	Clínica ()	Social	()
	Educativa ()	Organizacional	(X)
Áreas de experiencia profesional:	Docente de la Escuela Profesional		
Institución donde labora:	Universidad César Vallejo		
Tiempo de experiencia profesional el área:	2 a 4 años ()	Más de 5 años (X)	

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala:

Nombre de la Prueba:	Cuestionario en escala razón
Autor(es):	Flores Arriaga, bruss
Procedencia:	Del autor, adaptada o validada por otros autores
Administración:	Personal
Tiempo de aplicación:	15 minutos
Ámbito de aplicación:	Viviendas multifamiliares ubicadas en el distrito de Pedregal Alto, San Antonio-Huarochirí-Lima.
Significación:	<p>Está compuesta por dos variables, la variable independiente y la dependiente, que cuenta con 1 y 2 dimensiones, 1 y 2 indicadores. El objetivo de la variable independiente es evaluar cómo el uso de ladrillo con agregado de fibra de vidrio en la construcción impacta en el Comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de 4 pisos y cómo la inclusión de esta técnica constructiva afecta a los diferentes aspectos y dimensiones del diseño de la vivienda, identificando posibles beneficios o mejoras en comparación con otros métodos constructivos tradicionales.</p> <p>Y el objetivo de la variable dependiente es analizar y evaluar las dimensiones y los indicadores seleccionados para medir la calidad y el éxito del Comportamiento estructural de la vivienda multifamiliar de 4 pisos.</p>



4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Dimensiones	Definición
Uso de ladrillo con adición de fibra de vidrio en la construcción.	Proporción de fibra de vidrio en los ladrillos	Esta dimensión se refiere a la cantidad de fibra de vidrio agregada a los ladrillos durante su fabricación. La proporción de fibra de vidrio puede variar y afectar diferentes características del ladrillo, como su resistencia y durabilidad, así como sus propiedades de aislamiento térmico y acústico. Evaluar la proporción adecuada de fibra de vidrio en los ladrillos es fundamental para lograr los resultados deseados en la construcción de la vivienda multifamiliar.
Comportamiento estructural de la vivienda multifamiliar de 4 pisos.	Diseño arquitectónico	Esta dimensión se centra en los aspectos relacionados con la arquitectura y el diseño visual de la vivienda multifamiliar de 4 pisos. Incluye la distribución espacial, la funcionalidad de los ambientes, la estética de los elementos arquitectónicos, el estilo de diseño y la integración con el entorno. El objetivo es crear un diseño arquitectónico que cumpla con los requisitos y preferencias estéticas, al tiempo que brinde comodidad y satisfaga las necesidades de los futuros residentes.
	Diseño estructural	Esta dimensión se enfoca en los aspectos relacionados con la estructura de la vivienda multifamiliar de 4 pisos. Incluye elementos como los cimientos, los sistemas estructurales, las vigas, las columnas y las losas. El diseño estructural debe ser capaz de soportar las cargas y fuerzas aplicadas a la construcción, garantizando la estabilidad y seguridad del edificio. Se busca obtener un diseño estructural eficiente y seguro que cumpla con las normas y estándares de construcción establecidos.



5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario de evaluación elaborado por Flores Arriaga, bruss en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. Totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel



Dimensiones del instrumento:

- Primera dimensión: **Proporción de fibra de vidrio en los ladrillos**
- Objetivo de la dimensión: Evaluar el impacto de diferentes proporciones de fibra de vidrio en los ladrillos utilizados en la construcción de la vivienda multifamiliar de 4 pisos, con el fin de determinar la proporción óptima que garantice la resistencia, durabilidad y propiedades deseadas en los ladrillos.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Resistencia del ladrillo con adición de fibra de vidrio.					
Durabilidad del ladrillo con adición de fibra de vidrio.					

- Segunda dimensión: **Diseño arquitectónico**
- Objetivo de la dimensión: Desarrollar un diseño arquitectónico atractivo y funcional para la vivienda multifamiliar de 4 pisos, que cumpla con los requisitos estéticos, ergonómicos y de comodidad de los futuros residentes, asegurando una distribución espacial eficiente y una integración armoniosa con el entorno.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Distribución espacial eficiente					
Estética y diseño visual					

- Tercera dimensión: **Diseño estructural**
- Objetivo de la dimensión: Diseñar una estructura sólida y segura para la vivienda multifamiliar de 4 pisos, que garantice la resistencia ante las cargas y fuerzas aplicadas, cumpliendo con los estándares de construcción y las normas vigentes, asegurando así la estabilidad y durabilidad del edificio.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Estabilidad estructural					
Cumplimiento de normas y estándares de construcción					

.....
Firma del evaluador

DNI: 28286636



Dimensiones del instrumento:

- Primera dimensión: **Proporción de fibra de vidrio en los ladrillos**
- Objetivo de la dimensión: Evaluar el impacto de diferentes proporciones de fibra de vidrio en los ladrillos utilizados en la construcción de la vivienda multifamiliar de 4 pisos, con el fin de determinar la proporción óptima que garantice la resistencia, durabilidad y propiedades deseadas en los ladrillos.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Resistencia del ladrillo con adición de fibra de vidrio.					
Durabilidad del ladrillo con adición de fibra de vidrio.					

- Segunda dimensión: **Diseño arquitectónico**
- Objetivo de la dimensión: Desarrollar un diseño arquitectónico atractivo y funcional para la vivienda multifamiliar de 4 pisos, que cumpla con los requisitos estéticos, ergonómicos y de comodidad de los futuros residentes, asegurando una distribución espacial eficiente y una integración armoniosa con el entorno.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Distribución espacial eficiente					
Estética y diseño visual					

- Tercera dimensión: **Diseño estructural**
- Objetivo de la dimensión: Diseñar una estructura sólida y segura para la vivienda multifamiliar de 4 pisos, que garantice la resistencia ante las cargas y fuerzas aplicadas, cumpliendo con los estándares de construcción y las normas vigentes, asegurando así la estabilidad y durabilidad del edificio.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Estabilidad estructural					
Cumplimiento de normas y estándares de construcción					


.....
Firma del evaluador

DNI: 03781669



Evaluación por experto N°3

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento “*Comportamiento estructural de vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima*”. La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombres y Apellidos del juez:	Segura Terrones, Luis		
Grado profesional:	Maestría (X)	Doctor	()
Área de formación académica:	Clínica ()	Social	()
	Educativa ()	Organizacional	(X)
Áreas de experiencia profesional:	Docente de la Escuela Profesional		
Institución donde labora:	Universidad César Vallejo		
Tiempo de experiencia profesional el área:	2 a 4 años	()	
	Más de 5 años	(X)	

1. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

2. Datos de la escala:

Nombre de la Prueba:	Cuestionario en escala razón
Autor(es):	Flores Arriaga, bruss
Procedencia:	Del autor, adaptada o validada por otros autores
Administración:	Personal
Tiempo de aplicación:	15 minutos
Ámbito de aplicación:	Viviendas multifamiliares ubicadas en el distrito de Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima.
Significación:	<p>Está compuesta por dos variables, la variable independiente y la dependiente, que cuenta con 1 y 2 dimensiones, 1 y 2 indicadores. El objetivo de la variable independiente es evaluar cómo el uso de ladrillo con agregado de fibra de vidrio en la construcción impacta en el Comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de 4 pisos y cómo la inclusión de esta técnica constructiva afecta a los diferentes aspectos y dimensiones del diseño de la vivienda, identificando posibles beneficios o mejoras en comparación con otros métodos constructivos tradicionales.</p> <p>Y el objetivo de la variable dependiente es analizar y evaluar las dimensiones y los indicadores seleccionados para medir la calidad y el éxito del Comportamiento estructural de la vivienda multifamiliar de 4 pisos.</p>



Dimensiones del instrumento:

- Primera dimensión: **Proporción de fibra de vidrio en los ladrillos**
- Objetivo de la dimensión: Evaluar el impacto de diferentes proporciones de fibra de vidrio en los ladrillos utilizados en la construcción de la vivienda multifamiliar de 4 pisos, con el fin de determinar la proporción óptima que garantice la resistencia, durabilidad y propiedades deseadas en los ladrillos.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Resistencia del ladrillo con adición de fibra de vidrio.					
Durabilidad del ladrillo con adición de fibra de vidrio.					

- Segunda dimensión: **Diseño arquitectónico**
- Objetivo de la dimensión: Desarrollar un diseño arquitectónico atractivo y funcional para la vivienda multifamiliar de 4 pisos, que cumpla con los requisitos estéticos, ergonómicos y de comodidad de los futuros residentes, asegurando una distribución espacial eficiente y una integración armoniosa con el entorno.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Distribución espacial eficiente					
Estética y diseño visual					

- Tercera dimensión: **Diseño estructural**
- Objetivo de la dimensión: Diseñar una estructura sólida y segura para la vivienda multifamiliar de 4 pisos, que garantice la resistencia ante las cargas y fuerzas aplicadas, cumpliendo con los estándares de construcción y las normas vigentes, asegurando así la estabilidad y durabilidad del edificio.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Estabilidad estructural					
Cumplimiento de normas y estándares de construcción					


Mg. Ing. Luis Segura Terrones
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 155967

DNI: 45003769



CERTIFICADOS DEL ESTUDIO DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-PR-LAB-AG-001.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	14/09/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136			
TESIS	: "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima"		
AUTOR	: Flores Arriaga Brusa		
UBICACIÓN	: Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima		
Cantera	: Trapiche		
Material	: Agregado fino		
N° Muestra	: M-02		
			Ensayado por: Mirella Flores
			Fecha de ensayo: 02/09/2023
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO ASTM C136			

A) **CONDICIONES DE ENSAYO:**

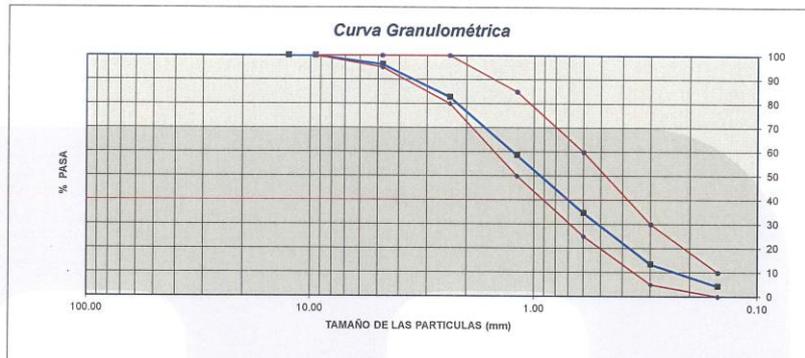
Método de preparación de muestra: Seco a horno
 Método de tamizado: Manual

B) **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:**

Peso inicial húmedo: 315.3 gr. Contenido de Humedad: 1.12 %
 Peso inicial seco: 311.8 gr. Tamaño máx. nominal: N° 08
 Módulo de finura: 3.10

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso Arena	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.76	11.7	3.8	3.8	96.2	95	100
N° 08	2.38	42.4	13.6	17.4	82.6	80	100
N° 16	1.19	75.2	24.1	41.5	58.5	50	85
N° 30	0.60	74.5	23.9	65.4	34.6	25	60
N° 50	0.30	66.1	21.2	86.6	13.4	5	30
N° 100	0.15	28.4	9.1	95.7	4.3	0	10
FONDO		13.50	4.3	100.0	0.0		

C) **CURVA GRANULOMÉTRICA:**



OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: Glicer García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(01) 6782806 / 989 349 903

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS	Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/06/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C29			
TESIS : "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima" AUTOR : Flores Arriaga Brusa UBICACIÓN : Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima Cantera : Trapiche Material : Agregado fino N° Muestra : M-02			
		Ensayado por:	Mirella Flores
		Fecha de ensayo:	02/09/2023
PESO UNITARIO PARA AGREGADOS ASTM C29			

A) PESO UNITARIO COMPACTADO:

Método utilizado Método A (PUC, TMN<1 1/2")
 Recipiente utilizado R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	7.26	7.32	7.27
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.90	4.96	4.92
4	Volumen del Molde	m ³	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1776.45	1797.83	1781.52
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)		1785			

B) PESO UNITARIO SUELTO:

Método utilizado Método C (PUS)
 Recipiente utilizado R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.67	6.75	6.71
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.32	4.39	4.36
4	Volumen del Molde	m ³	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1563.77	1590.58	1578.62
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)		1578			

OBSERVACIONES:
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

 Elaborado por:	 Revisado por: Glicer Sarcia Córdova INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(01) 6782806 / 989 349 903

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-PR-LAB-AG-004.01
		Revisión	2
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C128		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/06/2021
TESIS : "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima" AUTOR : Flores Arriaga Bruss UBICACIÓN : Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima Cantera : Trapiche Material : Agregado fino N° Muestra : M-02 Ensayado por: Mirella Flores Fecha de ensayo: 04/09/2023			
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS FINOS ASTM C128			

A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:

Punto N°	P - 1		
1	Peso de Muestra Seca	gr	492.00
2	Peso de fiola + Agua	gr	647.00
3	Peso de Fiola + Muestra SSS + Agua	gr	961.50
4	Peso de Muestra SSS	gr	500.00
8)	Peso Específico de la Masa (SSS)	gr/cc	2.70
9)	Peso Específico de la Masa (OD)	gr/cc	2.65
10)	Peso Específico de la Masa (Aparente)	gr/cc	2.77
11)	Absorción	%	1.6

B) PESO ESPECÍFICO:

PESO ESPECÍFICO DE MASA S. S. S	gr/cc	2.70
PESO ESPECÍFICO DE MASA HORNO SECO	gr/cc	2.65
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	2.77

C) ABSORCIÓN DE AGUA:

ABSORCIÓN (%)	1.61
---------------	------

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(01) 6782806 / 989 349 903

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS	Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/06/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C29			

TESIS : "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachipa-Lima"
AUTOR : Flores Arriaga Bruss
UBICACIÓN : Pedregal Alto, San Antonio-Huachipa-Lima

Cantera : Trapiche
Material : Agregado grueso
N° Muestra : M-01
Ensayado por: Mirella Flores
Fecha de ensayo: 02/09/2023

PESO UNITARIO PARA AGREGADOS
ASTM C29

A) PESO UNITARIO COMPACTADO:

Método utilizado Método A (PUC, TMN<1 1/2")
Recipiente utilizado R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.84	6.82	6.84
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.48	4.46	4.49
4	Volumen del Molde	m ³	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1624.64	1617.39	1625.72

PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	1623
----------------------------------------------------	-------------

B) PESO UNITARIO SUELTO:

Método utilizado Método C (PUS)
Recipiente utilizado R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.37	6.38	6.40
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.01	4.03	4.04
4	Volumen del Molde	m ³	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1454.35	1459.42	1465.22

PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1460
------------------------------------------------	-------------

OBSERVACIONES:
* Prohíbida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Ciro García Osorio INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-PR-LAB-AG-003.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/06/2021
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C127			
TESIS : "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima" AUTOR : Flores Arriaga Bruss UBICACIÓN : Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima Cantera : Trapiche Material : Agregado grueso N° Muestra : M-02			
		Ensayado por:	Mirella Flores
		Fecha de ensayo:	04/09/2023
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS GRUESOS ASTM C127			

A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:

Punto N°	P - 1		
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	gr	1910.0
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	gr	3043.5
3	Peso de la Muestra Seca	gr	3002.0
4	Peso específico de Masa (SSS)	gr/cc	2.69
5	Peso específico de Masa (OD)	gr/cc	2.65
6	Peso específico de Masa (Aparente)	gr/cc	2.75
7)	Absorción	%	1.38

B) GRAVEDAD ESPECÍFICA:

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	gr/cc	2.69
PESO ESPECÍFICO DE MASA AL HORNO SECO	gr/cc	2.65
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	2.75

C) ABSORCIÓN DE AGUA:

ABSORCIÓN (%)	1.38
---------------	------

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	Gilmar García Quispe INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



CERTIFICADO DEL DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO DE PATRON, DE 6% Y 12% DE FIBRA DE VIDRIO



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
 AUTOR : Flores Ariaga Bruss
 TESIS : "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima"
 UBICACION : Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima Fecha de ensayo: 05/09/2023

DISEÑO PATRÓN - f'c 210 kg/cm²							
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m³	P. UNITARIO C. Kg/m³	
CEMENTO SOL TIPO I	3.12						
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.10	1.12	1.61	1578	1785	
AGREGADO GRUESO - HUSO 8	2.65	5.74	0.26	1.38	1460	1623	

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO							
1	ASENTAMIENTO			1 - 2	pulg		
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/8"			
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.56			
4	AGUA			217			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			3.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36			
B) ANALISIS DE DISEÑO							
	FACTOR CEMENTO		389.96	Kg/m³	9.2		Bls/m³
	Volumen absoluto del cemento			0.1250	m³/m³		
	Volumen absoluto del Agua			0.2170	m³/m³		
	Volumen absoluto del Aire			0.0300	m³/m³		
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.372
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2667	m³/m³		0.628
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3613	m³/m³		1.000
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO							
	CEMENTO			390	Kg/m³		
	AGUA			217	L/m³		
	AGREGADO FINO			707	Kg/m³		
	AGREGADO GRUESO			958	Kg/m³		
	PESO DE MEZCLA			2271	Kg/m³		
D) CORRECCION POR HUMEDAD							
	AGREGADO FINO HUMEDO			714.6	Kg/m³		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			960.1	Kg/m³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS							
	AGREGADO FINO			%	Lts/m³		
	AGREGADO GRUESO			0.49	3.5		
				1.12	10.7		
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA				14.2		Lts/m³
					231.2		
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO							
	CEMENTO			390	Kg/m³		
	AGUA			231	Lts/m³		
	AGREGADO FINO			715	Kg/m³		
	AGREGADO GRUESO			960	Kg/m³		
	PESO DE MEZCLA			2296	Kg/m³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (28 Lt.)							
	CEMENTO			10.92	Kg		
	AGUA			6.47	Lts		
	AGREGADO FINO			20.01	Kg		
	AGREGADO GRUESO			26.88	Kg		
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)			
	C	1.0		C	1.0		
	A.F	1.83		A.F	1.74		
	A.G	2.46		A.G	2.53		
	H2o	25.2		H2o	25.2		

Elaborado por: 	Revisado por: César García Jordán INGENIERO CIVIL GIP N° 299741	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(01) 6782806 / 989 349 903

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
 AUTOR : Flores Arriaga Bruss
 TESIS : "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huarochiri-Lima"
 UBICACION : Pedregal Alto, San Antonio-Huarochiri-Lima Fecha de ensayo: 05/09/2023

DISEÑO: 6% FIBRA DE VIDRIO - Fc 210 kg/cm²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m³	P. UNITARIO C. Kg/m³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.10	1.12	1.61	1578	1785
AGREGADO GRUESO - HUSO 8	2.65	5.74	0.26	1.38	1460	1623

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO							
1 ASENTAMIENTO				1 - 2	pulg		
2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL				3/8"			
3 RELACION AGUA CEMENTO				0.56			
4 AGUA				217			
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %				3.0			
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO				0.36			
B) ANALISIS DE DISEÑO							
FACTOR CEMENTO			389.96		Kg/m³	9.2	
Volumen absoluto del cemento				0.1250	m³/m³		
Volumen absoluto del Agua				0.2170	m³/m³		
Volumen absoluto del Aire				0.0300	m³/m³		
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.372	
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2667	m³/m³		
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3613	m³/m³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000	
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO							
CEMENTO				390	Kg/m³		
AGUA				217	L/m³		
AGREGADO FINO				707	Kg/m³		
AGREGADO GRUESO				958	Kg/m³		
FIBRA DE VIDRIO (dosis 6% del peso del cemento)				23.4	Kg/m³		
PESO DE MEZCLA				2295	Kg/m³		
D) CORRECCION POR HUMEDAD							
AGREGADO FINO HUMEDO				714.6	Kg/m³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO				960.1	Kg/m³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS					%	Lts/m³	
AGREGADO FINO				0.49		3.5	
AGREGADO GRUESO				1.12		10.7	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA						14.2	
						231.2 Lts/m³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO							
CEMENTO				390	Kg/m³		
AGUA				231	Lts/m³		
AGREGADO FINO				715	Kg/m³		
AGREGADO GRUESO				960	Kg/m³		
FIBRA DE VIDRIO (dosis 6% del peso del cemento)				23.4	Kg/m³		
PESO DE MEZCLA				2319	Kg/m³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (28 lt.)							
CEMENTO				10.92	Kg		
AGUA				6.47	Lts		
AGREGADO FINO				20.01	Kg		
AGREGADO GRUESO				26.88	Kg		
FIBRA DE VIDRIO (dosis 6% del peso del cemento)				655.1	g		
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
C	1.0					C	1.0
A.F	1.83					A.F	1.74
A.G	2.46					A.G	2.53
H2o	25.2					H2o	25.2

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
 AUTOR : Flores Arriaga Bruss
 TESIS : "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachiriri-Lima"
 UBICACIÓN : Pedregal Alto, San Antonio-Huachiriri-Lima Fecha de ensayo: 05/09/2023

DISEÑO: 12% FIBRA DE VIDRIO - Fc 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.65	3.10	1.12	1.61	1578	1785
AGREGADO GRUESO - HUSO 8	2.65	5.74	0.26	1.38	1460	1623

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE

A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			1 - 2	pulg	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/8"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.56		
4	AGUA			217		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			3.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
	FACTOR CEMENTO		389.96	Kg/m ³	9.2	Bis/m ³
	Volumen absoluto del cemento			0.1250	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agua			0.2170	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire			0.0300	m ³ /m ³	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS					0.372
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2667	m ³ /m ³	0.628
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3613	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS					1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			390	Kg/m ³	
	AGUA			217	L/m ³	
	AGREGADO FINO			707	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			958	Kg/m ³	
	FIBRA DE VIDRIO (dosis 12% del peso del cemento)			46.8	Kg/m ³	
D) PESO DE MEZCLA						
	CORRECCION POR HUMEDAD			2318	Kg/m ³	
	AGREGADO FINO HUMEDO			714.6	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			960.1	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO			0.49	%	3.5
	AGREGADO GRUESO			1.12	%	10.7
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					14.2
						231.2
						Lts/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m ³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO			390	Kg/m ³	
	AGUA			231	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO			715	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			960	Kg/m ³	
	FIBRA DE VIDRIO (dosis 12% del peso del cemento)			46.8	Kg/m ³	
G) PESO DE MEZCLA						
CANTIDAD DE MATERIALES (28 lt.)						
	CEMENTO			10.92	Kg	
	AGUA			6.47	Lts	
	AGREGADO FINO			20.01	Kg	
	AGREGADO GRUESO			26.88	Kg	
	FIBRA DE VIDRIO (dosis 12% del peso del cemento)			1310.3	g	
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)			PORPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)			
C	1.0		C	1.0		
A.F	1.63		A.F	1.74		
A.G	2.46		A.G	2.53		
H2o	25.2		H2o	25.2		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



Material Testing Laboratory

(01) 6782806 / 989 349 903

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com



0005

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA		Código	FOR-LTC-ALB-001
			Revisión	1
			Aprobado	CC-MTL
			Fecha	19/11/2020
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO NTP 339.613				
TESIS : "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima" AUTOR : Flores Arriaga Bruss UBICACIÓN : Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima				
Material : Ladrillo de concreto Tipo IV				Ensayado por: Mirella Flores Fecha de ensayo: 03/10/2023
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.613				

A) **INFORMACIÓN GENERAL:**

Tipo de ladrillo: IV

Aditivo: -

B) **ENSAYO DE COMPRESIÓN:**

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	EDAD EN DÍAS	ALTO (cm)	ANCHO (cm)		LARGO (cm)		A (cm ²)	W (kgf)	C (kgf/cm ²)
			CARA SUPERIOR	CARA INFERIOR	CARA SUPERIOR	CARA INFERIOR			
PATRON 1	28	8.90	12.50	12.50	23.00	23.00	287.50	39627.0	137.8
PATRON 2	28	9.00	12.40	12.50	23.10	23.00	286.97	42157.0	146.9
PATRON 3	28	9.00	12.50	12.40	23.00	22.90	285.73	40967.0	143.4
FIBRA DE VIDRIO 6%	28	8.90	12.50	12.40	23.10	23.00	286.98	45958.0	160.1
FIBRA DE VIDRIO 6%	28	9.00	12.40	12.50	23.10	23.00	286.97	46286.0	161.3
FIBRA DE VIDRIO 6%	28	9.00	12.40	12.50	23.00	23.00	286.35	46113.0	161.0
FIBRA DE VIDRIO 12%	28	9.00	12.50	12.40	23.00	23.00	286.35	41824.0	146.1
FIBRA DE VIDRIO 12%	28	8.90	12.50	12.50	23.10	23.10	288.75	40097.0	138.9
FIBRA DE VIDRIO 12%	28	9.00	12.40	12.50	23.00	23.00	286.35	41491.0	144.9

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
- * Unidades de albañilería previamente secadas y enfriadas.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PRISMAS DE PATRON, DE 6% Y 12% DE FIBRA DE VIDRIO



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LTC-AL-054
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERIA	Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	5/11/2019

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 NTP 399.605 / E.070

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO		
AUTOR	: Flores Arriaga Bruss		
TESIS	: "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachipaico-Lima"		
UBICACIÓN	: Pedregal Alto, San Antonio-Huachipaico-Lima	Fecha de ensayo:	31/10/2023

MUESTRA : LADRILLO DE CONCRETO TIPO IV (PATRON) TIPO: MORTERO 1:4

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	e (cm)	RELACIÓN h/e	A _b (cm ²)	P (kg)	f _m	f _m corregido (kg/cm ²)
PATRON 1	30.5	12.5	2.44	289	30407	105.3	83.2
PATRON 2	30.2	12.5	2.42	288	31825	110.7	87.4
PATRON 3	30.6	12.5	2.45	288	31172	108.4	85.7
PROMEDIO (kg/cm ²)							85.4

DONDE:

f_m = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 lb = 4.448 N

1 Pa = 1 Nm²

1 kg/cm² = 98.066 kPa

Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
- * Número de unidades que conforman cada prisma : 03 unidades.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-054
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	5/11/2019

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 NTP 399.605 / E.070

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO		
AUTOR	: Flores Ariaga Bruss		
TESIS	: "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima"		
UBICACIÓN	: Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima	Fecha de ensayo:	31/10/2023

MUESTRA : LADRILLO DE CONCRETO TIPO IV (6% FIBRA DE VIDRIO) TIPO: MORTERO 1:4

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	e (cm)	RELACIÓN h/e	A _b (cm ²)	P (kg)	f _m	f _m corregido (kg/cm ²)
6% DE FIBRA DE VIDRIO	30.4	12.5	2.43	289	36485	126.4	99.8
6% DE FIBRA DE VIDRIO	30.3	12.5	2.42	288	37647	130.9	103.4
6% DE FIBRA DE VIDRIO	30.5	12.5	2.44	288	35832	124.6	98.5
PROMEDIO (kg/cm ²)							100.6

DONDE:

f_m = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 lb = 4.448 N

1 Pa = 1 Nm²

1 Kg/cm² = 98.066 kPa

Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
- * Número de unidades que conforman cada prisma : 03 unidades.

Elaborado por: 	Revisado por: Gilder Cárdena Quispe INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(01) 6782806 / 989 349 903

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-AL-054
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	5/11/2019

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
NTP 399.605 / E.070

REFERENCIA	: DATOS DE LABORATORIO		
AUTOR	: Flores Ariaga Bruss		
TESIS	: "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachirirí-Lima"		
UBICACIÓN	: Pedregal Alto, San Antonio-Huachirirí-Lima	Fecha de ensayo:	31/10/2023

MUESTRA : LADRILLO DE CONCRETO TIPO IV (12% FIBRA DE VIDRIO) TIPO: MORTERO 1:4

IDENTIFICACIÓN	h (cm)	e (cm)	RELACIÓN h/e	A _b (cm ²)	P (kg)	f _m	f _m corregido (kg/cm ²)
12% DE FIBRA DE VIDRIO	30.4	12.5	2.43	289	33048	114.5	90.4
12% DE FIBRA DE VIDRIO	30.3	12.5	2.42	288	34619	120.4	95.1
12% DE FIBRA DE VIDRIO	30.5	12.5	2.44	288	34242	119.1	94.1
PROMEDIO (kg/cm ²)							93.2

DONDE:

f_m = Resistencia a la compresión de cada prisma (kg/cm²)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 lb = 4.448 N

1 Pa = 1 N/m²

1 Kg/cm² = 98.066 kPa

Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: Norma E.070

OBSERVACIONES:

- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.
- * Número de unidades que conforman cada prisma : 03 unidades.

Elaborado por: 	Revisado por: César, Carlos Osorio INGENIERO CIVIL CIF N° 299741	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MURETE EN DIAGONAL DE PATRON, DE 6% Y 12% DE FIBRA DE VIDRIO



Material Testing Laboratory

(01) 6782806 / 989 349 903

Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com



0005

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-CO-037
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	10/08/2016

TESIS : "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachichil-Lima"
 AUTOR : Flores Ariaga Bruss REALIZADO POR: Mirella Flores
 UBICACIÓN : Pedregal Alto, San Antonio-Huachichil-Lima FECHA DE ENSAYO: 31/10/2023

Tipo de muestra : Unidades de albañilería (PATRON 28 DIAS)
 Presentación : Dosificación de mortero 1:4

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES ASTM E519 / NTP 399.621

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO DE MURETE (mm)	ALTURA DE MURETE (mm)	ESPESOR DE MURETE (mm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MÁXIMA (N)	ÁREA BRUTA (mm ²)	ESFUERZO v_m	
MURETE PATRON 1	2/10/2023	30/10/2023	28	624.0	621.0	125.0	15543	152424.8	77812.5	1.4 MPa	14.1 kg/cm ²
MURETE PATRON 2	2/10/2023	30/10/2023	28	621.0	622.0	125.0	14982	146923.2	77687.5	1.3 MPa	13.6 kg/cm ²
MURETE PATRON 3	2/10/2023	30/10/2023	28	624.0	620.0	125.0	15139	148462.9	77750.0	1.4 MPa	13.8 kg/cm ²
MURETE PATRON 4	2/10/2023	30/10/2023	28	619.0	621.0	125.0	15412	151140.1	77500.0	1.4 MPa	14.1 kg/cm ²
MURETE PATRON 5	2/10/2023	30/10/2023	28	623.0	621.0	125.0	14867	145795.5	77750.0	1.3 MPa	13.5 kg/cm ²
PROMEDIO										1.4 MPa	13.8 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA

 Elaborado por:	Revisado por: Gladys García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



Material Testing Laboratory

(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



0005

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTG-CO-037
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

TESIS : "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima"
 AUTOR : Flores Amaga Brusa REALIZADO POR: Mirella Flores
 UBICACIÓN : Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima FECHA DE ENSAYO: 31/10/2023

Tipo de muestra : Unidades de albañilería (6% DE FIBRA DE VIDRIO 28 DIAS)
 Presentación : Dosificación de mortero 1:4

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES
 ASTM E519 / NTP 399.621

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO DE MURETE (mm)	ALTURA DE MURETE (mm)	ESPESOR DE MURETE (mm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MÁXIMA (N)	ÁREA BRUTA (mm ²)	ESFUERZO V _m
6% FIBRA DE VIDRIO 1	2/10/2023	30/10/2023	28	623.0	627.0	125.0	16988	166595.4	78125.0	1.5 MPa 15.4 kg/cm ²
6% FIBRA DE VIDRIO 2	2/10/2023	30/10/2023	28	624.0	624.0	125.0	16593	162721.7	78000.0	1.5 MPa 15.0 kg/cm ²
6% FIBRA DE VIDRIO 3	2/10/2023	30/10/2023	28	623.0	622.0	125.0	16759	164349.6	77812.5	1.5 MPa 15.2 kg/cm ²
6% FIBRA DE VIDRIO 4	2/10/2023	30/10/2023	28	625.0	624.0	125.0	16381	160642.7	78062.5	1.5 MPa 14.8 kg/cm ²
6% FIBRA DE VIDRIO 5	2/10/2023	30/10/2023	28	626.0	625.0	125.0	16714	163908.3	78312.5	1.5 MPa 15.1 kg/cm ²
PROMEDIO										1.5 MPa 15.1 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA SAC Gloria Carolina INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



Material Testing Laboratory

(01) 6782806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



0005

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES ELABORADOS CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	Código	FOR-LTC-CO-037
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

TESIS : "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachichilí-Lima"
 AUTOR : Flores Arriaga Bruss REALIZADO POR: Mirella Flores
 UBICACIÓN : Pedregal Alto, San Antonio-Huachichilí-Lima FECHA DE ENSAYO: 31/10/2023

Tipo de muestra : Unidades de albañilería (12% DE FIBRA DE VIDRIO 28 DIAS)
 Presentación : Dosificación de mortero 1:4

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES
 ASTM E519 / NTP 399.621

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	LARGO DE MURETE (mm)	ALTURA DE MURETE (mm)	ESPESOR DE MURETE (mm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	FUERZA MÁXIMA (N)	ÁREA BRUTA (mm ²)	ESFUERZO V _m	
12% FIBRA DE VIDRIO 1	2/10/2023	30/10/2023	28	624.0	624.0	125.0	15279	149835.8	78000.0	1.4 MPa	13.8 kg/cm ²
12% FIBRA DE VIDRIO 2	2/10/2023	30/10/2023	28	620.0	623.0	125.0	15127	148345.2	77887.5	1.4 MPa	13.8 kg/cm ²
12% FIBRA DE VIDRIO 3	2/10/2023	30/10/2023	28	623.0	626.0	125.0	15196	149021.9	78062.5	1.3 MPa	13.8 kg/cm ²
12% FIBRA DE VIDRIO 4	2/10/2023	30/10/2023	28	625.0	625.0	125.0	15483	151836.4	78125.0	1.4 MPa	14.0 kg/cm ²
12% FIBRA DE VIDRIO 5	2/10/2023	30/10/2023	28	624.0	625.0	125.0	14354	140764.7	78062.5	1.3 MPa	13.0 kg/cm ²
PROMEDIO										1.3 MPa	13.7 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: CINDY CARRERA GUZMÁN INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



CERTIFICADO DEL ENSAYO DE CLASIFICACION DE SUELOS



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-PR-LAB-MS-005.01
		Revisión	5
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	25/11/2021

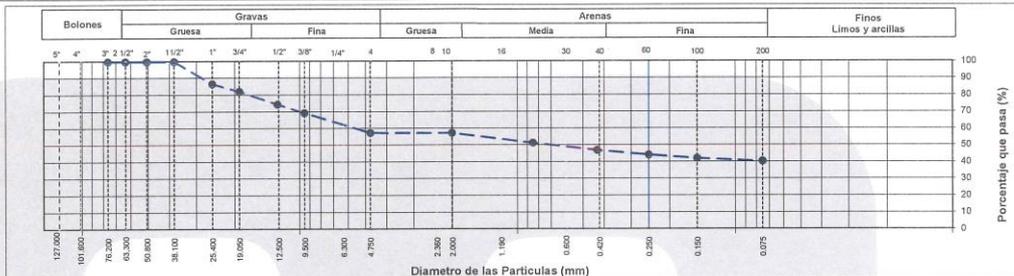
TESIS : "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima"
 AUTOR : Flores Arriaga Bruss
 UBICACIÓN : Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima
 Calicata : C-1
 Muestra : M-1
 Profundidad : 1.80 - 3.00 m
 Ensayado por: Mirella Flores
 Fecha de ensayo: 2/10/2023

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
2 1/2"	63.500	100.00		Contenido Humedad (%)	9.3
2"	50.800	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)	
1 1/2"	38.100	100.00		Límite Líquido (LL)	26
1"	25.400	86.75		Límite Plástico (LP)	19
3/4"	19.050	82.10		Índice Plástico (IP)	7
1/2"	12.700	74.45		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)	
3/8"	9.530	69.37		Grava (%)	42.6
N° 4	4.750	57.40		Arena (%)	17.0
N° 10	2.000	57.26		Finos (%)	40.4
N° 20	0.850	51.28		CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
N° 40	0.430	46.94		Clasificación SUCS (ASTM D2487)	GC
N° 60	0.250	44.15		Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (0)
N° 100	0.150	42.12		Nombre del Grupo	
N° 200	0.075	40.39		Grava arcillosa con arena	

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 GC Grava arcillosa con arena

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:
- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
 - El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo inorgánico.
 - El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-PR-LAB-MS-009.01
	CORTE DIRECTO DE SUELO CONSOLIDADO DRENADO	Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021

TESIS	: "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima"		
AUTOR	: Flores Arriaga Bruss		
UBICACIÓN	: Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima		
Sondaje/Calicata	: C-1	Ensayado por:	Mirella Flores
Muestra	: M-1	Fecha de ensayo:	04/10/2023
Profundidad	: 1.80 - 3.00 m		

Características de la muestra:

Estado de la muestra:	Inalterada	
Velocidad de corte:	0.5	mm/min
Gravedad Específica:	2.65	

Descripción Visual de la muestra:

Le corresponde una clasificación global de GC. En tanto para el material pasante por el tamiz N° 04 le corresponde una clasificación SC.

ESPECIMEN 1

Altura Inicial:	23.9	mm
Lado de caja:	60.8	mm
Area Inicial:	29.1	cm ²
Densidad Seca:	1.909	gr/cm ³
Humedad Inic.:	8.6	%
Humedad Fin.:	18.8	%
Esf. Normal:	0.50	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.41	kg/cm ²

ESPECIMEN 2

Altura Inicial:	23.9	mm
Lado de caja:	60.8	mm
Area Inicial:	29.1	cm ²
Densidad Seca:	1.909	gr/cm ³
Humedad Inic.:	8.6	%
Humedad Fin.:	18.8	%
Esf. Normal:	1.01	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.76	kg/cm ²

ESPECIMEN 3

Altura Inicial:	23.9	mm
Lado de caja:	60.8	mm
Area Inicial:	29.1	cm ²
Densidad Seca:	1.898	gr/cm ³
Humedad Inic.:	9.3	%
Humedad Fin.:	5.9	%
Esf. Normal:	2.02	kg/cm ²
Esf. Corte:	1.36	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.21	0.52	0.41	0.15	0.19	0.41	0.14	0.09
0.82	0.27	0.69	0.82	0.25	0.31	0.82	0.30	0.19
1.23	0.28	0.70	1.23	0.29	0.37	1.23	0.39	0.24
1.64	0.31	0.77	1.64	0.36	0.45	1.64	0.51	0.31
2.47	0.34	0.84	2.47	0.44	0.54	2.47	0.66	0.41
3.29	0.35	0.86	3.29	0.48	0.59	3.29	0.74	0.45
4.11	0.36	0.87	4.11	0.53	0.65	4.11	0.86	0.52
4.93	0.37	0.89	4.93	0.56	0.67	4.93	0.90	0.54
5.75	0.38	0.92	5.75	0.58	0.69	5.75	0.93	0.56
6.58	0.40	0.95	6.58	0.61	0.72	6.58	0.98	0.58
7.40	0.41	0.96	7.40	0.63	0.74	7.40	1.02	0.60
8.22	0.40	0.94	8.22	0.65	0.76	8.22	1.08	0.62
9.04	0.41	0.95	9.04	0.67	0.77	9.04	1.11	0.64
9.86	0.41	0.94	9.86	0.68	0.77	9.86	1.13	0.64
10.69	0.41	0.94	10.69	0.69	0.78	10.69	1.16	0.65
11.51	0.40	0.91	11.51	0.71	0.79	11.51	1.20	0.67
12.33	0.39	0.87	12.33	0.71	0.79	12.33	1.23	0.68
13.15	0.40	0.87	13.15	0.73	0.80	13.15	1.25	0.69
13.97	0.38	0.83	13.97	0.74	0.80	13.97	1.30	0.71
14.80	0.39	0.84	14.80	0.76	0.81	14.80	1.33	0.72
15.62	0.35	0.75	15.62	0.75	0.80	15.62	1.36	0.73
16.44	0.35	0.73	16.44	0.75	0.79	16.44	1.36	0.72

OBSERVACIONES:

Muestra remoldeada al 90% de la máxima densidad seca del Proctor estándar
 Los tres especímenes de ensayo fueron remoldeados con suelo pasante el tamiz N°4 a densidad seca de 2.074 g/cm³
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO		Código	FOR-PR-LAB-MS-009.01
	CORTE DIRECTO DE SUELO CONSOLIDADO DRENADO		Revisión	2
			Aprobado	CC-MTL
			Fecha	18/06/2021

TESIS : "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima"
 AUTOR : Flores Arriaga Bruss
 UBICACIÓN : Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima

Sondaje/Calicata : C-1
 Muestra : M-1
 Profundidad : 1.80 - 3.00 m

Ensayado por: Mirella Flores
 Fecha de ensayo: 04/10/2023

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
 ASTM D3080

Velocidad de corte: 0.5 mm/min

PARÁMETROS DE ENSAYO DE CORTE DIRECTO

		Especimen 1	Especimen 2	Especimen 3
Esfuerzo Normal (σ_3)	kg/cm ²	0.50	1.01	2.02
Estado de falla	-	Esfuerzo cortante máxima	Esfuerzo cortante máxima	Esfuerzo cortante máxima
Esfuerzo cortante	kg/cm ²	0.415	0.756	1.361

GRÁFICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS RESISTENTES



PARÁMETROS RESISTENTES AL ESFUERZO CORTANTE

Cohesión	0.11	kg/cm ²
Ángulo de fricción	31.9	°

OBSERVACIONES:

Muestra remoldeada al 90% de la máxima densidad seca del Próctor estándar
 Los tres especímenes de ensayo fueron remoldeados con suelo pasante el tamiz N°4 al 95% del P.U. Húmedo de 2.074 g/cm³
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



CERTIFICADO DE LAS CAPACIDADES ADMISIBLES DEL SUELO



(01) 6782806 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima - Perú

Informes@mtlgeotecniasac.com
 www.mtlgeotecniasac.com



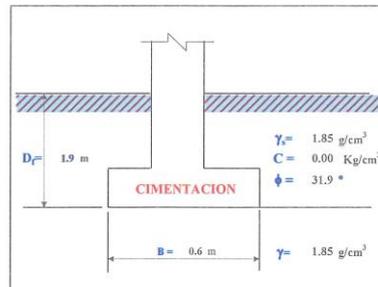
AUTOR : Flores Arriaga Bruss
 TESIS : "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima"
 UBICACIÓN : Pedregal Alto, San Antonio-Huachirí-Lima
 SONDEO : C1-M1

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

Tipo de Suelo para el diseño : FECHA : 5/10/2023
 GC GRAVA ARCILLOSA CON ARENA DF : 1.90 m (Profundidad)
 GM GRAVA LIMOSA CON ARENA Respecto al N.T.N.

CIMENTACIÓN CORRIDA

Cohesión $C = 0.00$ Kg/cm²
 Angulo de fricción $\phi = 31.90$ °
 Tipo de falla **B**
 Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación $\gamma_s = 1.85$ g/cm³
 Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación $\gamma = 1.85$ g/cm³
 Ancho de la cimentación $B = 0.60$ m
 Largo de la cimentación $L = 6.00$ m
 Profundidad de la cimentación $D_f = 1.90$ m
 Factor de seguridad $FS = 3.00$



Formulación de Terzaghi: $L/B > 10$ (Cimentaciones corridas)

$$q_{ult} = CN_c S_c + \gamma D_f N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Tipo de falla: **Corte general** (suelos densos)
Corte local (suelos sueltos como arenas poco densas, limos blandos, etc.)
A
B
 $C' = 0.00$
 $\phi' = 22.54$

$N_q = (N_q - 1) \cot \phi$ de carga: Vesic
 $N_q = 1g^2 (45 + \frac{L}{2}) e^{2.75 \phi}$
 $N_\gamma = 2(N_q + 1) \gamma g \phi$

Calculando los factores de capacidad de carga y forma:

Factores de capacidad de carga: $N_q = 8.260$, $N_c = 17.496$, $N_\gamma = 11.528$, $N_q/N_c = 0.47$, $\tan \phi = 0.62$
 Factores de forma: $S_q = 1$, $S_c = 1$, $S_\gamma = 1$

Tabla Resumen de Capacidad admisible o Portante:

En base a lo mostrado anteriormente:

Df (m)	Ancho (m)				
	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80
1.90	1.18	1.29	1.39	1.50	1.61
2.00	1.23	1.34	1.45	1.55	1.66
2.10	1.28	1.39	1.50	1.60	1.71
2.20	1.33	1.44	1.55	1.65	1.76
2.30	1.38	1.49	1.60	1.70	1.81
2.40	1.44	1.54	1.65	1.76	1.86
2.50	1.49	1.59	1.70	1.81	1.91

Reemplazando en la fórmula se tiene: $q_{ult} = 3.543$ Kg/cm²
 Finalmente:
 Capacidad última de carga $q_{ult} = 3.54$ Kg/cm²
 Con: $FS = 3.00$
 Se tiene finalmente:
 Capacidad admisible de carga $q_{adm} = 1.18$ Kg/cm²

MTL GEOTECNIA

[Signature]
 Cildc. García Guzmán
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 299/41



(01) 6782806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



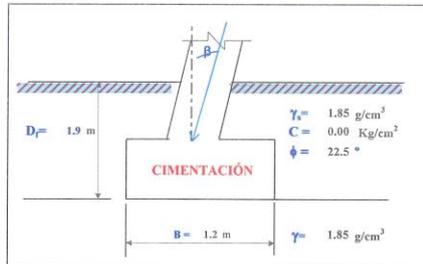
AUTOR : Flores Arriaga Bruss
TESIS : "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachochiri-Lima"
UBICACIÓN : Pedregal Alto, San Antonio-Huachochiri-Lima
SONDEO : C1-M1

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

Tipo de Suelo para el diseño : GC GRAVA ARCILLOSA CON ARENA FECHA : 5/10/2023
GM GRAVA LIMOSA CON ARENA DF : 1.90 m (Profundidad) Respecto al N.T.N.

CIMENTACIÓN CUADRADA

Table with soil parameters: Cohesión reducida (C=0.00), Angulo de fricción reducida (phi=22.54), Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación (gamma_s=1.85), etc.



q_u = cN_c S_c d_c i_c + q_s N_q S_q d_q i_q + 0.5 gamma B N_gamma S_gamma d_gamma i_gamma

Table for failure type: Corte general (suelos densos) - A, Corte local (suelos sueltos...) - B, with phi values.

Table for calculating capacity factors: Factors of capacity (Nc=17.496, Nq=8.260, Ngamma=7.685), Factors of form (Sc=1.472, Sq=1.415, Sgamma=0.600), etc.

Formulas for correction factors: Nc = (Ng - 1) cot phi, Nq = tg^2(45 + phi/2) e^2.97 phi, Ngamma = 2(Nq + 1)tg phi, etc.

Formulas for depth and inclination factors: d_c = 1 + 0.4 arctg(Df/B), d_q = 1 + 2(tg phi)^2 (1 - sen phi)^2 arctg(Df/B), etc.

Formulas for shape factors: i_s = i_gamma = (1 - beta/90)^2, i_gamma = (1 - beta/phi)^2, etc.

Final calculation steps: Reemplazando en la formula se tiene: Qu = 5.927 kg/cm2, Capacidad última de carga: qa = 5.93 Kg/cm2, Capacidad admisible de carga: qadm = 1.98 Kg/cm2

MTL GEOTECNIA

Signature and stamp: SIG. Carlos Guadalupe, INGENIERO CIVIL, CIP N° 299741



(01) 6782806 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima - Perú

informes@mtlgeotecniasac.com
www.mtlgeotecniasac.com



AUTOR : Flores Arriaga Bruss
TESIS : "Diseño de una vivienda multifamiliar de 4 pisos empleando ladrillo con adición de fibra de vidrio, Pedregal Alto, San Antonio-Huachochiri-Lima"
UBICACIÓN : Pedregal Alto, San Antonio-Huachochiri-Lima
SONDEO : C1-M1

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

Tipo de Suelo para el diseño : 5/10/2023
GC GRAVA ARCILLOSA CON ARENA DF : 1.90 m (Profundidad)
GM GRAVA LIMOSA CON ARENA Respecto al N.T.N.

CIMENTACIÓN CUADRADA

ASENTAMIENTO (Sf)

Cimentación Cuadrada

Presión por carga admisible qadm = 1.98 Kg/cm²
Relación de Poisson mu = 0.25
Módulo de Elasticidad Es = 8000 Kg/cm²
Asentamiento permisible Sf (max) = 2.54 cm
Ancho de la cimentación B = 1.2 m
Factor de forma If = 0.93 m/m
Asentamiento Sf = 0.003 m
Asentamiento Sf = 0.26 cm
Presión por carga qadm = 1.98 Kg/cm²
Presión de carga asumida por asentamiento qadm = 19.42 Kg/cm²

Table with 2 columns: Tipo de Suelo, Es (tonne/m²). Lists soil types like Arcilla Muy Blanda, Arcilla Blanda, etc., with corresponding Es values.

Fuente: Diseño de cimentaciones superficiales (Dr. Ing. Alva Hurtado)

Sf = (q * B * (1 - mu^2)) / Es * If

If = sqrt(L/B)

Sf = 0.26 cm OK!
Sf = 2.54 cm OK!

Finalmente la capacidad de carga: qadm = 1.98 Kg/cm²

Tabla Resumen de Capacidad admisible o Portante:

Table with columns: Df (m) and Ancho de zapata cuadrada (m) from 0.60 to 2.40. Shows capacity values for different depths and widths.

Tabla Resumen Asentamientos máximos elásticos:

Table with columns: Df (m) and Ancho de zapata cuadrada (m) from 0.60 to 2.40. Shows maximum elastic settlement values.

MTL GEOTECNIA logo and signature of the engineer, with text: Oficina: Ca. Ciudad Quetzal, INGENIERO CIVIL, CIP N° 299741



MODELAMIENTO DE LA VIVIENDA EN ETABS

