



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación de vulnerabilidad sísmica para las viviendas autoconstruidas y propuesta de reforzamiento con fibra de carbono, Nuevo Ilo, Moquegua, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Salazar Calcina, Andrea Karolyna (ORCID: [0000-0002-7435-2602](https://orcid.org/0000-0002-7435-2602))

ASESOR:

Mg. Huaroto Casquillas Enrique Eduardo (ORCID: [0000-0002-8757-6621](https://orcid.org/0000-0002-8757-6621))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios por regalarme la oportunidad de poder cumplir una de mis metas anheladas en el ámbito profesional. A mis padres Nora y Alberto por su inmenso amor, siendo los pilares de mi vida que me guiaron y me alentaron en este camino de retos venciendo obstáculos. A mis hermanos por su cariño y apoyo constante.

Agradecimiento

Agradezco a todas las personas como familiares, amistades y compañeros de trabajo que en algún momento me brindaron sus palabras de aliento, tiempo y apoyo para poder alcanzar la meta. A Miguel aquel compañero de universidad que durante el tiempo se convirtió en el mejor amigo de vida, brindándome su confianza y apoyo incondicional hasta el final.

Al asesor Mgr. Enrique Huaroto por ser el guía y fortalecedor de la presente investigación, finalmente a la Universidad César Vallejo por brindar la oportunidad de obtener el título profesional.

Índice de contenidos

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice de contenidos	iii
Índice de tablas	iv
Índice de figuras	vi
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	18
3.1. Tipo y diseño de investigación	18
3.2. Variables y operacionalización	19
3.3. Población, muestra y muestreo	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5. Procedimientos	25
3.6. Método de análisis de datos	35
3.7. Aspectos éticos	49
IV. RESULTADOS	50
V. DISCUSIÓN	74
VI. CONCLUSIONES	78
VII. RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS	80
ANEXOS	84

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	20
Tabla 2 Rangos y magnitud de aceptación de la evaluación	24
Tabla 3 Validez de expertos.....	25
Tabla 4. Clasificación de suelo.....	33
Tabla 5 Densidad de muros dirección X.....	50
Tabla 6 Densidad de muros dirección Y.....	51
Tabla 7 Estabilidad de muros dirección X	52
Tabla 8 Estabilidad de muros dirección Y	53
Tabla 9 Estabilidad de muros dirección y	54
Tabla 10 Estabilidad de muros dirección y.....	55
Tabla 11 Densidad de muros dirección x	56
Tabla 12 Densidad de muros dirección Y.....	56
Tabla 13 Estabilidad de muros dirección x.....	57
Tabla 14 Estabilidad de muros dirección Y	58
Tabla 15 Estabilidad de muros dirección y.....	58
Tabla 16 Estabilidad de muros dirección y.....	59
Tabla 17 Derivas de entrepiso vivienda 2 dirección X.....	60
Tabla 18 Derivas de entrepiso vivienda 2 dirección Y	61
Tabla 19 Derivas de entrepiso reforzado vivienda 2 dirección X.....	62
Tabla 20 Control de fisuración de los muros en el primer piso sin CFRP	63
Tabla 21 Control de fisuración de los muros en el primer piso con CFRP	64
Tabla 22 Resistencia al corte de la vivienda dirección X sin CFRP	66
Tabla 23 Resistencia al corte de la vivienda dirección X con CFRP	66
Tabla 24 Resistencia al corte de la vivienda dirección Y.....	66
Tabla 25 Correlación vulnerabilidad sísmica vivienda 1	68

Tabla 26 Correlación vulnerabilidad sísmica vivienda 2	69
Tabla 27 Correlación rigidez lateral de la mampostería con CFRP	70
Tabla 28 Correlación resistencia sísmica de la mampostería con CFRP	72
Tabla 29 Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson	73

Índice de figuras

Figura 1 Licencias para construcción de viviendas unifamiliares	1
Figura 2 Conformación de un muro de albañilería	10
Figura 3 Clase de unidad de albañilería	10
Figura 4 Vaciado de losa aligerada en vivienda informal	11
Figura 5 Reforzamiento con láminas de CFRP	13
Figura 6 Preparación de superficie de muro.....	14
Figura 7 Corte de la fibra de carbono.....	15
Figura 8 Preparación de la resina epóxica	15
Figura 9 Aplicación de la resina epóxica	16
Figura 10 Colocación de fibra de carbono.....	16
Figura 11 Diseño transeccional descriptivo	19
Figura 12 Viviendas ubicadas en el Asentamiento Humano Nuevo Ilo	21
Figura 13 Flujograma de procedimiento	26
Figura 14 Zona de AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo.....	27
Figura 15 Viviendas de Albañilería Confinada.....	27
Figura 16 Curvas de zona de estudio.....	28
Figura 17 Pendiente de zona de estudio	28
Figura 18 Ubicación de calicata Nuevo Ilo	29
Figura 19 Marcación de la calicata Cn-01	29
Figura 20 Calicata Cn-01	30
Figura 21 Unidades de albañilería en zona de estudio	30
Figura 22 Ladrillo macizo de concretode estudio	31
Figura 23 Muretes para ensayo diagonal de albañilería.....	31
Figura 24 Pila para ensayo axial de albañilería.....	32
Figura 25 Muestras para la clasificación de suelo.....	33

Figura 26 Capacidad portante de la zona de estudio	34
Figura 27 Ensayo de compresión diagonal	34
Figura 28 Ensayo de compresión axial	35
Figura 29 Antecedentes de la vivienda encuestada	36
Figura 30 Datos técnicos de la vivienda encuestada	36
Figura 31 Esquema de la vivienda encuestada.....	37
Figura 32 Observaciones y comentarios de la vivienda encuestada.....	38
Figura 33 Fotografías de la vivienda encuestada.....	38
Figura 34 Antecedentes generales de la vivienda.....	39
Figura 35 Aspectos técnicos de la vivienda analizada	40
Figura 36 Análisis por sismo de la vivienda	40
Figura 37 Valores del coeficiente sísmico	42
Figura 38 Coeficiente de momentos.....	43
Figura 39 Estabilidad de muros al volteo	44
Figura 40 Vulnerabilidad estructural y no estructural	45
Figura 41 Combinaciones para la vulnerabilidad sísmica	45
Figura 42 Modelamiento casa 01	46
Figura 43 Modelamiento casa 02	47
Figura 44 Etiquetas de muros casa 01	47
Figura 45 Etiquetas de muros casa 02.....	48
Figura 46 Revisión de la densidad de muros	52
Figura 47 Combinaciones para la vulnerabilidad sísmica	55
Figura 48 Revisión de la densidad de muros	57
Figura 49 Combinaciones para la vulnerabilidad sísmica	59
Figura 50 Derivas inelásticas de la albañilería dirección X	60
Figura 51 Derivas inelásticas de la albañilería dirección Y	61

Figura 52 Derivas inelásticas de la albañilería con CFRP dirección X	62
Figura 53 Fuerzas cortantes excesivas en muros del primer nivel	65
Figura 54 Diagrama de dispersión vulnerabilidad vivienda 1	68
Figura 55 Diagrama de dispersión vulnerabilidad vivienda 2	69
Figura 56 Diagrama de dispersión rigidez lateral.	71
Figura 57 Diagrama de dispersión resistencia sísmica.	72

Resumen

En la presente investigación la problemática identificada respecto a la construcción de viviendas de mampostería con sus altos índices de informalidad conllevando a una vulnerabilidad sísmica y la necesidad de una propuesta de reforzamiento no convencional por lo cual se tiene como **objetivo** principal evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica para las viviendas autoconstruidas y proponer el reforzamiento con fibra de carbono, AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, considerando la **metodología** de recopilación de información mediante las fichas técnicas propuestas por Mosqueira y Tarque previo a ello se fortaleció los datos con ensayos en campo respecto al estudio tipo de suelo y ensayo a compresión de la albañilería desconocida para determinar el grado de vulnerabilidad sísmica.

Se procedió al análisis estructural en el programa ETABS donde los **resultados** como la deriva de entrepiso se obtuvo 0.014 en dirección X del muro de albañilería de la vivienda número dos estando fuera de los límites permisibles del RNE-E.030 y la insuficiente resistencia cortante generó fisuramiento.

Se obtiene como **conclusión** una vulnerabilidad media y baja en las viviendas analizadas según la zona de estudio por lo cual se procedió al reforzamiento con fibra de carbono bajo la guía ACI 440.7r-10, aportando 25% de su rigidez lateral y 50% de su resistencia sísmica en los muros de albañilería confinada.

Palabras claves: Vulnerabilidad, vivienda autoconstruida, fibra de carbono.

Abstract

In this research the problem identified regarding the construction of masonry houses with its high rates of informality leading to a seismic vulnerability and the need for a proposal for unconventional reinforcement for which it is main objective to evaluate the degree of seismic vulnerability for self-built homes and propose reinforcement with carbon fiber, AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, considering the methodology of information collection through the technical sheets proposed by Mosqueira and Tarque prior to this, the data were strengthened with field trials regarding the soil type study and compression test of the unknown masonry to determine the degree of seismic vulnerability.

We proceeded to the structural analysis in the ETABS program where the results such as the mezzanine drift was obtained 0.014 in the X direction of the masonry wall of the house number two being outside the permissible limits of the RNE-E.030 and the insufficient shear resistance generated cracking.

It is obtained as a conclusion a medium and low vulnerability in the houses analyzed according to the study area for which we proceeded to the reinforcement with carbon fiber under the guidance ACI 440.7r-10, providing 25% of its lateral rigidity and 50% of its seismic resistance in the walls of confined masonry.

Keywords: Vulnerability, self-built housing, carbon fiber

I. INTRODUCCIÓN

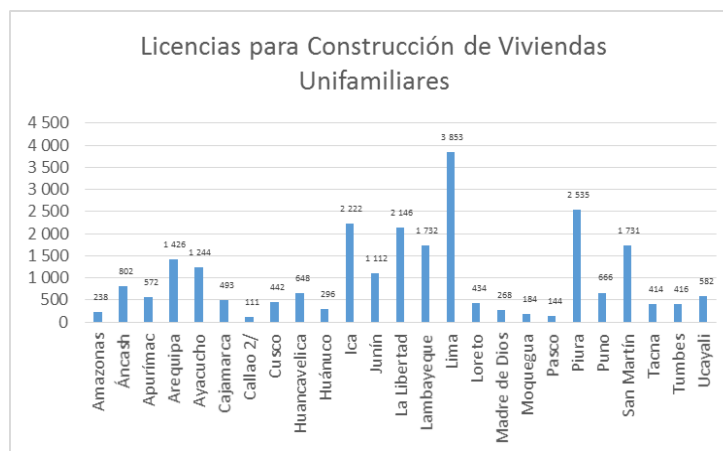
Se estima que en América Latina, el 60% de la población, habita en zonas de riesgo, donde abundan las viviendas de mampostería precarias siendo en su mayoría autoconstruidas sin contemplar criterios reglamentarios (Crisafulli, Lafuente, & Genatios, 2016). Esta práctica se va acrecentando debido a la inexistencia del apoyo técnico o especializado de ingeniería. Conllevando con esto a una posterior situación de vulnerabilidad sísmica en este tipo de edificaciones (Villavicencio, 2019).

En Perú, según CAPECO, el 80% de las viviendas son informales, asimismo de acuerdo con el CISMID, en aquellas regiones circundantes del núcleo urbano se alcanza un 90% de informalidad. La autoconstrucción indiscriminada con unidades de albañilería de arcilla se realiza sin respetar las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente, teniéndose como indicador que el uso de materiales de construcción como adobe o unidades de albañilería constituyan el 60% de estas edificaciones, sin respaldo adecuado (Villavicencio, 2019).

La Región Moquegua no escapa a esta realidad, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018), dio a conocer cifras respecto a las licencias de construcción en viviendas unifamiliares, donde se muestra que se tuvo una cantidad reducida respecto a la formalidad de viviendas (ver figura 1).

Figura 1

Licencias para construcción de viviendas unifamiliares



Nota. Adaptado de Licencias para construcción de viviendas unifamiliares, por INEI, 2018.

Aquellas viviendas de albañilería confinada ubicadas en la región Moquegua se encuentran en la zona sísmica 04 de acuerdo con la Norma Técnica E-030, fueron edificadas informalmente con dilemas estructurales y por consecuencia un alto grado de vulnerabilidad (Flores, 2015).

Se vienen aplicando en la práctica algunas alternativas de reforzamiento como por ejemplo el refuerzo estructural con fibras sintéticas y resina en superficies de los elementos estructurales, para la reducción de las deficiencias existentes, utilizando la normativa del ACI 440, guía 440.7R-10 (Arias y López, 2018). Asimismo, la técnica de reforzamiento más usual es el encamisado en concreto reforzado, incrementando la sección del elemento estructural, con fines de solución a los errores estructurales, sin embargo produce vacíos en su implementación (Nina, 2018). Teniendo en cuenta que la técnica de refuerzo con fibra de carbono no sólo se ha aplicado en elementos arriostrados de concreto armado para edificaciones con albañilería confinada sino también en muros de albañilería, lo cual es propósito de este estudio.

Por lo que se plantea el **Problema General** de la presente investigación: ¿Cuál será el grado de la vulnerabilidad sísmica para las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo y cómo será la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono? y los **problemas específicos: la primera** ¿Existe alguna metodología para evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021?; **la segunda** ¿Se verá incrementada la rigidez lateral mediante la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021? Y **la tercera** ¿Se verá incrementada la resistencia sísmica mediante la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021?

Para la presente investigación se propuso validar la siguiente **Hipótesis General**: El grado de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, es significativo por tanto la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono resulta eficiente y las **hipótesis específicas, la primera**: Mediante la metodología de Mosqueira y Tarque resulta óptimo la evaluación de la

vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua-2021, **la segunda:** Aplicando la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono se demuestra el incremento significativo de la rigidez lateral en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021 y **la tercera:** Aplicando la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono se demuestra el incremento significativo de la resistencia sísmica en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.

Para la justificación de investigación se tuvo, **Justificación teórica:** El presente estudio está justificado bajo la metodología de Mosqueira y Tarque para el dictamen del grado de vulnerabilidad sísmica y propuesta en el ámbito del reforzamiento estructural del uso de fibras de carbono en viviendas autoconstruidas con albañilería confinada. **Justificación práctica:** Verificación de la vivienda autoconstruida con albañilería confinada hallando la vulnerabilidad sísmica mediante la aplicación de fichas técnicas de Mosqueira y Tarque considerando la realización de 01 calicata en la zona de estudio y prueba de compresión del componente de albañilería de concreto y mediante la utilización de fibra de carbono con guía del ACI 440.7R-10 se pretende brindar un reforzamiento estructural adecuado. **Justificación metodológica:** El presente estudio se justifica porque mediante las fichas de evaluación de la vulnerabilidad sísmica bajo la metodología de Mosqueira y Tarque, con ayuda de ensayos de laboratorio de suelo y albañilería y con la utilización de la guía del ACI 440.7R-10 las cuales brindan los instrumentos necesarios para el planteamiento de reforzamiento estructural en muros de albañilería confinada para las viviendas autoconstruidas.

Como limitantes de investigación tenemos que debido al contexto actual que vivimos en nuestro país por el acaecimiento de la COVID-19, la población será no probabilística y la muestra a ser evaluada será a conveniencia, no se considerará ensayos destructivos respecto a la albañilería y no se pretende realizar un prototipo a escala reducida de la fibra de carbono sólo conocer las propiedades estructurales que brinda al momento de reforzar los muros de albañilería confinada.

Objetivo general: Evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica para las viviendas autoconstruidas y proponer el reforzamiento con fibra de carbono, AA.HH. Promuvi

IV Nuevo Ilo. Y como parte de la investigación, los siguientes **objetivos específicos**:

- **OE1:** Evaluar el grado de la vulnerabilidad sísmica bajo la metodología de Mosqueira y Tarque en las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.
- **OE2:** Demostrar el incremento de la rigidez lateral a través de la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.
- **OE3:** Demostrar el incremento de la resistencia sísmica a través de la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes nacionales** tenemos a Juárez (2019) en su tesis titulada ***“Evaluación del riesgo sísmico y propuesta de reforzamiento estructural en viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en el AA.HH. Villa Mercedes del distrito de Chaclacayo, Lima-2019”***, para nombrarse el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo asumió el **objetivo** determinar el riesgo sísmico y tipología del refuerzo estructural para las viviendas mediante la **metodología** de recolección de datos con fichas técnicas aplicando el estudio de Mosqueira Miguel (2005) para su posterior análisis y propuesta de reforzamiento. Obteniendo como **resultados** un 40% de nivel de riesgo medio y 60% de riesgo alto a través del modelamiento estructural se obtuvo que el 67% tiene irregularidad torsional, 47% irregularidad de piso blando y 60% de irregularidad de masa adicional incumplimiento el desplazamiento máximo permisible. **Concluyen** que presenta un alto riesgo sísmico en el AA.HH. Villa Mercedes y la propuesta mediante reforzamiento con muros portantes para soportar las cargas estructurales.

Luego se tiene a Paredes y Ccahuana (2018) en su tesis ***“Reforzamiento estructural para mejorar el comportamiento sismorresistente de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada, Lima-2018”***, para nombrarse el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo indicó su **objetivo** el

análisis estructural respecto al comportamiento de la vivienda con sistema de albañilería confinada y el reforzamiento necesario a la estructura, como **metodología** el uso de programas como el software ETABS considerando las normativas sismo resistentes del RNE. Obtuvieron como **resultado** el desplazamiento lateral mayor a 0,005 siendo este parámetro el máximo permisible para albañilería confinada según normativa E-030 por tanto se generó distorsión e inestabilidad a la vivienda. La **conclusión** brindada por los autores indica que la aplicación del reforzamiento con muros de corte como mejor opción de mejoramiento a la estructura añadiendo rigidez y reduciendo desplazamientos laterales.

Como también a Ticono, Colonia, y Ticono (2017) en su artículo científico titulado “***Determinación de la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de la zona urbana del distrito de Jangas, aplicando el sistema de información geográfica***” publicado en Aporte Santiaguino, tuvieron a modo de **objetivo** el diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica en viviendas del distrito de Janjas ubicado en la zona sísmica 03 mediante la metodología de índice de vulnerabilidad a través de once parámetros, obteniendo como **resultados** que el 4.5% de las viviendas son de muy alta vulnerabilidad mientras que el 34,9% con alta vulnerabilidad, el 39,0% vulnerabilidad media y 21,6% presenta baja vulnerabilidad donde las deficiencias de los factores constructivos se muestran durante un movimiento sísmico. **Finalmente concluyeron** que las viviendas con alto índice de vulnerabilidad son a razón de ausencia y necesidad de orientación técnica profesional en el rubro de construcción.

Como **antecedentes internacionales** tenemos a Farah y Mohammed (2020) en su paper “***Rapid Seismic Vulnerability Assessment of Buildings in the Old Algiers***” publicado por University M'Hamed Bougara, tuvieron como **objetivo** evaluar la vulnerabilidad sísmica en casas vulnerables con mampostería de piedra, mediante la **metodología** de inspección visual (índice de vulnerabilidad) a la muestra de estudio evaluando daños físicos. Como parte de los **resultados** se resaltó que las edificaciones con clase “A” (albañilería con piedra de escombros y adobe) son altamente vulnerables obteniendo un 56% de la muestra seleccionada.

Concluyeron que las viviendas de la zona son vulnerables siendo frágil ante un evento sísmico y los resultados se correlacionan en base al proceso constructivo.

Seguidamente a Arias y López (2018) en su tesis *“Análisis comparativo de muros de mampostería reforzada con y sin fibra de carbono”*, para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción en el Instituto Tecnológico de Costa Rica sostuvo como **objetivo** el comportamiento de unidades de mampostería de concreto utilizando la **metodología** de refuerzo con láminas de fibra de carbono siendo experimental y analítico donde se determinó la resistencia sísmica y el desplazamiento máximo del elemento mediante ensayos y el uso de un software llamado Sika CarboDur. Los **resultados** representaron un crecimiento de 55% la resistencia del muro fortalecido con fibra de carbono y su desplazamiento redujo en un 39% y 34% aproximadamente. Los investigadores llegaron a la **conclusión** que el mejoramiento de sus características mecánicas de los muros de albañilería mediante la aplicación de reforzamiento con FRP (siglas en inglés de Fiber Reinforced Polymer) resultaron excelentes.

Finalmente se tiene a Vega y Torres (2018) en su artículo científico *“External strengthening of unreinforced masonry walls with polymers reinforced with carbon fiber”* publicado por la revista Ingeniería e Investigación de la Universidad Nacional de Colombia, sostuvo como **objetivo** evaluar la respuesta estructural de muros de mampostería confinada ante esfuerzos laterales mediante reforzamiento con CFRP, como base de su **metodología** en su investigación se desarrolló mediante ensayos de muros con diferentes muestras de albañilería, como **resultados** mediante el reforzamiento con fibra de carbono los desplazamientos poseen un comportamiento estructural elástico hasta una distorsión de entrepiso de 0.5% aproximadamente, en adelante conservan un comportamiento estructural inelástico alcanzando una distorsión de entrepiso máxima de 1.3% y 2.0%, y respecto a la rigidez es recomendable el reforzamiento en grilla. En **conclusión**, la fibra de carbono disminuye la falla frágil en los muros de albañilería evitando fisuras de gran impacto.

Dentro de las bases teóricas que están en función a las variables de la presente investigación se registran las siguientes:

Variable 1: Vulnerabilidad Sísmica

Es la estimación respecto al nivel de pérdida y daño ante la posible ocurrencia de eventos sísmicos (Parillo, 2016).

La vulnerabilidad sísmica demanda una previa evaluación para la recolección real de datos, evitando una inseguridad estructural de la edificación ante movimientos sísmicos (García y Degrande, 2017), además se considera, la vulnerabilidad estructural (elementos que transmiten fuerzas mediante cargas) y la vulnerabilidad no estructural (elementos arquitectónicos, equipos y mobiliarios) para la estimación de la vulnerabilidad sísmica (Gonzáles, 2017), con ello las edificaciones vulnerables que se construyeron sin conocimiento previo respecto a la sismicidad de su zona corren peligro (Croce, Landi y Formichi, 2019).

El grado de vulnerabilidad de una zona altamente sísmica es primordial, para conocimiento social e implementación del plan de prevención ante eventos sísmicos y disminución de daños ocasionados posteriormente (Vargas, Arroyo y Vizconde, 2018), también la vulnerabilidad no estructural se apoya en el método de observación como parte de la recolección de datos mediante fichas validadas, siendo guía para análisis del estudio (Lovón y Tapia, 2017).

Métodos de evaluación de vulnerabilidad

Actualmente existen diferentes tipos de evaluación de vulnerabilidad sísmica para diversas estructuras existentes, se califican de manera general en cuantitativos y cualitativos (Gonzáles, 2017).

Método cualitativo

Se utilizan diferentes características en general de la edificación para evaluarla, siendo relacionadas a índices globales en base a experiencias de edificaciones existentes, permitiendo la identificación del riesgo sísmico en términos generales (Gonzáles, 2017).

Pr ejemplo: Método del Ministerio de Construcción de Japón (Hirosawa), Método ATC-21 (Método de verificación por filtro de peligros sísmicos), procedimiento del índice de vulnerabilidad, procedimiento de la AIS (Gonzáles, 2017).

Método cuantitativo

Se basa en operaciones de análisis y diseño sismorresistente teniendo como recomendación por las normas actuales; profundizando hacia las soluciones obtenidas utilizando metodologías cualitativas. Se toma en cuenta las características del material como concreto o mampostería que componen la edificación y características del suelo en la zona a evaluar adicional a ello planos estructurales (Gonzáles, 2017)

Por ejemplo: Método de evaluación de la energía, método NSR-98 (Norma Colombiana), FEMA-178, ATC-14, FEMA 273 (Gonzáles, 2017).

Densidad de muros

Según el Ministerio de vivienda, RNE, (2016), Norma E-0.70 en el art. 19.2, indica que en las direcciones “X” e “Y” de los muros se obtienen por medio de: “Área de corte de los muros reforzados / Área de planta característica”

Mano de obra y materiales

La mano de obra esta determina como “buena”, “regular” o “mala”, determinado por los espesores de las juntas que poseen los muros siendo lo correcto entre 1 a 1.5 cm, considerando el estado del encofrado, la distribución del acero y la intervención de las instalaciones eléctricas o sanitarias. Es importante considerar la eficacia de los materiales como las unidades de albañilería, cemento, acero entre otros bajo la certificación del material y/o ensayos de granulometría del agregado (Huashua y Sánchez, 2017).

Tabiquería y parapetos

Los elementos no estructurales sin carga vertical como tabiques y parapetos, se realiza un análisis mediante la comparación de datos como momento resistido por la mampostería (M_r) y momento actuante (M_a) debido al sismo (Valverde, 2017).

Sismicidad

Según Juárez (2019), la sismicidad describe la actividad sísmica en una zona de un determinado tiempo registrando los daños ocasionados.

Riesgo sísmico

Se le considera a la pérdida económica y social ante un inesperado evento sísmico, la vulnerabilidad de elementos estructurales en cierta zona y tramo de tiempo, siendo la suma del peligro y vulnerabilidad sísmica (Chura, 2019).

Peligro Sísmico

Es aquella posibilidad de que ocurra un evento sísmico en algún delimitado espacio y día (Chura, 2019).

Suelo

(Ministerio de vivienda, Norma Técnica E.030, 2016), considera la muestra de perfil de suelo acorde las localidades y haciendo uso del valor de factor de ampliación (S) como roca dura (S_0), suelo muy rígido (S_1), suelo intermedio (S_2), suelo blando (S_3) y condiciones excepcionales (S_4).

Ensayo de Suelos

Corte Directo: En base a la normativa ASTM D3080 se realiza el ensayo en campo, consiste en colocar la muestra del ensayo junto al equipo aplicando un esfuerzo predeterminado para obtener los datos de cohesión y ángulo de fricción (Chillihuani, 2017).

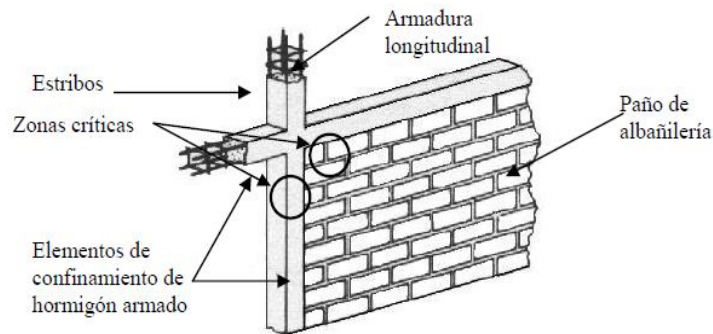
Análisis Granulométrico por tamizado: En base a la normativa ASTM D422 se realiza el ensayo in situ o en laboratorio, determina de manera cuantitativa la distribución de tamaño de las partículas de la muestra desde 75 μm (Chillihuani, 2017).

Albañilería confinada

Para la estabilidad de un muro de albañilería depende del tipo de unidad de albañilería, dimensiones y cuantía de acero para reforzamiento de los elementos verticales y horizontales de confinamiento, para resistir los esfuerzos de flexión y cortante que originan las cargas perpendiculares del muro (véase figura 2) (Astroza y Schmidt, 2004).

Figura 2

Conformación de un muro de albañilería



Nota. La figura da a conocer la conformación de muro de albañilería. Adaptado de *Capacidad de Muros de Albañilería Confinada para distintos niveles de diseño*, por Astroza y Schmidt, 2004.

Unidades de Albañilería

Según RNE-E070, son elementos como ladrillos y/o bloques compuestos de material de arcilla, concreto o cal, según su forma como hueca, alveolar o tubular. Para la clasificación en base a la norma de construcción E.070 de albañilería, nos referimos a la figura 3, en base a su clasificación para respaldo estructural (Cruzado, 2018).

Figura 3

Clase de unidad de albañilería

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Nota. Clases de unidades de albañilería, por Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016.

Ensayo de Albañilería

Ensayo a compresión diagonal: El ensayo es según procedimiento de la NTP 399.621 y ASTM E 519-00, obteniendo la resistencia a compresión diagonal (corte) es a través de muretes de albañilería con un mínimo tamaño de 60 cm x 60 cm

aplicando una carga en dirección a la diagonal generando una falla por tracción (Arbildo y Rojas, 2017).

Ensayo a compresión axial: El ensayo es según procedimiento de acuerdo con el RNE E-070 capítulo 05 y la norma técnica peruana NTP 399.605, se realiza mediante pilas de albañilería obteniéndose la resistencia a la compresión ($f'm$) con una relación entre altura y espesor de la muestra (Arbildo y Rojas, 2017).

Vivienda autoconstruida

Durante el transcurso del tiempo, las personas en plazos cortos adquieren una vivienda propia en zonas invadidas sin conocimiento previo de normativas por lo cual va presentado fallas en los componentes estructurales arquitectónicos mientras es desarrollada la construcción, conllevando a una vulnerabilidad de la vivienda durante un movimiento sísmico (Arevalo, 2020). Según figura 4, nos representa un claro ejemplo respecto al procedimiento constructivo del vaciado de una losa aligerada sin ningún tipo de supervisión y sólo la aplicación de conocimientos empíricos sin asegurar la integridad de la vivienda ante un sismo.

Figura 4

Vaciado de losa aligerada en vivienda informal



Nota. La figura representa el vaciado de una losa aligerada de manera autoconstruida, realizado por mano de obra no calificada.

Metodología propuesta por Mosquera y Tarque

En base al fundamento de Kuroiwa (2002) para el análisis de la edificación con albañilería confinada propuesta por Mosqueira y Tarque, permite anunciar cuál será el comportamiento original ante un movimiento sísmico, obteniendo un cálculo respecto a la vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico para luego obtener como resultado bueno, regular o mala (González, 2017).

Variable 2: Reforzamiento con fibra de carbono

El polímero reforzado con fibra de carbono (CFRP) viene a ser un elemento compuesto cuyos filamentos fibrosos tienen una dimensión de 5-10 micras (μm) de diámetro, su característica principal, resistente a otros materiales, ligero y resistente a temperaturas altas (Alegre, 2017). Ante agrietamiento de la albañilería se utiliza como reforzamiento bandas de fibra de carbono ligados al área del muro reduciendo aquellos defectos de las fisuras suscitadas (Corradi, Castori, Sisti, Borri, y Luca, 2019).

Rigidez lateral

Ante deformaciones elásticas generadas por elementos estructurales se mide cualitativamente la resistencia, ante cargas se considera coeficientes de rigidez mediante la fuerza aplicada entre el desplazamiento obtenido mediante la aplicación de la fuerza (Juárez, 2019). Como parte de la evaluación el análisis estructural está bajo el cumplimiento de la rigidez lateral y resistencia sísmica conllevando a una respuesta fuerza-desplazamiento, lo cual son bases de datos para el reforzamiento estructural (Naveed y Qaisar, 2017).

Resistencia sísmica

Según (Ministerio de vivienda, Norma Técnica E.070, 2016) para el control de los muros de albañilería es necesario el control de las fisuras (art. 26.2) y el esfuerzo al corte (art. 26.4) para el aporte de resistencia a la edificación.

Reforzamiento basado al ACI 440.7r-10

ACI 440.7r-10 (Guide for the Design and Construction of Externally Bonded Fiber-Reinforced Polymer Systems for Strengthening Unreinforced Masonry Structures), normativa usada para reforzar el sistema de albañilería con ladrillos de material

arcilla, concreto y piedras naturales con bandas de fibra de carbono adherido al lado externo del muro para incrementar su resistencia. Existen diferentes modos de falla en el muro de albañilería sin reforzamiento las cuales se reconoce tres fallas: desplazamiento de la junta, tensión diagonal y aplastamiento en la base (Arias y López, 2018).

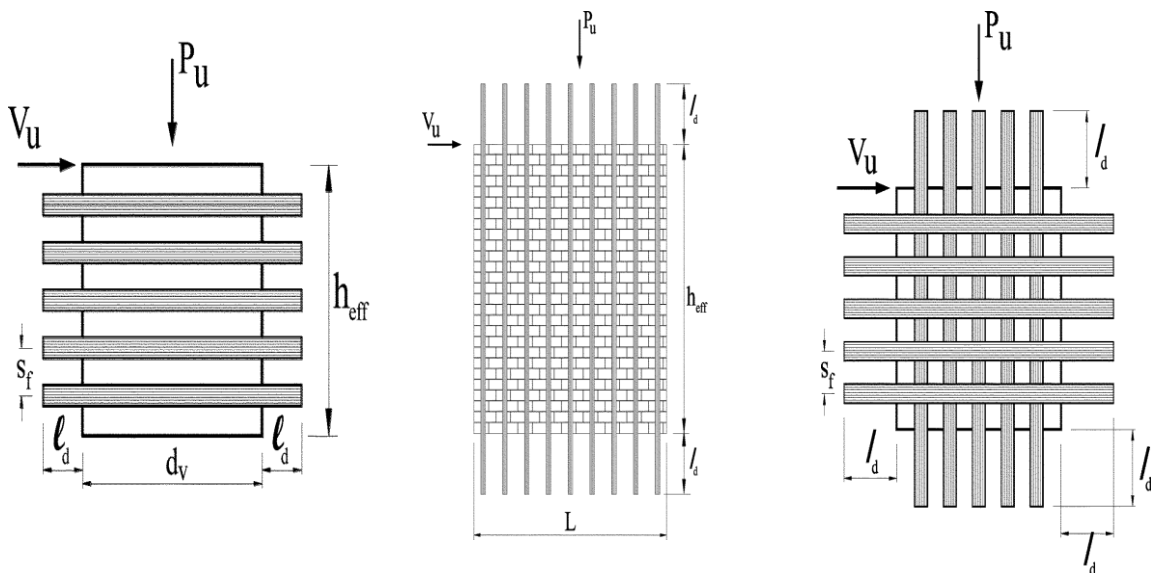
Resistencia nominal a cortante: Los muros reforzados *con CFRP* tiene como objetivo que la resistencia lateral nominal del muro sea mayor a la fuerza cortante ($\phi V_n \geq V_u$).

Resistencia nominal a flexión: Como objetivo examinar el momento nominal a flexión del muro reforzado sea mayor al momento demandado del muro sin refuerzo ($\phi M_n \geq M_u$).

Resistencia nominal por cortante y flexión: Cuando el reforzamiento se da por cortante y flexión, la resistencia lateral nominal del muro reforzado es el menor valor de la resistencia que corresponde a la falla.

Figura 5

Reforzamiento con láminas de CFRP



Nota. La figura da a conocer las diferentes formas de reforzamiento con polímeros de fibra de carbono. Adaptado de *Guía para el diseño y la construcción de sistemas de polímeros reforzados con fibra adheridos externamente para el fortalecimiento de estructuras de mampostería no reforzadas (ACI 440.7r-10)*, por Arias y López, 2018.

Procedimiento constructivo de la aplicación de CFRP

Paso 01: Preparación de la superficie

Previo al uso de la fibra de carbono se realiza el pulido en la zona a reforzar, utilizando esmeril y disco de copa para evitar el fenómeno de delaminación entre la superficie del muro de albañilería y el material de reforzamiento (véase figura 6) (Arias y López, 2018).

Figura 6

Preparación de superficie de muro



Nota. La figura da a conocer la preparación del muro de albañilería antes de la aplicación de la fibra de carbono. Adaptado de *Análisis comparativo de muros de mampostería reforzada con y sin fibra de carbono*, por Arias y López, 2018.

Paso 02: Preparación de la Resina Epóxica

Se debe preparar el material de la fibra de carbono sobre una superficie limpia para evitar la contaminación de polvo donde serán cortadas según las longitudes adecuadas y calculadas, luego preparar la resina epóxica (Sikadur-301) según ficha técnica compuesto por dos componentes A y B para impregnar las bandas de la fibra de carbono (Sika wrap) en la mampostería siendo el puente de adherencia para el reforzamiento estructural (véase figura 7 y 8) (Vega , 2015).

Figura 7

Corte de la fibra de carbono



Nota. La figura muestra la forma en cómo se corta el material de la fibra de carbono antes de ser aplicada. Adaptado de *Comportamiento dinámico de muros de mampostería no estructural reforzados mediante polímeros reforzados con fibra de carbono, CFRP* por Vega, 2015.

Figura 8

Preparación de la resina epóxica



Nota. La figura da a conocer la preparación de la resina epóxica compuesta por A y B con un mezclador mecánico de baja revoluciones durante cinco minutos. Adaptado de *Análisis comparativo de muros de mampostería reforzada con y sin fibra de carbono*, por Arias y López, 2018.

Paso 03: Aplicación de la Resina Epóxica

Una vez con la resina preparada se aplica con una brocha toda la superficie del elemento a reforzar, para ello las bandas de fibra de carbono deben estar cubiertas completamente con la resina antes de ser aplicadas (véase figura 9) (Arias y López, 2018).

Figura 9

Aplicación de la resina epóxica



Nota. La figura da a conocer la aplicación de la resina epóxica en el material de la fibra de carbono. Adaptado de *Análisis comparativo de muros de mampostería reforzada con y sin fibra de carbono*, por Arias y López, 2018.

Paso 04: Colocación de la fibra de carbono

Se agrega en mayor proporción de adhesivo sobre la zona de aplicación para evitar la absorción y asegurar la impregnación del material en la superficie de la mampostería, posterior a ello con la ayuda de una espátula de plástico y/o brocha se tensa la banda de fibra de carbono quedando perfectamente impregnada y evitando burbujas de aire durante su aplicación (véase figura 10) (Vega, 2015).

Figura 10

Colocación de fibra de carbono



Nota. La figura muestra la colocación de fibra de carbono en el muro de mampostería. Adaptado de *Comportamiento dinámico de muros de mampostería no estructural reforzados mediante polímeros reforzados con fibra de carbono, CFRP* por Vega, 2015.

Glosario de términos

Murete: Se considera un muro a escala pequeña como prueba.

Pila: Muestra vertical compuesta por dos o más unidades de albañilería.

Arriostre: Reforzamiento en el perímetro del elemento para brindar resistencia y estabilidad.

Muro portante: Es el elemento que transmite las cargas horizontales y verticales hacia el nivel inferior.

Albañilería: Elementos de arcilla unidas mediante un mortero de barro o también de material cementante.

Tabique: Pared que no recibe cargas verticales, empleado para la división de ambientes, así como cerramiento de cercos.

CFRP: Polímero reforzado con fibra de carbono

Resina: Sustancia termo endurecible utilizada como matriz y aglomerante en compuestos FRP.

Polímero: Producto de la reacción de dos o más sustancias, generalmente con textura gomosa y moléculas grandes.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Investigación aplicada: Conocida también, como aquella investigación formulada de manera práctica. Está caracterizada por tomar aquellos fines prácticos, del conocimiento. El principal propósito de esta investigación es desarrollar conocimiento técnico, que genera una aplicación inmediata para la solución de una situación determinada (Escudero y Cortez, 2018).

La presente investigación fue desarrollada de manera práctica, utilizando conceptos teóricos, acerca de la estimación de vulnerabilidad sísmica con la metodología propuesta por Mosqueira y Tarque, posteriormente el análisis del refuerzo con fibra de carbono en la albañilería confinada conforme a normativa del ACI 440.7r-10.

3.1.2. Diseño de investigación

Diseño no experimental: Como indica Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) son ejecutados sin manipulación premeditada de aquellas variables que son utilizadas en la investigación. Se observa y se mide las variables tal y como se dan en su entorno analizado.

En la investigación se analizó la variable independiente vulnerabilidad sísmica, sin la realización de ninguna manipulación deliberada, puesto que las viviendas se analizaron tal y como están en el momento en que se hizo el análisis, con ello en su contexto de análisis original se obtuvieron los datos necesarios, sin generar ninguna situación de modificación o cambio.

Tipo de diseño no experimental

Investigación transeccional: La recopilación de información es en un tiempo único, con el fin del análisis de la incidencia de determinada variable y su interrelación en un determinado momento o lapso (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

Se recolectó los datos de las viviendas analizadas sin ninguna modificación, la investigación desarrollándose en un tiempo único cuya finalidad fue la de verificar

el grado de vulnerabilidad sísmica en la mampostería confinada de las viviendas, y posteriormente se realizó el análisis del uso del reforzamiento de muros mediante láminas fibra de carbono.

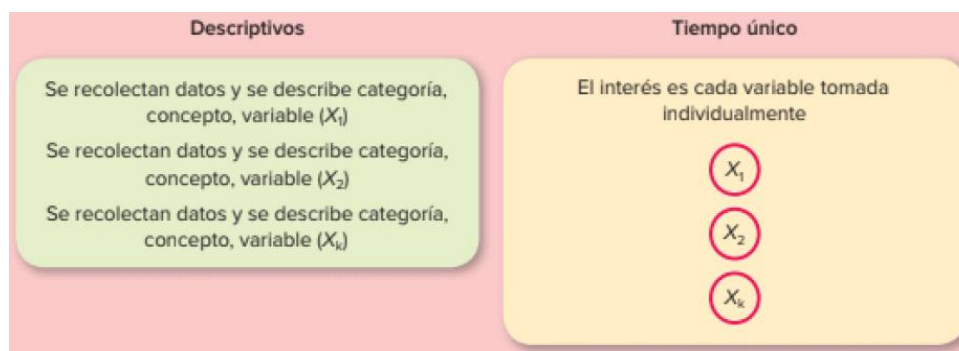
Diseño transeccional descriptivo

Estos estudios pretenden especificar las propiedades, características de aquellos elementos o fenómenos que se sometan a un análisis. Por lo tanto se recolectan datos y se realizan reportes de información sobre los diferentes conceptos, variables, dimensiones o factores de la problemática a ser abordada. Por lo cual son seleccionados una variedad de cuestiones (variables) luego de ello se recaba información sobre cada uno de estos, para de esta manera representar lo que se investiga (describirlo). (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018)

Se desarrolló la recolección de información necesaria que describa el grado de vulnerabilidad sísmica, con ello se dio conocer de manera explícita el estado de las viviendas. Con la propuesta de refuerzo con fibra de carbono se describió su comportamiento estructural en los muros de albañilería confinada de las viviendas estudiadas. Siendo estos representados de la siguiente manera (véase figura 11):

Figura 11

Diseño transeccional descriptivo



Nota. La figura da a conocer el diseño transeccional descriptivo de una investigación cuantitativa Adaptado de *Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, por Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018, McGrawHillEducation.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Vulnerabilidad sísmica

Variable dependiente: Reforzamiento con fibra de carbono

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición teórica	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente: Vulnerabilidad sísmica	Propensión inherente para ser afectado por un evento sísmico, vinculándose con las particularidades de los materiales y sistemas estructurales estimadas en el diseño (Ordaz, Hernández y Garatachia, 2020).	La vulnerabilidad sísmica será evaluada utilizando la metodología de Mosqueira y Tarque, recopilando datos de las viviendas.	D₁: Estructural	I₁: Densidad	Nominal
				I₂: Mano de obra y materiales	Nominal
			D₂: No estructural	I₁: Tabiquería y parapetos	Nominal
			D₃: Sismicidad	I₁: Índice	Nominal
			D₄: Suelo	I₁: Tipo	Nominal
			D₅: Topografía	I₁: Tipo	Nominal
Variable Dependiente: Reforzamiento con fibra de carbono	La denominación de fibra de carbono, se le otorga porque está compuesto por filamentos de carbono que varían de 5 a 10 µm (Moncayo y Rodríguez, 2016)	El refuerzo con fibra de carbono, en muros de albañilería confinada, incrementará la resistencia sismorresistente. Aliviando las cargas de diseño y uso de las viviendas. Para ello se realizará el diseño considerando la normativa ACI 440 .	D₁: Estructural	I₁: Rigidez lateral	Intervalo
				I₂: Resistencia sísmica	Intervalo

3.3. Población, muestra y muestreo

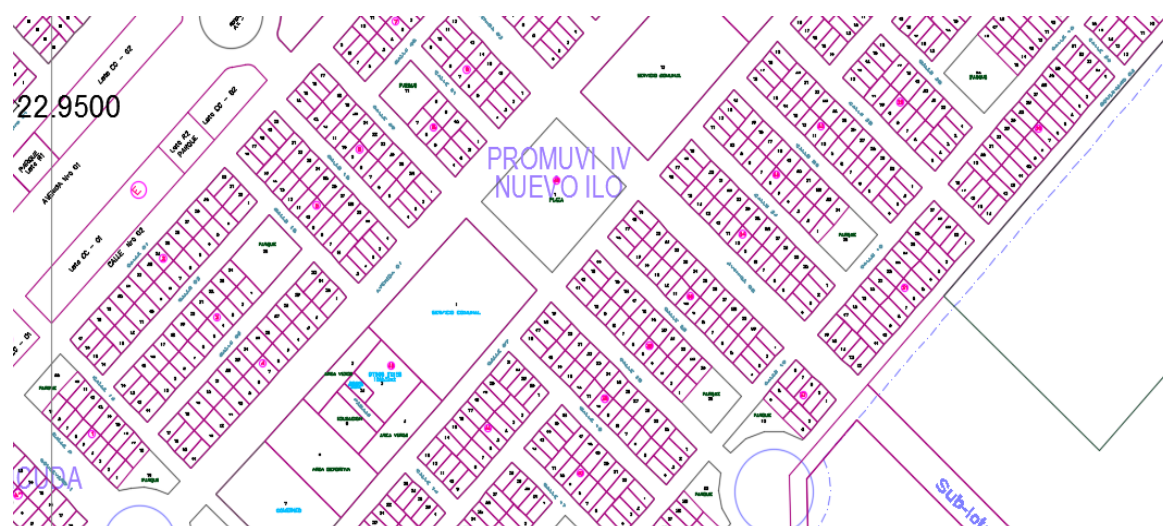
3.3.1. Población

Constituido por el grupo de datos los cuales tienen concordancia hacia pormenorizar lo que se plantea en la investigación (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

La muestra fue establecida por las viviendas ubicadas en el asentamiento humano Promuvi IV, Nuevo Ilo, las cuales están localizadas en la Provincia de Ilo, departamento de Moquegua (véase figura 12).

Figura 12

Viviendas ubicadas en el Asentamiento Humano Nuevo Ilo



Nota. La figura muestra el plano catastral del Promuvi IV Nuevo Ilo.

3.3.2. Muestreo

Muestreo no probabilístico: La elección de las unidades en análisis no depende de las fórmulas de probabilidad, sino de razones que guarden relación con el contexto de la investigación que se venga desarrollando, siendo aquellos casos en estudio acometidos a mayor detalle, acarreando un entendimiento integral de las variables (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

Según Showkat y Parveen (2017) la técnica de muestreo no probabilístico utiliza métodos no aleatorios para extraer la muestra. Método de muestreo no probabilístico en su mayoría implica juicio. En lugar de la aleatorización, los casos se seleccionan porque son de fácil acceso. Aunque en ciertos casos, el muestreo no probabilístico es un método útil y conveniente para seleccionar una muestra.

Mediante el muestreo no probabilístico podemos estudiar fenómenos particulares con el potencial de generar conocimientos valiosos. La muestra no probabilística se utiliza para estudiar conocimientos teóricos existentes o desarrollar otros nuevos. Este método de muestreo se considera menos costoso, menos complicado y fácil de aplicar.

El uso de la muestra no probabilística considerando un enfoque cuantitativo, es de mucha utilidad para delimitados diseños de estudio que no requieran algo representativo de elementos de una determinada población, más bien una escrupulosa selección de los sucesos con peculiaridades definidas los cuales son planteados en la problemática. Como principal valoración es que aquellos casos analizados son estudiados con mayor detalle, para un posterior abordaje íntegro de las variables (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

Se utilizó una muestra no probabilística, debido a que las fórmulas estadísticas, no fueron consideradas para la elección de la muestra, más bien se eligió aquellas, que guardaban más relación con la investigación que se desarrolló. De esta manera se analizó de forma integral el grado de vulnerabilidad sísmica en las muestras elegidas para posteriormente utilizar el reforzamiento con fibra de carbono. Conllevando a tener un conocimiento más completo de la utilización de las fibras de carbono cuantificando la vulnerabilidad de los sistemas de mampostería confinada.

3.3.3. Muestra

Muestra por conveniencia: Estas vienen formados por aquellos casos que estén disponibles o a las cuales se tenga mayor acceso (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018)

Una muestra por conveniencia selecciona aquellos casos factibles que sean propensos a ser incorporados, debido a mayor acceso y cercanía hacia la zona de estudio (Otzen y Manterola, 2017).

Según Showkat y Parveen (2017) la muestra por conveniencia siendo un tipo de método de muestreo no probabilístico, los investigadores prefieren casos más accesibles según su propia conveniencia. El investigador selecciona a los casos más cercanos que serán sometidos a la investigación.

Considerando que el muestreo desarrollado fue no probabilístico y que por tanto el tipo de muestra se desarrolló por conveniencia, ya que fueron aquellos casos que estuvieron más a disposición y alcance para el sometimiento de la investigación. Tomándose en consideración también el ámbito en el cual estamos viviendo actualmente en nuestro país debido a la pandemia mundial debido al COVID 19 y para el resguardo del bienestar de las personas y el investigador, la muestra desarrollada por conveniencia fue de 2 viviendas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Se consideró en primera instancia un análisis documental, que según Escudero y Cortez (2018), se sustenta a partir de recopilación y análisis de libros, documentos, revistas científicas, publicaciones y demás que sean principalmente realizados por la comunidad científica acerca del tema en investigación.

Se realizó un análisis documental, para la revisión de las diversas teorías acerca de la vulnerabilidad sísmica, y el reforzamiento con fibra de carbono. Recopilando esta información de los artículos científicos, libros, tesis y publicaciones que la comunidad científica ha publicado en los últimos años.

Posteriormente se realizó una investigación de campo que según Escudero y Cortez (2018), en este procedimiento se emplea el método científico para la obtención de conocimiento nuevo, y esta es realizada en el lugar donde ocurrió el evento investigado.

Empleando los pasos del método científico, se realizó las preguntas acerca de cómo se encuentra el estado de las viviendas referente a la vulnerabilidad sísmica, posteriormente se investigó acerca de la aplicación de la fibra de carbono hacia los muros de albañilería confinada. Con ello se obtuvo un nuevo conocimiento, acerca de la vulnerabilidad sísmica en viviendas, y cómo se aplicaría la fibra de carbono como reforzamiento en los muros de albañilería confinada de estas viviendas.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

3.4.2.1 Vulnerabilidad Sísmica

Para la investigación se empleó como instrumento de recolección de datos las fichas técnicas de Encuesta y Reporte elaboradas por Mosqueira y Tarque.

Se utilizó los ensayos técnicos según las normativas vigentes para la descripción de las propiedades físicas y mecánicas de la albañilería de concreto y paralelo el estudio de suelo, para dar a conocer el tipo de topografía mediante el uso del software Google Earth pro y Global Mapper 20.

Se complementó también con el uso del software de Microsoft Excel, AutoCAD, Etabs y PTC Mathcad Prime 7.0.0.

3.4.2.2 Reforzamiento con fibra de carbono

La aplicación del refuerzo con fibra de carbono se utilizó la Guía ACI 440.7R-10, como parte del procesamiento de datos y evaluación se utilizó ETABS, Microsoft Excel y PTC Mathcad Prime 7.0.0 para el cálculo del control de las derivas.

3.4.3. Validación de instrumento de recolección de datos

Método de agregados individuales

Valderrama (2019) indica que para los agregados individuales cada especialista da su estimación de manera directa acerca de la probabilidad de fracaso o éxito de cada uno de los ítems descritos para ser evaluados. Habitualmente se considera el cálculo del promedio de las estimaciones que brindaron de manera individual por cada ítem. Se infiere esto ya que los datos considerados poseen una distribución simétrica por lo tanto el promedio es un buen índice de tendencia central.

Es por ello por lo que según (Oseda, y otros, 2018) la validación se hará considerando la tabla siguiente:

Tabla 2

Rangos y magnitud de aceptación de la evaluación.

Rango	Magnitud
0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,65	Validez baja
0,60 a 0,65	Válida
0,66 a 0,71	Muy válida

Tabla 2*Rangos y magnitud de aceptación de la evaluación (continuación)*

Rango	Magnitud
0,72 a 0,99	Excelente validez
1,0	Validez perfecta

Nota. La figura da a conocer los rangos y las magnitudes de aceptación de los instrumentos de recolección de datos. *Fundamentos de la investigación científica*, por Oseda et al., 2018, Soluciones Gráficas.

Tabla 3*Validez de expertos.*

N°	Profesión	CIP	Apellidos y Nombres	Dictamen
01	Ingeniero Civil	244824	Pacheco Palomino, Miguel Martin	0,88
02	Ingeniero Civil	237045	Arocutipa Calatayud, Edwin Ivan	0,85
03	Ingeniero Civil	102530	Vasquez Rojas, Jose Alberto	0,76

El resultado ponderado respecto al análisis de la validez por parte de los expertos es de 0,83 por tanto obteniéndose la magnitud como “**Excelente validez**”.

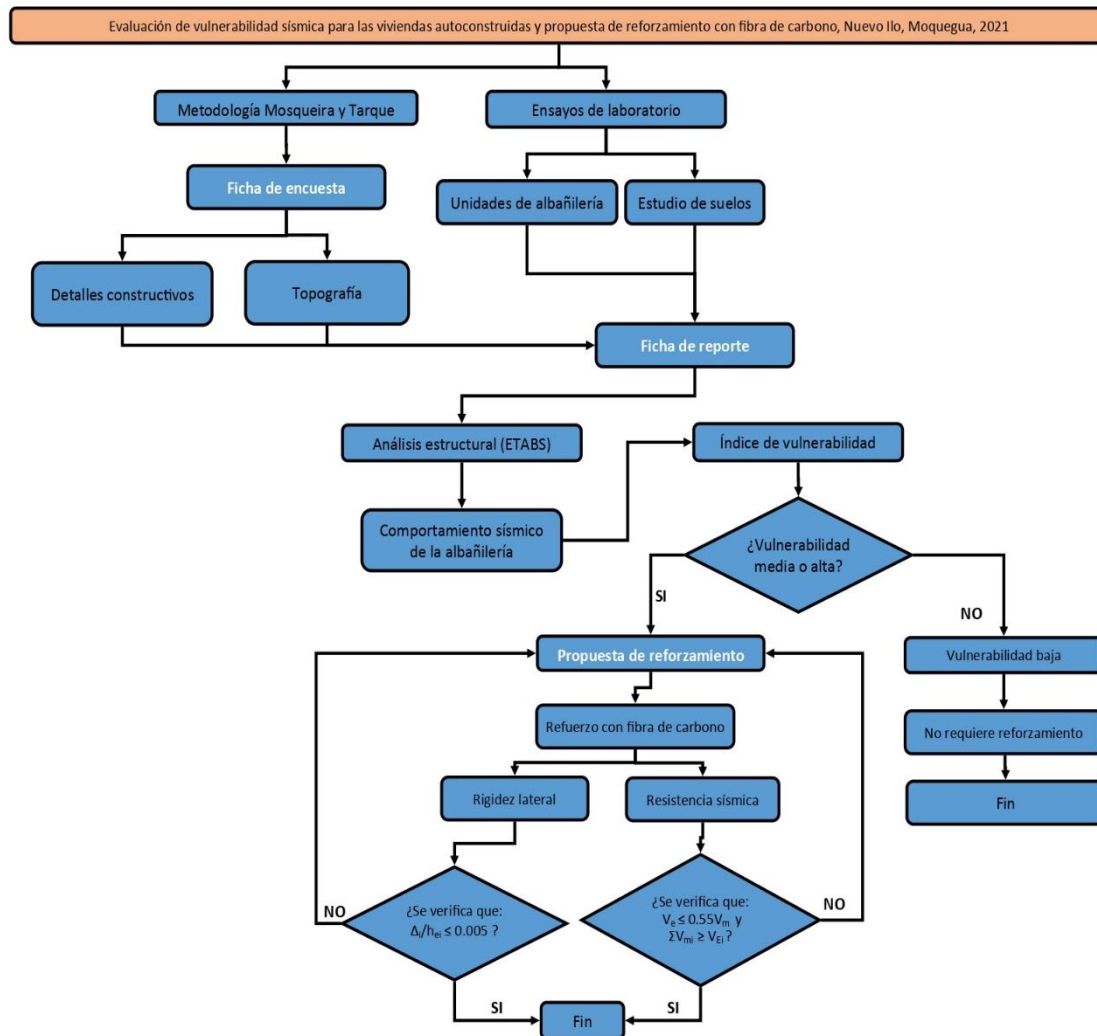
3.5. Procedimientos

La presente investigación fue desarrollada bajo las siguientes etapas, como **primera etapa** la recolección de datos mediante revisión bibliográfica acerca de la vulnerabilidad y el refuerzo con fibra de carbono en la albañilería confinada, como **segunda etapa** se procedió con la aplicación de la metodología de Mosqueira y Tarque mediante la ficha de encuesta (inspección visual) a los propietarios de las viviendas seleccionadas, luego de su aplicación en la **tercera etapa** se procedió a obtener los datos principales de la unidad de albañilería y el tipo de suelo existente en el lugar de estudio mediante ensayos de laboratorio; posteriormente en la **cuarta etapa** con los datos recopilados en el lugar de estudio (ficha de encuesta) y resultados de laboratorio aplicamos la ficha de reporte considerando un análisis estructural en el software ETABS, concluyendo con el resultado el índice de vulnerabilidad sísmica. Y como **última etapa** bajo la evaluación del comportamiento estructural (gabinete) y el índice de vulnerabilidad sísmica, se procedió a la verificación de los requisitos estructurales mínimos tales como el control de la

resistencia al agrietamiento diagonal y resistencia a la cortante de la vivienda con ello se propuso el reforzamiento con fibra de carbono ante las solicitaciones estructurales respecto a la rigidez lateral y la resistencia sísmica necesarias siendo esta la solución a la problemática. La esquematización de este procedimiento se aprecia en la figura 13.

Figura 13

Flujograma de procedimiento



Nota. La figura da a conocer el procedimiento respecto a la investigación mediante un flujo grama.

3.5.1. Descripción de la zona de estudio

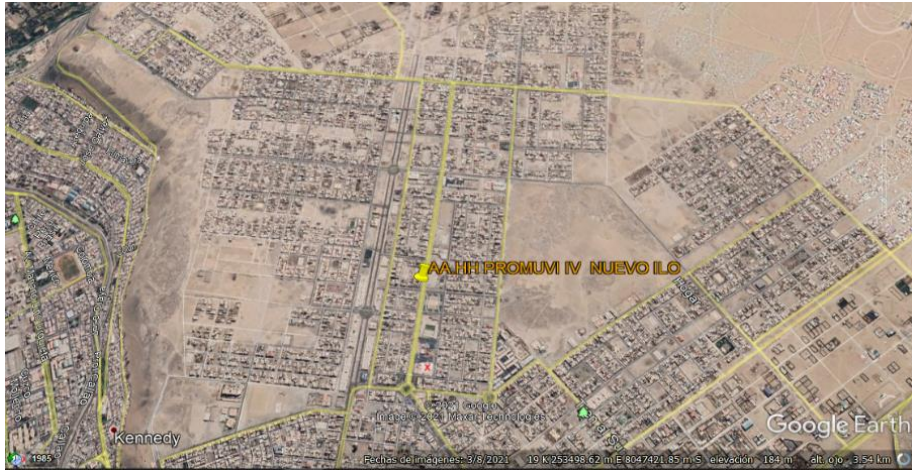
3.5.1.1 Ubicación

El lugar de estudio de las dos viviendas seleccionadas está ubicado en la región de Moquegua, provincia de Ilo, distrito de Ilo, en el AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo dentro

del marco de las coordenadas geográficas Latitud: 17° 38' 54.7" Sur Longitud: 71° 19' 33.5" Oeste a una altitud de 15 m.s.n.m (véase figura 14).

Figura 14

Zona de AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo



Nota. La figura muestra la zona de estudio obtenido de Google Earth

3.5.1.2 Características de la zona de estudio

La provincia de Ilo está ubicada en una zona altamente sísmica siendo influyente por la falla de Chololo, su temperatura varía entre los 11°C y 27°C existiendo baja precipitación fluvial en la estación de invierno y una humedad relativa entre 46% y 78%; el suelo del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo presenta planicies de abrasión marina cubiertas de terrazas que se presentan escalonadamente siendo un territorio llano.

Figura 15

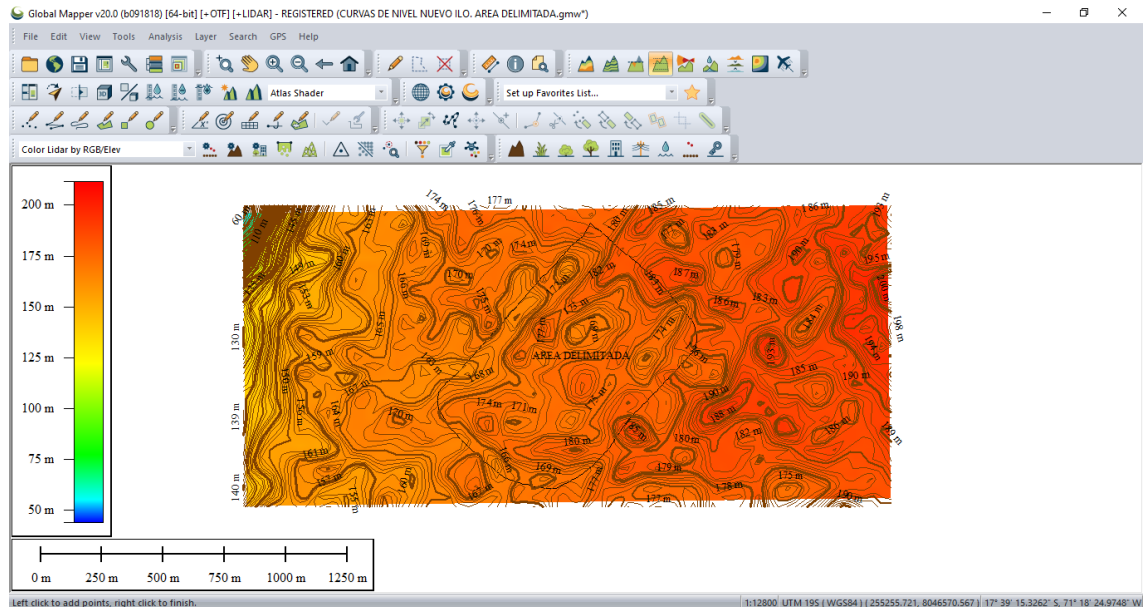
Viviendas de Albañilería Confinada



Nota. La figura muestra viviendas de albañilería confinada en el AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo

Figura 16

Curvas de zona de estudio

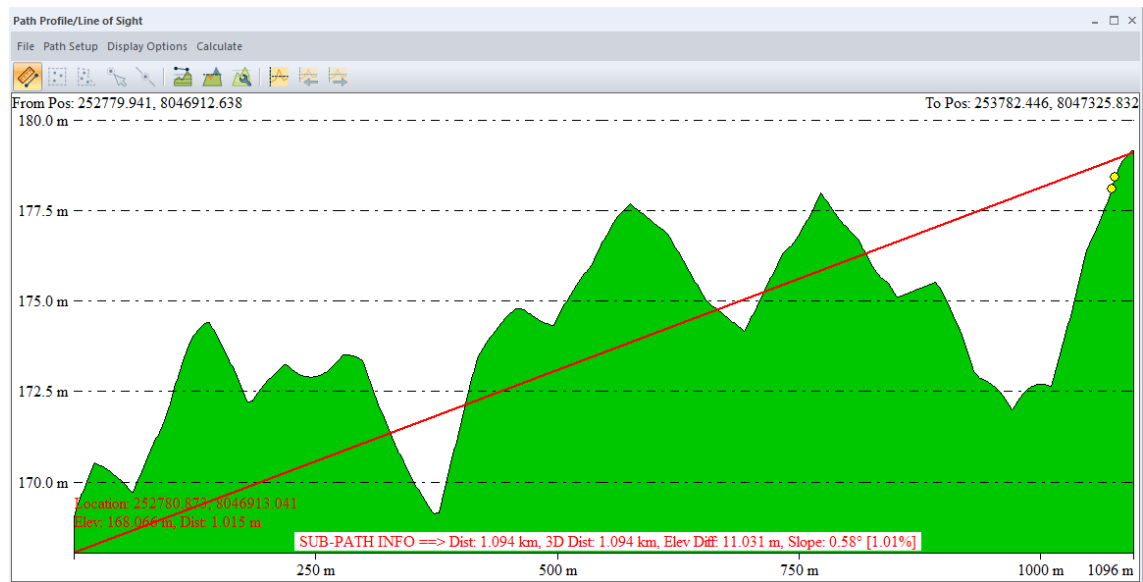


Nota. La figura muestra las curvas de nivel del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo

La figura 16 muestra las curvas de nivel de la zona de estudio del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo donde se extrajo la información del Google Earth según Figura 14

Figura 17

Pendiente de zona de estudio



Nota. La figura muestra el perfil de las curvas de nivel de la del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo obteniendo una topografía plana.

La figura 17 da a conocer que la topografía encontrada tiene una pendiente de 1.01% siendo un terreno plano.

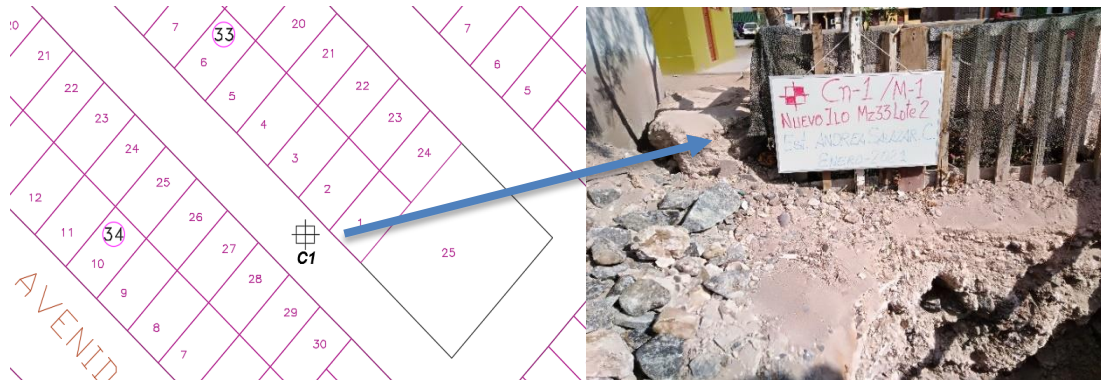
3.5.2. Estudios previos

3.5.2.1 Estudios de campo

Para el análisis del suelo, se identificó la zona de estudio en el AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo y se ubicó la posición de la calicata en modalidad a cielo abierto para proceder con la extracción de la muestra (véase figura 18).

Figura 18

Ubicación de calicata



Nota. La figura muestra la ubicación de la calicata para el estudio de suelo en el AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo

Posteriormente se marcó la delimitación de la calicata según se muestra en la figura 19, luego se excavo a una profundidad aproximadamente de 1.55 m para determinar de tipo de suelo y por resultante extraer diferentes muestras para análisis en el laboratorio según los estratos visualizados en el perfil de la excavación.

Figura 19

Marcación de la calicata Cn-01



Nota. La figura muestra la ubicación de la calicata para el estudio de suelo en el AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo.

Se tuvo como finalidad evaluar las condiciones del terreno e identificar la conformación de la estratigrafía del subsuelo, se ha tomado en cuenta las características del terreno, para proceder con los ensayos de laboratorio correspondiente e identificar sus principales propiedades físicas y mecánicas (véase figura 20).

Figura 20

Calicata Cn-01



Nota. La figura muestra la calicata para determinar el tipo de suelo en el AA.HH. Promuvi IV Nuevo llo

Respecto a las unidades de albañilería se verifico previamente la existencia del uso de ladrillo artesanal de concreto en el primer piso y ladrillo King Kong de 18 huecos a partir del segundo nivel en las viviendas autoconstruida (véase figura 21).

Figura 21

Unidades de albañilería en zona de estudio

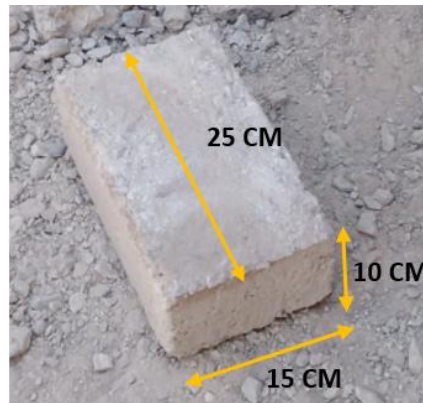


Nota. La figura muestra la identificación de las unidades de albañilería como ladrillo artesanal de concreto y ladrillo King Kong de 18 huecos de arcilla.

Es por ello por lo que se elaboró muretes y pilares para conocer su resistencia a compresión de la unidad de albañilería de concreto, teniendo las siguientes dimensiones como se exhibe en la figura 22.

Figura 22

Ladrillo macizo de concreto



Nota. La figura muestra la unidad de albañilería de ladrillo artesanal de concreto teniendo como dimensiones 0.25 x 0.15 x 0.10 m

Las muestras de albañilería son según NTP 399.613 respecto a los muretes que representan las condiciones actuales y reales que cuenta la vivienda autoconstruida, considerando que fueron 03 muestras de 0.60 x 0.60 m como mínimo para poder alcanzar un resultado promedio del ensayo realizado (véase figura 23).

Figura 23

Muretes para ensayo diagonal de albañilería



Nota. La figura muestra los muretes de la unidad de albañilería ladrillo artesanal de concreto para ensayo.

Tabla 4

Clasificación de suelo

Nº	Calicata-Cn	Muestra	Profundidad	Tipo de Suelo (SUCS)	AASHTO
1	Cn-1	M-1	0.00-0.30	SP	A-1-b/A3
		M-2	0.30-1.30	SP	A-1-b/A3
		M-3	1.30-1.55	SP	A-1-b/A3

Nota. La tabla muestra resultados de la clasificación de suelos según normativa SUCS y AASHTO

Perfil Estratigráfico del suelo Cn-01

Estrato E1: con un espesor promedio que va de la superficie 0.00 m @ 0.30 m. Conformado por arena mal gradada, arena con grava con finos semi compacto (SP) de color beige oscuro, no plásticos de compactidad media.

Estrato E2: con un espesor promedio que va de la superficie 0.30 m @ 1.30 m. está conformado por arena grava calichoso mal graduada como estrato predominante (SP-SW) no plástico de color beige oscuro otros de color blanco se aprecia las intercalaciones de estratos horizontales lenticulares consolidados.

Estrato E3: con un espesor promedio que va de la superficie 1.30 m. @ 1.55 m. Conformado Constituido por material compacto a existencia de material roca fisurada calichoso de color café oscuro de compactidad media con tamaño de grano medio con finos, con humedad natural.

Figura 25

Muestras para la clasificación de suelo



Nota. La figura muestra aquellas muestras extraídas de la zona de excavación y el tamizado para la granulometría.

Según ensayo de Corte directo se obtuvo el siguiente resultado por parte del laboratorio de suelo (véase figura 26).

Figura 26

Capacidad portante de la zona de estudio

UBICACIÓN DE CALICATAS Cn-1,	PROF.(m)	qu (kg/cm ²) Capacidad Portante
“Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica para las Viviendas Autoconstruidas y Propuesta de Reforzamiento con Fibra de Carbono, Nuevo Ilo, Moquegua, 2021”	1.55	2.71

Nota. La figura muestra la capacidad portante del terreno en estudio a una profundidad de 1.55 m.

Ensayo de compresión diagonal

Se realizó tres prismas como muestra para el desarrollo del ensayo bajo la NTP 399.621 (véase figura 27) , obteniendo resultados menores a los establecidos en la normativa E-070 (RNE) (véase Anexo 14).

Figura 27

Ensayo de compresión diagonal



Nota. La figura muestra la rotura del prisma de albañilería con ladrillo artesanal de concreto.

Ensayo de compresión axial

Para el presente ensayo se realizaron 03 pilares bajo la NTP 399.613 (véase figura 28), obteniendo un resultado aceptable dentro de los límites, (véase Anexo 14).

Figura 28

Ensayo de compresión axial



Nota. La figura muestra el ensayo de compresión axial en la pila de albañilería artesanal de concreto.

3.6. Método de análisis de datos

3.6.1 Vulnerabilidad sísmica

3.6.1.1 Ficha de encuesta según Mosqueira y Tarque

Para la recolección de la información de las viviendas autoconstruidas conformadas de albañilería confinada, en campo se aplicó la ficha de encuesta constando de tres páginas, la primera hoja se obtiene datos respecto a la vivienda tanto como datos técnicos y características principales de los elementos estructurales, la segunda hoja se muestra planos por cada nivel de la vivienda como también características resaltantes y por último en la tercera hoja adjuntamos fotografías de la vivienda verificada.

Como primer ítem se observa la figura 29 los **antecedentes**, se recolectó información de la construcción de la vivienda si tuvo o no la intervención de un profesional calificado para realizar el debido asesoramiento, fecha de inicio y fin de construcción, cantidad de pisos actual y futuros, orden de construcción de ambientes y el costo de inversión para su construcción.

Figura 29

Antecedentes de la vivienda encuestada

1.- ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda, por qué? Si,

La construcción de la vivienda inicio por un préstamo de construcción brindado por FONAVI (Estado), donde solo se tuvo asesoramiento el primer nivel respecto a los ambientes de sala- comedor, cocina y habitación.

2.- ¿Cuándo empezó a construirla? 1994 ¿Cuándo termino? 2013

Tiempo de residencia en la vivienda: 26 años

Nº de pisos actual: 02 Nº de pisos proyecto: 02

3.- Secuencia de construcción de los ambientes:

Paredes limites (1) Sala-Comedor (4) Dormitorio 1 (2) Dormitorio 2 () Cocina (5)
 Baño (3) Otros () Todo a la vez () Primero un cuarto ()

4.- ¿ Cuánto invirtió en la construcción de su vivienda? S/. 120 000.00 Soles

Nota. La figura se muestra la recolección de los antecedentes de la vivienda autoconstruida.

Como segundo ítem la figura 30 muestra los **aspectos técnicos**, se tomó apuntes previamente mediante la observación respecto a los parámetros del suelo donde se puede encontrar suelos rígidos como intermedios o flexibles, también se midió aquellos elementos estructurales de la vivienda autoconstruida y en caso de encontrar observaciones se describió y detalló.

Figura 30

Datos técnicos de la vivienda encuestada

Datos técnicos:					
Parámetros del suelo				Observaciones	
Rígidos ()	Intermedios (X)	Flexibles ()		Suelo arena-gravoso	
Características de los principales elementos de la vivienda					
Elemento	Características			Observaciones	
Cimiento (m)	Cimiento corrido		Zapata		Concreto ciclópeo
	Profundidad	0.70 m.	Profundidad	0.80 m.	
	Ancho	0.50 m.	Sección	0.60X0.60	
Muros (cm)	Ladrillo macizo		Ladrillo pandereta		1er Nivel: Ladrillo macizo gris de concreto 2do Nivel: Ladrillo King Kong 18 huecos
	Dimensiones	0.15x0.25 m	Dimensiones	-	
	Juntas	2 cm	Juntas	-	
Techo (m)	Diafragma rígido		Otro		1er Nivel: 0.25 m 2do Nivel: 0.20 m
	Tipo	Aligerada	Tipo	Aligerada	
	Peralte	0.25 m	Peralte	0.20 m.	
Columnas (m)	Concreto		Otro		Se encontro 04 dimensiones diferentes de columnas
	Dimensiones	Variadas	Dimensiones	-	
Vigas (m)	Concreto		Otro		Vigas Chatas
	Dimensiones	0.30x0.20 m	Dimensiones	-	

Nota. La figura se representa los datos técnicos de la vivienda autoconstruida.

A continuación, en el tercer ítem la figura 31 muestra el **bosquejo de la vivienda**, mediante un levantamiento de la vivienda seleccionada tomándose mediciones de todos los ambientes y niveles, para su posterior elaboración de planos arquitectónicos.

Figura 31

Esquema de la vivienda encuestada

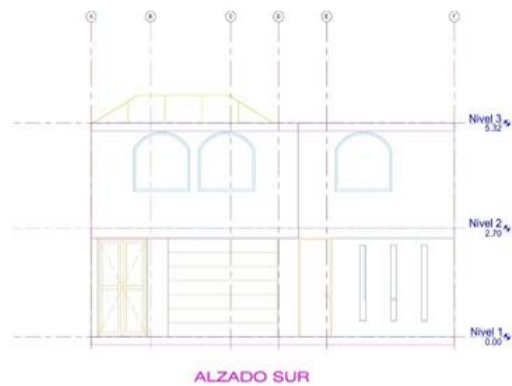
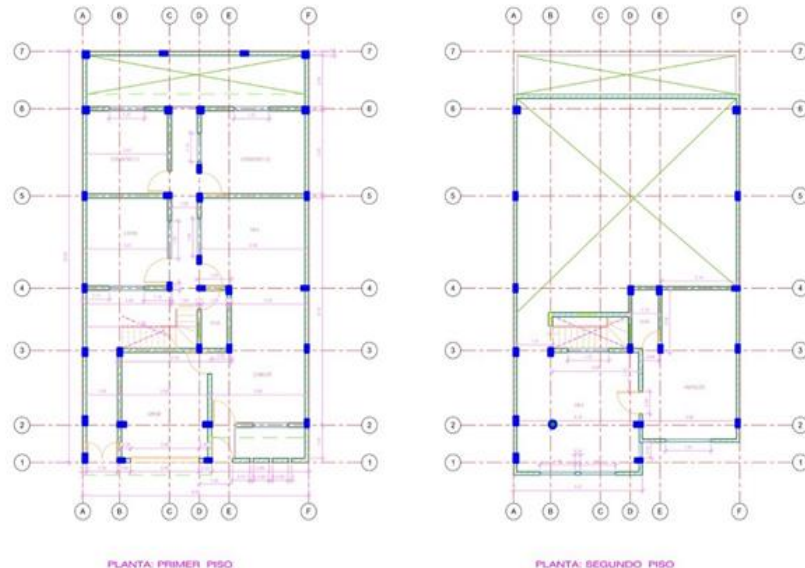
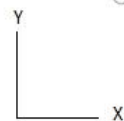
Esquema de la vivienda:

Planta:

Área: 156.75 m²

Perímetro: 52.00 m

Elevación:



Juntas sísmicas

Izquierda	Derecha
0	0

Nota. La figura se muestra el esquema de la vivienda autoconstruida.

Como cuarto ítem se aprecia en la figura 32 las **observaciones y comentarios**, es la parte donde se visualizó y tomo apuntes de los defectos que influyen en la vivienda como la estructuración de algún elemento estructural o no estructural, factores degradantes o ambientales, materiales deficientes como el ladrillo y mano de obra.

Figura 32

Observaciones y comentarios de la vivienda encuestada

Observaciones y comentarios:		
Problemas de Ubicación	Estructuras	Factores degradantes
<input type="checkbox"/> Vivienda sobre relleno natural <input type="checkbox"/> Vivienda en quebrada <input type="checkbox"/> Vivienda con pendiente pronunciada <input type="checkbox"/> Vivienda con nivel fratico superficial Otros:	<input type="checkbox"/> Columnas cortas <input type="checkbox"/> Losas no monolíticas <input checked="" type="checkbox"/> Insuficiencia de junta sismica <input type="checkbox"/> Losa de techo a desnivel con vecina <input type="checkbox"/> Cercos no aislados de la estructura <input type="checkbox"/> Tabiquería no arriostrada <input type="checkbox"/> Reducción en planta <input type="checkbox"/> Muros portantes de ladrillos pandereta <input type="checkbox"/> Unión muros y techo <input type="checkbox"/> Junta frias Otros: Combinación de unidades de albañilería en diferentes niveles.	<input checked="" type="checkbox"/> Armaduras expuestas <input type="checkbox"/> Armadura corridas <input checked="" type="checkbox"/> Eflorescencia <input checked="" type="checkbox"/> Muros agrietados Otros:
Materiales Deficientes		Mano de Obra
<input type="checkbox"/> Ladrillo KK artesanal Otros: Ladrillo artenal de concreto		<input type="checkbox"/> Muy mala <input type="checkbox"/> Mala <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Buena

Nota. La figura se muestra las observaciones y comentarios de la vivienda autoconstruida.

Y como último ítem la figura 33 muestra la ficha de encuesta, las evidencias por intermedio de **fotografías** tomadas al momento de inspeccionar el estado actual de la vivienda autoconstruida.

Figura 33

Fotografías de la vivienda encuestada



Nota. La figura se muestra las fotografías de la vivienda autoconstruida.

El mismo procedimiento se aplicó a la otra vivienda autoconstruida N°02 para su utilización de la ficha de encuesta (véase Anexo 6).

3.6.1.2 Ficha de reporte según Mosqueira y Tarque

En la ficha de reporte se encontrará sintetizado de manera ordenada y completa la información constructiva, estructural, sísmica, y arquitectónica, realizada para cada vivienda en análisis. En las mismas se dará a conocer de manera detallada el análisis y cálculo de la vulnerabilidad.

Como primer ítem tenemos en la figura 34 con los antecedentes generales de la vivienda, considerando el tipo de asesoramiento para la construcción de la vivienda, considerando la fase de diseño y construcción de la misma, tomando en cuenta la proyección de pisos a futuro, el tiempo empleado en la construcción y la secuencia que se le brindara a la construcción.

Figura 34

Antecedentes generales de la vivienda

Antecedentes:					
Ubicación:	AA.HH. Nuevo Ilo Promuvi IV Mz-33 Lt-02				
Dirección técnica en el diseño:	Técnico de Construcción Civil				
Dirección técnica en la construcción:	El maestro siguió la orientación por parte del técnico				
Pisos construidos:	2	Pisos proyectados:	2	Antigüedad de la vivienda	26 años
Topografía y geología:	El terreno tiene pendiente plana y el suelo es arena gravoso				
Estado de la vivienda:	Presencia de fisuras desde 0.1 mm a 0.4mm en algunos muros de albañilería de la vivienda. A causa de la humedad presenta problemas de salinidad ocasionando el efecto de eflorescencia en la parte baja de los muros. Se utilizó diferentes tipos de unidades de albañilería, en el primer nivel ladrillo macizo de concreto y en el segundo nivel ladrillo king kong de material de arcilla.				
Secuencia de construcción de la vivienda:	Paredes límites, dormitorio, baño, Sala-Comedor y cocina				

Nota. La figura da a conocer las generalidades constructivas de la vivienda informal.

Como segundo ítem tenemos en la figura 35 con los aspectos técnicos de la vivienda en análisis, tales como son los elementos de la vivienda, cimentaciones, mampostería, techos, columnas y vigas, sus dimensiones y su estado actual. Se verifican también los defectos estructurales como son los dilemas de ubicación, constructivos, estructurales y la calidad de la mano de obra.

Figura 35

Aspectos técnicos de la vivienda analizada

Aspectos técnicos:			
A. Elementos de la vivienda:			
Elementos	Características		
Cimientos	Cimientos corridos de 0.50 m de ancho y 0.70m de profundidad con zapatas de 0.60x0.60 y 0.80m de prof.		
Muros	Ladrillo macizo artesanal de concreto 0.25x0.15x0.10 c y en el según nivel con ladrillo king kong de 18 huecos con juntas de 2 cm.		
Techo	La losa es aligerada en el primer nivel con altura de 0.25 cm y en el segundo nivel de 0.20m.		
Columnas	Columnas con dimensiones variadas; secciones de 0.30x0.18, 0.18x0.35, 0.25x0.25, 0.15x0.30		
Vigas	Vigas chatas con dimensión de 0.30x0.20m		
B. Deficiencias de la estructura:			
Problemas de ubicación:		Problemas constructivos:	
No hay problema con la ubicación de la vivienda de estudio.		Ladrillos artesanales de concreto utilizados en el primer nivel.	
Problemas estructurales:		Mano de obra:	
Falta de existencia de junta sísmica con las viviendas		Regular	
Combinación de unidades de albañilería en diferentes niveles			
Otros:			
Armaduras expuestas a la intemperie, presencia de eflorescencia en la parte baja de los muros de albañilería y presencia de fisuras en los muros.			

Nota. La figura da a conocer los elementos y deficiencias existentes en la vivienda analizada.

Como tercer ítem tenemos en la figura 36 el análisis sísmico de la vivienda, considerando parámetros sísmicos según normativa E-030, así como también el área de piso, la cortante basal, el área de muros requerida y existente. La relación de la densidad de muros. Y la verificación de muros si están de acorde a lo exigido por la normativa E-070.

Figura 36

Análisis por sismo de la vivienda

Área Piso1	Cortante Basal		Área de muros		Ae/Ar	Densidad Ae/Área piso 1	Resistencia VR	VR/V	Resultado
	Peso acum.	V=ZUCSP/R	Existente: Ae	Requerida Ar					
m ²	kN/m ²	kN	m ²	m ²	Adimensional	%	kN	Adimensional	
Análisis en el sentido "X"									
126.36	11.36	1506.84	4.78	2.71	1.76	3.78	-	-	Adecuado
Análisis en el sentido "Y"									
126.36	11.36	1506.84	7.17	2.71	2.65	5.67	-	-	Adecuado

Observaciones y Comentarios

Solo se calcula VR si $0.80 < Ae/Ar < 1$

Nota. La figura da a conocer el análisis de la vivienda por sismo.

Verificación de la densidad de muros

Se verifica que la densidad de muros efectiva de la vivienda. Sea mayor o igual a la densidad mínima requerida, con el fin que soporten de manera adecuada la

cortante sísmica. Esta verificación se realiza en los muros del primer nivel ya que son estos que soportan mayor carga sísmica.

$$\frac{VE}{Ar} \leq \frac{VR}{Ae} \quad (3.1)$$

Donde:

VE = Fuerza cortante actuante (KN)

VR = Fuerza cortante resistente (KN)

Ar = Área requerida de muros (m²)

Ae = Área existente de muros de albañilería confinada (m²)

La cortante basal está definido por:

$$VE = \frac{ZUSC}{R} P \quad (3.2)$$

Donde:

- Zonificación sísmica: Zona 4: Z = 0.45
- Factor de uso: U = 1 (vivienda)
- Zonificación sísmica: Suelo intermedio: S₂ = 1.05
- Factor de amplificación sísmica: C = 2.5
- Factor de reducción sísmica: R = 3 (albañilería confinada)

La cortante resistida por los muros será:

$$VR = 0.5.v'm.t.l \quad (3.3)$$

Donde:

- v'm = Resistencia a la compresión diagonal de los muretes de albañilería
- t = Grosor del muro analizado
- l = Longitud del muro analizado

El área mínima de muros en la albañilería confinada se utiliza la siguiente formula.

$$A_m = \frac{Z.S.P}{300} \quad (3.4)$$

Donde:

- Z = Factor de zona
- S = Factor de suelo
- P = Peso de la estructura

Estabilidad de muros al volteo

Para el análisis de la estabilidad al volteo en la tabiquería de albañilería confinada, se comparó el momento que actúa debido a un sismo, y el momento que resiste proveniente de la mampostería. Por ello se establecerá en primer lugar, la carga actuante en un sismo en dirección perpendicular al plano de la mampostería:

$$V = Z \cdot U \cdot C_1 \cdot P \quad (3.5)$$

Donde:

Z = Factor de zona

U = Factor de uso

C₁ = Coeficiente sísmico

P = Peso del muro por unidad de área del plano del muro

Para la determinación del coeficiente sísmico (C₁) se utilizará:

Figura 37

Valores del coeficiente sísmico

Tabla N° 12 VALORES DE C₁	
- Elementos que al fallar puedan precipitarse fuera de la edificación y cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	3,0
- Muros y tabiques dentro de una edificación.	2,0
- Tanques sobre la azotea, casa de máquinas, pérgolas, parapetos en la azotea.	3,0
- Equipos rígidos conectados rigidamente al piso.	1,5

Nota. La figura da a conocer los valores del coeficiente sísmico Adaptado de diseño sismorresistente, por Norma técnica E.030, 2019.

El momento que actúa de manera perpendicular al plano de la mampostería está dado por:

$$M_a = m \cdot V \cdot a^2 \quad (3.6)$$

Donde:

m = Coeficiente de momentos

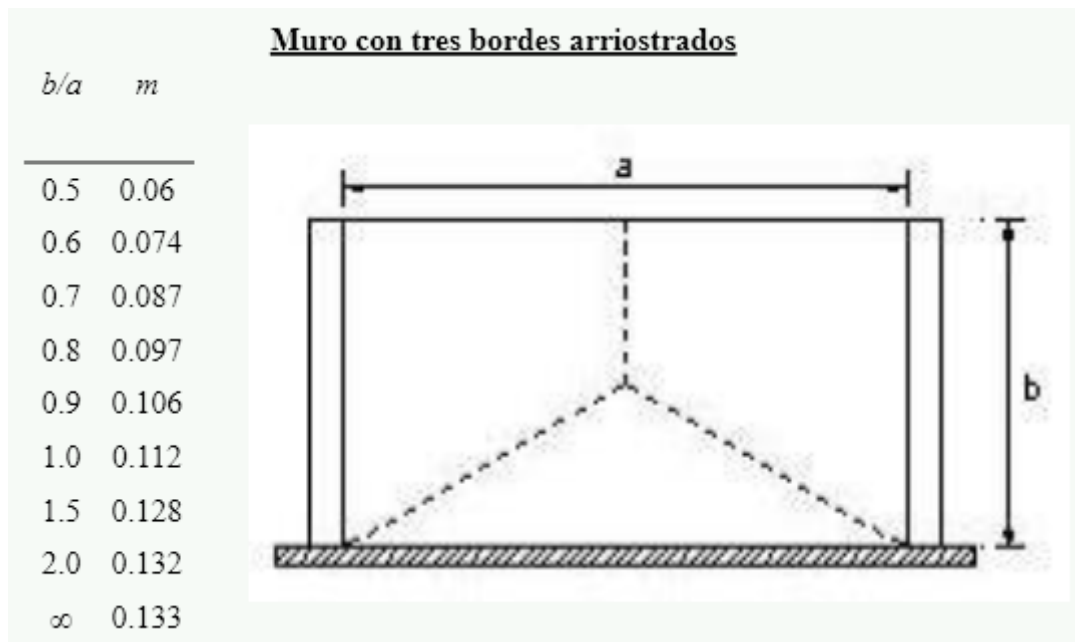
a = Dimensión crítica

V = Carga sísmica perpendicular

Para los coeficientes de momentos considerando los valores de b/a según la norma E.070)

Figura 38

Coeficiente de momentos



Con la consideración de que $V = Z \cdot U \cdot C_1 \cdot P$ entonces la ecuación x queda así:

$$M_a = 0,9 \cdot P \cdot m \cdot a^2 \quad (3.7)$$

Donde:

Ma = Momento actuante

P = Peso de la albañilería por unidad de área

m = Coeficiente de momentos

a = Dimensión crítica

Para la determinación del momento resistido por unidad de longitud del muro de mampostería se tiene:

$$M_r = 25 \cdot t^2 \quad (3.8)$$

Donde:

M_r = Momento resistente de la mampostería

t = Espesor del muro

Figura 39

Estabilidad de muros al volteo

Estabilidad de muros al volteo:																	
Muro	Factores					Mom. Act	Mom. Rest.	Resultado Ma.Mr	Muro	Factores					Mom. Act	Mom. Rest.	Resultado Ma.Mr
	C1	m	p	a	t	$0.9mPa^2$	$25 t^2$			C1	m	p	a	t	$0.9mPa^2$	$25 t^2$	
	adim.	adim.	kN/m^2	m	m	$kN - m/m$	$kN - m/m$			adim.	adim.	kN/m^2	m	m	$kN - m/m$	$kN - m/m$	
M1	2	0.10	2.70	3.44	0.15	2.78	0.563	inestable	M1	2	0.128	2.70	1.675	0.15	0.87	0.5625	inestable
M2	2	0.13	2.70	1.35	0.15	0.58	0.563	inestable	M2	2	0.129	2.70	1.543	0.15	0.75	0.5625	inestable
M3	2	0.13	2.70	1.43	0.15	0.65	0.563	inestable	M3	2	0.13	2.70	1.53	0.15	0.74	0.5625	inestable
M4	2	0.09	2.70	3.73	0.15	2.93	0.563	inestable	M4	2	0.112	2.70	2.76	0.15	2.07	0.5625	inestable
M5	2	0.13	2.70	4.69	0.15	7.04	0.563	inestable	M5	2	0.132	2.70	2.892	0.15	2.68	0.5625	inestable
M6	2	0.10	2.70	3.40	0.15	2.72	0.563	inestable	M6	2	0.122	2.70	2.025	0.15	1.21	0.5625	inestable
M7	2	0.10	2.70	3.40	0.15	2.72	0.563	inestable	M7	2	0.106	2.70	3.00	0.15	2.32	0.5625	inestable
M8	2	0.11	2.70	2.70	0.15	1.98	0.563	inestable	M8	2	0.115	2.70	2.565	0.15	1.84	0.5625	inestable
M9	2	0.13	2.70	1.12	0.15	0.40	0.563	estable	M9	2	0.112	2.70	2.66	0.15	1.93	0.5625	inestable
M10	2	0.13	2.70	1.15	0.15	0.43	0.563	estable	M10	2	0.112	2.70	2.428	0.15	1.60	0.5625	inestable
M11	2	0.13	2.70	1.54	0.15	0.74	0.563	inestable	M11	2	0.112	2.70	3.7	0.15	3.73	0.5625	inestable
M12	2	0.13	2.70	1.67	0.15	0.87	0.563	inestable	M12	2	0.112	2.70	3.698	0.15	3.72	0.5625	inestable
M13	2	0.13	2.70	1.10	0.15	0.39	0.563	estable	M13	2	0.097	2.70	3.45	0.15	2.81	0.5625	inestable
M14	2	0.13	2.70	1.16	0.15	0.43	0.563	estable	M14	2	0.112	2.70	2.58	0.15	1.81	0.5625	inestable
									M15	2	0.097	2.70	3.45	0.15	2.81	0.5625	inestable
									M16	2	0.115	2.70	2.35	0.15	1.55	0.5625	inestable
									M17	2	0.112	2.70	2.35	0.15	1.50	0.5625	inestable
									M18	2	0.133	2.70	1.068	0.15	0.37	0.5625	estable
									M19	2	0.133	2.70	1.115	0.15	0.40	0.5625	estable
									M20	2	0.133	2.70	1.00	0.15	0.32	0.5625	estable

Nota. La figura muestra la estabilidad de los muros al volteo, considerando un momento actuante y un momento resistente.

Vulnerabilidad sísmica

El índice de vulnerabilidad sísmica estará definido por la vulnerabilidad estructural en un 60% la densidad de muros de albañilería, en un 30% la mano de obra además está definido por la vulnerabilidad no estructural en el cual se contempla en un 10% la tabiquería y parapetos de la albañilería.

Figura 40

Vulnerabilidad estructural y no estructural

Vulnerabilidad					
Estructural			No estructural		
Densidad	Mano de Obra y materiales			Tabiquería y pararetos	
Adecuada:	X	Buena calidad		Todos estables	
Aceptable:		Regular calidad		X	Algunos estables X
Inadecuada:		Mala calidad		Todos inestables	

Nota. La figura muestra los parámetros referidos a la densidad de los muros, mano de obra y materiales y la estabilidad de tabiquería y parapetos.

Por ello la vulnerabilidad sísmica será:

$$Vulnerabilidad\ sismica = 0,6 \times Densidad\ de\ muros + 0,3x\ Mano\ de\ obra + 0,1x\ estabilidad\ de\ muros \quad (3.9)$$

Figura 41

Combinaciones para la vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad Sísmica	Estructural						No estructural			Valor Numérico
	Densidad de Muros (60%)			Calidad M.O. y Materiales (30%)			Estabilidad de tabiquerías (10%)			
	Adecuada	Aceptable	Inadecuada	Buena	Regular	Mala	Estable	Algunos Estables	Inestables	
BAJA	X			X			X			1.0
	X			X				X		1.1
	X			X					X	1.2
	X				X		X			1.3
	X				X			X		1.4
MEDIA	X				X				X	1.5
	X					X	X			1.6
	X					X		X		1.7
	X					X			X	1.8
		X		X			X			1.6
		X		X				X		1.7
		X		X					X	1.8
		X			X		X			1.9
		X			X			X		2.0
		X			X				X	2.1
ALTA		X				X	X			2.2
		X				X		X		2.3
		X				X			X	2.4
			X	X			X			2.2
			X	X				X		2.3
			X	X					X	2.4
			X		X		X			2.5
			X		X			X		2.6
			X		X				X	2.7
			X			X	X			2.8
			X			X		X		2.9
			X			X			X	3.0

Nota. La figura muestra las combinaciones de los parámetros de vulnerabilidad estructural y no estructural. Por Mosqueira y Tarque , 2005.

El mismo procedimiento se aplicó a la otra vivienda autoconstruida N°02 para la utilización de la ficha de reporte (véase Anexo 8).

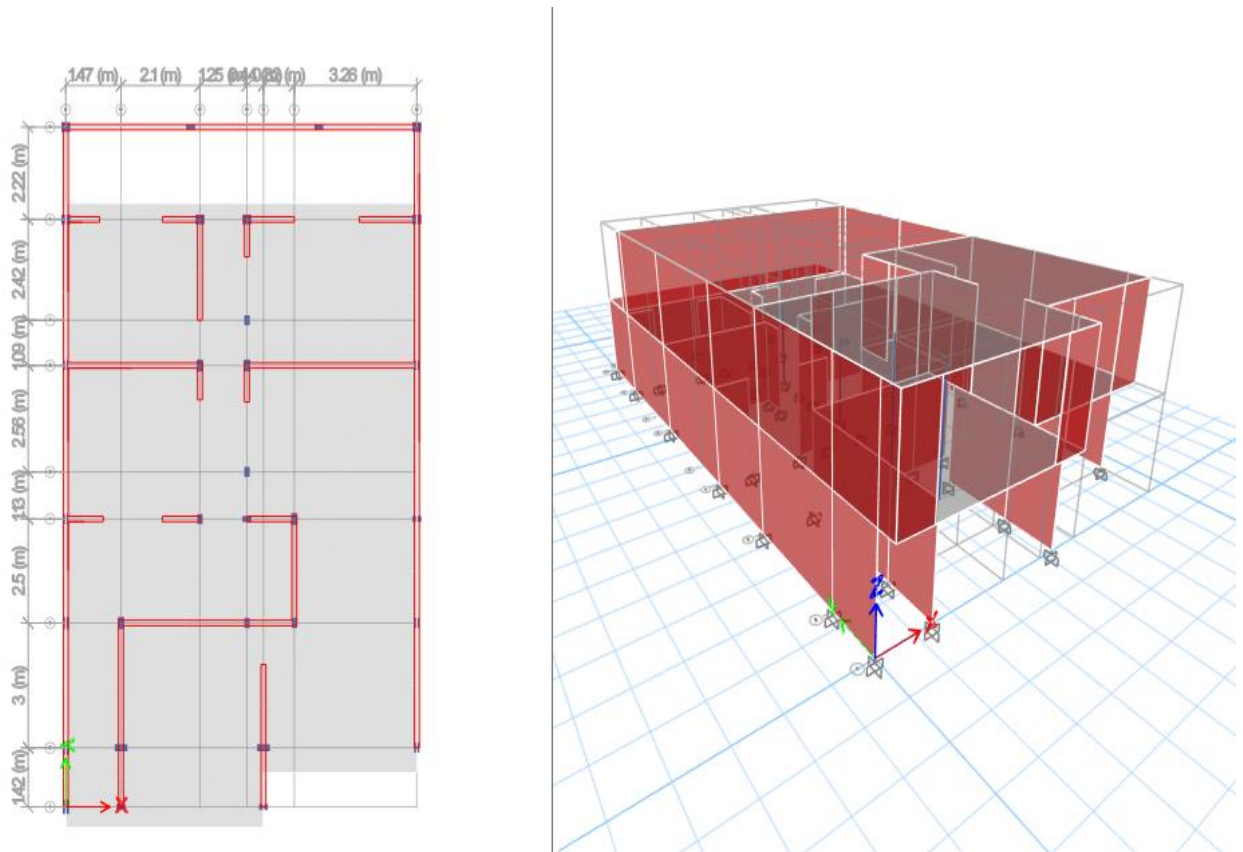
3.6.2 Reforzamiento con fibra de carbono

3.6.2.1 Modelado de la edificación en ETABS

En el presente estudio, se realizó el análisis por sismo de dos viviendas autoconstruidas elegidas en la zona del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, previamente el modelamiento realizado en el ETABS según los datos recolectados en campo siendo estructuras de albañilería confinada y de 02 niveles para verificar la densidad de muros, derivas de piso, fuerza en los muros y reacciones en su base como parte de la información para el empleo del reforzamiento fibra de carbono en los muros que requieren estabilidad (véase figuras 42, 43, 44 y 45).

Figura 42

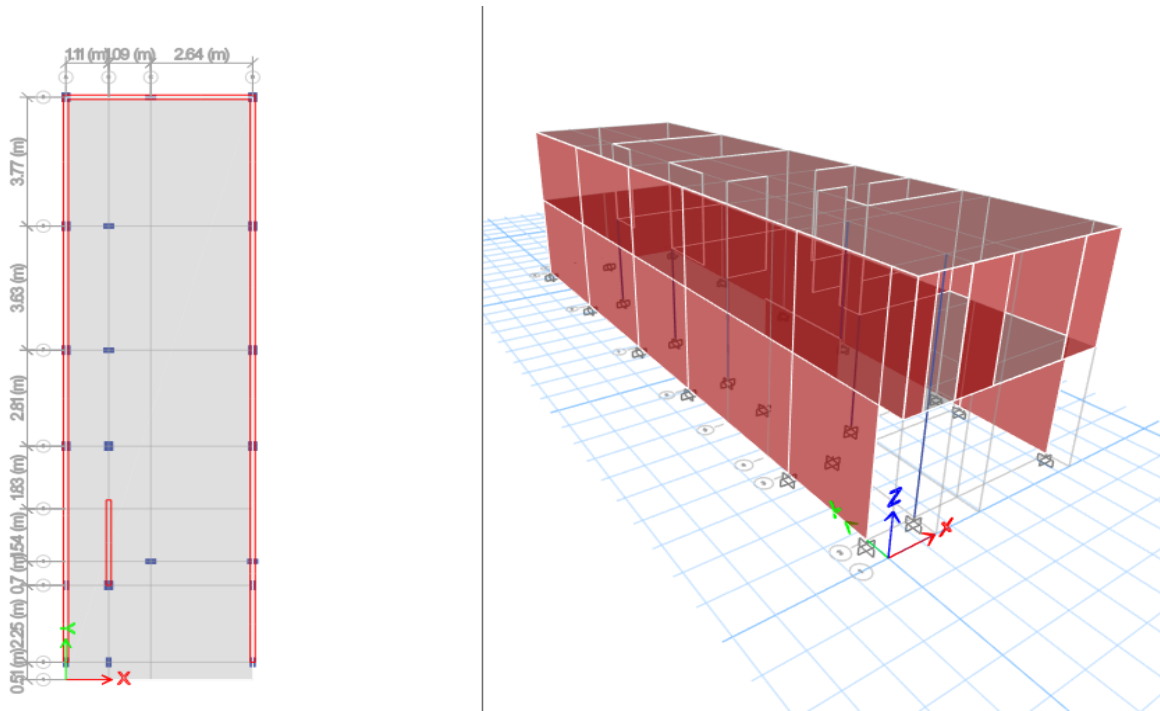
Modelamiento casa 01



Nota. La figura muestra el modelamiento en el ETABS de la vivienda 01.

Figura 43

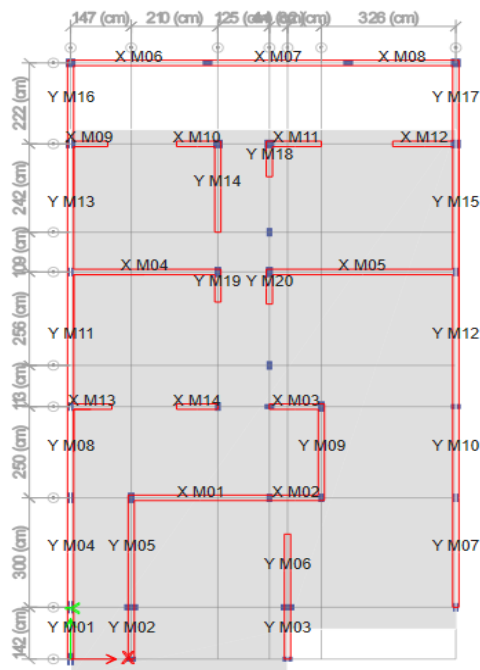
Modelamiento casa 02



Nota. La figura muestra el modelamiento en el ETABS de la vivienda 02.

Figura 44

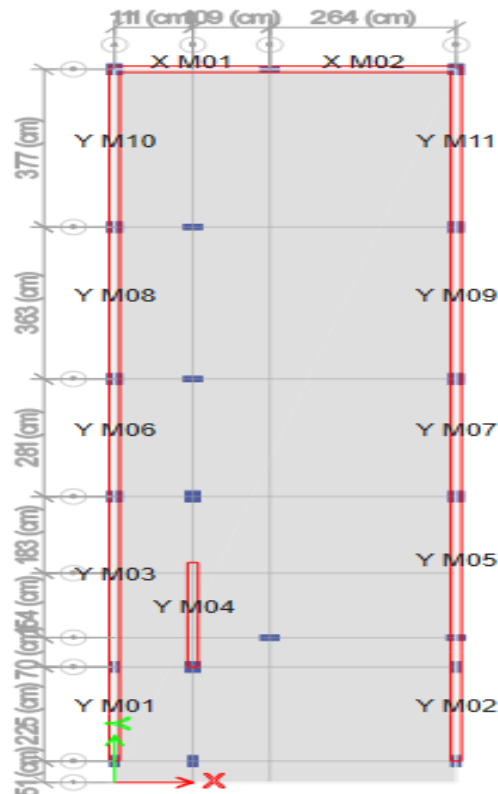
Etiquetas de muros casa 01



Nota. La figura muestra las etiquetas de los muros de la vivienda 01 en el ETABS.

Figura 45

Etiquetas de muros casa 02



Nota. La figura muestra las etiquetas de los muros de la vivienda 02 en el ETABS.

3.6.2.2 Análisis del reforzamiento con fibra de carbono según ACI 440.7r-10

Para el reforzamiento necesario del muro de albañilería con el material de fibra de carbono, como primer paso se identificó el modo de falla en base a las siguientes ecuaciones.

- *Resistencia al deslizamiento de la junta (V_{bjs})*

$$v_{bjs} = \left(0.75 * \frac{0.75 * v_{tL} + \frac{P_D}{A_n}}{1.5} \right) * A_n \quad (3.12)$$

Donde:

v_{tL} = Resistencia al corte de la mampostería

P_D = Carga muerta superpuesta

A_n = Área de la junta de pega que resiste el deslizamiento

- *Resistencia a tensión diagonal (V_{dt})*

$$V_{dt} = f'_{dt} * A_n * \left(\frac{L}{H}\right) * \sqrt{1 + \frac{f_a}{f'_{dt}}} \quad (3.13)$$

Donde:

f'_{dt} = Fuerza de tensión diagonal de la mampostería

L= Longitud del muro

H= Altura del muro

f_a = Esfuerzo a compresión axial proveniente por carga muerta

- Resistencia al aplastamiento de la base (V_{tc})

$$V_{tc} = \alpha * Q_G * \left(\frac{L}{H}\right) * \left(1 - \frac{f_a}{0.7f'_m}\right) \quad (3.14)$$

Donde:

α = Factor que representa las condiciones de entorno

L= Longitud del muro

H= Altura del muro

f'_m = Resistencia a la compresión de mampostería

Luego de haber obtenido los resultados de cada resistencia se toma el menor dato para el análisis del procedimiento de aplicación de fibra de carbono.

$$V_n^{URM} = \min(V_{bjs}, V_{dt}, V_{tc}) \quad (3.15)$$

Donde:

V_n^{URM} = Resistencia nominal a la cortante de la mampostería sin refuerzo.

El procedimiento completo se encontrará en el Anexo 19 de los muros reforzados según Guía ACI 440.7R-10.

3.7. Aspectos éticos

Se consideró que la autenticidad del producto derivado de la investigación tiene el compromiso social, de la no divulgación de información personal de aquellos que estuvieron involucrados en los diversos estudios, además se tuvo en cuenta el respeto adecuado hacia la propiedad intelectual, de las diversas fuentes utilizadas, realizando la correcta citación según normativa APA.

IV. RESULTADOS

4.1 Vulnerabilidad Sísmica vivienda N°1

Densidad de muros

Tabla 5

Densidad de muros dirección X

Densidad de muros dirección X			
Muro	L	t	t.l
	(m)	(m)	(m ²)
M1	3.44	0.15	0.52
M2	1.35	0.15	0.20
M3	1.43	0.15	0.21
M4	3.73	0.15	0.56
M5	4.69	0.15	0.70
M6	3.40	0.15	0.51
M7	3.40	0.15	0.51
M8	2.70	0.15	0.41
M9	1.12	0.15	0.17
M10	1.15	0.15	0.17
M11	1.54	0.15	0.23
M12	1.67	0.15	0.25
M13	1.10	0.15	0.17
M14	1.16	0.15	0.17
Total			4.78

Nota. La tabla 5 muestra la densidad de muros del primer piso dirección X para la vivienda analizada.

Interpretación:

En la tabla 5, se visualiza los resultados del área de corte en muros en la dirección X siendo 4.78 m², tomando como dato que el espesor de los muros es 0.15 m en base a la unidad de albañilería de concreto macizo de la vivienda analizada.

Tabla 6*Densidad de muros dirección Y*

Densidad de muros dirección Y			
Muro	L	t	t.l
	(m)	(m)	(m²)
M1	1.68	0.15	0.25
M2	1.54	0.15	0.23
M3	1.53	0.15	0.23
M4	2.76	0.15	0.41
M5	2.89	0.15	0.43
M6	2.03	0.15	0.30
M7	3.00	0.15	0.45
M8	2,57	0.15	0.38
M9	2,66	0.15	0.40
M10	2,43	0.15	0.36
M11	3,70	0.15	0.56
M12	3.69	0.15	0.55
M13	3.45	0.15	0.52
M14	2.58	0.15	0.39
M15	3.45	0.15	0.52
M16	2.35	0.15	0.35
M17	2.35	0.15	0.35
M18	1.07	0.15	0.16
M19	1.12	0.15	0.17
M20	0.99	0.15	0.15
	Total		7.17

Nota. La tabla 6 muestra la densidad de muros del primer piso dirección y para la vivienda analizada.

Interpretación:

En la tabla 6, se observa los resultados del área de corte en muros en la dirección Y siendo 7.17 m², tomando como dato que el espesor de los muros es 0.15 m en base a la unidad de albañilería de concreto macizo de la vivienda analizada.

Figura 46

Revisión de la densidad de muros

Área Piso1	Cortante Basal		Área de muros		Ae/Ar	Densidad Ae/Área piso 1	Resistencia VR	VR/V	Resultado
	Peso acum.	V=ZUCSP/R	Existente: Ae	Requerida Ar					
m ²	kN/m ²	kN	m ²	m ²	Adimensional	%	kN	Adimensional	
Análisis en el sentido "X"									
126.36	11.36	1506.84	4.78	2.71	1.76	3.78	-	-	Adecuado
Análisis en el sentido "Y"									
126.36	11.36	1506.84	7.17	2.71	2.65	5.67	-	-	Adecuado

Nota. La figura 46 muestra la revisión de la densidad de muros en la vivienda.

Interpretación:

En la figura 46 se observa, la revisión de muros siendo parte de la ficha técnica por la metodología de Mosqueira y Tarque, comprobando que la densidad de muros es adecuada en ambos sentidos debido a que el área existente es mayor al área requerida según aspectos de zona sísmica, factor de suelo, tipo de suelo y peso de la vivienda. (véase Anexo 10).

Estabilidad de muros al volteo

Tabla 7

Estabilidad de muros dirección X

Muro	Factores						Mom. Act.	Mom. Rest.	Resultado Ma : Mr
	C1	m	P	b	a	t	0.9.m.P.a ²	25 t ²	
	adim.	adim.	kN/m ²	m	m	m	kN-m/m	kN-m/m	
M1	2	0.097	2.70	2.7	3.44	0.15	2.78	0.5625	inestable
M2	2	0.132	2.70	2.7	1.35	0.15	0.58	0.5625	inestable
M3	2	0.131	2.70	2.7	1.43	0.15	0.65	0.5625	inestable
M4	2	0.087	2.70	2.7	3.73	0.15	2.93	0.5625	inestable
M5	2	0.132	2.70	2.7	4.69	0.15	7.04	0.5625	inestable
M6	2	0.097	2.70	2.7	3.40	0.15	2.72	0.5625	inestable
M7	2	0.097	2.70	2.7	3.40	0.15	2.72	0.5625	inestable
M8	2	0.112	2.70	2.7	2.70	0.15	1.98	0.5625	inestable
M9	2	0.133	2.70	2.7	1.12	0.15	0.40	0.5625	estable
M10	2	0.133	2.70	2.7	1.15	0.15	0.43	0.5625	estable
M11	2	0.13	2.70	2.7	1.54	0.15	0.74	0.5625	inestable

Tabla 7*Estabilidad de muros dirección X (continuación)*

Muro	Factores						Mom. Act.	Mom. Rest.	Resultado Ma : Mr
	C1	m	P	b	a	t	0.9.m.P.a ²	25 t ²	
	adim.	adim.	kN/m ²	m	m	m	kN-m/m	kN-m/m	
M12	2	0.128	2.70	2.7	1.67	0.15	0.87	0.5625	inestable
M13	2	0.133	2.70	2.7	1.10	0.15	0.39	0.5625	estable
M14	2	0.133	2.70	2.7	1.16	0.15	0.43	0.5625	estable

Nota. La tabla 7 muestra la estabilidad de muros en la dirección X del primer piso.

Interpretación:

En la tabla 7, muestra que los muros en su mayoría en la dirección X son inestables debido a que el momento actuante es mayor al momento resistente, ocasionando inestabilidad en dichos muros de la vivienda autoconstruida.

Tabla 8*Estabilidad de muros dirección Y*

Muro	Factores						Mom. Act.	Mom. Rest.	Resultado Ma : Mr
	C1	m	P	b	a	t	0.9.m.P.a ²	25 t ²	
	adim.	adim.	kN/m ²	m	m	m	kN-m/m	kN-m/m	
M1	2	0.128	2.70	2.7	1.68	0.15	0.87	0.5625	inestable
M2	2	0.129	2.70	2.7	1.54	0.15	0.75	0.5625	inestable
M3	2	0.130	2.70	2.7	1.53	0.15	0.74	0.5625	inestable
M4	2	0.112	2.70	2.7	2.76	0.15	2.07	0.5625	inestable
M5	2	0.132	2.70	2.7	2.89	0.15	2.68	0.5625	inestable
M6	2	0.122	2.70	2.7	2.03	0.15	1.21	0.5625	inestable
M7	2	0.106	2.70	2.7	3.00	0.15	2.32	0.5625	inestable
M8	2	0.115	2.70	2.7	2.57	0.15	1.84	0.5625	inestable
M9	2	0.112	2.70	2.7	2.66	0.15	1.93	0.5625	inestable
M10	2	0.112	2.70	2.7	2.43	0.15	1.60	0.5625	inestable
M11	2	0.112	2.70	2.7	3.70	0.15	3.73	0.5625	inestable
M12	2	0.112	2.70	2.7	3.70	0.15	3.72	0.5625	inestable
M13	2	0.097	2.70	2.7	3.45	0.15	2.81	0.5625	inestable
M14	2	0.112	2.70	2.7	2.58	0.15	1.81	0.5625	inestable

Tabla 8*Estabilidad de muros dirección Y (continuación)*

Muro	Factores						Mom. Act.	Mom. Rest.	Resultado Ma : Mr
	C1	m	P	b	a	t	0.9.m.P.a ²	25 t ²	
	adim.	adim.	kN/m ²	m	m	m	kN-m/m	kN-m/m	
M15	2	0.097	2.70	2.7	3.45	0.15	2.81	0.5625	inestable
M16	2	0.115	2.70	2.7	2.35	0.15	1.55	0.5625	inestable
M17	2	0.112	2.70	2.7	2.35	0.15	1.50	0.5625	inestable
M18	2	0.133	2.70	2.7	1.07	0.15	0.37	0.5625	estable
M19	2	0.133	2.70	2.7	1.12	0.15	0.40	0.5625	estable
M20	2	0.133	2.70	2.7	1.00	0.15	0.32	0.5625	estable

Nota. La tabla 8 muestra la estabilidad de muros en la dirección Y del primer nivel.

Interpretación:

En la tabla 8, muestra que los muros en su mayoría en el sentido Y son inestables siendo que el momento actuante es mayor al momento resistente, ocasionando inestabilidad en dichos muros de la vivienda autoconstruida.

Índice de vulnerabilidad sísmica**Tabla 9***Vulnerabilidad estructural*

Estructural		
Densidad		Mano de Obra y materiales
Adecuada:	x	Buena calidad
Aceptable:		Regular calidad x
Inadecuada:		Mala calidad

Nota. La tabla 9 muestra la densidad de muros y la calidad de la mano de obra y materiales en la vivienda analizada.

Interpretación:

En la tabla 9, se aprecia el resultado del análisis estructural en la ficha técnica de Mosqueira y Tarque siendo su densidad de muros adecuados y en base a la ficha de encuesta se obtiene el dato que la mano de obra y materiales fue de regular calidad al momento de su construcción.

Tabla 10

Vulnerabilidad no estructural

No estructural	
Tabiquería y parapetos	
Todos estables	
Algunos estables	x
Todos inestables	

Nota. La tabla 10 muestra la vulnerabilidad no estructural considerando, estabilidad de las tabiquerías.

Interpretación:

En la tabla 10, se acontece en su análisis no estructural de la tabiquería en la vivienda son algunos estables ya que el momento actuante es menor al momento resistente.

Figura 47

Combinaciones para la vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad Sísmica	Estructural						No estructural			Valor Numérico
	Densidad de Muros (60%)			Calidad M.O. y Materiales (30%)			Estabilidad de tabiquerías (10%)			
	Adecuada	Aceptable	Inadecuada	Buena	Regular	Mala	Estable	Algunos Estables	Inestables	
BAJA	X			X			X			1.0
	X			X				X		1.1
	X			X					X	1.2
	X				X		X			1.3
	X				X			X		1.4

Nota. La figura 47 muestra las combinaciones de la vulnerabilidad sísmica indicando una vulnerabilidad baja, con un valor numérico de 1.4.

Interpretación:

En la figura 47, muestra la tabla de la metodología de Mosqueira y Tarque referenciado que la vulnerabilidad sísmica en base al análisis estructural y no estructural siendo baja en consecuencia de los datos obtenidos en campo y el análisis en gabinete.

4.2 Vulnerabilidad Sísmica vivienda N°2

Densidad de muros

Tabla 11

Densidad de muros dirección X

Densidad de muros dirección X			
Muro	L	t	t.l
	(m)	(m)	(m²)
M1	2.37	0.15	0.36
M2	2.63	0.15	0.39
TOTAL			0.75

Nota. La tabla 11 muestra la densidad de muros del primer nivel dirección X para la vivienda analizada.

Interpretación:

Tabla 11, se aprecia los resultados del área de corte de los muros en dirección X siendo 0.75 m², tomando como dato que el espesor de los muros es 0.15 m en base a la unidad de albañilería de concreto macizo de la vivienda analizada.

Tabla 12

Densidad de muros dirección Y

Densidad de muros dirección Y			
Muro	L	t	t.l
	(m)	(m)	(m²)
M1	2.35	0.15	0.35
M2	3.05	0.15	0.46
M3	4.07	0.15	0.61
M4	2.75	0.15	0.41
M5	3.52	0.15	0.53
M6	2.81	0.15	0.42
M7	2.66	0.15	0.40
M8	3.63	0.15	0.54
M9	3.63	0.15	0.54
M10	3.84	0.15	0.58
M11	3.84	0.15	0.58
TOTAL			5.42

Nota. La tabla 12 muestra la densidad de muros del primer piso dirección Y para la vivienda analizada.

Interpretación:

Tabla 12, se observa los resultados del área de corte de los muros en dirección Y siendo 5.42 m², tomando como dato que el espesor de los muros es 0.15 m en base a la unidad de albañilería de concreto macizo de la vivienda analizada.

Figura 48

Revisión de la densidad de muros

Área Piso1	Cortante Basal		Área de muros		Ae/Ar	Densidad Ae/Área piso 1	Resistencia VR	VR/V	Resultado
	Peso acum.	V=ZUCSP/R	Existente: Ae	Requerida Ar					
m ²	kN/m ²	kN	m ²	m ²	Adimensional	%	kN	Adimensional	
Análisis en el sentido "X"									
77.62	14.94	456.526	0.75	2.19	0.34	0.97	2996.13	6.56	Inadecuado
Análisis en el sentido "Y"									
77.62	14.94	456.526	5.42	2.19	2.47	6.98	-	-	Adecuado

Nota. La figura 48 muestra la revisión de la densidad de muros en la vivienda.

Interpretación:

En la figura 48 se observa, la revisión de muros siendo parte de la ficha técnica por la metodología de Mosqueira y Tarque, comprobando que la densidad de muros no es apropiada en el sentido X ya que el área existente de muros es menor al área requerida. Siendo adecuado en el sentido Y considerando que el área existente de muros es mayor al área requerida según aspectos de zona sísmica, factor de suelo, tipo de suelo y peso de la vivienda (véase Anexo 8).

Estabilidad de muros al volteo

Tabla 13

Estabilidad de muros dirección x

Muro	Factores						Mom. Act.	Mom. Rest.	Resultado Ma : Mr
	C1	m	P	b	a	t	0.9.m.P.a ²	25 t ²	
	adim.	adim.	kN/m ²	m	m	m	kN-m/m	kN-m/m	
M1	2	0.122	2.70	2.37	0.15	1.67	1.67	0.563	inestable
M2	2	0.115	2.70	2.63	0.15	1.93	1.93	0.563	inestable

Nota. La tabla 13 muestra la estabilidad de muros en la dirección x del primer nivel.

Interpretación:

En la tabla 13, muestra que los muros en el sentido X son inestables siendo que el momento actuante es mayor al momento resistente, ocasionando inestabilidad completa en la vivienda autoconstruida.

Tabla 14

Estabilidad de muros dirección Y

Muro	Factores						Mom. Act.	Mom. Rest.	Resultado Ma : Mr
	C1	m	P	b	a	t	0.9.m.P.a ²	25 t ²	
	adim.	adim.	kN/m ²	m	m	m	kN-m/m	kN-m/m	
2.35	0.15	0.130	2.70	3	2.35	0.15	1.74	0.5625	inestable
3.05	0.15	0.112	2.70	3	3.05	0.15	2.53	0.5625	inestable
4.07	0.15	0.087	2.70	3	4.07	0.15	3.50	0.5625	inestable
2.75	0.15	0.115	2.70	3	2.75	0.15	2.12	0.5625	inestable
3.52	0.15	0.132	2.70	3	3.52	0.15	3.97	0.5625	inestable
2.81	0.15	0.130	2.70	3	2.81	0.15	2.49	0.5625	inestable
2.66	0.15	0.130	2.70	3	2.66	0.15	2.24	0.5625	inestable
3.63	0.15	0.097	2.70	3	3.63	0.15	3.11	0.5625	inestable
3.63	0.15	0.097	2.70	3	3.63	0.15	3.11	0.5625	inestable
3.84	0.15	0.112	2.70	3	3.84	0.15	4.01	0.5625	inestable
3.84	0.15	0.112	2.70	3	3.84	0.15	4.01	0.5625	inestable

Nota. La tabla 14 muestra la estabilidad de muros en la dirección y del primer piso.

Interpretación:

En la tabla 14, muestra que los muros en el sentido Y son todos inestables siendo que el momento actuante es mayor al momento resistente, ocasionando inestabilidad completa en la vivienda autoconstruida.

Índice de vulnerabilidad sísmica

Tabla 15

Vulnerabilidad estructural

Estructural			
Densidad		Mano de Obra y materiales	
Adecuada:		Buena calidad	
Aceptable:		x	Regular calidad x
Inadecuada:		Mala calidad	

Nota. La tabla 15 muestra la densidad de muros y la calidad de la mano de obra y materiales en la vivienda analizada.

Interpretación:

La tabla 15, visualiza el resultado del análisis estructural de la ficha técnica de Mosqueira y Tarque siendo su densidad de muros aceptable y en base a la ficha de encuesta se obtiene el dato que la mano de obra y materiales fue de regular calidad al momento de su construcción.

Tabla 16

Vulnerabilidad no estructural

No estructural	
Tabiquería y parapetos	
Todos estables	
Algunos estables	
Todos inestables	x

Nota. La tabla 16 muestra la vulnerabilidad no estructural considerando la estabilidad de las tabiquerías.

Interpretación:

En la tabla 16, se visualiza el resultado del análisis no estructural de muros con albañilería confinada en la vivienda autoconstruida demostrado la inestabilidad de muros al volteo.

Figura 49

Combinaciones para la vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad Sísmica	Estructural						No estructural				Valor Numérico
	Densidad de Muros (60%)			Calidad M.O. y Materiales (30%)			Estabilidad de tabiquerías (10%)				
	Adecuada	Aceptable	Inadecuada	Buena	Regular	Malísima	Estable	Algunos Estables	Inestables		
BAJA	X			X			X				1.0
	X			X				X			1.1
	X			X					X		1.2
	X				X		X				1.3
	X				X			X			1.4
MEDIA	X				X					X	1.5
	X					X	X				1.6
	X					X		X			1.7
	X					X			X		1.8
		X		X			X				1.6
		X		X				X			1.7
		X		X					X		1.8
		X			X		X				1.9
		X			X			X			2.0
		X			X				X		2.1

Nota. La figura 49 muestra las combinaciones de la vulnerabilidad sísmica indicando una vulnerabilidad media, con un valor numérico de 2.1.

Interpretación:

En la figura 49, muestra la tabla de la metodología de Mosqueira y Tarque referenciado que en base al análisis estructural, no estructural y con la información recopilada en campo y el análisis en gabinete la vulnerabilidad sísmica es media.

4.3 Reforzamiento Fibra de Carbono

Rigidez lateral de la mampostería

Tabla 17

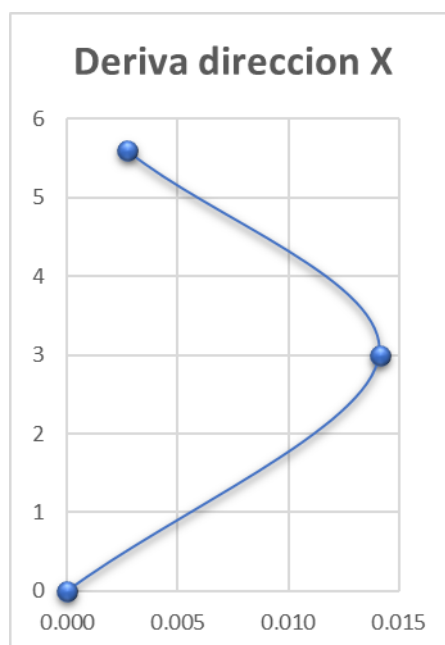
Derivas de entrepiso vivienda 2 dirección X

H	δ
m	adimensional
5.6	0.003
3	0.014
0	0

Nota. La tabla 17 muestra las derivas inelásticas de la vivienda 2, siendo la mayor de 0.014 localizada en el primer nivel.

Figura 50

Derivas inelásticas de la albañilería dirección X



Nota. La figura 50 muestra las derivas inelásticas generadas por la albañilería confinada en la vivienda 2.

Interpretación:

En la figura 50, se observa las derivas inelásticas generados por la albañilería confinada considerando que según normativa E-030 el límite permisible para

desplazamiento lateral de entrepiso es de 0.005, por lo cual a una altura de 3 m según tabla 17 se generó la excesiva deriva de 0.014 requiriendo reforzamiento en los muros en dirección X.

Tabla 18

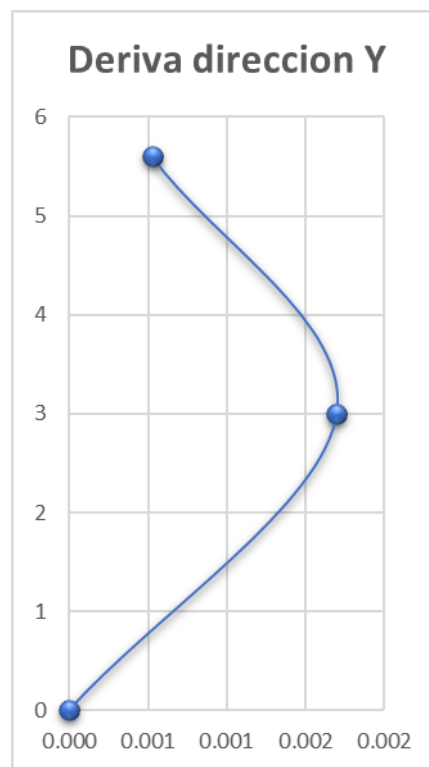
Derivas de entrepiso vivienda 2 dirección Y

H	δ
m	adimensional
5.6	0.001
3	0.002
0	0

Nota. La tabla 18 muestra las derivas inelásticas de la vivienda 2, siendo la mayor de 0.002 localizada en el primer nivel.

Figura 51

Derivas inelásticas de la albañilería dirección Y



Nota. La tabla 51 muestra las derivas inelásticas generadas por la albañilería confinada en la vivienda 2.

Interpretación:

En la figura 51, se observa las derivas inelásticas generados por la albañilería confinada considerando que según normativa E-030 el límite permisible para

desplazamiento lateral de entrecaposo es de 0.005, por lo cual según resultados de la tabla 18 se encuentran dentro del margen normativo los muros en dirección Y.

Rigidez lateral con CFRP

Tabla 19

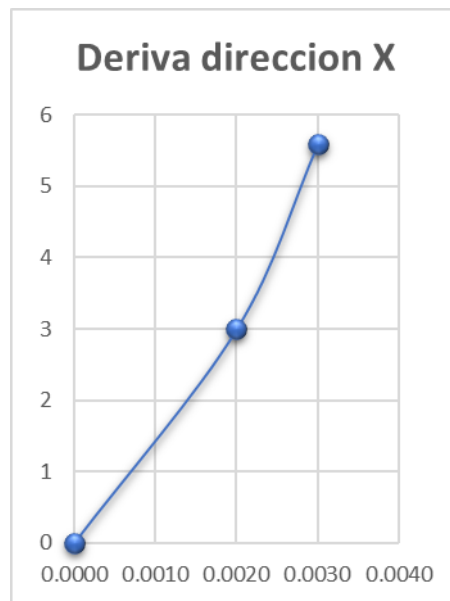
Derivas de entrecaposo reforzado vivienda 2 dirección X

H	δ
m	adimensional
5.6	0.003
3	0.002
0	0

Nota. La tabla 19 muestra las derivas inelásticas dirección X de la vivienda 2 con reforzamiento de CFRP siendo la mayor de 0.003.

Figura 52

Derivas inelásticas de la albañilería con CFRP dirección X



Nota. La figura 52 muestra las derivas inelásticas generadas por la albañilería confinada con CFRP en la vivienda 2.

Interpretación:

La figura 52, da a conocer las derivas inelásticas considerando el refuerzo de la albañilería confinada con fibra de carbono existiendo una reducción de la deriva de 0.014 a 0.002 ubicándose dentro del límite permisible en los muros dirección X (véase Anexo 20).

Resistencia sísmica de la mampostería

Tabla 20

Control de fisuración de los muros en el primer piso sin CFRP

MURO	L m	t m	PG KN	V _e KN	M KN - M	α	h/L	V'm KN	0.55 V'm KN	V _e ≤ 0.55V _m
X M01	2.37	0.15	21.06	138.69	21444.15	0.33	1.2658	194.66	107	agrieta
X M02	2.63	0.15	25.35	168.41	26142.28	0.33	1.1407	216.47	119	agrieta
Y M01	2.35	0.15	21.21	46.19	7212.25	0.33	1.2766	193.09	106	OK
Y M02	3.05	0.15	22.66	52.47	8281.40	0.33	0.9836	249.49	137	OK
Y M03	4.07	0.15	38.40	84.59	12897.82	0.33	0.7371	334.80	184	OK
Y M04	2.75	0.15	25.49	29.41	6344.17	0.33	1.0909	226.11	124	OK
Y M05	3.52	0.15	36.62	93.67	13752.69	0.33	0.8523	290.34	160	OK
Y M06	2.81	0.15	25.38	56.69	8536.74	0.33	1.0676	230.89	127	OK
Y M07	2.66	0.15	31.31	77.79	11967.73	0.33	1.1278	220.24	121	OK
Y M08	3.63	0.15	32.64	71.12	10792.17	0.33	0.8264	298.24	164	OK
Y M09	3.63	0.15	41.36	108.04	16376.71	0.33	0.8264	300.24	165	OK
Y M10	3.84	0.15	34.46	70.64	11069.89	0.33	0.7813	315.48	174	OK
Y M11	3.84	0.15	39.08	115.56	17939.08	0.33	0.7813	316.54	174	OK

Nota. La tabla 20 muestra el control de fisuración en los muros del primer nivel de la vivienda 2, siendo el muro XM01 y XM02 los muros que se agrietaron.

Interpretación:

Según la tabla 20 se puede inferir que la cortante resistente provista por la albañilería confinada es menor a la cortante sísmica actuante en los muros X M01, y X M02 por tanto estos muros se están fisurando. Los demás muros no se están fisurando debido a que la cortante actuante es menor a la cortante provista por la albañilería confinada.

Resistencia sísmica de la mampostería con CFRP

Tabla 21

Control de fisuración de los muros en el primer piso con CFRP

MURO	L	t	PG	V _e	M	α	h/L	V'm	0.55 V'm	V _e ≤ 0.55V _m
	m	m	KN	KN	KN - M			KN	KN	
X M01	2.37	0.15	21.06	138.69	21444.15	0.33	1.2658	499.85	275	OK
X M02	2.63	0.15	25.35	168.41	26142.28	0.33	1.1407	608.85	335	OK
Y M01	2.35	0.15	21.21	46.19	7212.25	0.33	1.2766	193.09	106	OK
Y M02	3.05	0.15	22.66	52.47	8281.40	0.33	0.9836	249.49	137	OK
Y M03	4.07	0.15	38.40	84.59	12897.82	0.33	0.7371	334.80	184	OK
Y M04	2.75	0.15	25.49	29.41	6344.17	0.33	1.0909	226.11	124	OK
Y M05	3.52	0.15	36.62	93.67	13752.69	0.33	0.8523	290.34	160	OK
Y M06	2.81	0.15	25.38	56.69	8536.74	0.33	1.0676	230.89	127	OK
Y M07	2.66	0.15	31.31	77.79	11967.73	0.33	1.1278	220.24	121	OK
Y M08	3.63	0.15	32.64	71.12	10792.17	0.33	0.8264	298.24	164	OK
Y M09	3.63	0.15	41.36	108.04	16376.71	0.33	0.8264	300.24	165	OK
Y M10	3.84	0.15	34.46	70.64	11069.89	0.33	0.7813	315.48	174	OK
Y M11	3.84	0.15	39.08	115.56	17939.08	0.33	0.7813	316.54	174	OK

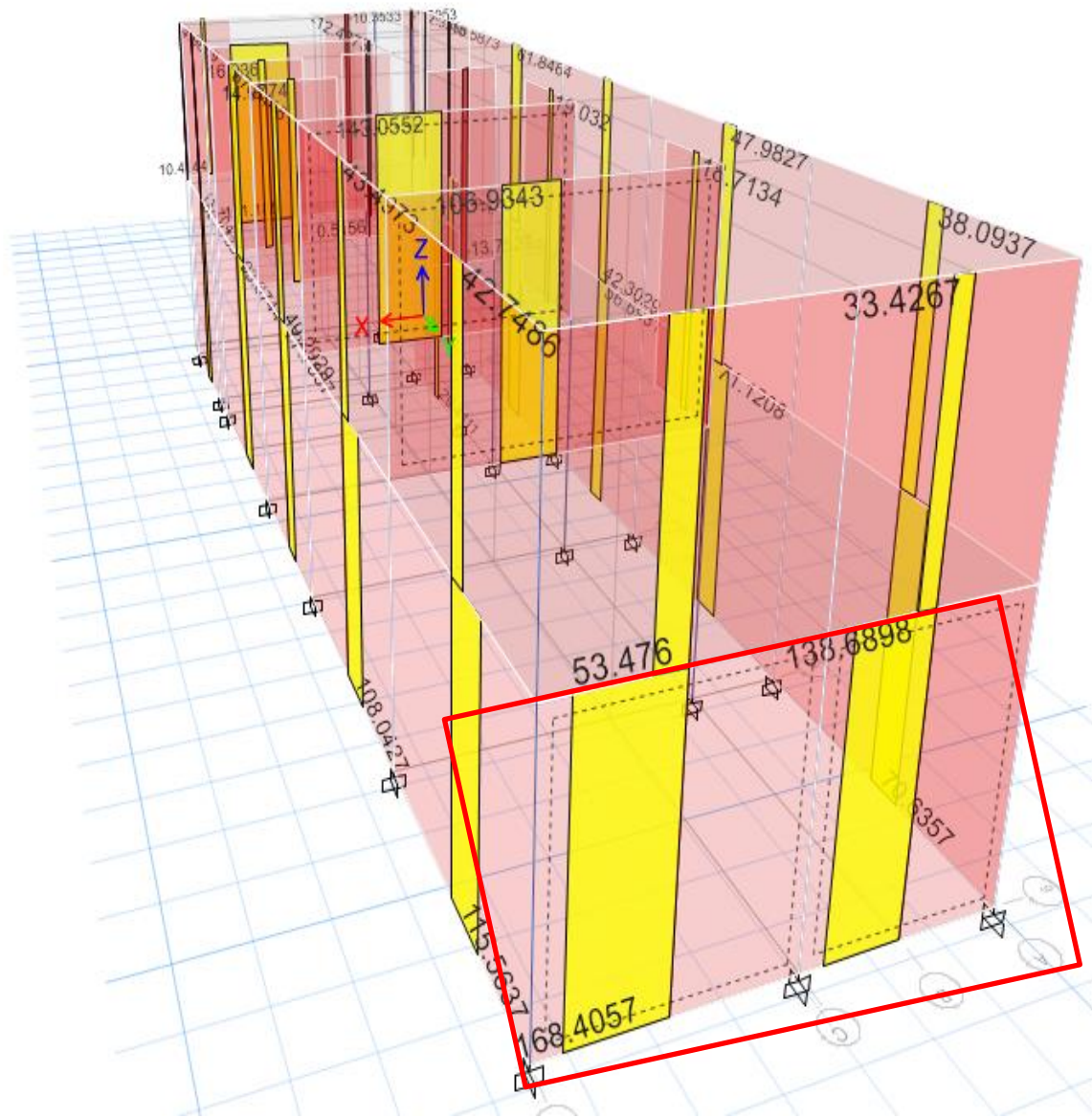
Nota. La tabla 20 muestra que no existe fisuración en los muros X M01, XM02 de albañilería con reforzamiento de CFRP:

Interpretación:

Según la tabla 21 se puede inferir que la cortante resistente provista por la albañilería con reforzamiento de CFRP en los muros X M01 y X M02 es menor a la cortante sísmica actuante por tanto estos muros no se fisuran.

Figura 53

Fuerzas cortantes excesivas en muros del primer nivel



Nota. La figura 53 muestra las fuerzas cortantes excesivas generadas por la albañilería confinada en la vivienda 2.

Interpretación:

Según la imagen 53, se muestra las fuerzas cortantes generadas por el sistema de albañilería construida en la vivienda número 02 de estudio, generando la necesidad de reforzamiento en dos muros del primer nivel a través de la fibra de carbono para su mejora ante un evento sísmico.

Tabla 22*Resistencia al corte de la vivienda dirección X sin CFRP*

V_{mi}	V_{Ei}	$\Sigma V_{mi} \geq V_{Ei}$
KN	KN	
194.66	913.052	
216.47		
411.13	913.052	No cumple

Nota. La tabla 22 da a conocer que la resistencia a la cortante de la vivienda es insuficiente para resistir el sismo severo.

Tabla 23*Resistencia al corte de la vivienda dirección X con CFRP*

V_{mi}	V_{Ei}	$\Sigma V_{mi} \geq V_{Ei}$
KN	KN	
499.85	913.052	
608.85		
1108.70	913.052	OK

Nota. La tabla 23 da a conocer que la resistencia a la cortante de la vivienda con CFRP es suficiente para resistir el sismo severo.

INTERPRETACIÓN:

Según tabla 22 y 23, la resistencia al corte adicionando fibra de carbono mejora en la cortante real del muro de albañilería sin reforzar en dirección X (véase Anexo 19).

Tabla 24*Resistencia al corte de la vivienda dirección Y*

V_{mi}	V_{Ei}	$\Sigma V_{mi} \geq V_{Ei}$
KN	KN	
193.09	913.052	
249.49		
334.80		
226.11		

Tabla 24*Resistencia al corte de la vivienda dirección Y (continuación)*

V_{mi}	V_{Ei}	$\Sigma V_{mi} \geq V_{Ei}$
KN	KN	
290.34		
230.89		
220.24		
298.24		
300.24		
315.48		
316.54		
2975.47	913.052	OK

Nota. La tabla 24 da a conocer que la resistencia a la cortante de la vivienda en la dirección Y es adecuada para resistir el sismo severo.

INTERPRETACIÓN:

Según tabla 24, la resistencia a la cortante proveída por los muros de albañilería confinada son adecuados para resistir la fuerza cortante de un sismo severo en dirección Y.

Contrastación de hipótesis específicas y general.**Hipótesis específica 1**

H1: Mediante la metodología de Mosqueira y Tarque resulta óptimo la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua-2021.

H0: Mediante la metodología de Mosqueira y Tarque no resulta óptimo la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua-2021.

Tabla 25

Correlación vulnerabilidad sísmica vivienda 1

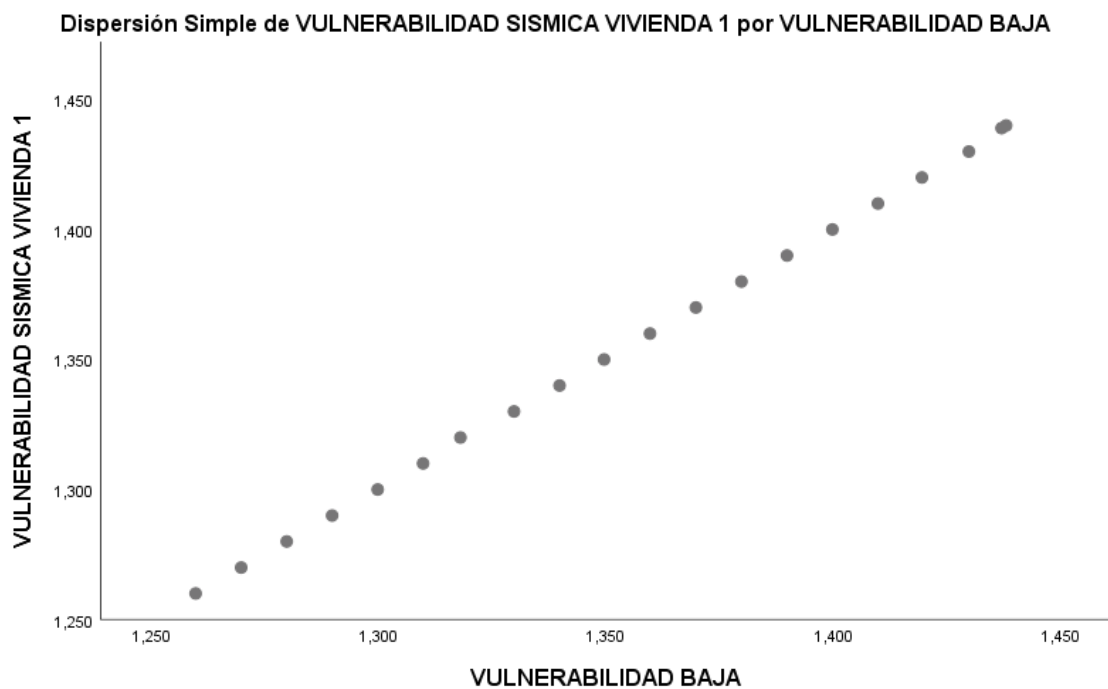
Correlaciones		VULNERABILIDAD SÍSMICA VIVIENDA 1	VULNERABILIDAD BAJA
VULNERABILIDAD SÍSMICA VIVIENDA 1	Correlación de Pearson	1	1.000**
	Sig. (bilateral)		4.0665E-37
	N	20	20
VULNERABILIDAD BAJA	Correlación de Pearson	1.000**	1
	Sig. (bilateral)	4.0665E-37	
	N	20	20

** . La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

Nota. La tabla 25 da a conocer el coeficiente de correlación para la vulnerabilidad sísmica de la vivienda 1 mostrando una correlación fuerte.

Figura 54

Diagrama de dispersión vulnerabilidad vivienda 1



Nota. La figura 54 muestra el diagrama de dispersión de los valores obtenidos en la vivienda 1.

Tabla 26

Correlación vulnerabilidad sísmica vivienda 2

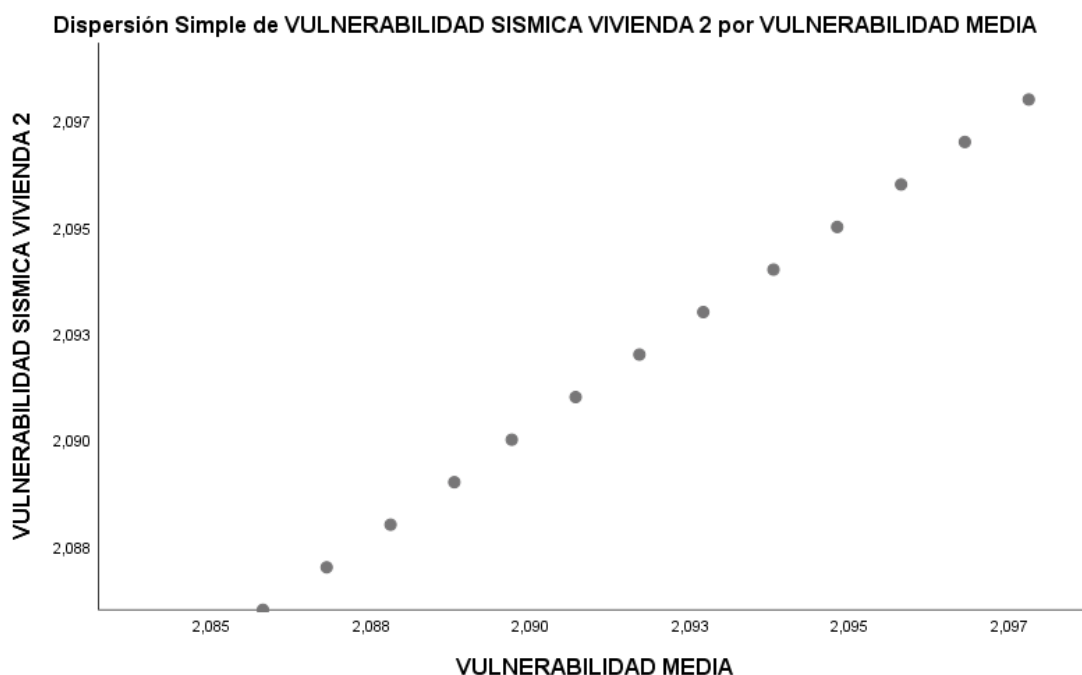
Correlaciones		VULNERABILIDAD SÍSMICA VIVIENDA 2	VULNERABILIDAD MEDIA
VULNERABILIDAD SÍSMICA VIVIENDA 2	Correlación de Pearson	1	1.000**
	Sig. (bilateral)		2.2354E-22
N	13	13	N
VULNERABILIDAD MEDIA	Correlación de Pearson	1.000**	1
	Sig. (bilateral)	2.2354E-22	
	N	13	13

** . La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

Nota. La tabla 26 da a conocer el coeficiente de correlación para la vulnerabilidad sísmica de la vivienda 2 mostrando una correlación fuerte.

Figura 55

Diagrama de dispersión vulnerabilidad vivienda 2



Nota. La figura 55 muestra el diagrama de dispersión de los valores obtenidos en la vivienda 2.

Con una probabilidad de error de 4.0665E-37 y 2.2354E-22 se toma la hipótesis del investigador.

Por lo cual: Mediante la metodología de Mosqueira y Tarque resulta óptimo la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua-2021.

Hipótesis específica 2

H1: Aplicando la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono se demuestra el incremento significativo de la rigidez lateral en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.

H0: Aplicando la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono no se demuestra que se incremente significativamente la rigidez lateral en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.

Tabla 27

Correlación rigidez lateral de la mampostería con CFRP

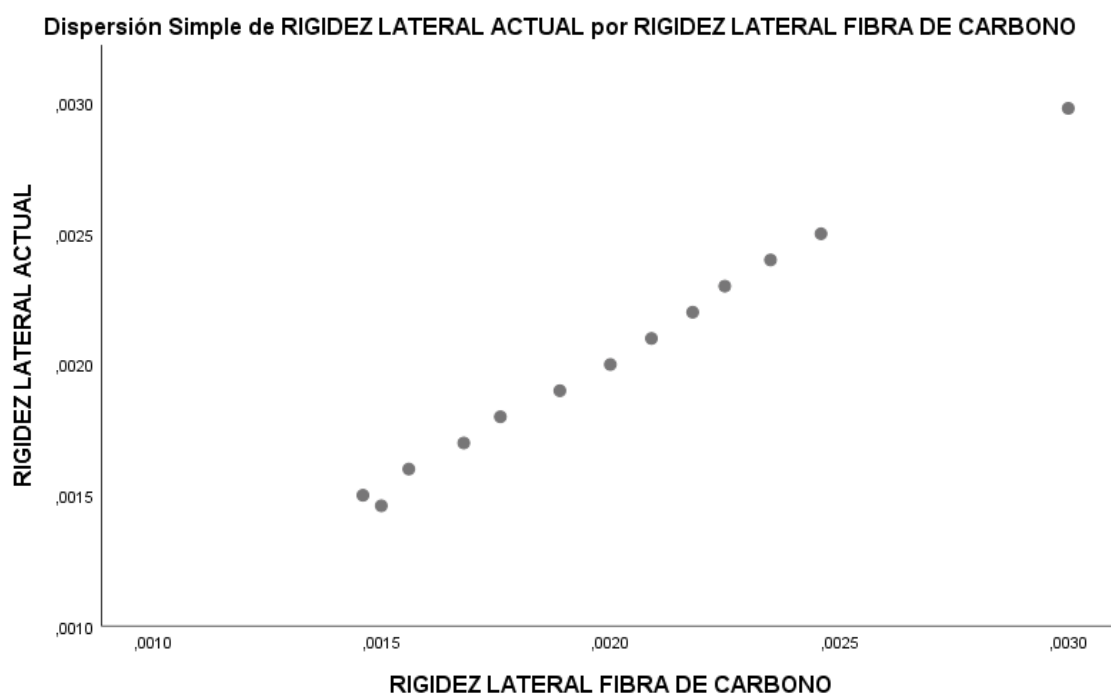
Correlaciones		RIGIDEZ LATERAL ACTUAL	RIGIDEZ LATERAL FIBRA DE CARBONO
RIGIDEZ LATERAL ACTUAL	Correlación de Pearson	1	0.998**
	Sig. (bilateral)		2.6427E-7
	N	13	13
RIGIDEZ LATERAL FIBRA DE CARBONO	Correlación de Pearson	0.998**	1
	Sig. (bilateral)	2.6427E-7	
	N	13	13

** . La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

Nota. La tabla 27 da a conocer el coeficiente de correlación para la rigidez lateral con fibra de carbono mostrando una correlación fuerte.

Figura 56

Diagrama de dispersión rigidez lateral.



Nota. La figura 56 muestra el diagrama de dispersión de los valores obtenidos de la rigidez lateral.

Con una probabilidad de error de 2.6427E-7 se toma la hipótesis del investigador.

Por lo cual: Aplicando la propuesta de refuerzo con fibra de carbono se demuestra el incremento significativo en la rigidez lateral en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.

Hipótesis específica 3

H1: Aplicando la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono se demuestra el incremento significativo de la resistencia sísmica en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.

H0: Aplicando la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono no se demuestra que se incremente significativamente la resistencia sísmica en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.

Tabla 28

Correlación resistencia sísmica de la mampostería con CFRP

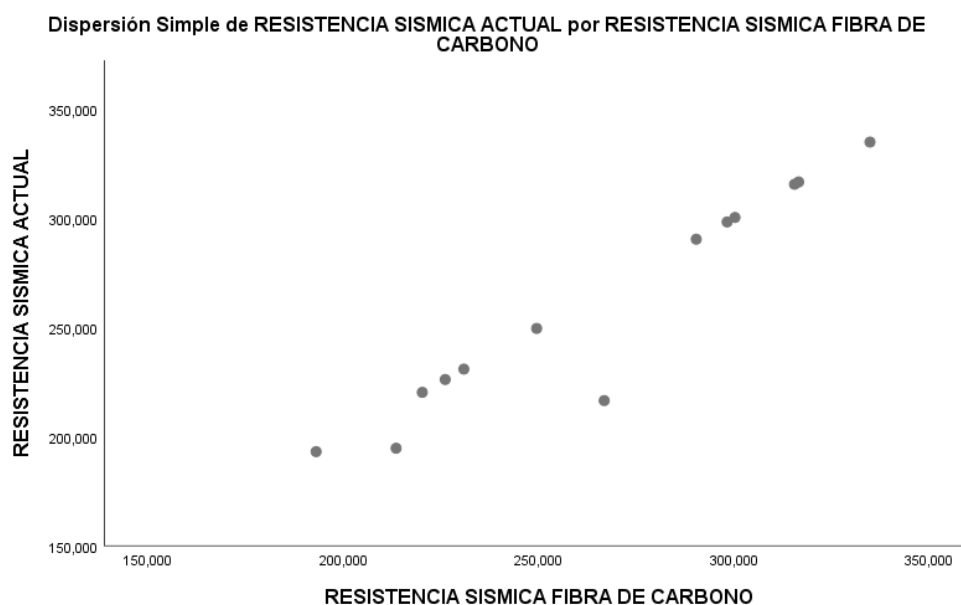
Correlaciones		RESISTENCIA SÍSMICA ACTUAL	RESISTENCIA SÍSMICA FIBRA DE CARBONO
RESISTENCIA SÍSMICA ACTUAL	Correlación de Pearson	1	0.958**
	Sig. (bilateral)		2.6427E-7
	N	13	13
RESISTENCIA SÍSMICA FIBRA DE CARBONO	Correlación de Pearson	0.958**	1
	Sig. (bilateral)	2.6427E-7	
	N	13	13

** . La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

Nota. La tabla 28 da a conocer el coeficiente de correlación para la resistencia sísmica con fibra de carbono mostrando una correlación fuerte.

Figura 57

Diagrama de dispersión resistencia sísmica.



Nota. La figura 57 muestra el diagrama de dispersión de los valores obtenidos de la resistencia sísmica.

Con una probabilidad de error de 2.6427E-7 se toma la hipótesis del investigador.

Por lo cual: Aplicando la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono se demuestra el incremento significativo de la resistencia sísmica en muros de

albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.

Hipótesis general

H1: El grado de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, es significativo por tanto la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono resulta eficiente.

H0: El grado de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo no es significativo por lo tanto la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono resulta ineficiente.

Según Hernandez-Lalinde, Espinoza-Castro, Peñaloza y Rodríguez (2018) para la interpretación adecuada de las magnitudes de los valores de correlación de Pearson aplicado hacia dos variables en estudio es:

Tabla 29

Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson

Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson	
Rango de valores, r_{xy}	Interpretación
$0.00 \leq r_{xy} < 0.10$	Correlación nula
$0.10 \leq r_{xy} < 0.30$	Correlación débil
$0.30 \leq r_{xy} < 0.50$	Correlación moderada
$0.50 \leq r_{xy} < 1.00$	Correlación fuerte

Nota. La tabla 29 da a conocer la interpretación del coeficiente de correlación de Pearson. Adapto de *Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición*. Hernandez-Lalinde et al., 2018.

Como se obtuvo de manera previa un coeficiente de correlación promedio de $r = 0.989$ según las tablas 25, 26, 27 y 28 por tanto se verifica que existe una correlación fuerte del coeficiente de correlación de Pearson.

Por tanto se puede asegurar que:

El grado de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, es significativo por tanto la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono resulta eficiente.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación las discusiones se presentan en secuencia de objetivos específicos y finalmente objetivo general.

OE1: Evaluar el grado de la vulnerabilidad sísmica bajo la metodología de Mosqueira y Tarque en las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.

Para la investigación de Juárez (2019), **citado como antecedente nacional** tuvo como muestra no probabilística tomando veinte viviendas autoconstruidas utilizando la metodología de Mosqueira y Tarque, obteniéndose como resultado un riesgo sísmico alto y un nivel medio de vulnerabilidad sísmica en aquellas viviendas autoconstruidas del Asentamiento Humano Villa Mercedes considerando que en el análisis estructural tienen una densidad de muros adecuada del 50% de las viviendas estudiadas, complementando con ensayos de suelo y albañilería.

Mientras tanto en la presente investigación se coincidió con Juárez en que la muestra es no probabilística por desconocimiento del total de viviendas autoconstruidas en la zona de estudio, considerando que dos viviendas fueron analizadas obteniéndose como resultado vulnerabilidad baja y media, con una adecuada densidad de muros de albañilería considerando que el estudio en ambas fue en una región altamente sísmica de la costa peruana.

Según los resultados del grado de vulnerabilidad sísmica para el OE1, se tienen similitud en el antecedente anteriormente mencionado, destacándose que la utilización de la metodología de Mosqueira y Tarque resulto eficiente para la obtención del grado de vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas, por lo cual el objetivo 01 es alcanzado exitosamente. Se resalta que estos datos obtenidos mediante la metodología de Mosqueira y Tarque serán de gran relevancia en el contexto constructivo ya que se dio a conocer el estado actual de las viviendas estudiadas de una manera efectiva y sencilla.

OE2: Demostrar el incremento de la rigidez lateral a través de la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.

En la investigación que realizó Vega y Torres (2018), **citado como antecedente internacional** tuvo como metodología el desarrollo de su estudio mediante ensayos en la albañilería confinada con unidades de albañilería de arcilla con reforzamiento con fibra de carbono resultando la mejora de su desplazamiento siendo este inferior a 0.5% por tanto evitando fisuras de gran impacto y mejorando la rigidez con bandas de CFRP.

Así también en la investigación realizada por Arias y López (2018), **citado como antecedente internacional** tuvo como resultado previo el estudio de la verificación que tiene como efecto al reforzar mediante la fibra de carbono en los muros compuestos de bloques de concreto, reflejándose el aumento de la capacidad en los muros y el incremento de la rigidez por lo tanto de manera directa en los desplazamientos experimentados verificándose una reducción del 35%.

Realizada la investigación en base a las características de la fibra de carbono se demostró el incremento de la rigidez en los muros portantes afectados ya que su deriva era superior a lo reglamentado, mejorando a un 25% de su rigidez en base a su desplazamiento y altura de muro, destacándose las excelentes propiedades mecánicas que brinda la utilización de CFRP en muros de albañilería confinada , por tanto según los resultados del incremento de su rigidez para el OE2, tiene coincidencia de la mejora de su reforzamiento, por ende el objetivo 02 es alcanzado exitosamente. Se resalta que la aplicación del uso de nuevos materiales para el reforzamiento estructural tales como son la fibra de carbono es de gran importancia debido a sus excelentes propiedades mecánicas y su facilidad en su proceso constructivo.

OE3: Demostrar el incremento de la resistencia sísmica a través de la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.

Se tiene también a Arias y López (2018), **citado como antecedente internacional** donde tuvo como parte de su metodología de refuerzo con láminas de fibra de carbono a nivel experimental y analítico en los muros de albañilería confinada obteniendo como resultado un crecimiento de 55% de su resistencia del muro utilizando la guía normativa del ACI 440.7R-10.

Así también en la investigación realizada por Vega y Torres (2018), **citado como antecedente internacional** en los muros que fueron provistos de fibra de carbono como refuerzo diagonal, existe un aumento significativo de la resistencia a las cargas laterales. Esto es debido a que la pared alcanzó resistencias 5 veces mayores que las de paredes que no fueron reforzadas con CFRP.

Por lo cual en el presente estudio se demostró mediante las fórmulas de la guía ACI 440.7R-10 a nivel analítico la propuesta de refuerzo con fibra de carbono en los muros de albañilería del primer nivel afectados, demostrando que su resistencia sísmica respecto a las fuerzas cortantes producidas ante una eventualidad mejora en 50% la resistencia del muro. Destacándose que la metodología de diseño descrita en la guía del ACI 440.7R-10 es adecuado, demostrándose en los resultados acerca del incremento de la resistencia sísmica para el OE3, se tiene coincidencia de la mejora de su reforzamiento, por ende el objetivo 03 es alcanzado exitosamente. Se resalta que mediante las fórmulas descritas en la guía del ACI 440.7R-10 se puede analizar de manera eficiente la resistencia a las cargas laterales proveída por las bandas de fibra de carbono.

OG: Evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica para las viviendas autoconstruidas y proponer el reforzamiento con fibra de carbono, AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo.

Y por último **citados como antecedentes nacionales** los investigadores Ticono, Colonia, y Ticono (2017), mediante la metodología de índice de vulnerabilidad aplicado a viviendas obtuvieron como resultado un nivel medio de vulnerabilidad por las deficiencias de los factores constructivos.

Por otro lado, los autores Vega y Torres (2018) **citado como antecedente internacional** concluyen que mediante la utilización de fibra de carbono se disminuye de manera considerable la falla frágil en los muros de albañilería confinada reduciendo el impacto de fuerzas cortantes ante un evento sísmico.

En la presente tesis como primera etapa se analizó visualmente y mediante un análisis sísmico en el software del ETABS las viviendas autoconstruidas utilizando las fichas técnicas de la metodología propuesta por Mosqueira y Tarque obteniéndose una vulnerabilidad media por lo cual se aplicó la propuesta de refuerzo con fibra de carbono bajo la guía del ACI 440.7r-10 en los muros que

presentaron agrietamiento e inadecuada resistencia por las fuerzas cortantes provenientes de la demanda sísmica, demostrando así el aporte estructural a la albañilería confinada tanto en unidades de albañilería de arcilla y concreto. En tanto comparando resultados se indica que en la presente investigación se coincidió con los antecedentes citados respecto a la afirmación de la mejora estructural en la albañilería confinada y la utilización de las fichas de Mosqueira y Tarque. Se resalta que la metodología propuesta por Mosqueira y Tarque para la determinación del grado de vulnerabilidad sísmica es eficiente, aunque se debe considerar incluir dentro de esta un análisis más profundo de la verificación del agrietamiento y la resistencia a la cortante.

Continuando, las ventajas respecto a la utilización de fibra de carbono como material tecnificado de alta calidad industrial son en primer lugar resistir mayores impactos, incrementar la resistencia a altas temperaturas y tener un óptimo aislamiento térmico, seguidamente el uso para el reforzamiento necesario brinda un mejoramiento en la captación de los esfuerzos cortantes, en el caso que los muros no tengan las propiedades necesarias para resistir ante eventos sísmicos y de esta manera evitar el colapso de las viviendas autoconstruidas.

Y para la aplicación de la fibra de carbono se debe respetar las indicaciones brindadas en las fichas técnicas de los materiales previstas por el fabricante y contar con mano de obra calificada, de esta manera asegurar la eficiencia durante su aplicación para evitar como consecuencia el efecto de delaminación ocasionando desventaja de su vida útil como material para reforzamiento estructural.

Finalmente referido a los costos de adquisición de materiales para el reforzamiento son elevados, siendo compensados durante el tiempo total de ejecución a comparación de otros reforzamiento tradicionales aplicados a los elementos estructurales abarcando con una mayor demanda de horas hombres y afectando de esta manera el costo total del proyecto.

VI. CONCLUSIONES

- Primera.** En la tesis se evaluó el grado de vulnerabilidad sísmica para las viviendas autoconstruidas y se propuso el reforzamiento con fibra de carbono, AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo concluyendo que existe vulnerabilidad por lo que la propuesta de reforzar los muros con fibra de carbono es eficiente.
- Segunda.** Se evaluó el grado de vulnerabilidad sísmica bajo la metodología de Mosqueira y Tarque en las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021 concluyendo que las viviendas estudiadas poseen un grado de vulnerabilidad bajo y medio.
- Tercera.** Se demostró el incremento de la rigidez lateral a través de la propuesta de refuerzo con fibra de carbono en muros con mampostería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021 concluyendo que la fibra de carbono incrementa de manera significativa a un 25% de su rigidez lateral.
- Cuarta.** Se demostró el incremento de la resistencia sísmica a través de la propuesta de refuerzo con fibra de carbono en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021 concluyendo que se incrementa en un 50% la resistencia sísmica mediante el refuerzo con fibra de carbono.

VII. RECOMENDACIONES

Primera. Se recomienda que la estimación del índice de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas se tenga un acceso pleno hacia el lugar donde se realizará la investigación y recolección de datos eficientemente.

Segunda. En las fichas técnicas propuestas por Mosqueira y Tarque se recomienda anexar el control de fisuración y comprobación de la albañilería a esfuerzos cortantes.

Tercera. Se recomienda emplear unidades de albañilería de concreto macizo artesanal en el primer nivel de la vivienda, mientras se respete la densidad mínima de muros exigidas por las reglamentaciones actualmente vigentes.

Cuarta. Como material de reforzamiento se recomienda la fibra de carbono ya que tiene excelentes propiedades mecánicas para resistir fuerzas cortantes.

Quinta. Se recomienda realizar más investigaciones respecto al reforzamiento utilizando fibra de carbono en albañilería confinada como opción de solución y mejoramiento en la industria de la construcción.

REFERENCIAS

- ACI 440-7R, 1. (2010). *Guide for the design and construction of Externally Bonded Fiber-Reinforced Polymer Systems for Strengthening Unreinforced Masonry structures*. Farmington Hills: American Concrete Institute.
- Alegre, G. (2017). *Estudio de la influencia en la resistencia y ductilidad de las fibras de carbono utilizadas como reforzamiento de vigas de concreto armado*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Arbildo, B. y Rojas, M. (2017). *Ensayo de compresión axial y compresión diagonal de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla (Hércules I) fabricados en la ciudad de Tacna*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Arevalo, A. (2020). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones en el A.H. San José, distrito de San Martín de Porres*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Arias, A. y López, E. (2018). *Análisis comparativo de muros de mampostería reforzada con y sin fibra de carbono*. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Astroza, M. y Schmidt, A. (2004). Capacidad de deformación de muros de albañilería confinada para distintos niveles de desempeño. *Revista de Ingeniería Sísmica*, 70, 59-75.
- Chillihuani, V. (2017). *Diseño e implementación de un equipo de corte directo para suelos gravosos y su aplicación en suelos típicos de Cusco*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Chura, E. (2019). Estudio de riesgo sísmico en el Distrito de Ciudad Nueva Tacna. *Ciencia y Desarrollo*, 11, 101-104, doi:10.33326/26176033.2007.11.235.
- Corradi, M., Castori, G., Sisti, R., Borri, A. y Luca, G. (2019). Repair of Block Masonry Panels with CFRP Sheets. *Materials*, 12, 1-18, doi:10.3390/ma12152363.

- Crisafulli, F., Lafuente, M. y Genatios, C. (2016). *Vivienda de interés social en América Latina. Una guía para sistemas constructivos sismorresistentes*. Caracas: Banco de Desarrollo de América Latina.
- Croce, P., Landi, F., & Formichi, P. (2019). Probabilistic Seismic Assessment of Existing Masonry Buildings. *Buildings*, 9(12), 237, doi:10.3390/buildings9120237.
- Cruzado, J. (2018). *Elaboración de ladrillos de 18 huecos tipo IV con residuos de demolición y cemento*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Escudero, C. y Cortez, L. (2018). *Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica*. Machala: UTMACH.
- Farah, L. y Mohammed, F. (2020). Rapid Seismic Vulnerability Assessment of Buildings in the Old Algiers. *Journal of Materials and engineering structures*, 7, 377-387, e-ISSN:2170-127X.
- Flores, R. (2015). *Vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico en viviendas autoconstruidas del distrito de Samegua, Región Moquegua*. Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui.
- García, H. y Degrande, G. (2017). Seismic vulnerability analysis of a two-story family dwelling in confined masonry in Cuenca, Ecuador. *MASKANA*, 8(2), 99-114, doi:10.18537/mskn.08.02.08.
- González, F. (2017). *Vulnerabilidad sísmica del edificio 1-I de la Universidad Nacional de Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Mc Graw Hill.
- Huashua, M. y Sánchez, A. (2017). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la Urbanización Bella Vista de la Ciudad de Abancay-Apurímac*. Apurímac: Universidad Tecnológica de los Andes.
- Instituto Geofísico del Perú. (2018). Lima.
- Juárez, J. (2019). *Evaluación del riesgo sísmico y propuesta de reforzamiento estructural en viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en el*

- AA.HH. *Villa Mercedes del distrito de Chaclacayo, Lima-2019*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza*. Lima: PNUD.
- Lovón, W., & Tapia, R. (2017). VULNERABILIDAD SÍSMICA NO ESTRUCTURAL Y ORGANIZACIONAL DEL CENTRO DE SALUD CAYLLOMA AREQUIPA 2016. *Investigación Andina*, 17 (1), 218-227, doi.org/10.35306/rev.%20cien.%20univ..v17i1.326.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2016). *Norma Técnica E.070*. Lima: El Peruano.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2016). *Reglamento Nacional de edificaciones*. Lima: Perú.
- Moncayo, M. y Rodríguez, J. (2016). Las fibras de carbono como una alternativa para reforzamiento de estructuras. *Ingeniería*, 4-5.
- Mosqueira, M. y Tarque, S. (2005). *Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú .
- Naveed, A. y Qaisar, A. (2017). Displacement-based seismic assessment of masonry buildings for global and local failure mechanisms. *Cogent Engineering*, 4(1), 1-33. doi:10.1080/23311916.2017.1414576.
- NINA GOMEZ, J. (2018). *Reforzamiento de vigas de concreto con fibras de carbono de 1.2 mm y 1.4 mm de espesor*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Ordaz, A., Hernández, J. y Garatachia, J. (2020). Aproximación cartográfica a la vulnerabilidad estructural ante sismos. *Universidad de Granada*.
- Oseña, D., Santacruz, A., Zevallo, L., Sangama, J., Cosme, L., & Mendivel, R. (2018). *Fundamentos de la investigación científica*. Lima: Soluciones Graficas.
- Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 227-232.

- Paredes, N. y Ccahuana, R. (2018). *Reforzamiento estructural para mejorar el comportamiento sismorresistente de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada, Lima-2018*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Parillo, E. (2016). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los centros educativos primarios estatales de la ciudad de Juliaca – 2015. *Investigación Andina*, 16(1), 114-128, doi:10.35306/rev.%20cien.%20univ..v16i1.56.
- Showkat, N. y Parveen, H. (2017). Non-Probability and Probability Sampling. *ePathshala*, 7-8.
- Ticono, T., Colonia, P. y Ticono, P. (2017). Determinación de la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones de la zona urbana del distrito de Jangas, aplicando el sistema de información geográfica. *Aporte Santiaguino*, 8(1), 57-66. doi:10.32911/as.2015.v8.n1.243.
- Valderrama, S. (2019). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. Lima: San Marcos.
- Valverde, O. (2017). *Riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas del distrito de Pueblo Nuevo –Lambayeque en el 2017*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Vargas, M., Arroyo, J. y Vizconde, A. (2018). Vulnerabilidad sísmicas de viviendas unifamiliares existentes de una zona urbano-residencial en Anconcito, Ecuador. *Journal of science and research: Revista Ciencia E Investigación*, ISSN 2528-8083, 3(ICCE2018), 10-15, doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3issICCE2018.2018pp10-16p.
- Vega, C. (2015). *Comportamiento dinámico de muros de mampostería no estructural reforzados mediante polímeros reforzados con fibra de carbono , CFRP*. Bogotá.
- Vega, C., y Torres, N. (2018). External strengthening of unreinforced masonry walls with polymers reinforced with carbón fiber. *Ingeniería e Investigación*, 38(3), 15-23, doi:10.15446/ing.investig.v38n3.73151.
- Villavicencio, A. (2019). *Vulnerabilidad sísmica de suelos para viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en la Avenida El trabajo distrito de Independencia, Lima 2019*. Lima: Universidad César Vallejo.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021									
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				DISEÑO METODOLÓGICO		
			VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	VALORES FINALES			
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General							
¿Cuál será el grado de la vulnerabilidad sísmica para las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo y cómo será la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono?	Evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica para las viviendas autoconstruidas y proponer el reforzamiento con fibra de carbono, AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo	El grado de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, es significativo por tanto la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono resulta eficiente	Variable 1: Vulnerabilidad Sísmica	D ₁ : Estructural	I ₁ : Densidad	Adecuada Aceptable Inadecuada	1.- Tipo de investigación: Investigación aplicada		
					I ₂ : Mano de obra y materiales	Buena calidad Regular calidad Mala calidad			
					D ₂ : No estructural	I ₁ : Tabiquería y parapetos		Todos estables Algunos estables Todos inestables	2.- Diseño de la investigación: Investigación no experimental
					D ₃ : Sismicidad	I ₁ : Índice		Baja Media Alta	
					D ₄ : Suelo	I ₁ : Tipo		Rígido Intermedio Flexible	
¿Existe alguna metodología para evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021?	Evaluar el grado de la vulnerabilidad sísmica bajo la metodología de Mosqueira y Tarque en las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.	Mediante la metodología de Mosqueira y Tarque resulta óptimo la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021		D ₅ : Topografía	I ₁ : Tipo	Plana Media Pronunciada	Tipo de diseño no experimental Investigación transeccional		
¿Se verá incrementada la rigidez lateral mediante la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021?	Demostrar el incremento de la rigidez lateral a través de la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.	Aplicando la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono se demuestra el incremento significativo de la rigidez lateral en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021	Variable 2: Reforzamiento con fibra de carbono	D ₁ : Estructural	I ₁ : Rigidez lateral	$\frac{\Delta_i}{h_{ei}} \leq 0.005$	3.- Muestreo: No probabilístico		
					I ₂ : Resistencia Sísmica	$V_e \leq 0.55V_m$ $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$			
¿Se verá incrementada la resistencia sísmica mediante la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021?	Demostrar el incremento de la resistencia sísmica a través de la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.	Aplicando la propuesta de reforzamiento con fibra de carbono se demuestra el incremento significativo de la resistencia sísmica en muros de albañilería confinada de las viviendas autoconstruidas del AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.					4.- Muestra: Por conveniencia		
Nomenclatura de la Rigidez Lateral Δ_i = Desplazamiento lateral de piso h_{ei} = Altura de entrepiso		Nomenclatura de Resistencia Sísmica V_e = Fuerza cortante producida por el sismo moderado en el muro V_m = Fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería confinada.		$\sum V_{mi}$ = Sumatoria de resistencia al corte. V_{Ei} = Fuerza cortante actuante en el entrepiso "i" del edificio producido por sismo severo.					

ANEXO 2: INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

ANÁLISIS DE VALIDEZ - FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS						
PROYECTO: "Evaluación de vulnerabilidad sísmica para las viviendas autoconstruidas y propuesta de reforzamiento con fibra de carbono, Nuevo Ilo, Moquegua, 2021"						
AUTORA: Andrea Karolyna Salazar Calcina						
INFORMACION GENERAL						
DISTRITO:	Ilo	ZONA DE ESTUDIO:	AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo	VALIDEZ DE 0 A 1		
PROVINCIA:	Ilo	LATITUD:	17°38'54.7"			
DEPARTAMENTO:	Moquegua	LONGITUD:	71°19'33.5"			
V1: VULNERABILIDAD SISMICA						
I. ESTRUCTURAL						
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und		
Densidad	Adecuada		Mano de Obra y Materiales	Buena Calidad		
	Aceptable			Regular Calidad		
	Inadecuada			Mala Calidad		
II. NO ESTRUCTURAL						
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und		
Tabiquería y parapetos	Todos estables					
	Algunos Estables					
	Todos inestables					
III. SISMICIDAD						
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und		
Índice	Baja					
	Media					
	Alta					
IV. SUELO						
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und		
Tipo	Rígido					
	Intermedio					
	Flexible					
V. TOPOGRAFÍA						
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und		
Tipo	Plana					
	Media					
	Pronunciada					
V2: REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO						
VI. ESTRUCTURAL						
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und		
Rigidez lateral	$\frac{\Delta_l}{h_{ei}} \leq 0.005$		Resistencia sísmica	$V_e \leq 0.55 \cdot V_m$ $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$		
DATOS DEL EXPERTO			RANGO 0,53 a menos 0,54 a 0,65 0,60 a 0,65 0,66 a 0,71 0,72 a 0,99 1,0	MAGNITUD Validez nula Validez baja Válida Muy válida Excelente validez Validez perfecta	PUNTUACIÓN	
APELLIDOS Y NOMBRES						
PROFESIÓN						
REGISTRO CIP No.						
EMAIL						
TELÉFONO						

FIRMA DEL EXPERTO

ANEXO 3: INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN APROBADO

ANÁLISIS DE VALIDEZ - FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS					
PROYECTO: "Evaluación de vulnerabilidad sísmica para las viviendas autoconstruidas y propuesta de reforzamiento con fibra de carbono, AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021"					
AUTORA: Andrea Karolyna Salazar Calcina					
INFORMACIÓN GENERAL					VALIDEZ DE 0 A 1
DISTRITO:	Ilo	ZONA DE ESTUDIO:	AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo		
PROVINCIA:	Ilo	LATITUD:	17°38'54.7"		
DEPARTAMENTO:	Moquegua	LONGITUD:	71°19'33.5"		
V1: VULNERABILIDAD SISMICA					
I. ESTRUCTURAL					
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und	
Densidad	Adecuada		Mano de Obra y Materiales	Buena Calidad	0.9
	Aceptable			Regular Calidad	
	Inadecuada			Mala Calidad	
II. NO ESTRUCTURAL					
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und	
Tabiquería y parapetos	Todos estables				0.9
	Algunos Estables				
	Todos inestables				
III. SÍSMICIDAD					
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und	
Índice	Baja				0.9
	Media				
	Alta				
IV. SUELO					
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und	
Tipo	Rígido				0.9
	Intermedio				
	Flexible				
V. TOPOGRAFÍA					
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und	
Tipo	Plana				0.9
	Media				
	Pronunciada				
V2: REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO					
VI. ESTRUCTURAL					
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und	
Rigidez lateral	$\frac{\Delta_i}{h_{ei}} \leq 0.005$		Resistencia sísmica	$V_e \leq 0.55 \cdot V_m$	0.8
				$\sum V_{mi} \geq V_{fi}$	
DATOS DEL EXPERTO			RANGO	MAGNITUD	PUNTUACIÓN
APELLIDOS Y NOMBRES	Pacheco Palomino Miguel Martin		0,53 a menos	Validez nula	
PROFESIÓN	Ingeniero Civil		0,54 a 0,65	Validez baja	
REGISTRO CIP No.	244824		0,60 a 0,65	Válida	
EMAIL	mpcs_73@hotmail.com		0,66 a 0,71	Muy válida	
TELÉFONO	931743417		0,72 a 0,99 ✓	Excelente validez ✓	
			1,0	Validez perfecta	



Miguel M. Pacheco Palomino
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 244824

FIRMA DEL EXPERTO

26/04/2021

ANÁLISIS DE VALIDEZ - FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PROYECTO: "Evaluación de vulnerabilidad sísmica para las viviendas autoconstruidas y propuesta de reforzamiento con fibra de carbono, AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021"

AUTORA: Andrea Karolyna Salazar Calcina					
INFORMACIÓN GENERAL					
DISTRITO:	Ilo	ZONA DE ESTUDIO:	AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo	VALIDEZ DE 0 A 1	
PROVINCIA:	Ilo	LATITUD:	17°38'54.7"		
DEPARTAMENTO:	Moquegua	LONGITUD:	71°19'33.5"		
V1: VULNERABILIDAD SISMICA					
I. ESTRUCTURAL					
Indicador 01	Und	Indicador 02	Und	0.8	
Densidad	Adecuada	Mano de Obra y Materiales	Buena Calidad		
	Aceptable		Regular Calidad		
	Inadecuada		Mala Calidad		
II. NO ESTRUCTURAL					
Indicador 01	Und	Indicador 02	Und	0.8	
Tabiquería y parapetos	Todos estables				
	Algunos Estables				
	Todos inestables				
III. SÍSMICIDAD					
Indicador 01	Und	Indicador 02	Und	0.9	
Índice	Baja				
	Media				
	Alta				
IV. SUELO					
Indicador 01	Und	Indicador 02	Und	0.9	
Tipo	Rígido				
	Intermedio				
	Flexible				
V. TOPOGRAFÍA					
Indicador 01	Und	Indicador 02	Und	0.9	
Tipo	Plana				
	Media				
	Pronunciada				
V2: REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO					
VI. ESTRUCTURAL					
Indicador 01	Und	Indicador 02	Und	0.8	
Rigidez lateral	$\frac{\Delta_l}{h_{el}} \leq 0.005$	Resistencia sísmica	$V_e \leq 0.55 \cdot V_m$ $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$		
DATOS DEL EXPERTO		RANGO	MAGNITUD	PUNTAJACIÓN	0.85
APELLIDOS Y NOMBRES	Arocutipá Calatayud Edwin Ivan	0,53 a menos	Validez nula		
PROFESIÓN	Ing. Civil	0,54 a 0,65	Validez baja		
REGISTRO CIP No.	237045	0,60 a 0,65	Válida		
EMAIL	Edarcal2020@gmail.com	0,66 a 0,71	Muy válida		
TELÉFONO	953641502	0,72 a 0,99	Excelente validez ✓		
		1,0	Validez perfecta		



Edwin Ivan Arocutipá Calatayud
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 237045

26/04/2021

FIRMA DEL EXPERTO

ANÁLISIS DE VALIDEZ - FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PROYECTO: "Evaluación de vulnerabilidad sísmica para las viviendas autoconstruidas y propuesta de reforzamiento con fibra de carbono, AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021"

AUTORA: Andrea Karolyna Salazar Calcina				
INFORMACIÓN GENERAL				
DISTRITO:	Ilo	ZONA DE ESTUDIO:	AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo	VALIDEZ DE 0 A 1
PROVINCIA:	Ilo	LATITUD:	17°38'54.7"	
DEPARTAMENTO:	Moquegua	LONGITUD:	71°19'33.5"	
V1: VULNERABILIDAD SISMICA				
I. ESTRUCTURAL				
Indicador 01	Und	Indicador 02	Und	0.72
Densidad	Adecuada	Mano de Obra y Materiales	Buena Calidad	
	Aceptable		Regular Calidad	
	Inadecuada		Mala Calidad	
II. NO ESTRUCTURAL				
Indicador 01	Und	Indicador 02	Und	0.71
Tabiquería y parapetos	Todos estables			
	Algunos Estables			
	Todos inestables			
III. SÍSMICIDAD				
Indicador 01	Und	Indicador 02	Und	0.72
Índice	Baja			
	Media			
	Alta			
IV. SUELO				
Indicador 01	Und	Indicador 02	Und	1.00
Tipo	Rígido			
	Intermedio			
	Flexible			
V. TOPOGRAFÍA				
Indicador 01	Und	Indicador 02	Und	0.71
Tipo	Plana			
	Media			
	Pronunciada			
V2: REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO				
VI. ESTRUCTURAL				
Indicador 01	Und	Indicador 02	Und	0.71
Rigidez lateral	$\frac{\Delta_l}{h_{ei}} \leq 0.005$	Resistencia sísmica	$V_e \leq 0.55 \cdot V_m$ $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$	
DATOS DEL EXPERTO		RANGO	MAGNITUD	PUNTUACIÓN 0.76
APELLIDOS Y NOMBRES	Vasquez Rojas José	0,53 a menos	Validez nula	
PROFESIÓN	Ingeniero Civil	0,54 a 0,65	Validez baja	
REGISTRO CIP No.	102530	0,60 a 0,65	Válida	
EMAIL	j.vasquez.r@gmail.com	0,66 a 0,71	Muy válida	
TELÉFONO	972843779	0,72 a 0,99	Excelente validez <input checked="" type="checkbox"/>	
		1,0	Validez perfecta	


 CIP 102530
 FIRMA DEL EXPERTO
 26/04/2021

ANEXO 4: FICHAS TÉCNICAS DE MOSQUEIRA Y TARQUE

VULNERABILIDAD SISMICA DE LA VIVIENDA INFORMAL FICHA DE ENCUESTA

Fecha encuesta: _____

Vivienda N°: _____

Familia: _____

Cantidad de personas de la vivienda: _____

Dirección: _____

1.- ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda, por qué? _____

2.- ¿Cuándo empezó a construirla? _____ ¿Cuándo terminó? _____

Tiempo de residencia en la vivienda: _____

N° de pisos actual: _____ N° de pisos proyecto: _____

3.- Secuencia de construcción de los ambientes:

Paredes límites () Sala-Comedor () Dormitorio 1 () Dormitorio 2 () Cocina ()
Baño () Otros () Todo a la vez () Primero un cuarto ()

4.- ¿Cuánto invirtió en la construcción de su vivienda? _____

Datos técnicos:

Parámetros del suelo			Observaciones
Rigidos ()	Intermedios ()	Flexibles ()	

Características de los principales elementos de la vivienda				
Elemento	Características			Observaciones
Cimiento (m)	Cimiento corrido		Zapata	
	Profundidad		Profundidad	
	Ancho		Sección	
Muros (cm)	Ladrillo macizo		Ladrillo pandereta	
	Dimensiones		Dimensiones	
	Juntas		Juntas	
Techo (m)	Diafragma rígido		Otro	
	Tipo		Tipo	
	Peralte		Peralte	
Columnas (m)	Concreto		Otro	
	Dimensiones		Dimensiones	
Vigas (m)	Concreto		Otro	
	Dimensiones		Dimensiones	

Observaciones y comentarios:

**VULNERABILIDAD SISMICA DE LA VIVIENDA INFORMAL
FICHA DE ENCUESTA**

Esquema de la vivienda:

Planta:

Elevación:

Juntas sismicas

Izquierda	Derecha

Observaciones y comentarios:

Problemas de Ubicación	Estructuras	Factores degradantes
<input type="checkbox"/> Vivienda sobre relleno natural <input type="checkbox"/> Vivienda en quebrada <input type="checkbox"/> Vivienda con pendiente pronunciada <input type="checkbox"/> Vivienda con nivel fratico superficial Otros:	<input type="checkbox"/> Columnas cortas <input type="checkbox"/> Losas no monoliticas <input type="checkbox"/> Insuficiencia de junta sismica <input type="checkbox"/> Losa de techo a desnivel con vecina <input type="checkbox"/> Cercos no aislados de la estructura <input type="checkbox"/> Tabiqueria no arriostrada <input type="checkbox"/> Reducción en planta <input type="checkbox"/> Muros portantes de ladrillos pandereta <input type="checkbox"/> Unión muros y techo <input type="checkbox"/> Junta frias Otros:	<input type="checkbox"/> Armaduras expuestas <input type="checkbox"/> Armadura corridas <input type="checkbox"/> Eflorescencia <input type="checkbox"/> Muros agrietados Otros:
Materiales Deficientes		Mano de Obra
<input type="checkbox"/> Ladrillo KK artesanal Otros:		<input type="checkbox"/> Muy mala <input type="checkbox"/> Mala <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Buena

VULNERABILIDAD SISMICA DE LA VIVIENDA INFORMAL
FICHA DE ENCUESTA

Panel fotográfico

DESCRIPCIÓN N° 01

FOTO N° 01

DESCRIPCIÓN N° 02

FOTO N° 02

DESCRIPCIÓN N° 03

FOTO N° 03

DESCRIPCIÓN N° 04

FOTO N° 04

**DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VIVIENDA INFORMAL
FICHA DE REPORTE**

Vivienda N°: _____

Antecedentes:

Ubicación: _____
 Dirección técnica en el diseño: _____
 Dirección técnica en la construcción: _____
 Pisos construidos: _____ Pisos proyectados: _____ Antigüedad de la vivienda _____
 Topografía y geología: _____
 Estado de la vivienda: _____

 Secuencia de construcción de la vivienda: _____

Aspectos técnicos:

A. Elementos de la vivienda:

Elementos	Características
Cimientos	
Muros	
Techo	
Columnas	
Vigas	

B. Deficiencias de la estructura:

Problemas de ubicación:	Problemas constructivos:
_____	_____
_____	_____
Problemas estructurales:	Mano de obra:
_____	_____
_____	_____
Otros:	

Análisis por sismo

Z= 0.45 U=1 C=2.5 R=3 Resistencia característica a corte (kPa): $v'm =$ _____
 Factor de suelo S= _____ VR= Resistencia al corte (Kn) = $Ae (0.5V'M + 0.23 fa)$

Área Piso1	Cortante Basal		Área de muros		Ae/Ar	Densidad Ae/Área piso 1	Resistencia VR	VR/V	Resultado
	Peso acum.	V=ZUCSP/R	Existente: Ae	Requerida Ar					
m^2	kN/m^2	kN	m^2	m^2	Adimensional	%	kN	Adimensional	
Análisis en el sentido "X"									
Análisis en el sentido "Y"									

Observaciones y Comentarios

**DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VIVIENDA INFORMAL
FICHA DE REPORTE**

Estabilidad de muros al volteo:

Muro	Factores					Mom. Act.	Mom. Rest.	Resultado Ma.Mr	Muro	Factores					Mom. Act.	Mom. Rest.	Resultado Ma.Mr
	C1	m	p	a	t	$0.4C1mPa^2$	$16.7t^2$			C1	m	p	a	t	$0.4C1mPa^2$	$16.7t^2$	
	adim.	adim.	kN/m^2	m	m	$kN - m/m$	$kN - m/m$			adim.	adim.	kN/m^2	m	m	$kN - m/m$	$kN - m/m$	

FACTORES INFLUYENTES EN EL RESULTADO (Riesgo = Función (Vulnerabilidad; Peligro)

Vulnerabilidad				Peligro					
Estructural		No estructural		Sismicidad		Suelo		Topografía y pendiente	
Densidad	Mano de Obra y materiales	Tabiquería y pararetos		Sismicidad		Suelo		Topografía y pendiente	
Adecuada:	Buena calidad	Todos estables		Baja	Rigido		Plana		
Aceptable:	Regular calidad	Algunos estables		Media	Intermedios		Media		
Inadecuada:	Mala calidad	Todos inestables		Alta	Flexibles		Pronunciada		

Calificación	
Vulnerabilidad	
Peligro	

Resultado	
Riesgo Sísmico	

Diagnóstico

.....

.....

.....

.....

Gráficos y fotografías

Planta:

Elevación:

Juntas sísmicas	
Izquierda	Derecha

**DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VIVIENDA INFORMAL
FICHA DE REPORTE**

Panel fotográfico

DESCRIPCIÓN N° 01

FOTO N° 01

DESCRIPCIÓN N° 02

FOTO N° 02

DESCRIPCIÓN N° 03

FOTO N° 03

DESCRIPCIÓN N° 04

FOTO N° 04

ANEXO 5: FICHA DE ENCUESTA APLICADA VIVIENDA N°01

VULNERABILIDAD SISMICA DE LA VIVIENDA INFORMAL FICHA DE ENCUESTA

Fecha encuesta: 29/04/2021

Vivienda N°: 01

Familia: Salazar Calcina

Cantidad de personas de la vivienda: 05

Dirección: AA.HH. Nuevo Ilo Promuvi IV Mz-33 Lt-02

1.- ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda, por qué? Si,

La construcción de la vivienda inicio por un préstamo de construcción brindado por FONAVI (Estado), donde solo se tuvo asesoramiento el primer nivel respecto a los ambientes de sala- comedor, cocina y habitación.

2.- ¿Cuándo empezó a construirla? 1994 ¿Cuándo termino? 2013

Tiempo de residencia en la vivienda: 26 años

N° de pisos actual: 02 N° de pisos proyecto: 02

3.- Secuencia de construcción de los ambientes:

Paredes limites (1) Sala-Comedor (4) Dormitorio 1 (2) Dormitorio 2 () Cocina (5)
Baño (3) Otros () Todo a la vez () Primero un cuarto ()

4.- ¿ Cuánto invirtió en la construcción de su vivienda? S/. 120 000.00 Soles

Datos técnicos:

Parámetros del suelo			Observaciones
Rigidos ()	Intermedios (X)	Flexibles ()	Suelo arena-gravoso

Características de los principales elementos de la vivienda					
Elemento	Características				Observaciones
Cimiento (m)	Cimiento corrido		Zapata		Concreto ciclópeo
	Profundidad	0.70 m.	Profundidad	0.80 m.	
	Ancho	0.50 m.	Sección	0.60X0.60	
Muros (cm)	Ladrillo macizo		Ladrillo pandereta		1er Nivel: Ladrillo macizo gris de concreto 2do Nivel: Ladrillo King Kong 18 huecos
	Dimensiones	0.15x0.25 m	Dimensiones	-	
	Juntas	2 cm	Juntas	-	
Techo (m)	Diafragma rígido		Otro		1er Nivel: 0.25 m 2do Nivel: 0.20 m
	Tipo	Aligerada	Tipo	Aligerada	
	Peralte	0.25 m	Peralte	0.20 m.	
Columnas (m)	Concreto		Otro		Se encontro 04 dimensiones diferentes de columnas
	Dimensiones	Variadas	Dimensiones	-	
Vigas (m)	Concreto		Otro		Vigas Chatas
	Dimensiones	0.30x0.20 m	Dimensiones	-	

Observaciones y comentarios:

La vivienda presenta fisuras en los muros de albañilería desde 0.1 mm a 0.4 mm.

Los fierros estan expuestos en el segundo piso sin ningún tipo de protección.

Muros con presencia del efecto leve de eflorescencia en la parte baja.

**VULNERABILIDAD SISMICA DE LA VIVIENDA INFORMAL
FICHA DE ENCUESTA**

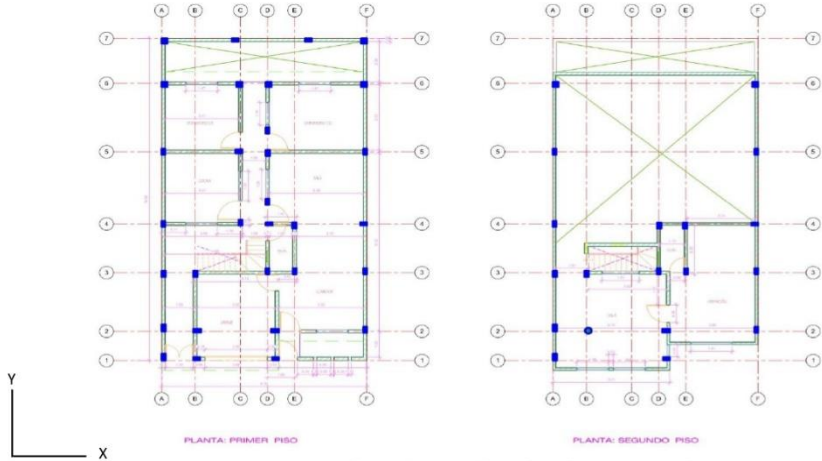
Esquema de la vivienda:

Planta:

Área: 156.75 m²

Perimetro: 52.00 m

Elevación:



Juntas sismicas

Izquierda	Derecha
0	0

Observaciones y comentarios:

Problemas de Ubicación	Estructuras	Factores degradantes
<input type="checkbox"/> Vivienda sobre relleno natural <input type="checkbox"/> Vivienda en quebrada <input type="checkbox"/> Vivienda con pendiente pronunciada <input type="checkbox"/> Vivienda con nivel fratico superficial Otros:	<input type="checkbox"/> Columnas cortas <input type="checkbox"/> Losas no monolíticas <input checked="" type="checkbox"/> Insuficiencia de junta sismica <input type="checkbox"/> Losa de techo a desnivel con vecina <input type="checkbox"/> Cercos no aislados de la estructura <input type="checkbox"/> Tabiquería no arriostrada <input type="checkbox"/> Reducción en planta <input type="checkbox"/> Muros portantes de ladrillos pandereta <input type="checkbox"/> Unión muros y techo <input type="checkbox"/> Junta frias Otros: Combinación de unidades de albañilería en diferentes niveles.	<input checked="" type="checkbox"/> Armaduras expuestas <input type="checkbox"/> Armadura corridas <input checked="" type="checkbox"/> Eflorescencia <input checked="" type="checkbox"/> Muros agrietados Otros:
Materiales Deficientes <input type="checkbox"/> Ladrillo KK artesanal Otros: Ladrillo artenal de concreto		Mano de Obra <input type="checkbox"/> Muy mala <input type="checkbox"/> Mala <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Buena

**VULNERABILIDAD SISMICA DE LA VIVIENDA INFORMAL
FICHA DE ENCUESTA**

Panel fotográfico

FOTOGRAFÍA 01:
FOTO DE ELEVACIÓN DE
VIVIENDA



FOTOGRAFÍA 02:
SE OBSERVA EN LOS
MUROS LA COMBINACIÓN
DE UNIDADES ALBAÑILERIA
POR DIFERENTE NIVEL



FOTOGRAFÍA 03:
JUNTAS HORIZONTALES Y
VERTICALES DE LOS MUROS
EXCEDEN EN 1.5 CM



FOTOGRAFÍA 04:
PRESENCIA DE
FISURAS EN LOS
MUROS DE



ANEXO 6: FICHA DE ENCUESTA APLICADA VIVIENDA N°02

VULNERABILIDAD SISMICA DE LA VIVIENDA INFORMAL FICHA DE ENCUESTA

Fecha encuesta: 02/05/2021

Vivienda N°: 02

Familia: Arocutipa Calatayud

Cantidad de personas de la vivienda: 05

Dirección: AA.HH. Nuevo Ilo Promuvi IV Mz-03 Lt-09

1.- ¿Recibió asesoría técnica para construir su vivienda, por qué? No

Una de las grandes razones fue el factor económico para poder contratar a un profesional o persona que tenga los conocimientos básicos en la construcción de una vivienda.

2.- ¿Cuándo empezó a construirla? 2010 ¿Cuándo terminó? 2014

Tiempo de residencia en la vivienda: 11 años

N° de pisos actual: 02 N° de pisos proyecto: 02

3.- Secuencia de construcción de los ambientes:

Paredes límites (1) Sala-Comedor () Dormitorio 1 (3) Dormitorio 2 (4) Cocina ()
Baño (5) Otros (6) Todo a la vez () Primero un cuarto (2)

4.- ¿Cuánto invirtió en la construcción de su vivienda? S/. 100 000.00 Soles

Datos técnicos:

Parámetros del suelo			Observaciones
Rígidos ()	Intermedios (X)	Flexibles ()	Suelo arena-gravoso

Características de los principales elementos de la vivienda					
Elemento	Características				Observaciones
Cimiento (m)	Cimiento corrido		Zapata		Concreto ciclópeo
	Profundidad	0.80 m.	Profundidad	1.20 m	
	Ancho	0.40 m.	Sección	0.80x0.80	
Muros (cm)	Ladrillo macizo		Ladrillo pandereta		La primera planta se levanta con Ladrillo artesanal de concreto mientras que la segunda planta con ladrillo kin kong de 18 huecos de material de arcilla.
	Dimensiones	0.15x0.25 m	Dimensiones	-	
	Juntas	2 cm	Juntas	-	
Techo (m)	Diafragma rígido		Otro		1er nivel 0.20 m 2do nivel 0.18 m
	Tipo	aligerado	Tipo	aligerado	
	Peralte	0.20	Peralte	0.18	
Columnas (m)	Concreto		Otro		Dimensiones variadas
	Dimensiones	0.25x0.30	Dimensiones	0.15x0.30	
Vigas (m)	Concreto		Otro		-
	Dimensiones	variable	Dimensiones	-	

Observaciones y comentarios:

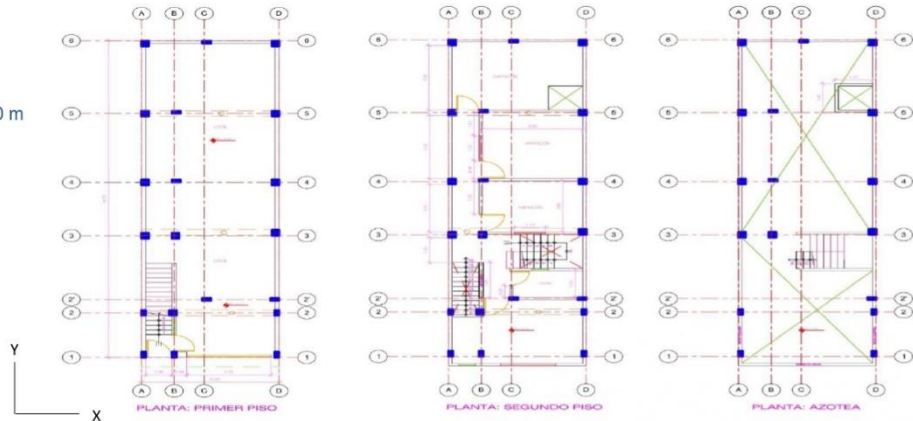
Encuentro de fisuras, mala distribución de muros y variación de las dimensiones de las columnas.

VULNERABILIDAD SISMICA DE LA VIVIENDA INFORMAL FICHA DE ENCUESTA

Esquema de la vivienda:

Planta:

Área: 83.50 m²
Perímetro: 43.40 m



Elevación:



Juntas sismicas

Izquierda	Derecha
0	0

Observaciones y comentarios:

Problemas de Ubicación	Estructuras	Factores degradantes
<input type="checkbox"/> Vivienda sobre relleno natural <input type="checkbox"/> Vivienda en quebrada <input type="checkbox"/> Vivienda con pendiente pronunciada <input type="checkbox"/> Vivienda con nivel frático superficial Otros:	<input type="checkbox"/> Columnas cortas <input type="checkbox"/> Losas no monolíticas <input checked="" type="checkbox"/> Insuficiencia de junta sismica <input checked="" type="checkbox"/> Losa de techo a desnivel con vecina <input type="checkbox"/> Cercos no aislados de la estructura <input type="checkbox"/> Tabiquería no arriostrada <input type="checkbox"/> Reducción en planta <input type="checkbox"/> Muros portantes de ladrillos pandereta <input type="checkbox"/> Unión muros y techo <input type="checkbox"/> Junta frías Otros: Combinación de unidades de albañilería en diferentes niveles.	<input checked="" type="checkbox"/> Armaduras expuestas <input type="checkbox"/> Armadura corridas <input checked="" type="checkbox"/> Eflorescencia <input type="checkbox"/> Muros agrietados Otros:
Materiales Deficientes		Mano de Obra
<input type="checkbox"/> Ladrillo KK artesanal Otros: Ladrillo artenal de concreto		<input type="checkbox"/> Muy mala <input type="checkbox"/> Mala <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Buena

**VULNERABILIDAD SISMICA DE LA VIVIENDA INFORMAL
FICHA DE ENCUESTA**

Panel fotográfico

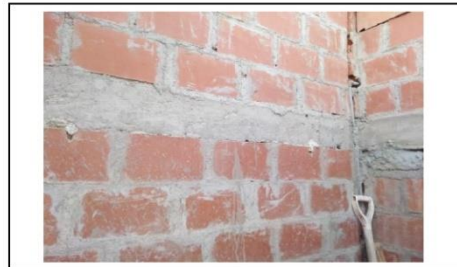
FOTOGRAFÍA 01: FOTO
DE ELEVACIÓN DE
VIVIENDA



FOTOGRAFÍA 02:
ACEROS DE
ARMADURA DE
ESCALERA
DESCUBIERTO A LA
INTEMPERIE



FOTOGRAFÍA 03:
LADRILLO KING KONG
DE 18 HUECOS
MATERIAL ARCILLA



FOTOGRAFÍA 04:
JUNTAS
HORIZONTALES Y
VERTICALES DE LOS
MUROS EXCEDEN EN
1.5 CM.



ANEXO 7: FICHA DE REPORTE APLICADA VIVIENDA N°01

DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VIVIENDA INFORMAL FICHA DE REPORTE

Vivienda N°: 01

Antecedentes:

Ubicación: AA.HH. Nuevo Ilo Promuvi IV Mz-33 Lt-02

Dirección técnica en el diseño: Técnico de Construcción Civil

Dirección técnica en la construcción: El maestro siguió la orientación por parte del técnico

Pisos construidos: 2 Pisos proyectados: 2 Antigüedad de la vivienda 26 años

Topografía y geología: El terreno tiene pendiente plana y el suelo es arena gravoso

Estado de la vivienda: Presencia de fisuras desde 0.1 mm a 0.4mm en algunos muros de albañilería de la vivienda. A causa de la humedad presenta problemas de salinidad ocasionando el efecto de eflorescencia en la parte baja de los muros. Se utilizó diferentes tipos de unidades de albañilería, en el primer nivel ladrillo macizo de concreto y en el segundo nivel ladrillo king kong de material de arcilla.

Secuencia de construcción de la vivienda: Paredes límites, dormitorio, baño, Sala-Comedor y cocina

Aspectos técnicos:

A. Elementos de la vivienda:

Elementos	Características
Cimientos	Cimientos corridos de 0.50 m de ancho y 0.70m de profundidad con zapatas de 0.60x0.60 y 0.80m de prof.
Muros	Ladrillo macizo artesanal de concreto 0.25x0.15x0.10 c y en el según nivel con ladrillo king kong de 18 huecos con juntas de 2 cm.
Techo	La losa es aligerada en el primer nivel con altura de 0.25 cm y en el segundo nivel de 0.20m.
Columnas	Columnas con dimensiones variadas; secciones de 0.30x0.18, 0.18x0.35, 0.25x0.25, 0.15x0.30
Vigas	Vigas chatas con dimensión de 0.30x0.20m

B. Deficiencias de la estructura:

Problemas de ubicación:	Problemas constructivos:
No hay problema con la ubicación de la vivienda de estudio.	Ladrillos artesanales de concreto utilizados en el primer nivel.
Problemas estructurales:	Mano de obra:
Falta de existencia de junta sísmica con las viviendas	Regular
Combinación de unidades de albañilería en diferentes niveles	
Otros:	
Armaduras expuestas a la intemperie, presencia de eflorescencia en la parte baja de los muros de albañilería y presencia de fisuras en los muros.	

Análisis por sismo

Z= 0.45 U=1 C=2.5 R=1.125 Resistencia característica a corte (kPa): $v'm = 485.4$

Factor de suelo S= 1.05 VR= Resistencia al corte (Kn) = $Ae (0.5V'M + 0.23 fa)$

Área Piso1	Cortante Basal		Área de muros		Ae/Ar	Densidad Ae/Área piso 1	Resistencia VR	VR/V	Resultado
	Peso acum.	V=ZUCSP/R	Existente: Ae	Requerida Ar					
m ²	kN/m ²	kN	m ²	m ²	Adimensional	%	kN	Adimensional	
Análisis en el sentido "X"									
126.36	11.36	1506.84	4.78	2.71	1.76	3.78	-	-	Adecuado
Análisis en el sentido "Y"									
126.36	11.36	1506.84	7.17	2.71	2.65	5.67	-	-	Adecuado

Observaciones y Comentarios

Solo se calcula VR si $0.80 < Ae/Ar < 1$

**DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VIVIENDA INFORMAL
FICHA DE REPORTE**

Estabilidad de muros al volteo:

Muro	Factores					Mom. Act	Mom. Rest.	Resultado Ma:Mr	Muro	Factores					Mom. Act	Mom. Rest.	Resultado Ma:Mr
	C1	m	p	a	t	0.9mPa ²	25 t ²			C1	m	p	a	t	0.9mPa ²	25 t ²	
	adim.	adim.	kN/m ²	m	m	kN - m/m	kN - m/m			adim.	adim.	kN/m ²	m	m	kN - m/m	kN - m/m	
M1	2	0.10	2.70	3.44	0.15	2.78	0.563	inestable	M1	2	0.128	2.70	1.675	0.15	0.87	0.5625	inestable
M2	2	0.13	2.70	1.35	0.15	0.58	0.563	inestable	M2	2	0.129	2.70	1.543	0.15	0.75	0.5625	inestable
M3	2	0.13	2.70	1.43	0.15	0.65	0.563	inestable	M3	2	0.13	2.70	1.53	0.15	0.74	0.5625	inestable
M4	2	0.09	2.70	3.73	0.15	2.93	0.563	inestable	M4	2	0.112	2.70	2.76	0.15	2.07	0.5625	inestable
M5	2	0.13	2.70	4.69	0.15	7.04	0.563	inestable	M5	2	0.132	2.70	2.892	0.15	2.68	0.5625	inestable
M6	2	0.10	2.70	3.40	0.15	2.72	0.563	inestable	M6	2	0.122	2.70	2.025	0.15	1.21	0.5625	inestable
M7	2	0.10	2.70	3.40	0.15	2.72	0.563	inestable	M7	2	0.106	2.70	3.00	0.15	2.32	0.5625	inestable
M8	2	0.11	2.70	2.70	0.15	1.98	0.563	inestable	M8	2	0.115	2.70	2.565	0.15	1.84	0.5625	inestable
M9	2	0.13	2.70	1.12	0.15	0.40	0.563	estable	M9	2	0.112	2.70	2.66	0.15	1.93	0.5625	inestable
M10	2	0.13	2.70	1.15	0.15	0.43	0.563	estable	M10	2	0.112	2.70	2.428	0.15	1.60	0.5625	inestable
M11	2	0.13	2.70	1.54	0.15	0.74	0.563	inestable	M11	2	0.112	2.70	3.7	0.15	3.73	0.5625	inestable
M12	2	0.13	2.70	1.67	0.15	0.87	0.563	inestable	M12	2	0.112	2.70	3.698	0.15	3.72	0.5625	inestable
M13	2	0.13	2.70	1.10	0.15	0.39	0.563	estable	M13	2	0.097	2.70	3.45	0.15	2.81	0.5625	inestable
M14	2	0.13	2.70	1.16	0.15	0.43	0.563	estable	M14	2	0.112	2.70	2.58	0.15	1.81	0.5625	inestable
									M15	2	0.097	2.70	3.45	0.15	2.81	0.5625	inestable
									M16	2	0.115	2.70	2.35	0.15	1.55	0.5625	inestable
									M17	2	0.112	2.70	2.35	0.15	1.50	0.5625	inestable
									M18	2	0.133	2.70	1.068	0.15	0.37	0.5625	estable
									M19	2	0.133	2.70	1.115	0.15	0.40	0.5625	estable
									M20	2	0.133	2.70	1.00	0.15	0.32	0.5625	estable

FACTORES INFLUYENTES EN EL RESULTADO (Riesgo = Función (Vulnerabilidad; Peligro)

Vulnerabilidad				Peligro							
Estructural		No estructural		Sismicidad		Suelo		Topografía y pendiente			
Densidad	Mano de Obra y materiales	Tabiquería y pararetos		Baja	Media	Alta	Rigido	Intermedios	Flexibles	Plana	Pronunciada
Adecuada:	X Buena calidad	Todos estables									X
Aceptable:	Regular calidad	Algunos estables	X	Media			X			Media	
Inadecuada:	Mala calidad	Todos inestables		Alta	X		Flexibles			Pronunciada	

Calificación	
Vulnerabilidad	Baja
Peligro	Medio

Resultado	
Riesgo Sísmico	Medio

Diagnóstico

Existe problemas de estabilidad al volteo en algunos muros de albañilería

La vivienda presenta una vulnerabilidad sísmica baja

La vivienda presenta un peligro sísmico medio

El resultado del riesgo sísmico es medio

Gráficos y fotografías

Planta:

Área: 156.75 m²

Perímetro: 52.00 m

Primer nivel: Ladrillo macizo de concreto

Segundo nivel: Ladrillo king kong 18 huecos

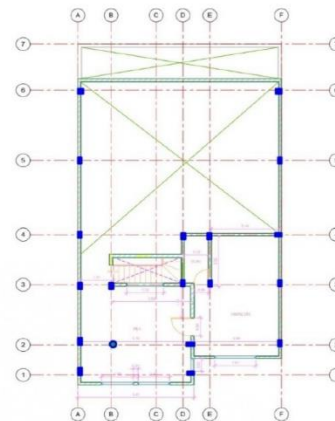
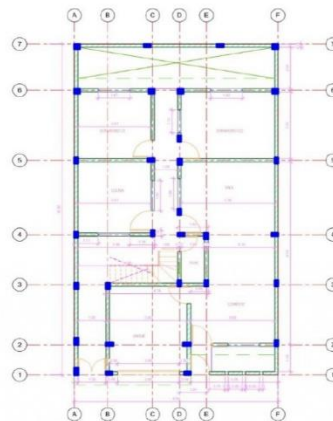
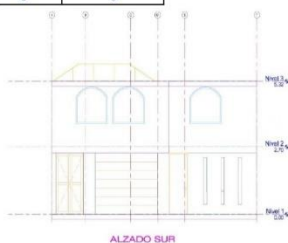
Posición: Muro de sogá

Losa aligerada

X: Sin techo

Elevación:

Juntas sísmicas	
Izquierda	Derecha
0	0



DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VIVIENDA INFORMAL FICHA DE REPORTE

Panel fotográfico

FOTOGRAFÍA 01:
FOTO DE LA VIVIENDA DE
ESTUDIO CON DOS



FOTOGRAFÍA 02:
SE OBSERVA EN EL PRIMER
NIVEL LADRILLO MACIZO DE
CONCRETO Y EN EL SEGUN
DO NIVEL LADRILLO KIN
KONG DE 18 HUECOS.



FOTOGRAFÍA 03:
JUNTAS HORIZONTALES Y
VERTICALES SON DE 2 CM
EN LOS MUROS DE
ALBAÑILERIA



FOTOGRAFÍA 04:
PRESENCIA DE FISURAS EN
LOS MUROS HASTA 0.4 MM,
IMPACTADO POR LOS
SISMOS.



ANEXO 8: FICHA DE REPORTE APLICADA VIVIENDA N°02

DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VIVIENDA INFORMAL FICHA DE REPORTE

Vivienda N°: 02

Antecedentes:

Ubicación: AA.HH. Nuevo Ilo Promuvi IV Mz-03 Lt-09

Dirección técnica en el diseño: No

Dirección técnica en la construcción: La construcción se dio por un maestro de obra

Pisos construidos: 02 Pisos proyectados: 02 Antigüedad de la vivienda 11 años

Topografía y geología: El terreno tiene pendiente plana y el suelo es arena gravoso

Estado de la vivienda: Encuentro de pequeñas fisuras, el uso de diferente unidades de albañilería por cada nivel utilizado como ladrillo macizo de concreto y ladrillo kin kong de 18 huecos.

Secuencia de construcción de la vivienda: Paredes limites, primer cuarto, dormitorio 1, dormitorio 2, baño y otros.

Aspectos técnicos:

A. Elementos de la vivienda:	
Elementos	Características
Cimientos	Cimiento corrido de concreto ciclópeo de 0.40 de ancho y zapatas de 0.80x0.80 con profundidad de 1.20m
Muros	Ladrillo macizo artesanal de concreto 0.25x0.15x0.10 c y en el según nivel con ladrillo king kong de 18 huecos con juntas aproximadas de 2 cm.
Techo	La losa es aligerada en el primer nivel con altura de 0.20 cm y en el segundo nivel de 0.18m.
Columnas	Columnas con dimensiones de 0.25x0.30 y 0.15x0.30
Vigas	Vigas chatas de 0.30x0.20m y vigas peraltas de 0.30x0.40m

B. Deficiencias de la estructura:	
Problemas de ubicación:	Problemas constructivos:
No hay problema con la ubicación de la vivienda de estudio.	Ladrillos artesanales de concreto utilizados en el primer nivel.
Problemas estructurales:	Mano de obra:
Insuficiencia de junta sísmica	Regular
Losa de techo a desnivel con las viviendas vecinas	
Combinación de unidades de albañilería en diferente nivel	
Otros:	
Armaduras expuestas y presencia de eflorescencia en muros.	

Análisis por sismo

Z= 0.45 U=1 C=2.5 R=3 Resistencia característica a corte (kPa): $v'm=$ 485.4

Factor de suelo S= 1.05 VR= Resistencia al corte (Kn) = Ae (0.5V'M + 0.23 fa)

Área Piso1	Cortante Basal		Área de muros		Ae/Ar	Densidad Ae/Área piso 1	Resistencia VR	VR/V	Resultado
	Peso acum.	V=ZUCSP/R	Existente: Ae	Requerida Ar					
m ²	kN/m ²	kN	m ²	m ²	Adimensional	%	kN	Adimensional	
Análisis en el sentido "X"									
77.62	14.94	456.526	0.75	2.19	0.34	0.97	2996.13	6.56	Inadecuado
Análisis en el sentido "Y"									
77.62	14.94	456.526	5.42	2.19	2.47	6.98	-	-	Adecuado

Observaciones y Comentarios

Solo se calcula VR si $0.80 < Ae/Ar < 1$

La densidad de muros en la dirección "X" son inadecuados

**DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VIVIENDA INFORMAL
FICHA DE REPORTE**

Estabilidad de muros al volteo:																	
Muro	Factores					Mom. Act $0.9mPa^2$	Mom. Rest. $25 t^2$	Resultado Ma:Mr	Muro	Factores					Mom. Act $0.9mPa^2$	Mom. Rest. $25 t^2$	Resultado Ma:Mr
	C1	m	p	a	t					C1	m	p	a	t			
	adim.	adim.	kN/m^2	m	m					$kN - m/m$	$kN - m/m$	kN/m^2	m	m			
M1	2	0.122	2.70	2.37	0.15	1.67	0.563	inestable	M1	2	0.13	2.70	2.35	0.15	1.74	0.5625	inestable
M2	2	0.115	2.70	2.63	0.15	1.93	0.563	inestable	M2	2	0.11	2.70	3.05	0.15	2.53	0.5625	inestable
									M3	2	0.09	2.70	4.07	0.15	3.50	0.5625	inestable
									M4	2	0.12	2.70	2.75	0.15	2.11	0.5625	inestable
									M5	2	0.13	2.70	3.52	0.15	3.97	0.5625	inestable
									M6	2	0.13	2.70	2.81	0.15	2.49	0.5625	inestable
									M7	2	0.13	2.70	2.66	0.15	2.24	0.5625	inestable
									M8	2	0.10	2.70	3.63	0.15	3.11	0.5625	inestable
									M9	2	0.10	2.70	3.63	0.15	3.11	0.5625	inestable
									M10	2	0.11	2.70	3.84	0.15	4.01	0.5625	inestable
									M11	2	0.11	2.70	3.84	0.15	4.01	0.5625	inestable

FACTORES INFLUYENTES EN EL RESULTADO (Riesgo = Función (Vulnerabilidad; Peligro))									
Vulnerabilidad					Peligro				
Estructural			No estructural		Sismicidad		Suelo		Topografía y pendiente
Densidad	Mano de Obra y materiales		Tabiquería y paramentos						
Adecuada:	Buena calidad		Todos estables		Baja		Rígido		Plana
Aceptable:	Regular calidad		Algunos estables		Media		Intermedios		Media
Inadecuada:	Mala calidad		Todos inestables		Alta		Flexibles		Pronunciada

Calificación	
Vulnerabilidad	Media
Peligro	Medio

Resultado	
Riesgo Sísmico	Medio

Diagnóstico

Existe problemas de estabilidad al volteo con los muros de albañilería

La vivienda presenta una vulnerabilidad sísmica media

La vivienda presenta un peligro sísmico medio

El resultado del riesgo sísmico es medio

Gráficos y fotografías

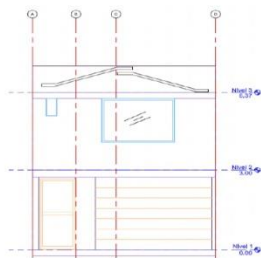
Planta:

ÁREA: 83.50 m²
PERIMETRO: 43.40

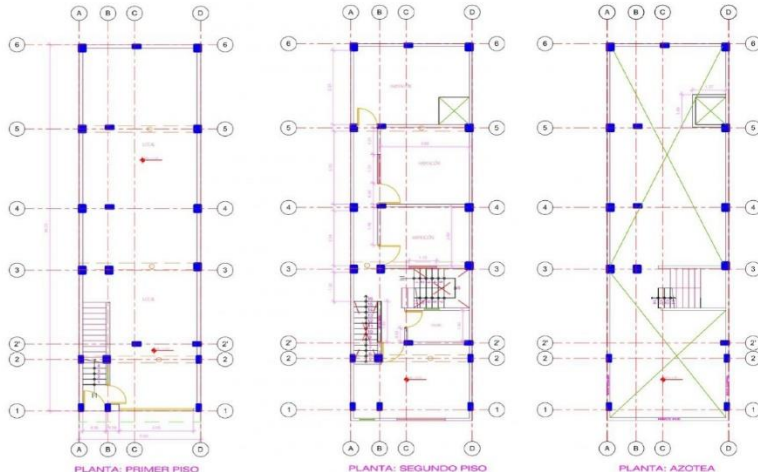
Primer nivel: Ladrillo macizo de concreto
Segundo nivel: Ladrillo kin kong 18 huecos
Posición: muro de cabeza
Losa aligerada
X: Vivienda sin techar

Elevación:

Juntas sísmicas	
Izquierda	Derecha
0	0



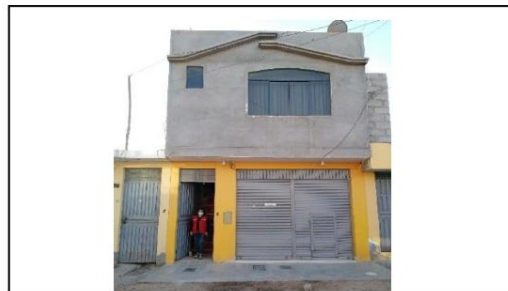
ELEVACIÓN



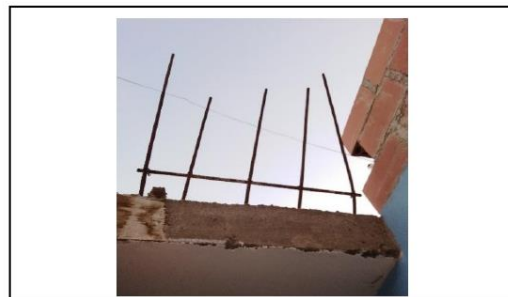
**DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VIVIENDA INFORMAL
FICHA DE REPORTE**

Panel fotográfico

FOTOGRAFÍA 01:
ELEVACIÓN DE
VIVIENDA DE ESTUDIO



FOTOGRAFÍA 02:
ACEROS DE
ARMADURA DE
ESCALERA
DESCUBIERTO A LA
INTEMPERIE



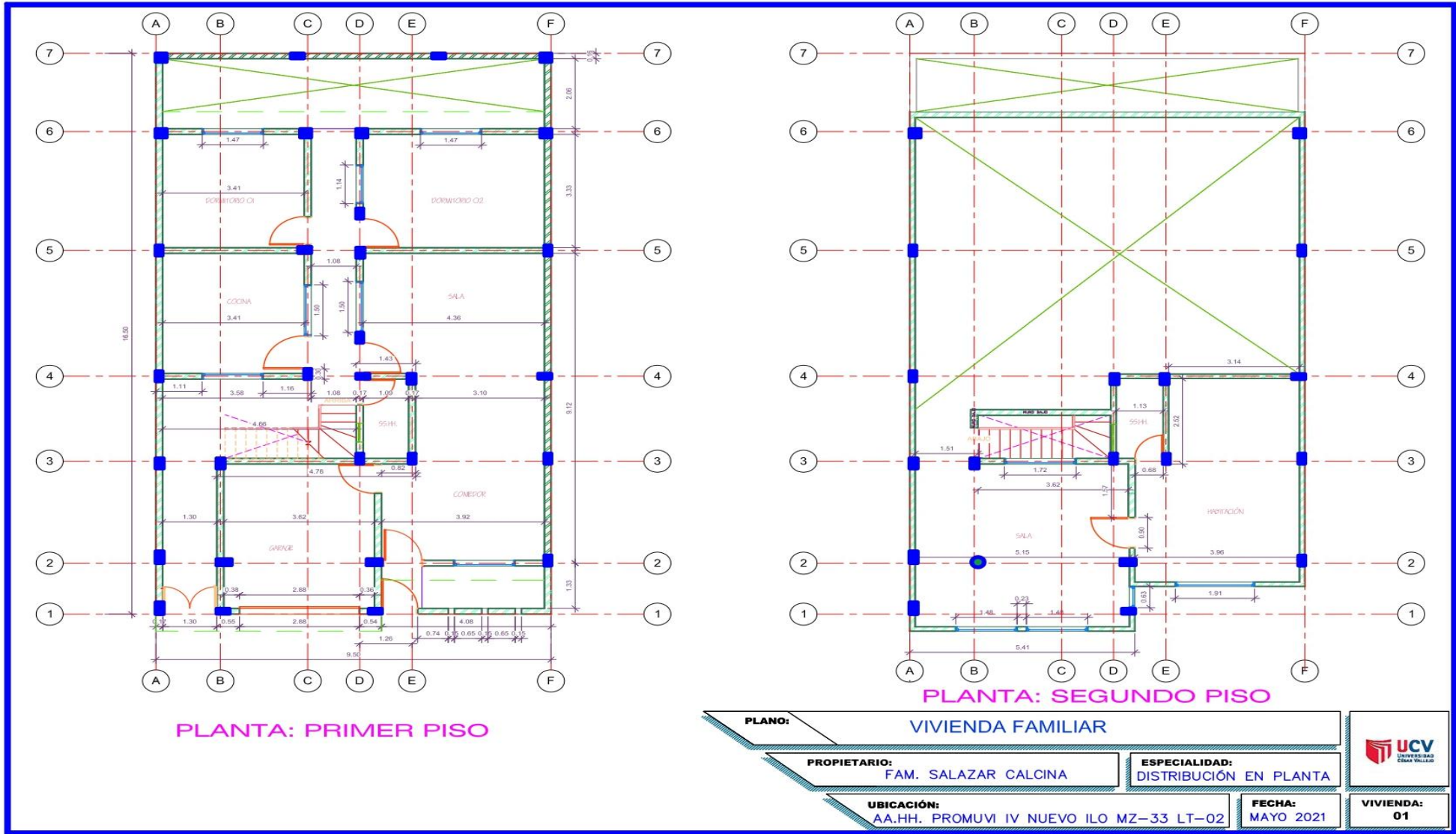
FOTOGRAFÍA 03:
LADRILLO KING KONG
DE 18 HUECOS,
INTERVENCIÓN DE LAS
INSTALACIONES
SANITARIAS
AFECTANDO EL MURO

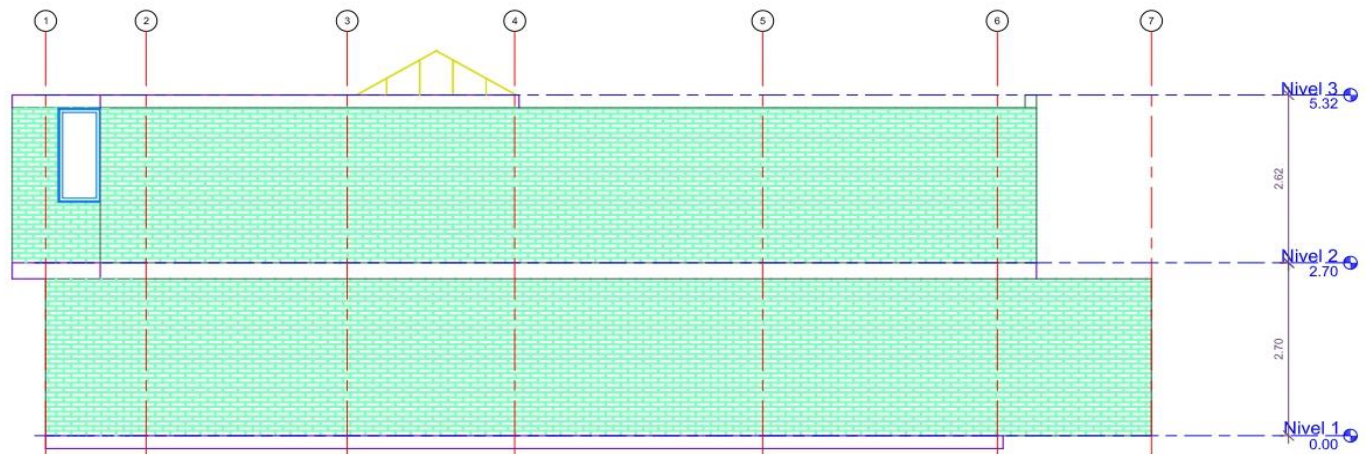


FOTOGRAFÍA 04:
JUNTAS
HORIZONTALES Y
VERTICALES DE LOS
MUROS EXCEDEN EN
1.5 CM.

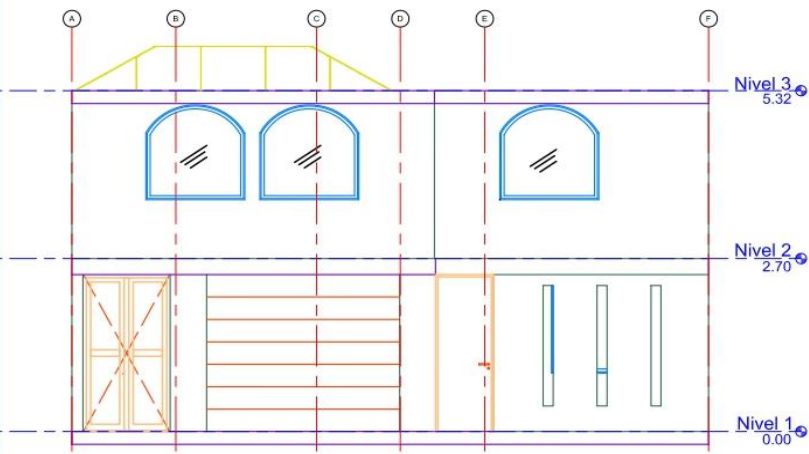


ANEXO 9: PLANOS DE DISTRIBUCIÓN DE LAS VIVIENDAS ESTUDIADAS

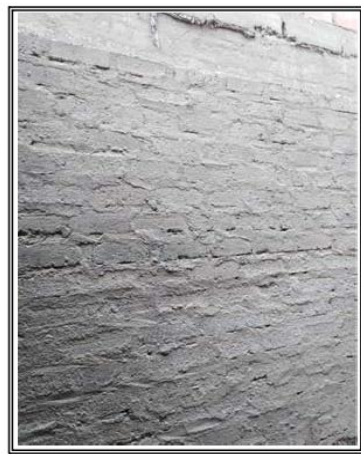




ALZADO ESTE

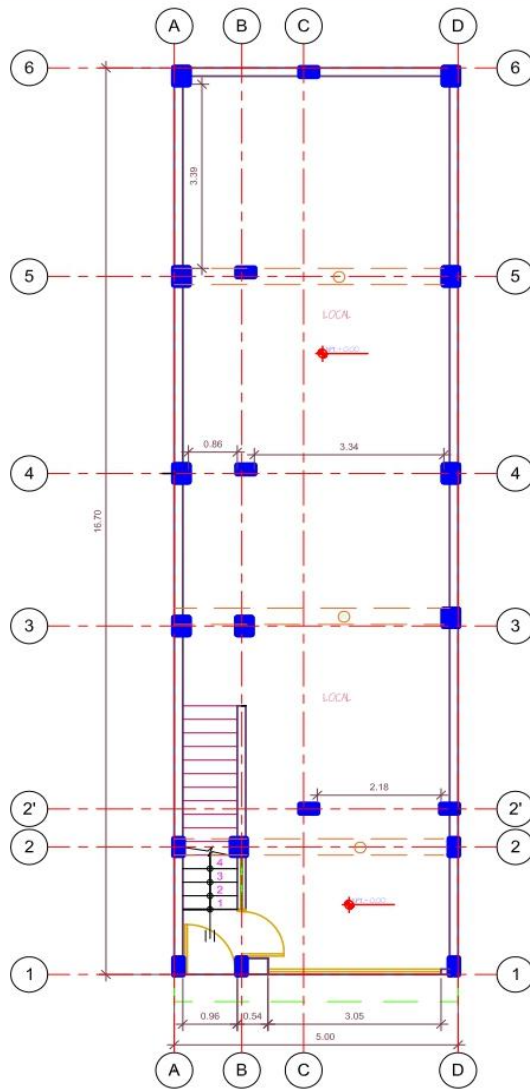


ALZADO SUR

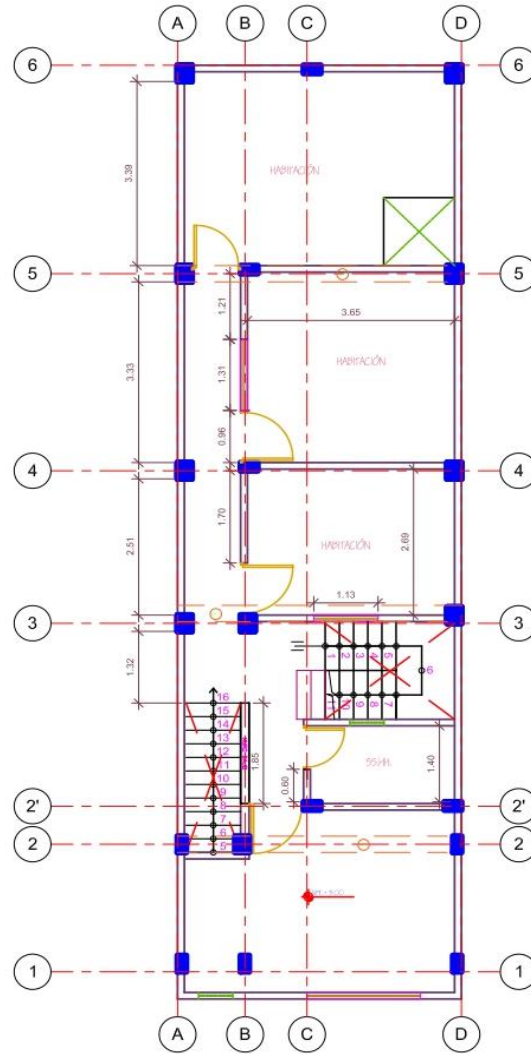


IMÁGENES DEL ESTADO ACTUAL DE LA VIVIENDA

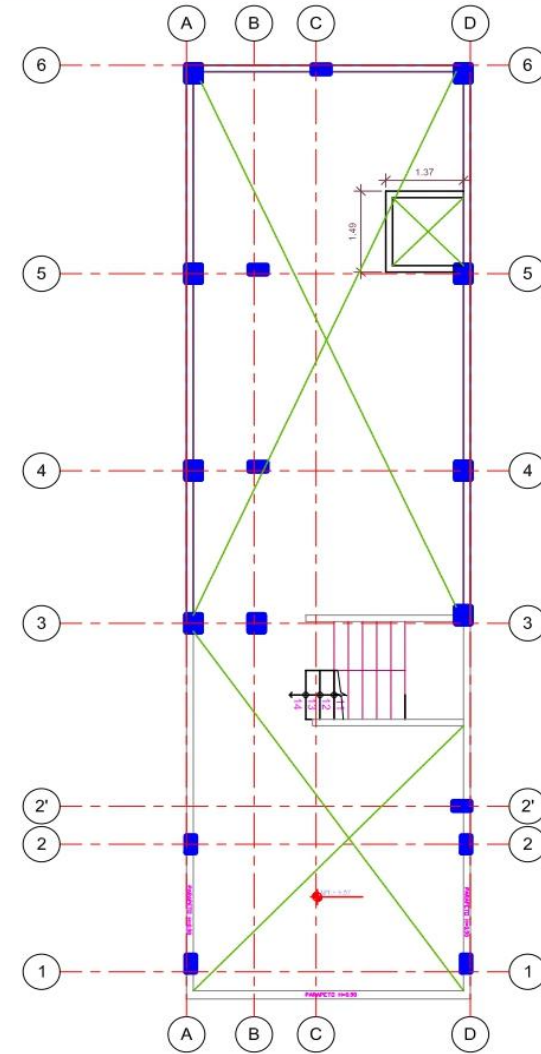
PLANO:	VIVIENDA FAMILIAR		 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
PROPIETARIO:	FAM. SALAZAR CALCINA	ESPECIALIDAD:		DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	
UBICACIÓN:	AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO MZ-33 LT-02	FECHA:	MAYO 2021	VIVIENDA:	01



PLANTA: PRIMER PISO

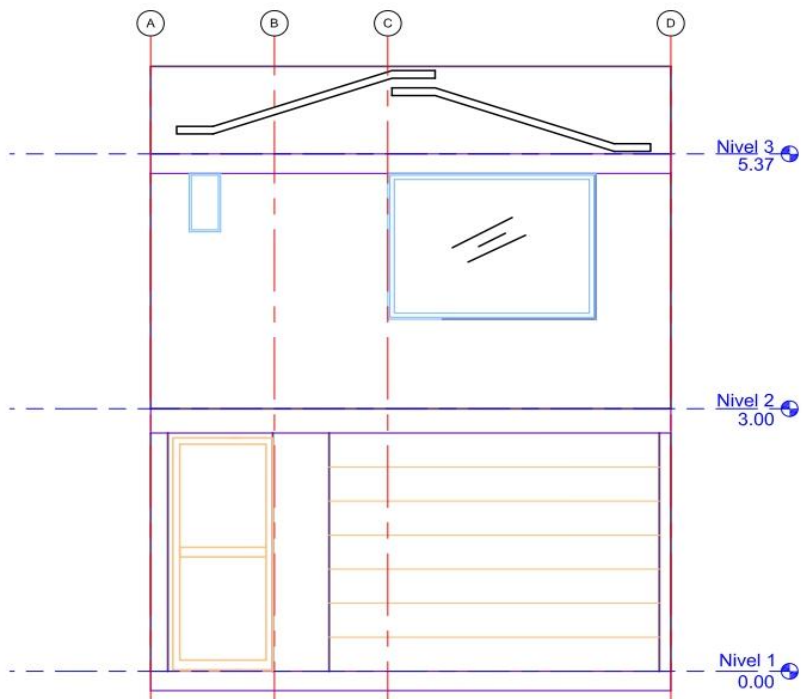


PLANTA: SEGUNDO PISO

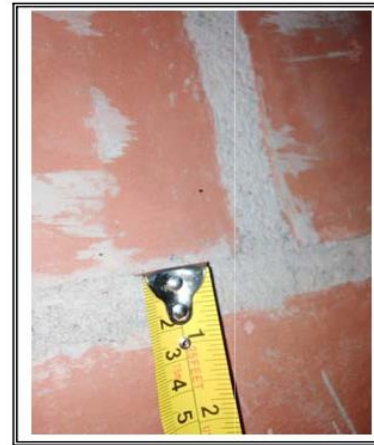


PLANTA: AZOTEA

PLANO:	VIVIENDA NEGOCIO-FAMILIAR	 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
PROPIETARIO:	FAM. AROCUTIPA CALATAYUD		ESPECIALIDAD: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA
UBICACIÓN:	AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO MZ-03 LT-09		FECHA: MAYO 2021
		VIVIENDA: 02	



ELEVACIÓN



PLANO:	VIVIENDA NEGOCIO-FAMILIAR		
PROPIETARIO:	FAM. AROCUTIPA CALATAYUD	ESPECIALIDAD: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	
UBICACIÓN:	AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO MZ-03 LT-09	FECHA: MAYO 2021	
			VIVIENDA: 02

ANEXO 10: PROCEDIMIENTO MOSQUEIRA Y TARQUE- ANÁLISIS DE ALBAÑILERÍA VIVIENDA N°01



Evaluación de vulnerabilidad sísmica para las viviendas autoconstruidas y propuesta de reforzamiento con fibra de carbono, Nuevo Ilo, Moquegua, 2021

Metodología de Mosqueira y Tarque Análisis de la albañilería

Revisión del área de muros requerida

$$\frac{V_E}{A_R} \leq \frac{V_R}{A_e} \dots\dots\dots(\text{ecuación 1})$$

V_E = Fuerza cortante actuante (kN) producido por sismo severo

V_R = Fuerza cortante resistente (kN) de los muros en un nivel.

A_R = Área (m²) requerida de muros

A_e = Área (m²) existente de muros confinados

La cortante en la base esta expresada:

$$V_E = \frac{ZUCS}{R} P \dots\dots\dots (\text{ecuación 2})$$

Z = Factor de zona

U = Factor de uso para viviendas

S = Factor de suelo

C = Factor de amplificación sísmica

R = Factor de reducción

P = Peso de la estructura (kN)

La cortante resistida por los muros es:

$$VR = 0.5 v'm \cdot \alpha \cdot t \cdot l + 0.23 \cdot P_g \dots\dots\dots(\text{ecuación 3})$$

$v'm$ = Resistencia a compresión diagonal de los muretes de albañilería.

α = Factor de reducción por esbeltez

t = Espesor (m) del muro en análisis

l = Longitud (m) del muro en análisis

P_g = Carga gravitacional (kN) de servicio mas sobrecarga reducida

Considerando que el caso mas desfavorable será cuando las viviendas colapsen y eso se cumplirá cuando la fuerza sísmica es igual a la fuerza resistente provista por los muros de la vivienda.

$$\frac{V}{A_m} = \frac{\sum VR}{A_e} \dots\dots\dots(\text{ecuación 4})$$

Para el calculo del VR se ha realizado una simplificación en la ecuación 3. Se ha supuesto que $\alpha = 1$ y que $0.23 P_g = 0$.

La ecuación quedaría reducida a:

$$VR = 0.5 \cdot v'm \cdot t \cdot l \dots\dots (ecuación 5)$$

Realizando el despeje de la ecuación 4 del valor de Am:

$$A_m = \frac{A_e \cdot V}{\Sigma VR} \dots\dots (ecuación 4)$$

Considerando lo siguiente:

$$VR = 0.5 \cdot v'm \cdot t \cdot l \dots (ecuación 5)$$

$$V_E = \frac{ZUCS}{R} P \dots\dots (ecuación 2)$$

$$\Sigma(t \cdot l) = Ae$$

$$A_m = \frac{(A_e) \left(\frac{Z(1) (2.5) (S) P}{2.5} \right)}{0.5 \cdot v'm \cdot \Sigma(t \cdot l)}$$

$$A_m = \frac{\left(\frac{Z(1) (2.5) (S) P}{2.5} \right)}{0.5 \cdot 485.4 \text{ kPa}}$$

Área de muros requerida $A_m = \frac{Z \cdot S \cdot P}{250} \dots\dots (ecuación 6)$

$$A_m := \frac{0.45 \cdot 1.05 \cdot 1435.082 \text{ kN}}{250 \text{ kPa}}$$

$$A_m = 2.71 \text{ m}^2$$

Densidad de muros dirección "X"

Densidad de muros direccion x			
<i>Muro</i>	L	t	t.l
	(m)	(m)	(m²)
M1	3.44	0.15	0.52
M2	1.35	0.15	0.20
M3	1.43	0.15	0.21
M4	3.73	0.15	0.56
M5	4.69	0.15	0.70
M6	3.40	0.15	0.51
M7	3.40	0.15	0.51
M8	2.70	0.15	0.41
M9	1.1161	0.15	0.17
M10	1.15	0.15	0.17
M11	1.535	0.15	0.23
M12	1.67	0.15	0.25
M13	1.1	0.15	0.17
M14	1.155	0.15	0.17
TOTAL			4.78

Densidad de muros dirección "Y"

Densidad de muros direccion y			
Muro	L	t	t.l
	(m)	(m)	(m²)
M1	1.675	0.15	0.25
M2	1.543	0.15	0.23
M3	1.53	0.15	0.23
M4	2.76	0.15	0.41
M5	2.892	0.15	0.43
M6	2.025	0.15	0.30
M7	3	0.15	0.45
M8	2.565	0.15	0.38
M9	2.66	0.15	0.40
M10	2.4275	0.15	0.36
M11	3.7	0.15	0.56
M12	3.6975	0.15	0.55
M13	3.45	0.15	0.52
M14	2.58	0.15	0.39
M15	3.45	0.15	0.52
M16	2.35	0.15	0.35
M17	2.35	0.15	0.35
M18	1.0675	0.15	0.16
M19	1.115	0.15	0.17
M20	0.995	0.15	0.15
TOTAL			7.17

Fuerza Resistente en los muros

$$VR = 0.5 \cdot v'm \cdot t \cdot l$$

VR = Fuerza cortante resistente de muros

v'm = Resistencia a compresión diagonal de los muretes de albañilería

t = Espesor de los muros

l = Longitud de los muros

Cortante resistente dirección "X"

Primer nivel

$$v'_m := 4.95 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 485.429 \text{ kPa}$$

Muro	L	t	v'm	VR
	(m)	(m)	kPa	kN
M1	3.44	0.15	485.40	250.10
M2	1.35	0.15	485.40	98.29
M3	1.43	0.15	485.40	104.12
M4	3.73	0.15	485.40	271.22
M5	4.69	0.15	485.40	341.11
M6	3.40	0.15	485.40	247.55
M7	3.40	0.15	485.40	247.55
M8	2.70	0.15	485.40	196.59
M9	1.12	0.15	485.40	81.26
M10	1.15	0.15	485.40	83.73
M11	1.54	0.15	485.40	111.76
M12	1.67	0.15	485.40	121.59
M13	1.10	0.15	485.40	80.09
M14	1.16	0.15	485.40	84.10

Cortante resistente dirección "Y"
Primer nivel

$$v'_m := 4.95 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 485.429 \text{ kPa}$$

Muro	L (m)	t (m)	v'm kPa	VR kN
M1	1.68	0.15	485.4	121.96
M2	1.54	0.15	485.4	112.35
M3	1.53	0.15	485.4	111.40
M4	2.76	0.15	485.4	200.96
M5	2.89	0.15	485.4	210.57
M6	2.03	0.15	485.4	147.44
M7	3.00	0.15	485.4	218.43
M8	2.57	0.15	485.4	186.76
M9	2.66	0.15	485.4	193.67
M10	2.43	0.15	485.4	176.75
M11	3.70	0.15	485.4	269.40
M12	3.70	0.15	485.4	269.21
M13	3.45	0.15	485.4	251.19
M14	2.58	0.15	485.4	187.85
M15	3.45	0.15	485.4	251.19
M16	2.35	0.15	485.4	171.10
M17	2.35	0.15	485.4	171.10
M18	1.07	0.15	485.4	77.72
M19	1.12	0.15	485.4	81.18
M20	1.00	0.15	485.4	72.45

Estabilidad de muros al volteo

Para analizar la estabilidad al volteo de un determinado tabique se compara el momento actuante debido a sismo (M_a) y el momento resistente (M_r) que actúa en el tabique.

Para el cálculo de M_a se establece primero la carga sísmica V que actúa durante un sismo perpendicular al plano del muro (MTC 2003).

$$V = Z \cdot U \cdot C_1 \cdot P \dots\dots\dots (\text{ecuación 7})$$

- Z = Factor de zona
- U = Factor de uso
- C_1 = Coeficiente sísmico
- P = Peso del muro por unidad de área del plano del muro

Tabla N° 12 VALORES DE C_1	
- Elementos que al fallar puedan precipitarse fuera de la edificación y cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	3,0
- Muros y tabiques dentro de una edificación.	2,0
- Tanques sobre la azotea, casa de máquinas, pérgolas, parapetos en la azotea.	3,0
- Equipos rígidos conectados rígidamente al piso.	1,5

$C_1 := 2.0$

El peso (P) estará dado por la siguiente expresión:

$$P = Y_m \cdot t \dots\dots\dots (\text{ecuación 8})$$

- Y_m = Peso específico del muro
- Para muro de ladrillo macizo $Y_m = 1.8 \frac{kN}{m^3}$
- t = Espesor del muro (m)

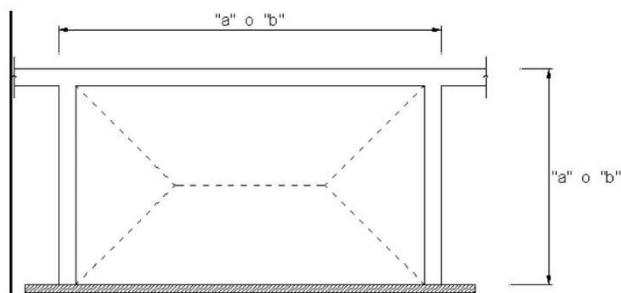
El momento actuante perpendicular al plano del muro (San Bartolomé 1998) está dado por la siguiente expresión:

$$M_a = m \cdot V \cdot a^2 \dots\dots\dots (\text{ecuación 9})$$

- m = Coeficiente de momentos
- a = Dimensión crítica
- V = Carga sísmica perpendicular

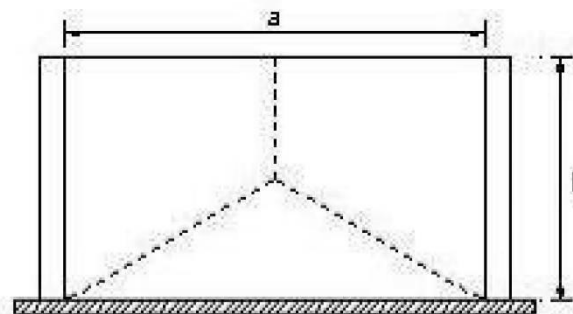
Muro con cuatro bordes arriostrados

b/a	m
1	0.0479
1.2	0.0627
1.4	0.0755
1.6	0.0862
1.8	0.0948
2.0	0.1017
3.0	0.1180
∞	0.125



Muro con tres bordes arriostrados

b/a	m
0.5	0.06
0.6	0.074
0.7	0.087
0.8	0.097
0.9	0.106
1.0	0.112
1.5	0.128
2.0	0.132
∞	0.133



Muro arriostrado en sus bordes horizontales

a = Altura del muro
m = 0.125

Muro en voladizo

a = Altura del muro
m = 0.5

Reemplazando la ecuación (7) en la ecuación (9)

$$M_a = Z \cdot U \cdot C_I \cdot P \cdot m \cdot a^2 \dots\dots\dots(\text{ecuación 10})$$

$$Z = 0.45, U = 1; C_I = 2$$

$$M_a = 0.45 \cdot 1 \cdot 2 \cdot P \cdot m \cdot a^2$$

$$M_a = 0.9 \cdot P \cdot m \cdot a^2$$

Para determinar el momento resistente a tracción por flexión (M_r) del muro se sabe por resistencia de materiales que el esfuerzo de un elemento sometido a flexión es

$$\sigma_{max} = \frac{M_r \cdot c}{I} \dots\dots\dots(\text{ecuación 11})$$

Donde:

σ_{max} = Esfuerzo por flexión (kN/m^2)

M_r = Momento resistente a tracción por flexión ($\text{kN}\cdot\text{m}$)

c = Distancia del eje neutro a la fibra extrema (m)

I = Momento de inercia de superficie (m^4) de la sección, paralela al eje del momento

El momento resistente a tracción por flexión, es expresado como:

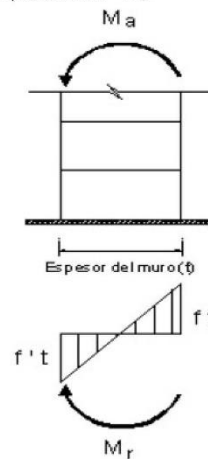
$$M_r = \frac{f_t \cdot I}{c} \dots\dots\dots(\text{ecuación 12})$$

Donde:

f_t = Esfuerzo de tracción por flexión de la albañilería (150 kN/m^2) (E-070)

I = Momento de inercia (m^4) de la sección del muro

c = Distancia (m) del eje neutro a la fibra extrema de la sección



Al remplazar el valor de ft y desarrollar el momento de inercia de superficie para una longitud de un metro de muro, se tiene la expresión del momento resistente por metro de longitud de muro.

$$M_r = 150 \left(\frac{t^3}{12} \right) \left(\frac{1}{\frac{t}{2}} \right) \quad t \text{ esta expresado en m}$$

$$M_r = \frac{150}{6} t^2 \dots\dots(\text{ecuación 13})$$

$$M_r = 25 t^2 \quad \text{expresado en kN-m/m}$$

Estabilidad de muros al volteo Vivienda 1 - Piso 1

$$\text{Momento}_{actuante} = M_a = Z \cdot U \cdot C_1 \cdot P \cdot m \cdot a^2$$

$$\text{Momento}_{resistente} = M_r = 25 t^2$$

Dirección "X"

Muro	Factores						Mom. Act.	Mom. Rest.	Resultado Ma : Mr
	C1	m	P	b	a	t	0.9.m.P.a ²	25 t ²	
	adim.	adim.	kN/m ²	m	m	m	kN-m/m	kN-m/m	
M1	2	0.097	2.70	2.7	3.44	0.15	2.78	0.5625	inestable
M2	2	0.132	2.70	2.7	1.35	0.15	0.58	0.5625	inestable
M3	2	0.131	2.70	2.7	1.43	0.15	0.65	0.5625	inestable
M4	2	0.087	2.70	2.7	3.73	0.15	2.93	0.5625	inestable
M5	2	0.132	2.70	2.7	4.69	0.15	7.04	0.5625	inestable
M6	2	0.097	2.70	2.7	3.40	0.15	2.72	0.5625	inestable
M7	2	0.097	2.70	2.7	3.40	0.15	2.72	0.5625	inestable
M8	2	0.112	2.70	2.7	2.70	0.15	1.98	0.5625	inestable
M9	2	0.133	2.70	2.7	1.12	0.15	0.40	0.5625	e stable
M10	2	0.133	2.70	2.7	1.15	0.15	0.43	0.5625	e stable
M11	2	0.13	2.70	2.7	1.54	0.15	0.74	0.5625	inestable
M12	2	0.128	2.70	2.7	1.67	0.15	0.87	0.5625	inestable
M13	2	0.133	2.70	2.7	1.10	0.15	0.39	0.5625	e stable
M14	2	0.133	2.70	2.7	1.16	0.15	0.43	0.5625	e stable

Dirección "Y"

Muro	Factores						Mom. Act.	Mom. Rest.	Resultado Ma : Mr
	C1	m	P	b	a	t	$0.9.m.P.a^2$	$25 t^2$	
	adim.	adim.	kN/m ²	m	m	m	kN-m/m	kN-m/m	
M1	2	0.128	2.70	2.7	1.68	0.15	0.87	0.5625	inestable
M2	2	0.129	2.70	2.7	1.54	0.15	0.75	0.5625	inestable
M3	2	0.130	2.70	2.7	1.53	0.15	0.74	0.5625	inestable
M4	2	0.112	2.70	2.7	2.76	0.15	2.07	0.5625	inestable
M5	2	0.132	2.70	2.7	2.89	0.15	2.68	0.5625	inestable
M6	2	0.122	2.70	2.7	2.03	0.15	1.21	0.5625	inestable
M7	2	0.106	2.70	2.7	3.00	0.15	2.32	0.5625	inestable
M8	2	0.115	2.70	2.7	2.57	0.15	1.84	0.5625	inestable
M9	2	0.112	2.70	2.7	2.66	0.15	1.93	0.5625	inestable
M10	2	0.112	2.70	2.7	2.43	0.15	1.60	0.5625	inestable
M11	2	0.112	2.70	2.7	3.70	0.15	3.73	0.5625	inestable
M12	2	0.112	2.70	2.7	3.70	0.15	3.72	0.5625	inestable
M13	2	0.097	2.70	2.7	3.45	0.15	2.81	0.5625	inestable
M14	2	0.112	2.70	2.7	2.58	0.15	1.81	0.5625	inestable
M15	2	0.097	2.70	2.7	3.45	0.15	2.81	0.5625	inestable
M16	2	0.115	2.70	2.7	2.35	0.15	1.55	0.5625	inestable
M17	2	0.112	2.70	2.7	2.35	0.15	1.50	0.5625	inestable
M18	2	0.133	2.70	2.7	1.07	0.15	0.37	0.5625	estable
M19	2	0.133	2.70	2.7	1.12	0.15	0.40	0.5625	estable
M20	2	0.133	2.70	2.7	1.00	0.15	0.32	0.5625	estable

Vulnerabilidad sísmica

Se realiza el cálculo del riesgo sísmico para la vivienda encuestada.

El riesgo sísmico depende de dos factores: la vulnerabilidad sísmica y el peligro sísmico (Kuroiwa 2002).

$$Riesgo_{sismico} = Vulnerabilidad_{sismica} \cdot Peligro_{sismico} \dots\dots (ecuación 14)$$

Para determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas se ha analizado la vulnerabilidad estructural y no estructural (Kuroiwa 2002)

Vulnerabilidad					
Estructural			No estructural		
Densidad (60%)	Mano de obra y materiales (30%)		Tabiquería y parapetos (10%)		
Adecuada	1	Buena calidad	1	Todos estables	1
Aceptable	2	Regular calidad	2	Algunos estables	2
Inadecuada	3	Mala calidad	3	Todos inestables	3

$$Vulnerabilidad\ Sismica = 0,6 \times Densidad\ de\ muros + 0,3 \times Mano\ de\ obra + 0,1\ Estabilidad\ de\ muros$$

Vulnerabilidad sísmica	Rango
Baja	1 a 1,4
Media	1,5 a 2,1
Alta	2,2 a 3

Por tanto del análisis realizado:

$$Vulnerabilidad\ Sismica = 0,6 \times Densidad\ de\ muros + 0,3 \times Mano\ de\ obra + 0,1\ Estabilidad\ de\ muros$$

$$Vulnerabilidad\ sismica = 0,6 \times 1 + 0,3 \times 3 + 0,1 \times 2$$

$$Vulnerabilidad\ sismica = 0,6 + 0,6 + 0,2$$

$$Vulnerabilidad\ sismica = 1,4$$

Lo cual corresponde a una vulnerabilidad sísmica baja.

Vulnerabilidad Sísmica	Estructural						No estructural				Valor Numérico
	Densidad de Muros (60%)			Calidad M.O. y Materiales (30%)			Estabilidad de tabiquerías (10%)				
	Adecuada	Aceptable	Inadecuada	Buena	Regular	Malta	Estable	Algunos Estables	Inestables		
BAJA	X			X			X				1.0
	X			X				X			1.1
	X			X					X		1.2
	X				X		X				1.3
	X				X			X			1.4
MEDIA	X				X				X		1.5
	X					X	X				1.6
	X					X		X			1.7
	X					X			X		1.8
		X		X			X				1.6
		X		X				X			1.7
		X		X					X		1.8
		X			X		X				1.9
		X			X			X			2.0
		X			X				X		2.1
ALTA		X				X	X				2.2
		X				X		X			2.3
		X				X			X		2.4
			X	X			X				2.2
			X	X				X			2.3
			X	X					X		2.4
			X		X		X				2.5
			X		X			X			2.6
			X		X				X		2.7
			X			X	X				2.8
			X			X		X			2.9
			X			X			X		3.0

Peligro sísmico

El peligro sísmico se estima en función de los siguientes parámetros: sismicidad, tipo de suelo, topografía y pendiente de la zona donde está ubicada la vivienda.

Sismicidad (40 %)		Suelo (40 %)		Topografía y pendiente (20%)	
Baja	1	Rigido	1	Plana	1
Media	2	Intermedio	2	Media	2
Alta	3	Flexible	3	Pronunciada	3

Peligro sísmico = 0,4 x sismicidad + 0,4 x suelo + 0,2 x Topografía y pendiente

Peligro sísmico = 0,4 x 3 + 0,4 x 2 + 0,2 x 1

Peligro sísmico = 1,2 + 0,8 + 0,2

Peligro sísmico = 2,2

Sismicidad (40%)	Suelo (40%)			Topografía (20%)			Peligro Sísmico	Valor Numérico
	Rigidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada		
ALTA	X			X			Bajo	1.8
	X				X			2.0
	X					X		2.2
		X		X			Medio	2.2
		X			X			2.4
		X				X	Alto	2.6
			X	X				2.6
			X		X			2.8
			X			X		3.0
MEDIA	X			X			Bajo	1.4
	X				X			1.6
	X					X	Medio	1.8
		X		X				1.8
		X			X			2.0
			X			X		2.2
			X	X				2.2
			X		X			2.4
BAJA	X			X			Bajo	1.0
	X				X			1.2
	X					X		1.4
		X		X				1.4
		X			X			1.6
		X				X	Medio	1.8
			X	X				1.8
			X		X			2.0
			X			X	Alto	2.2
			X			X		2.2

Riesgo Sísmico

Luego de establecer las calificaciones de vulnerabilidad y peligro sísmico se evalúa el nivel de riesgo sísmico que tiene cada vivienda.

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

$$Riesgo_{sismico} = Vulnerabilidad_{sismica} \cdot Peligro_{sismico}$$

$$Riesgo_{sismico} = 1,4 \times 2,2$$

$$Riesgo_{sismico} = 3.08$$

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

ANEXO 11: PROCEDIMIENTO MOSQUEIRA Y TARQUE- ANÁLISIS DE ALBAÑILERÍA VIVIENDA N°02



Evaluación de vulnerabilidad sísmica para las viviendas autoconstruidas y propuesta de reforzamiento con fibra de carbono, Nuevo Ilo, Moquegua, 2021

$$A_m = \frac{Z \cdot S \cdot P}{250}$$

Área de muros requerida

$$A_m := \frac{0.45 \cdot 1.05 \cdot 1159.431 \text{ kN}}{250 \text{ kPa}}$$

$$A_m = 2.19 \text{ m}^2$$

Densidad de muros dirección "X"

Densidad de muros dirección x			
Muro	L (m)	t (m)	t.l (m ²)
M1	2.37	0.15	0.36
M2	2.63	0.15	0.39
TOTAL			0.75

Densidad de muros dirección "Y"

Densidad de muros dirección y			
Muro	L (m)	t (m)	t.l (m ²)
M1	2.35	0.15	0.35
M2	3.05	0.15	0.46
M3	4.07	0.15	0.61
M4	2.75	0.15	0.41
M5	3.52	0.15	0.53
M6	2.81	0.15	0.42
M7	2.66	0.15	0.40
M8	3.63	0.15	0.54
M9	3.63	0.15	0.54
M10	3.84	0.15	0.58
M11	3.84	0.15	0.58
TOTAL			5.42

Fuerza Resistente en los muros

$$VR = 0.5 \cdot v'm \cdot t \cdot l$$

VR = Fuerza cortante resistente de muros

v'm = Resistencia a compresión diagonal de los muretes de albañilería

t = Espesor de los muros

l = Longitud de los muros

Cortante resistente dirección "X"

Primer nivel

$$v'_m := 4.95 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 485.4 \text{ kPa}$$

Muro	L	t	v'm	VR
	(m)	(m)	kPa	kN
M1	2.37	0.15	485.4	172.56
M2	2.63	0.15	485.4	191.49

Cortante resistente dirección "Y"

Primer nivel

$$v'_m := 4.95 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 485.4 \text{ kPa}$$

Muro	L	t	v'm	VR
	(m)	(m)	kPa	kN
M1	2.35	0.15	485.4	171.10
M2	3.05	0.15	485.4	222.07
M3	4.07	0.15	485.4	296.34
M4	2.75	0.15	485.4	200.23
M5	3.52	0.15	485.4	256.29
M6	2.81	0.15	485.4	204.60
M7	2.66	0.15	485.4	193.67
M8	3.63	0.15	485.4	264.30
M9	3.63	0.15	485.4	264.30
M10	3.84	0.15	485.4	279.59
M11	3.84	0.15	485.4	279.59

Estabilidad de muros al volteo

Para analizar la estabilidad al volteo de un determinado tabique se compara el momento actuante debido a sismo (M_a) y el momento resistente (M_r) que actúa en el tabique.

Para el cálculo de M_a se establece primero la carga sísmica V que actúa durante un sismo perpendicular al plano del muro (MTC 2003).

$$V = Z \cdot U \cdot C_i \cdot P \dots\dots\dots (\text{ecuación 7})$$

- Z = Factor de zona
- U = Factor de uso
- C_i = Coeficiente sísmico
- P = Peso del muro por unidad de área del plano del muro

Tabla N° 12 VALORES DE C_i	
- Elementos que al fallar puedan precipitarse fuera de la edificación y cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	3,0
- Muros y tabiques dentro de una edificación.	2,0
- Tanques sobre la azotea, casa de máquinas, pérgolas, parapetos en la azotea.	3,0
- Equipos rígidos conectados rígidamente al piso.	1,5

$C_i := 2.0$

El peso (P) estará dado por la siguiente expresión:

$$P = Y_m \cdot t \dots\dots\dots (\text{ecuación 8})$$

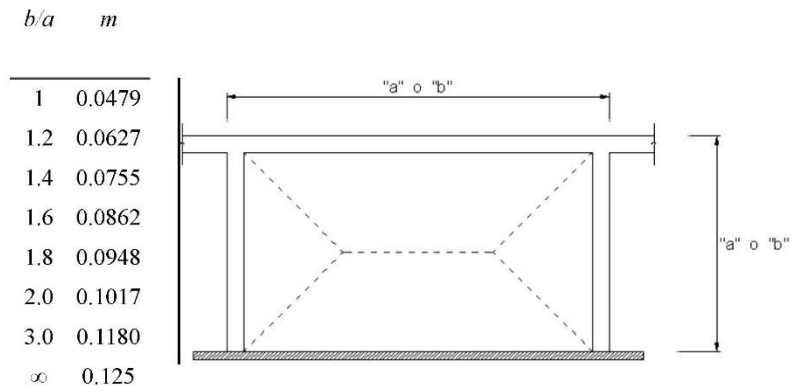
- Y_m = Peso específico del muro
- Para muro de ladrillo macizo $Y_m = 1.8 \frac{kN}{m^3}$
- t = Espesor del muro (m)

El momento actuante perpendicular al plano del muro (San Bartolomé 1998) está dado por la siguiente expresión:

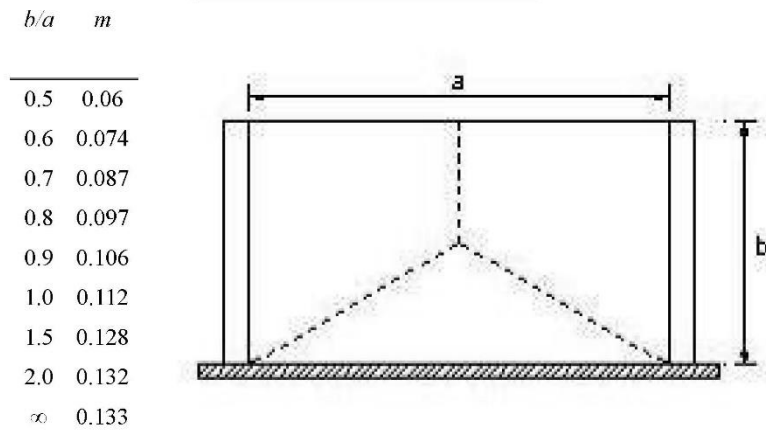
$$M_a = m \cdot V \cdot a^2 \dots\dots\dots (\text{ecuación 9})$$

- m = Coeficiente de momentos
- a = Dimensión crítica
- V = Carga sísmica perpendicular

Muro con cuatro bordes arriostrados



Muro con tres bordes arriostrados



Muro arriostrado en sus bordes horizontales

a = Altura del muro
 $m = 0.125$

Muro en voladizo

a = Altura del muro
 $m = 0.5$

Reemplazando la ecuación (7) en la ecuación (9)

$$M_a = Z \cdot U \cdot C_I \cdot P \cdot m \cdot a^2 \dots\dots\dots(\text{ecuación 10})$$

$$Z = 0.45, U = 1; C_I = 2$$

$$M_a = 0.45 \cdot 1 \cdot 2 \cdot P \cdot m \cdot a^2$$

$$M_a = 0.9 \cdot P \cdot m \cdot a^2$$

Para determinar el momento resistente a tracción por flexión (M_r) del muro se sabe por resistencia de materiales que el esfuerzo de un elemento sometido a flexión es

$$\sigma_{max} = \frac{M_r \cdot c}{I} \dots\dots\dots(\text{ecuación 11})$$

Donde:

σ_{max} = Esfuerzo por flexión (kN/m^2)

M_r = Momento resistente a tracción por flexión ($\text{kN}\cdot\text{m}$)

c = Distancia del eje neutro a la fibra extrema (m)

I = Momento de inercia de superficie (m^4) de la sección, paralela al eje del momento

El momento resistente a tracción por flexión, es expresado como:

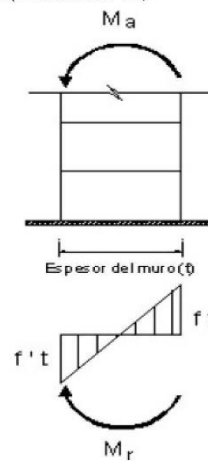
$$M_r = \frac{f_t \cdot I}{c} \dots\dots\dots(\text{ecuación 12})$$

Donde:

f_t = Esfuerzo de tracción por flexión de la albañilería (150 kN/m^2) (E-070)

I = Momento de inercia (m^4) de la sección del muro

c = Distancia (m) del eje neutro a la fibra extrema de la sección



Al remplazar el valor de ft y desarrollar el momento de inercia de superficie para una longitud de un metro de muro, se tiene la expresión del momento resistente por metro de longitud de muro.

$$M_r = 150 \left(\frac{t^3}{12} \right) \left(\frac{1}{\frac{t}{2}} \right) \quad t \text{ esta expresado en m}$$

$$M_r = \frac{150}{6} t^2 \dots\dots(\text{ecuación 13})$$

$$M_r = 25 t^2 \quad \text{expresado en kN-m/m}$$

Estabilidad de muros al volteo Vivienda 2 - Piso 1

$$\text{Momento}_{actuante} = M_a = Z \cdot U \cdot C_1 \cdot P \cdot m \cdot a^2$$

$$\text{Momento}_{resistente} = M_r = 25 t^2$$

Dirección "X"

Muro	Factores						Mom. Act.	Mom. Rest.	Resultado Ma : Mr
	C1	m	P	b	a	t	0.9.m.P.a ²	25 t ²	
	adim.	adim.	kN/m ²	m	m	m	kN-m/m	kN-m/m	
M1	2	0.122	2.70	3	2.37	0.15	1.67	0.5625	inestable
M2	2	0.115	2.70	3	2.63	0.15	1.93	0.5625	inestable

Dirección "Y"

Muro	Factores						Mom. Act.	Mom. Rest.	Resultado Ma : Mr
	C1	m	P	b	a	t	0.9.m.P.a ²	25 t ²	
	adim.	adim.	kN/m ²	m	m	m	kN-m/m	kN-m/m	
2.35	0.15	0.130	2.70	3	2.35	0.15	1.74	0.5625	inestable
3.05	0.15	0.112	2.70	3	3.05	0.15	2.53	0.5625	inestable
4.07	0.15	0.087	2.70	3	4.07	0.15	3.50	0.5625	inestable
2.75	0.15	0.115	2.70	3	2.75	0.15	2.12	0.5625	inestable
3.52	0.15	0.132	2.70	3	3.52	0.15	3.97	0.5625	inestable
2.81	0.15	0.130	2.70	3	2.81	0.15	2.49	0.5625	inestable
2.66	0.15	0.130	2.70	3	2.66	0.15	2.24	0.5625	inestable
3.63	0.15	0.097	2.70	3	3.63	0.15	3.11	0.5625	inestable
3.63	0.15	0.097	2.70	3	3.63	0.15	3.11	0.5625	inestable
3.84	0.15	0.112	2.70	3	3.84	0.15	4.01	0.5625	inestable
3.84	0.15	0.112	2.70	3	3.84	0.15	4.01	0.5625	inestable

Vulnerabilidad sísmica

Se realiza el cálculo del riesgo sísmico para la vivienda encuestada.

El riesgo sísmico depende de dos factores: la vulnerabilidad sísmica y el peligro sísmico (Kuroiwa 2002).

$$Riesgo_{sismico} = Vulnerabilidad_{sismica} \cdot Peligro_{sismico} \dots\dots (ecuación 14)$$

Para determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas se ha analizado la vulnerabilidad estructural y no estructural (Kuroiwa 2002)

Vulnerabilidad					
Estructural			No estructural		
Densidad (60%)	Mano de obra y materiales (30%)		Tabiquería y parapetos (10%)		
Adecuada	1	Buena calidad	1	Todos estables	1
Aceptable	2	Regular calidad	2	Algunos estables	2
Inadecuada	3	Mala calidad	3	Todos inestables	3

$$Vulnerabilidad\ Sismica = 0,6 \times Densidad\ de\ muros + 0,3 \times Mano\ de\ obra + 0,1 \times Estabilidad\ de\ muros$$

Vulnerabilidad sísmica	Rango
Baja	1 a 1,4
Media	1,5 a 2,1
Alta	2,2 a 3

Por tanto del análisis realizado:

$$Vulnerabilidad\ Sismica = 0,6 \times Densidad\ de\ muros + 0,3 \times Mano\ de\ obra + 0,1 \times Estabilidad\ de\ muros$$

$$Vulnerabilidad\ sismica = 0,6 \times 2 + 0,3 \times 2 + 0,1 \times 3$$

$$Vulnerabilidad\ sismica = 1,2 + 0,6 + 0,3$$

$$Vulnerabilidad\ sismica = 2,1$$

Lo cual corresponde a una vulnerabilidad sísmica media.

Vulnerabilidad Sísmica	Estructural						No estructural			Valor Numérico
	Densidad de Muros (60%)			Calidad M.O. y Materiales (30%)			Estabilidad de tabiquerías (10%)			
	Adecuada	Aceptable	Inadecuada	Buena	Regular	Mala	Estable	Algunos Estables	Inestables	
BAJA	X			X			X			1.0
	X			X				X		1.1
	X			X					X	1.2
	X				X		X			1.3
	X				X			X		1.4
MEDIA	X				X				X	1.5
	X					X	X			1.6
	X					X		X		1.7
	X					X			X	1.8
		X		X			X			1.6
		X		X				X		1.7
		X		X					X	1.8
		X			X		X			1.9
	X			X			X		2.0	
		X			X			X	2.1	
ALTA		X				X	X			2.2
		X				X		X		2.3
		X				X			X	2.4
			X	X			X			2.2
			X	X				X		2.3
			X	X					X	2.4
			X		X		X			2.5
			X		X			X		2.6
			X		X				X	2.7
			X			X	X			2.8
			X			X		X		2.9
			X			X			X	3.0

Peligro sísmico

El peligro sísmico se estima en función de los siguientes parámetros: sismicidad, tipo de suelo, topografía y pendiente de la zona donde está ubicada la vivienda.

Sismicidad (40%)		Suelo (40%)		Topografía y pendiente (20%)	
Baja	1	Rigido	1	Plana	1
Media	2	Intermedio	2	Media	2
Alta	3	Flexible	3	Pronunciada	3

$$\text{Peligro sísmico} = 0,4 \times \text{sismicidad} + 0,4 \times \text{suelo} + 0,2 \times \text{Topografía y pendiente}$$

$$\text{Peligro sísmico} = 0,4 \times 3 + 0,4 \times 2 + 0,2 \times 1$$

$$\text{Peligro sísmico} = 1,2 + 0,8 + 0,2$$

$$\text{Peligro sísmico} = 2,2$$

Sismicidad (40%)	Suelo (40%)			Topografía (20%)			Peligro Sísmico	Valor Numérico
	Rígidos	Intermedios	Flexibles	Plana	Media	Pronunciada		
ALTA	X			X			Bajo	1.8
	X				X			2.0
	X					X		2.2
		X		X			Medio	2.2
		X			X			2.4
		X				X	Alto	2.6
			X	X				2.6
			X		X			2.8
			X			X		3.0
MEDIA	X			X			Bajo	1.4
	X				X			1.6
	X					X	Medio	1.8
		X		X				1.8
		X			X			2.0
		X				X		2.2
			X	X				2.2
			X		X			2.4
			X			X		2.6
BAJA	X			X			Bajo	1.0
	X				X			1.2
	X					X		1.4
		X		X				1.4
		X			X		1.6	
		X				X	Medio	1.8
			X	X				1.8
			X		X			2.0
			X			X		2.0
		X			X	2.2		

Riesgo Sísmico

Luego de establecer las calificaciones de vulnerabilidad y peligro sísmico se evalúa el nivel de riesgo sísmico que tiene cada vivienda.

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

$$Riesgo_{sismico} = Vulnerabilidad_{sismica} \cdot Peligro_{sismico}$$

$$Riesgo_{sismico} = 2.1 \times 2.2$$

$$Riesgo_{sismico} = 4.6$$

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

ANEXO 12: APLICACIÓN DE RECOPIACIÓN DE DATOS

ANÁLISIS DE VALIDEZ - FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS					
PROYECTO: "Evaluación de vulnerabilidad sísmica para las viviendas autoconstruidas y propuesta de reforzamiento con fibra de carbono, Nuevo Ilo, Moquegua, 2021"					
AUTORA: Andrea Karolyna Salazar Calcina					
INFORMACIÓN GENERAL					
DISTRITO:	Ilo	ZONA DE ESTUDIO:	AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo		
PROVINCIA:	Ilo	LATITUD:	17°38'54.7"		
DEPARTAMENTO:	Moquegua	LONGITUD:	71°19'33.5"		
V1: VULNERABILIDAD SÍSMICA					
I. ESTRUCTURAL					
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und	
Densidad	Adecuada	X	Mano de Obra y Materiales	Buena Calidad	
	Aceptable			Regular Calidad	X
	Inadecuada			Mala Calidad	
II. NO ESTRUCTURAL					
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und	
Tabiquería y parapetos	Todos estables				
	Algunos Estables	X			
	Todos inestables				
III. SÍSMICIDAD					
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und	
Índice	Baja				
	Media				
	Alta	X			
IV. SUELO					
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und	
Tipo	Rígido				
	Intermedio	X			
	Flexible				
V. TOPOGRAFÍA					
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und	
Tipo	Plana	X			
	Media				
	Pronunciada				
V2: REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO					
VI. ESTRUCTURAL					
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und	
Rigidez lateral	$\frac{\Delta_i}{h_{ei}} \leq 0.005$	1° Piso: 0.002	Resistencia sísmica	$V_e \leq 0.55 \cdot V_m$	adecuado
		2° Piso: 0.002		$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$	adecuado

VIVIENDA N° 01

ANÁLISIS DE VALIDEZ - FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS					
PROYECTO: "Evaluación de vulnerabilidad sísmica para las viviendas autoconstruidas y propuesta de reforzamiento con fibra de carbono, Nuevo Ilo, Moquegua, 2021"					
AUTORA: Andrea Karolyna Salazar Calcina					
INFORMACIÓN GENERAL					
DISTRITO:	Ilo	ZONA DE ESTUDIO:	AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo		
PROVINCIA:	Ilo	LATITUD:	17°38'54.7"		
DEPARTAMENTO:	Moquegua	LONGITUD:	71°19'33.5"		
V1: VULNERABILIDAD SISMICA					
I. ESTRUCTURAL					
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und	
Densidad	Adecuada		Mano de Obra y Materiales	Buena Calidad	
	Aceptable	X		Regular Calidad	X
	Inadecuada			Mala Calidad	
II. NO ESTRUCTURAL					
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und	
Tabiquería y parapetos	Todos estables				
	Algunos Estables				
	Todos inestables	X			
III. SISMICIDAD					
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und	
Índice	Baja				
	Media				
	Alta	X			
IV. SUELO					
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und	
Tipo	Rígido				
	Intermedio	X			
	Flexible				
V. TOPOGRAFÍA					
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und	
Tipo	Plana	X			
	Media				
	Pronunciada				
V2: REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO					
VI. ESTRUCTURAL					
Indicador 01	Und		Indicador 02	Und	
Rigidez lateral	$\frac{\Delta_i}{h_{ei}} \leq 0.005$	1° Piso: 0.002	Resistencia sísmica	$V_e \leq 0.55 \cdot V_m$	inadecuado
		2° Piso: 0.014		$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$	inadecuado

VIVIENDA N° 02

ANEXO 13: ESTUDIO MECÁNICA DE SUELO



Estudio de suelos - concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Ángeles MZ83 LT-17

ESTUDIO MECÁNICA DE SUELOS



PERFIL TÉCNICO DEL PROYECTO

“EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021”

Solicitado por: Andrea Karolyna Salazar Calcina (estudiante Ing. Civil)

Departamento: MOQUEGUA

Provincia: ILO

Distrito: ILO

Ubicación: AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO

REVISADO POR: Ing. RONALD ROY CHUQUIMIA AYMA CIP 107132

REALIZADO POR: Ing. Bach. German Pari Nina (Geólogo)

ILO FEB.- 2021

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARI NINA
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Ing. Ronald R. Chuquimia Ayma
CIP N° 107132
Jefe de Laboratorio de Suelos





GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz83 Lt17

"Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica para las Viviendas Autoconstruidas y Propuesta de Reforzamiento con Fibra de Carbono, AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021"

CONTENIDO

1.0 GENERALIDADES

- 1.1.- Antecedentes
- 1.2.- Objetivos del estudio
- 1.3.- Ubicación y descripción del área estudiada
- 1.4.- Normatividad
- 1.5.- Condiciones climáticas
- 1.6.- Características del proyecto

2.0 INVESTIGACIONES REALIZADA

- 2.1.- Investigaciones de Campo
- 2.1.- Trabajos Realizados
- 2.2.- Efectos de Sismo
- 2.3.- Sismicidad.
- 2.4.- Sismicidad Histórica.
- 2.5.- Tectonismo de la Cordillera de los Andes.
- 2.6.- GEOMORFOLOGIA
- 2.7.- GEOLOGÍA
- 2.8.- GEOLOGIA LOCAL.
- Mapa Geo cronológico de Estudio.



3.0 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA EN CAMPO

3.1.- CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL PROYECTO

- 3.2.- TRABAJOS DE CAMPO
- 3.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO
- 3.4.- ENSAYOS ESTÁNDAR
- 3.5.- CLASIFICACIÓN DE SUELOS
- 3.6.- CONFORMACIÓN DE SUELO

4.0 CÁLCULO DE CAPACIDAD ADMISIBLE

- 4.1.- CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DE (qa)
- 4.2.- CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE EN ROCA
- 4.3.- REFERENCIA SEGÚN ESTUDIO UNSA – INDECI 2002

5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.-ANEXOS Imágenes Visuales



Estudio de Mecánica de Suelos

1.0 GENERALIDADES

En el presente informe se muestran los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir del análisis de estudio geotécnico, ubicado en Pampa Inalámbrica del distrito de Ilo para la construcción "Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica para las Viviendas Autoconstruidas y Propuesta de Reforzamiento con Fibra de Carbono, AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021".

Luego se desarrolla el análisis de los datos obtenidos, tanto en campo como en laboratorio, donde se determinan las características del sub-suelo, su estratigrafía y se realiza una interpretación geotécnica y el tipo de cimentación del proyecto.

1.1 Antecedentes

A solicitud del Estudiante: Andrea Karolyna Salazar Calcina (estudiante Ing. Civil) del inmueble que se encuentra ubicado en AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, donde se realizaron los trabajos del presente Estudio de Mecánica de Suelos, para la evaluación de las condiciones de cimentación del terreno.

1.2 Objetivos del estudio

El presente informe, tiene por objeto:

- Determinar las propiedades físicas mecánicas de los materiales que conforman el terreno de fundación,
- Determinar el perfil estratigráfico de las calicatas referenciales
- Análisis granulométrico de Material existente de Cn-1
- Observaciones y recomendaciones pertinentes que contribuyan al aseguramiento y calidad de la edificación proyectada.

1.3 Ubicación y descripción del área estudiada

Pampa Inalámbrica, Distrito, Provincia de Ilo ESTE 253352.03 m E, NORTE 8047140.89 m S





1.4 Normatividad

Para la realización del presente estudio de suelos se tomará como referencia los siguientes documentos técnicos.

- Norma Técnica E- 050 Suelos y Cimentaciones del RNE.
- Norma CE 010 Pavimentos Urbanos.
- Norma E 030 Diseño Sismo resistente (Parámetros de Sitio (S , T_p y T_L))

1.5 Condiciones climáticas

De acuerdo con la información meteorológica suministrada por el SENAMHI, establece que el clima se caracteriza por su luminosidad (8.7 horas de sol como promedio al día); la temperatura varía entre los 11°C y 27°C, con marcada variación entre el día y la noche, baja precipitación fluvial en la estación de invierno y una humedad relativa que varía entre 46% y 78%.

Características climáticas.

Precipitación líquida media anual	15.15mm
Humedad relativa promedio	57%
Temperatura máxima promedio anual	25 °C
Temperatura mínima promedio anual	15 °C
Temperatura media promedio anual	19.5 °C



1.6 Características del proyecto

La edificación proyectada consiste en la "Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica para las Viviendas Autoconstruidas y Propuesta de Reforzamiento con Fibra de Carbono, AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.

2.0 INVESTIGACIONES REALIZADAS

2.1 0 TRABAJOS REALIZADOS

En la zona de estudio se realizó la excavación de calicatas en la modalidad "a cielo abierto" con la finalidad de evaluar las condiciones del terreno e identificar la conformación estratigráfica del sub suelo.

Las profundidades alcanzadas en las calicatas referenciales se detallan a continuación:

Calicata Cn-1: 1.55 metros

Se ha tomado en cuenta las características del terreno, para el respectivo sondeo y muestreo de suelos de los diferentes estratos encontrados en las excavaciones, de acuerdo con las normas del ASTM D - 2488, para realizarse los ensayos correspondientes en laboratorio con fines de identificación y clasificación de suelo de las muestras en calicatas Cn-01, para ensayos correspondientes.



La exploración in situ del terreno de fundación nos permite analizar directamente los diferentes estratos encontrados, así como sus principales características físicas y mecánicas, tales como: granulometría, forma de las partículas, color, humedad, plasticidad, compacidad, variaciones litológicas y origen del suelo.

2.2 Efectos de Sismo

El factor de Suelo contemplado en las Normas Técnicas de Edificación Peruana depende de las características y espesores de los suelos que conforman el perfil estratigráfico del subsuelo. En el presente caso, el perfil del suelo que se encontrará dentro de la profundidad de acuerdo con los parámetros de Sitio (S, TP y TL) Deberá considerarse el tipo de perfil I que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos TP y TL dados en las Tablas N° 3 y N° 4.

SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

- Factor de zona : Z = 0.45seg.
- Tipo de suelo : S₂.
- Factor suelo : S = 1.05
- Periodo predominante : Tps = 0.6 seg.
- Factor de uso o tipo de edificación : U = 1.4 categoría B.



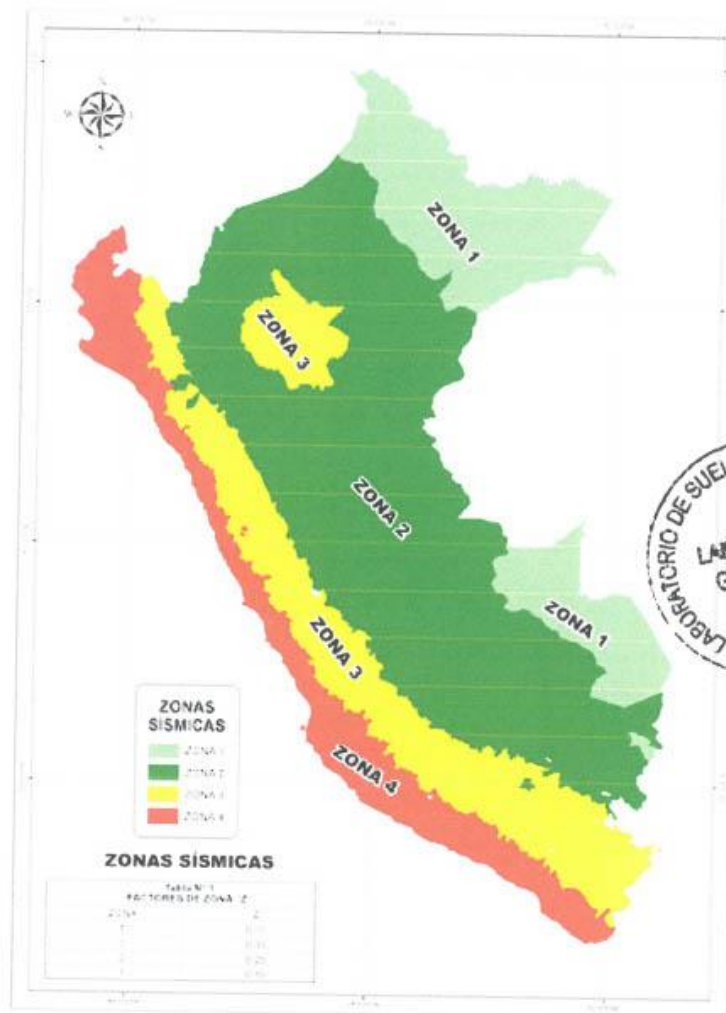


GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - IIRI - Los Angeles M2.63.LT-17



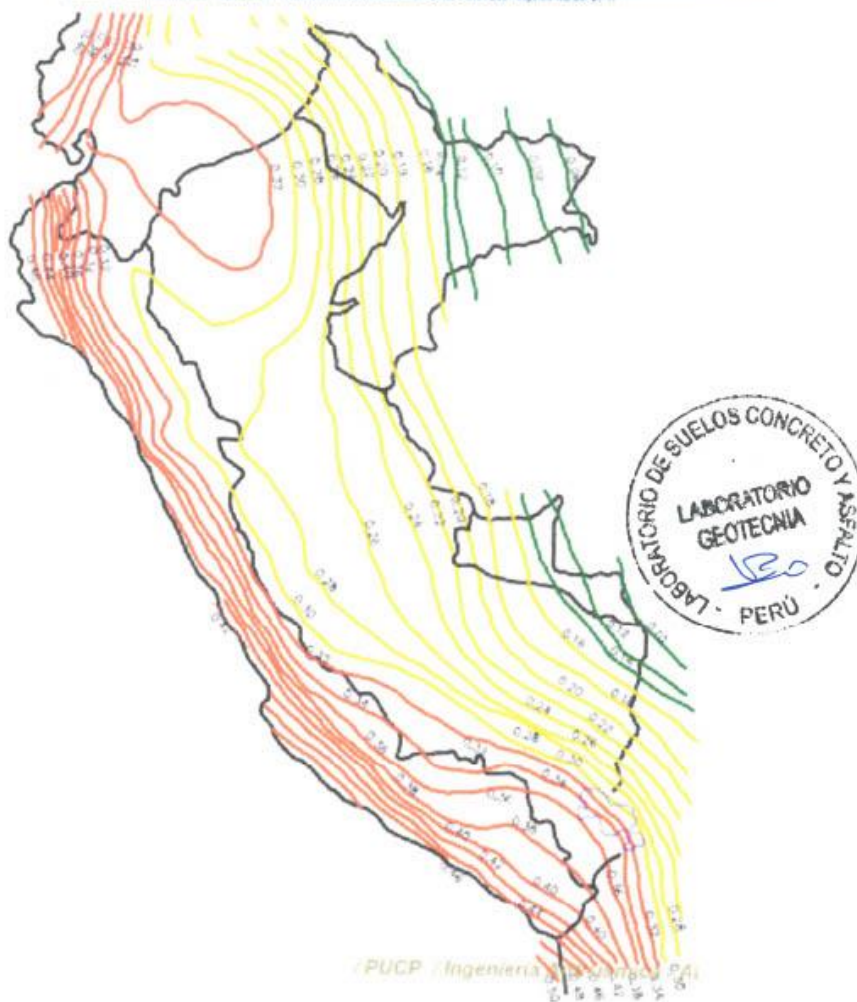


GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos: concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Ángeles MZ 83 LT 17

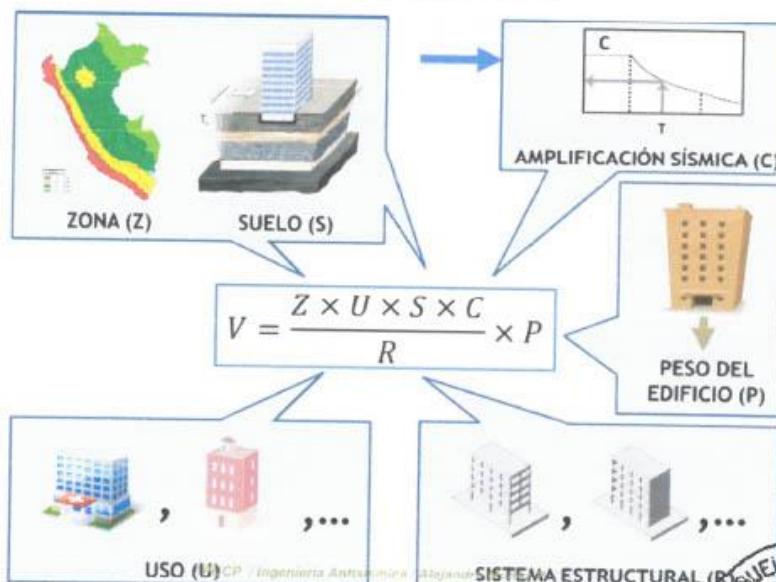


Mapa de Zonificación sísmica del Perú

Las Fuerza Sísmicas Horizontales, pueden calcularse de acuerdo con las Normas de Diseño Resistente, según la siguiente relación:



FUERZA CORTANTE DE DISEÑO



Donde S es el factor suelo con un valor de $S=1.05$, para un período predominante de 0.5 seg, y Z es el factor de zona con un valor de $Z=0.45$.

2.3 Sismicidad:

La distribución de sismos en tiempo y espacio es una materia elemental en sismología, observaciones sísmicas, las cuales no solo debe tenerse en cuenta el número de eventos registrados, sino también su dimensión, frecuencia y distribución espacial, así como su modo de ocurrencia.

2.4 Sismicidad Histórica:

Aunque se tiene referencias históricas del impacto de terremotos durante el Imperio de los Incas, la información se remonta a la época de la conquista. En la descripción de los sismos se han utilizado como documentos básicos los trabajos de Silgado (1968) y Tesis, de los cuales hacemos algunas referencias de eventos sísmicos hasta antes del 23 de Junio del 2001.

15 de Enero de 1958.- A las 14:14:29. Terremoto en Arequipa que causó 28 muertos y 133 heridos. Alcanzó una intensidad del grado VII en la Escala Modificada de Mercalli, y del grado VIII en la escala internacional de intensidad sísmica M.S.K. (Medvedev, Sponheuer y Karnik), este movimiento causó daños de diversa magnitud en todas las viviendas construidas a base de sillar, resistiendo sólo los inmuebles construidos después de 1940.



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Uti: Los Ángeles MZ83 LT-17

23 de Junio de 2001.- A las 15 horas 33 minutos, terremoto destructor que afectó el Sur del Perú, particularmente los Departamentos de Moquegua, Tacna y Arequipa. Este sismo tuvo características importantes entre las que se destaca la complejidad de su registro y ocurrencia. El terremoto ha originado varios miles de post-sacudidas o réplicas.

Las localidades más afectadas por el terremoto fueron las ciudades de Moquegua, Tacna, Arequipa, Valle de Tambo, Caravelí, Chuquibamba, Ilo, algunos pueblos del interior y Camaná por el efecto del Tsunami.

El Sistema de Defensa Civil y medios de comunicación han informado la muerte de 35 personas en los departamentos antes mencionados, así como desaparecidos y miles de edificaciones destruidas

2.5 Tectonismo de la Cordillera de los Andes

El Sur del Perú es, desde el punto de vista tectónico, es una de las regiones más activas de la tierra y está sujeta a frecuentes fenómenos catastróficos, la actividad tectónica de la región occidental del continente sudamericano, están relacionadas con la interacción principalmente de las Placas Litosféricas de América del Sur y de Nazca, constituyendo una de las regiones de subducción más extensas en nuestro planeta. En esa interacción también deben ser considerados los efectos que causan las placas menores próximas como la de Cocos y la del Caribe en la porción norte y la placa de Escocia en la porción sur, principalmente presentar diferentes velocidades y direcciones del movimiento con relación a las placas principales.

2.6 GEOMORFOLOGÍA

La zona de estudio se distingue fácilmente por que se encuentra en la faja litoral. Esta unidad geomorfológica comprende el terreno bajo que se extiende entre la ribera del mar y el pie de la cordillera desde la costa alcanzando una altura de hasta 400m. Con ancho variable entre 3 y 7 km. Esta se caracteriza por la presencia de planicies de abrasión marina cubiertas de terrazas que se presentan escalonadamente desde la orilla hasta los 350 m. de altitud sobre el flanco de la costa, se puede apreciar en las superficies restos fósiles marinos, que indican que se trata de terrazas marinas.

2.7 GEOLOGÍA

La zona de estudio se encuentra ubicada en el cuadrángulo T-Hoja 36 de Ilo en la carta nacional.

Según el estudio Integrado de (INGEMET) presentan planicies costaneras a lo largo de la costa sur del Perú y ocupando una extensa depresión entre la cordillera de la costa y al frente occidental de los andes se presenta un territorio llano a suave ondulado que ha resultado de la acumulación de cimientos clásicos del terciario superior y posteriormente cuaternario. Este





territorio se halla disectado por numerosos valles transversales que separan amplias superficies planas conocidas regionalmente con el nombre de planicies.

La cordillera de la costa. Paralelamente a la ribera pacífica se extiende desde la península de Paracas hasta Chile, una faja Montañosa de relieve moderado que se ha denominado cordillera de la costa, aunque regionalmente esta cordillera está formada por gneis y esquistos antiguos y por depósitos antiguos del paleozoico superior, en el área de Ilo está constituida principalmente de rocas plutónicas de edad Cretácea a terciaria y por rocas Volcánicas sedimentos del Triásico y Jurásico.

2.8 GEOLOGIA LOCAL

En el área de estudio presenta materiales de depósitos marinos, brechados entre la arena con bolones de roca entre una masa de la capa impregnada sobre la roca alterada, y fisurada con alteraciones por el proceso geodinámica interna (endógeno). La roca presenta de diferentes tamaños y las partículas medianas a finos, tiene diferentes coloraciones por la meteorización del suelo donde en algunas partes presenta en capas de sedimentación con contenido de material de grano fino a una altura 197 m.s.n.m.

El sector más crítico de la ciudad de puerto de Ilo, en el sector de ciudad nueva se muestra con alto contenido de sales con depósitos marinos brechados que la hace sumamente estable, es un suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas, consideramos como un área de peligro medio. El área cercana a la orilla del mar los suelos son muy estables de alto grado de capacidad portante, por la presencia de rocas intrusivas, esta área se le considera como de baja peligrosidad porque no amplifican las ondas sísmicas. Finalmente precisamos que hay un área en la Pampa donde se han registrado daños importantes a raíz del último sismo, que coincide con el alineamiento general de la Falla Chololo que supuestamente compromete al basamento que se encuentra por debajo de los sedimentos marinos.

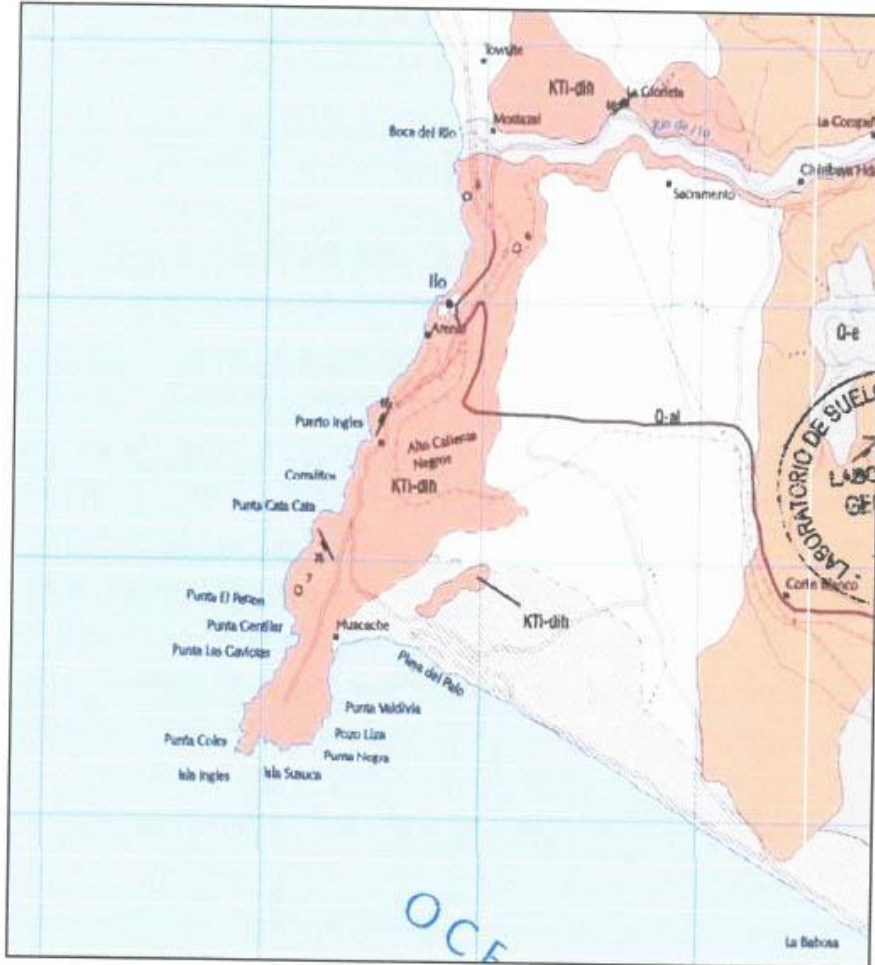
El sector más crítico de la ciudad de Ilo lo constituye algunas áreas de la Pampa Inalámbrica por la falta de consistencia de los suelos y el alto contenido de sales que la hace sumamente frágil, es un suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas, con la finalidad de estabilizar esta gran área es necesario considerar en forma urgente los servicios de agua y desagüe, esto es, por la presencia de alta salinidad en los suelos, por lo que consideramos como un área de peligro medio. El área cercana al borde occidental de la Pampa los suelos son muy estables de alto grado de capacidad portante, por la presencia de rocas intrusivas, esta área se le considera como de baja peligrosidad porque no amplifican las ondas sísmicas. Finalmente precisamos que hay un área en la Pampa donde se han registrado daños importantes a raíz del último sismo, que coincide con el alineamiento





general de la Falla Chololo que supuestamente compromete al basamento que se encuentra por debajo de los sedimentos marinos de acuerdo de la geocronología.

MAPA GEOLÓGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO



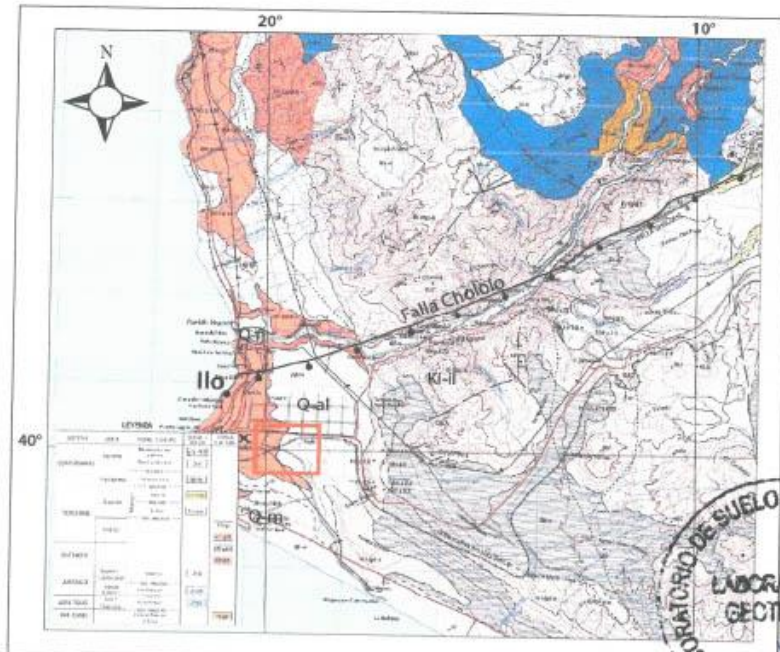


GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

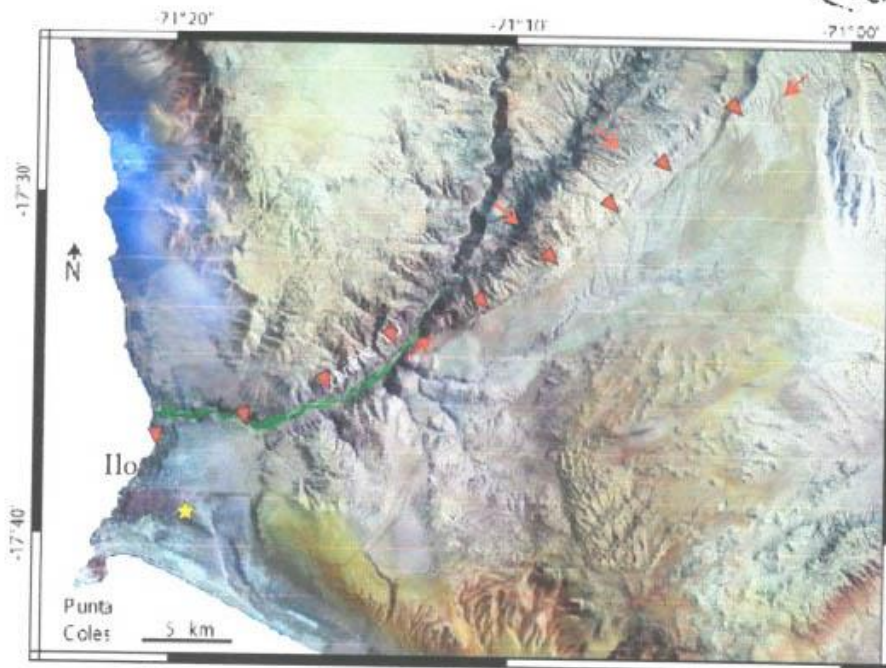
Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Ángeles MZ 83 LT 17



Esquema fotográfico de la Falla Chololo



EMAIL: geotecniaconsultores@hotmail.com - gormansinho2@hotmail.com Oficina URB. Los Ángeles MZ 83 LT Nº17-ILO- CEL. 974066446



MAPA GEOCRONOLÓGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

PERFIL LITOLOGICO

SISTEMA	SERIE	FORM. O GRUPO	SEDIM. Y VOLCA.	INTRUS. Y METAM.
CUATERNARIO	Reciente	Depósitos fluviales y eólicos Depósitos marinos	Q-1 Q-al	
	Pleistoceno	DISCORD. Terrazas marinas	Qm-1a	
TERCIARIO	Superior	Maquepa Superior DISCORD. Inferior	Ts-100S Ts-100I	
	Inferior	DISC. ANGULAR		
CRETACEO				
JURÁSICO	Superior (Carrizavilco)	Guarisco	Ju-1	
	Inferior (Liásico)	DISC. ANGULAR Volc. Chocolate	Ju-2	
JURA-TRIAS	Jura ? Trias-sup	DISCORD. Grupo Yansyo		
PRE-CAMB.		DISC. ANGULAR Complejo Basal de la Costa		





3.0.- INVESTIGACION GEOTECNIA EN CAMPO

3.1.- CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DEL PROYECTO

La consideración del presente estudio geotécnico se ha tenido en cuenta las siguientes características: Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica para las Viviendas Autoconstruidas y Propuesta de Reforzamiento con Fibra de Carbono, AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021.

Las estructuras se clasifican desde el punto de vista de la investigación de suelo, como tipo B según el R.N.E. Norma E 050 (Tabla: 1). Número de investigaciones mínimo 01calicata.

TABLA N° 01
TIPO DE EDIFICACION PARA DETERMINAR

CLASE DE ESTRUCTURA	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS*(m)	NUMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos)			
		<3	4 a 8	9 a 12	>12
APORTICADA DE ACERO	<12	C	C	C	B
PORTICO Y/O MUROS DE CONCRETO	<10	C	C	B	A
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERIA	<12	B	A
BASES DE MAQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	A
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	A	A	A	A
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	B	A	A	A
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES	< 9 m de altura	B	> 9 m de altura	A	A

*Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior.



3.2.- TRABAJOS DE CAMPO

Las investigaciones de campo consistieron en la ejecución de 01 Calicata a cielo abierto y el muestreo respectivo. De esta manera se llegó a profundidades de 1.55m.

La identificación de la estratigrafía y la descripción Manual de suelos se ha realizado según la norma ASTM D-2488. No se ha llegado a profundidad en ciertas calicatas por la presencia de roca sedimentaria.

3.3.- ENSAYOS DE LABORATORIO

3.4.- ENSAYOS ESTÁNDAR: Se ejecutaron ensayos estándar de los materiales representativos de las calicatas mencionadas, para poder conocer sus propiedades y clasificarlos de acuerdo con los resultados obtenidos.

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM - D422
- Humedad Natural ASTM - D2216
- Límites Líquido y Plástico ASTM - D4318
- Clasificación de Suelos ASTM D-2487
- Ensayo de compresión Simple. ASTM D-2938



3.5.- CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Con los datos obtenidos de los trabajos de campo, la descripción visual-manual (ASTM - D2488), y resultados de laboratorio, de los análisis granulométricos por tamizado y límites de Atterberg (límite líquido, límite plástico), se clasificaron los estratos encontrados, de acuerdo con el sistema SUCS (ASTM D2487), siguiendo los lineamientos de las normas, se ha elaborado el perfil estratigráfico, el cual se adjunta al presente.

Tabla 03
Clasificación de suelo

N°	Calicata- Cn	Muestra	Profundidad	Tipo de Suelo (SUCS)	AASHTO
1	Cn-1	M-1	0.00-0.30	SP	A-1-b/A3
		M-2	0.30-1.30	SP	A-1-b/A3
		M-1	1.30-1.55	SP	A-1-b/A3

3.0 CONFORMACION DEL SUB SUELO

El subsuelo del terreno estudiado está conformado por suelos residuales en un espesor de 0.30cm, de origen sedimentario de arenas con grava se encuentran rocas ígneas de color beige blanquecinos de mediana resistencia a la compresión, observándose la presencia de sales en los rellenos.

En la conformación de los estratos del sub suelo predomina una granulometría homogénea. Estos se clasifican como arena calichosa sobre una estructura sedimentada.

PERFIL ESTRATIGRAFICO DE CALICATAS COMO SE MUESTRA EN:

CALICATA Cn-1:

Estrato E1: con un espesor promedio que va de la superficie 0.00m @ 0.30m. Conformado por arena mal graduada, arena con grava con finos semi compacto (SP) de color beige oscuro, no plásticos de compacidad media.

Estrato E2: con un espesor promedio que va de la superficie 0.30m @ 1.30 m. está conformado por arena grava calichoso mal graduada como estrato predominante (SP-SW) no plástico de color beige oscuro otros de color blanco se aprecia las intercalaciones de estratos horizontales lenticulares consolidados.

Estrato E3: con un espesor promedio que va de la superficie 1.30m. @ 1.55m. Conformado Constituido por material compacto a existencia de material roca fisurada calichoso de color café oscuro de compacidad media con tamaño de grano medio con finos, con humedad natural





4.0.-CÁLCULO DE CAPACIDAD ADMISIBLE

PARAMETROS DE CÁLCULO

Se emplea para el cálculo de capacidad de carga última admisible por la Ecuación General de la teoría de Terzaghi, para zapatas cuadradas, se considera para el cálculo como suelo.

PARAMETROS DEL SUELO

Según el resultado del ensayo de Corte Directo en el suelo, tenemos los datos de Cohesión y Ángulo de fricción, los cuales son: para los suelos de las Calicatas Cn-1.

4.1.- CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE DEL SUELO (q_a)

Extraídas las muestras alteradas e inalteradas, se procedió a realizar los ensayos en el laboratorio que nos permita obtener la resistencia portante del suelo, estas pruebas de resistencia en laboratorio miden la resistencia del suelo a fin de calcular su capacidad de carga, la resistencia a los empujes laterales del propio terreno.

Para la determinación de la capacidad de carga del suelo, debajo de las zapatas de cimentación en la construcción, se calcula en base a las características del suelo, los cuales fueron determinados mediante trabajos de campo y de laboratorio. (Ver anexos resultados de laboratorio).

La teoría de Terzaghi, plantea la siguiente relación para una cimentación cuadrada.

$$q_u = 0,867cN^c + \gamma D_f N_q + 0,4\gamma B N^{\gamma}$$

Dónde:

- C : Cohesión bajo la zapata.
- D_f : Profundidad de desplante.
- γ : Peso específico del suelo.
- N_c, N_q, N_{γ} : Factores de forma, profundidad e inclinación.
- B : Ancho de zapata.



Las variaciones de los factores de capacidad de carga están en función del ángulo de fricción interna del suelo (ϕ).



REFERENCIAS SEGÚN ESTUDIO UNAS – INDECI 2002

RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICO

UBICACIÓN	CLORUROS (mg/Kg)	SULFATOS(mg/Kg)
PAMPA INALAMBRICA URB. VICTORIA	8204,58	6053,15
PAMPA INALAMBRICA ENACE	59,04	4475,14
ESTADIO MARISCAL NIETO GARIBALDI	8335,86	2100,00
PAMPA INALAMBRICA VILLA PARAISO	6567,43	7053,07
ILO CETICO	3683,60	3957,45
PAMPA INALAMBRICA	1320,16	4235,29
CIUDAD DEL PESCADOR	108,50	6243,65
URB. 24 DE OCTUBRE	16953,40	10403,6
URB. FUJIMORI	5942,50,	2636,84

VALORES DE CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS

UBICACIÓN	PROF.(m)	qu (kg/cm ²) Capacidad Portante
PAMPA INALAMBRICA URB. VICTORIA	1,2	1,8
PAMPA INALAMBRICA ENACE	1,7	3,5
PLAZA DE ARMAS - CERCADO	1,4	1,5 - 3,0
PAMPA INALAMBRICA VILLA PARAISO	1,6	1,5
ILO CETICO	1,5	1,2
PAMPA INALAMBRICA	1,5	1,8
CIUDAD DEL PESCADOR	1,7	1,6
URB. 24 DE OCTUBRE	1,5	1,5
URB. FUJIMORI	1,6	1,5
CIUDAD NUEVA	2,2	1,9 - 2,9

CAPACIDAD PORTANTE DE AREA DE ESTUDIO

UBICACIÓN DE CALICATAS Cn-1,	PROF.(m)	qu (kg/cm ²) Capacidad Portante
"Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica para las Viviendas Autoconstruidas y Propuesta de Reforzamiento con Fibra de Carbono, AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021"	1.55	2.70





5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resumen de las consideraciones efectuadas en los anteriores, pueden establecerse las siguientes conclusiones y recomendaciones para el proyecto denominado "Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica para las Viviendas Autoconstruidas y Propuesta de Reforzamiento con Fibra de Carbono, AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021".

A. El objetivo del presente estudio es la determinación de la capacidad de soporte y portante del suelo con fines de diseño de proyectos afines.

B. A partir de los datos aportados de los trabajos de campo, y de los ensayos de laboratorio, realizados sobre las muestras extraídas, se ha podido definir el perfil del subsuelo por exploración: en el área de estudio mencionado más arriba.

Calicata Cn-1, De 0.00m. a 1.55m., está conformado por la superficie por arena mal graduada de color beige oscuro a café claro a oscuro de la profundidad continua con estrato de roca fisurada calichoso con humedad natural.

La superficie es plana es poco variable de acuerdo con el pendiente que se encuentra de los estratos consolidados es determinado estrato calichoso más abajo a partir de 1.50 está la roca fisurada angulosos de compacidad media.

Se concluye que el tipo de investigación sea de aporte para un reforzamiento con fibra de carbono, suelo está estable para su construcción de edificación o similar del futuro proyecto.

En el perfil estratigráfico de suelo presenta la agresión química de cloruros, sales y de sulfatos en el subsuelo.

Por lo cual se recomienda emplear Cemento Portland Tipo V. (ASTM C150). (Impermeabilizante). Anti-salitre.

Deberá de contarse con un técnico de aseguramiento y control de calidad en el proceso constructivo de la obra, para verificar la calidad de los materiales de construcción que se utilicen en dicho proyecto y realizar los respectivos ensayos y sugerencias en la ejecución de las obras.

Las conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente informe son solo referencial y aplicables para el área establecida o sustituidas por el Ing. proyectista.





5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resumen de las consideraciones efectuadas en los anteriores, pueden establecerse las siguientes conclusiones y recomendaciones para el proyecto denominado "Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica para las Viviendas Autoconstruidas y Propuesta de Reforzamiento con Fibra de Carbono, AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Moquegua, 2021".

A. El objetivo del presente estudio es la determinación de la capacidad de soporte y portante del suelo con fines de diseño de proyectos afines.

B. A partir de los datos aportados de los trabajos de campo, y de los ensayos de laboratorio, realizados sobre las muestras extraídas, se ha podido definir el perfil del subsuelo por exploración: en el área de estudio mencionado más arriba.

Calicata Cn-1, De 0.00m. a 1.55m., está conformado por la superficie por arena mal graduada de color beige oscuro a café claro a oscuro de la profundidad continua con estrato de roca fisurada calichoso con humedad natural.

La superficie es plana es poco variable de acuerdo con el pendiente que se encuentra de los estratos consolidados es determinado estrato calichoso más abajo a partir de 1.50 está la roca fisurada angulosos de compacidad media.

Se concluye que el tipo de investigación sea de aporte para un reforzamiento con fibra de carbono, suelo está estable para su construcción de edificación o similar del futuro proyecto.

En el perfil estratigráfico de suelo presenta la agresión química de cloruros, sales y de sulfatos en el subsuelo.

Por lo cual se recomienda emplear Cemento Portland Tipo V. (ASTM C150). (Impermeabilizante). Anti-salitre.

Deberá de contarse con un técnico de aseguramiento y control de calidad en el proceso constructivo de la obra, para verificar la calidad de los materiales de construcción que se utilicen en dicho proyecto y realizar los respectivos ensayos y sugerencias en la ejecución de las obras.

Las conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente informe son solo referencial y aplicables para el área establecida o sustituidas por el Ing. proyectista.





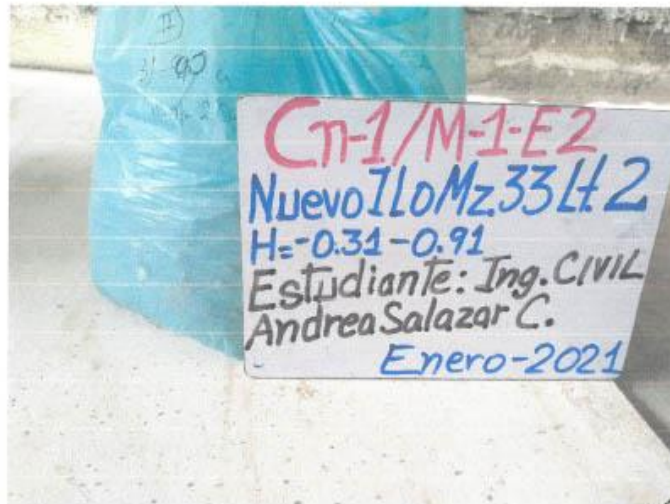
GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto

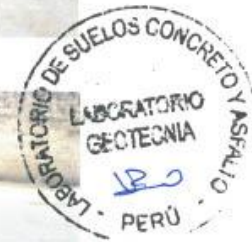
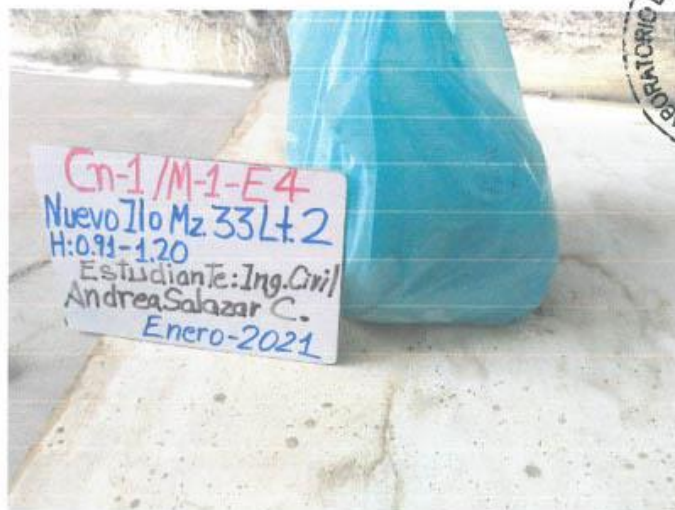


Estudio de suelos - concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Ángeles Mz83 Lt-17

UBICACIÓN DE LA CALICATA Cn-1



MUESTREO DE CALICATA





GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles MZ 63 LT 17



MUESTRAS EN LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS



MUESTRA PARA EL CUARTEO DE ENSAYO DE CLASIFICACIÓN





GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz83 Lt 17



MUESTRA PARA EL CUARTEO DE ENSAYO DE CLASIFICACIÓN



CLASIFICACIÓN DE MATERIAL DE MUESTRA DE CALICATA





GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles MZ 83 LT 17



TAMAÑO MÁXIMO DE PARTICULAS DE LA MUESTRA



PESADO DE MATERIAL PARA TAMIZADO PARA GRANULOMETRÍA





PESADO DE OTRA CAPA DE LA MUESTRA



MATERIAL PARA EL USO DE LA GRANULOMETRÍA

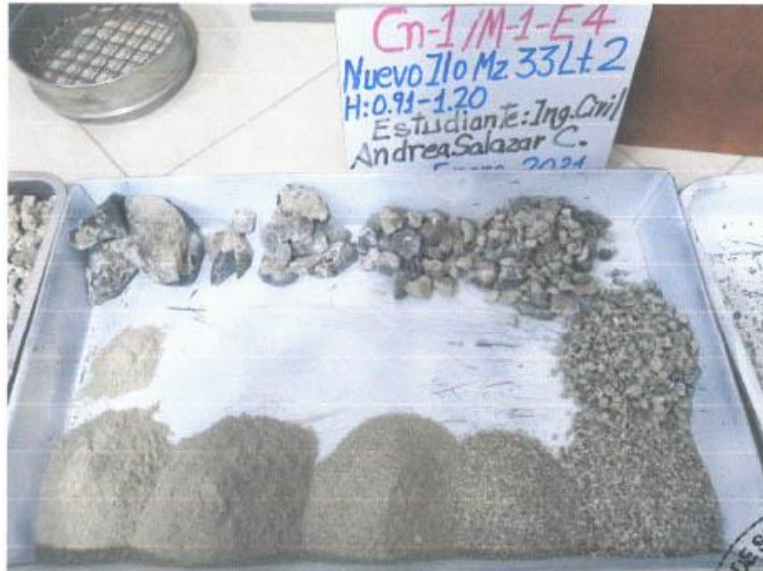


MUESTRA PARA EL TAMIZADO GRANULOMETRÍA

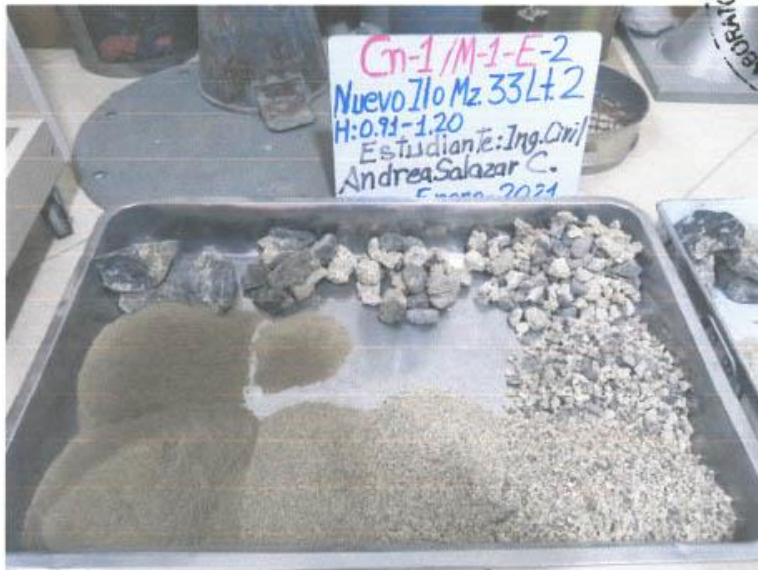


MUESTRA DE PARTICULAS PARA EL TAMIZADO





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE TAMAÑO DE PARTICULAS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE PARTICULAS DE LOS ESTRATOS



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Ma83, Lt-17

PROYECTO EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021

UBICACIÓN AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua
SOLICITANTE Andrea Karolyina Salazar Calcina (estudiante Ing. Civil)
FECHA jueves, 4 de febrero de 2021

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA

$\phi = 20.08$
 $c = 1.09 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 10.94 \text{ tn/m}^2$
 $D_f/B = 1.33$
 $N_c = 6.57$
 $\gamma = 1.95 \text{ ton/m}^3$

Sondeo	01
Df=	2.00 m
L=	1.50 m
B=	1.50 m

Teoria de Skempton

$$q_c = c * N_c + \gamma * D_f$$

$q_c = 75.78 \text{ ton/m}^2$
 $q_c = 7.58 \text{ kg/cm}^2$
 $q_a = 2.53 \text{ kg/cm}^2$

Teoria de Terzagui

$N_c = 7.40$
 $N_q = 1.00$
 $N_y = 1.00$
 $\gamma = 1.95 \text{ Ton/m}^3$

$$q_c = c N_c + \gamma D_f N_q + 0.5 \gamma B N_y$$

$q_c = 84.83 \text{ ton/m}^2$
 $q_c = 8.48 \text{ kg/cm}^2$
 $q_a = 2.70 \text{ kg/cm}^2$

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARI NINA
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Ing. Ronald R. Chuquimia Ayma
CIP N° 107132
Jefe de Laboratorio de Suelos





GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estadística de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Ma83 - L1-17

PROYECTO EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021

UBICACIÓN AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua

SOLICITANTE Andrea Karolyna Salazar Calcina (estudiante Ing. Civil)

FECHA jueves, 4 de Febrero de 2021

Sondeo	01
--------	----

DENSIDAD DE CAMPO Cn. METODO CONO DE ARENA (ASTM D1556 - 82)

DENSIDAD DE CAMPO (ASTM D1556 - 82)	Tipo de arena usada (Arena de Ottawa)	
Peso unitario de arena γ arena	1.39	gr/cm ³
Peso de frasco + cono antes de usarlo	6800.00	gr
Peso de frasco + cono despues de usarlo	2650.00	gr
Peso de arena usada(hueco + cono)	4150.00	gr
Peso de la arena del cono grs.	1330.20	gr
Peso de arena en el hueco, W	2819.80	gr
Vol. Del hueco, Vh=W/ γ arena	2028.63	cm ³
Peso de la muestra W'	3950.00	gr

densidad del suelo

Densidad Natural

$\gamma_{natural} = \frac{W'}{V_h}$ $\gamma_{natural} = 1.95 \text{ gr/cm}^3$

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

 GERMAN PARI NINA
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

 Ing. Ronald R. Chiriquimia Ayne
 CIP N° 107132
 Jefe de Laboratorio de Suelos



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Ma83 Lt 17

PROYECTO EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021

UBICACIÓN AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua

SOLICITANTE Andrea Karolyna Salazar Calcina (estudiante Ing. Civil)

FECHA jueves, 4 de Febrero de 2021

Sondeo	01
Df=	1.50 m
L=	1.20 m
B=	1.20 m

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO ELASTICO

Asentamiento en el centro de la zapata

$$S = 2 * q * B * \frac{1 - \mu^2}{E} * N$$

q= 2.70 Kg/cm²
 B= 150.00 cm
 E= 200.00 Kg/cm²
 N= 0.25
 μ= 0.25
 S= 0.95 cm

Si: Df=B se considerara 75% del asentamiento
 Si: Df>B se considerara 50% del asentamiento

Asentamiento en las esquinas de la zapata

$$S = q * B * \frac{1 - \mu^2}{E} * N$$

q= 2.70 Kg/cm²
 B= 150.00 cm
 E= 200.00 Kg/cm²
 N= 0.25
 μ= 0.25
 S= 0.47 cm

S= Asentamiento, en cm
 q= Presion de contacto, en Kg/cm²
 B= Ancho del area cargada, en cm
 E= Modulo de elasticidad del suelo, en Kg/cm²
 N= Valor de influencia que depende de la relacion largo a ancho (L/B) del area cargada
 μ= Modulo de poisson que depende del tipo de suelo

Se observa que la profundidad de desplante es mayor al ancho de la zapata
 Por lo tanto los asentamientos finales seran:

Asentamiento en el centro de la zapata

S= 0.47 cm

Asentamiento en las esquinas de la zapata

S= 0.24 cm

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GÉRMAN PARI NINA
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Ing. Ronald R. Chocumilla Ayala
 CIP N° 107132
 Jefe de Laboratorio de Suelos





GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Tipografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Ma 83 11 17

PROYECTO EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021

UBICACIÓN AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua

SOLICITANTE Andres Karolyne Salazar Calcina (estudiante Ing. Civil)

FECHA Jueves, 4 de Febrero de 2021

Sondeo 01

DISTRIBUCION DE PRESIONES

$$\sigma_z = \left(\frac{3P}{2 \cdot \pi \cdot z^2} \right) \cdot \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{r}{z} \right)^2} \right)^{5/2}$$

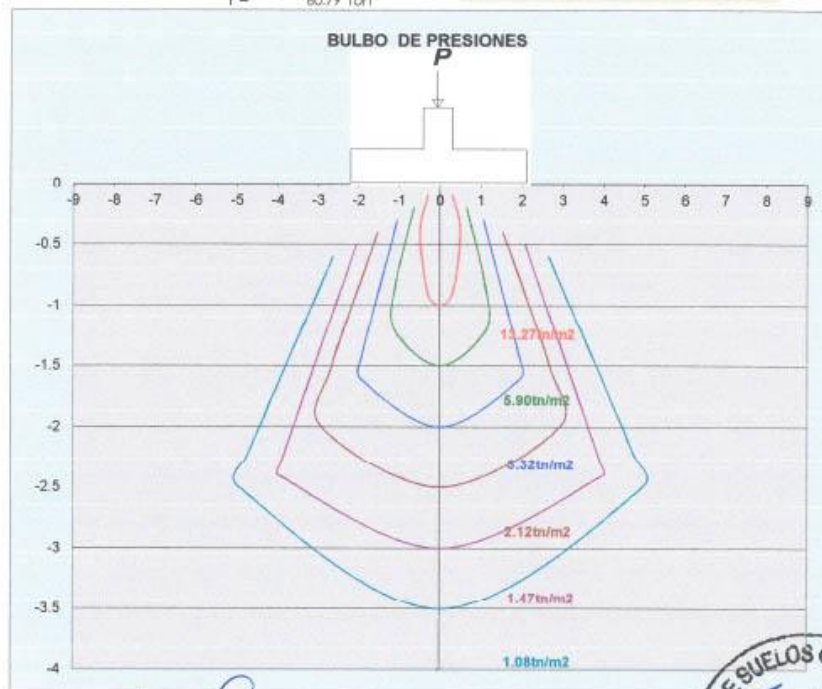
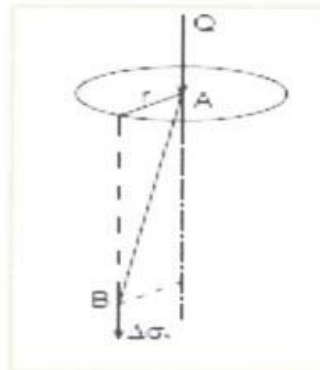
También se puede expresar de la siguiente manera

$$\sigma_z = K_B \cdot \frac{P}{z^2}$$

Donde:

$$K_B = \frac{0.4775}{\left(1 + \left(\frac{r}{z} \right)^2 \right)^{5/2}}$$

P= 60.79 Ton



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARININIS
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Ing. Ronald R. Churruarín Ayma
CIP N° 107132
Jefe de Laboratorio de Suelos





GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles No.83, Lt.17

PROYECTO: EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021

UBICACIÓN AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua

SOLICITANTE Andrea Karolyna Salazar Calcina (estudiante Ing. Civil)

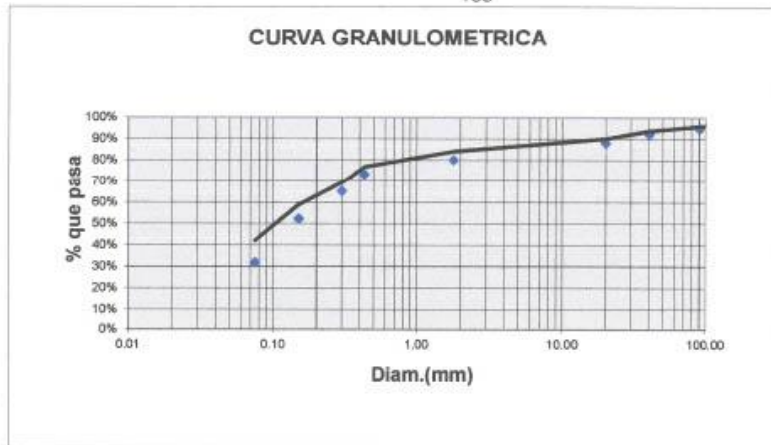
FECHA Jueves, 4 de Febrero de 2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO-MECÁNICO

Descripción	Peso (gr)	Sondeo	01
peso de la muestra seca + recipiente	846.25	D60= 0.18	
peso del recipiente	420.28	D30= 0.08	
peso de la muestra seca, Ws	425.97	D10= 0.05	
peso de muestra antes de lavar	800	Cu= 3.60	
residuos	374.03	Cc= 0.71	

Tamiz Nº	Diam.(mm)	Peso retenido	%retenido	%que pasa
2"	500.8	10	1.25%	100%
1"	250.4	25	3.13%	96.9%
3/8"	90.51	15	1.88%	95.0%
4	40.450	20.00	2.50%	92.5%
10	20.000	35.00	4.38%	88.1%
20	1.800	62.00	7.75%	80.4%
40	0.430	54.80	6.85%	73.5%
60	0.300	66.20	8.28%	65.3%
100	0.150	102.40	12.80%	52.5%
200	0.075	164.30	20.54%	31.9%
bandeja	-----	112.30	14.04%	
		617	77.13%	

183



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

 GERMAN PARI NINA
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

 Ing. Ronald R. Chuquisima Ayupe
 CIP N° 407132
 Jefe de Laboratorio de Suelos





GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles No.83, Lt-17

PROYECTO: EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021

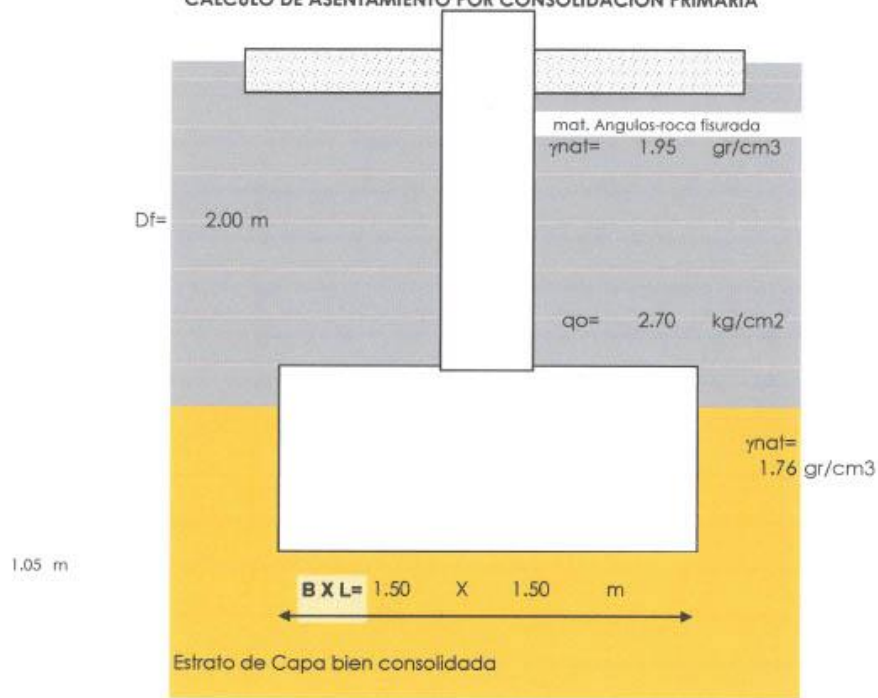
UBICACIÓN AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua

SOLICITANTE Andrea Karolyina Salazar Calcina (estudiant

Sondeo 01

FECHA jueves, 4 de Febrero de 2021

CALCULO DE ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION PRIMARIA



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.
German Pari Nina
GERMAN PARI NINA
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.
Ronald R. Chacumilla Ayma
Ing. Ronald R. Chacumilla Ayma
CIP N° 107132
Técnico de Laboratorio de Suelos





GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos - concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz63 Lz-17

PROYECTO: EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021

UBICACIÓN AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua

SOLICITANTE Andrea Karolyna Salazar Calcina (estudiant

Sondeo 01

FECHA Jueves, 4 de Febrero de 2021

FORMULA GENERAL DEL ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION

$$S_v = \frac{C_c H_c}{1 + e_o} \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_o}$$

$$\sigma'_o = H_1 * \gamma_1 + H_2 * \gamma_2 + H_3 * \gamma_3 + \dots + H_n * \gamma_n$$

$$\sigma_o = 200 \times 1.95 + (105.00) \times (1.76)$$

$$\sigma_o = 574.2 \text{ gr/cm}^2$$

$$\sigma_o = 0.574 \text{ Kg/cm}^2$$

$$I_c = \frac{2}{\pi} \left[\frac{m_1 n_1}{\sqrt{1+m_1^2+n_1^2}} \times \frac{1+m_1^2+2n_1^2}{(1+n_1^2)(m_1^2+n_1^2)} + \text{sen}^{-1} \left(\frac{m_1}{\sqrt{m_1^2+n_1^2} \times \sqrt{1+n_1^2}} \right) \right]$$

m1=L/B	z(m)	z/(B/2)=n1	Ic	$\sigma' = q_o \times I_c$	
1	2.00	2.666666667	0.20	0.544	Δ σ't
1	2.53	3.366666667	0.13	0.358	Δ σ'm
1	3.05	4.066666667	0.09	0.252	Δ σ'b

Calculo del incremento promedio del esfuerzo en el estrato compresible

$$\Delta\sigma'_{prom} = \frac{1}{6} (\Delta\sigma'_t + 4\Delta\sigma'_m + \Delta\sigma'_b)$$

$$\sigma'_{prom} = 0.37 \text{ gr/cm}^2$$

$$S_v = \frac{C_c H_c}{1 + e_o} \log \frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'_{prom}}{\sigma'_o}$$

Donde:

- Δ σ'o= presión efectiva promedio sobre el estrato de arcilla antes de la construcción de la cimentación
- σ'prom= incremento promedio de la presión efectiva sobre el estrato de arcilla causado por la construcción de la cimentación
- e_o= relación de vacíos inicial del lecho de cemento sodico
- C_c= índice de compresibilidad
- H_c= espesor del estrato de arcilla

$$C_c = 0.009 (LL - 10)$$

$$C_c = 0.32$$

$$e_o = 0.95 \text{ lecho sodico}$$

$$S_c = 3.68 \text{ cm}$$

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

German Barlinina
GERMAN BARLININA
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Ronald B. Chuquimia Ayma
Ing. Ronald B. Chuquimia Ayma
CIP N° 107132
Jefe de Laboratorio de Suelos





GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto, Topografía, Trabajos en Movimiento de Tierras, Urb. Los Angeles Mz 83, Lt. 17

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021
UBICACIÓN : AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua
SOLICITANTE : Andrea Karolyna Salazar Calcina (estudiante Ing. Civil)
MUESTRA : Muestra insitu inalterada
FECHA : jueves, 4 de Febrero de 2021

ENSAYO N°	1	2	3	4	5	6
Nro. DE TARA	T-01	T-02	T-03	T-04	T-05	T-06
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	102.5	101.2	110.1	108.0	111.2	110.5
PESO TARA + SUELO SECO gr.	90.2	89.5	98.2	95.3	101.3	97.2
PESO DE LA TARA gr.	14.7	14.6	16.0	14.5	16.1	14.7
PESO DEL AGUA gr.	12.3	11.7	11.9	12.7	10.0	13.4
PESO SUELO SECO gr.	75.5	74.9	82.2	80.8	85.2	82.4
HUMEDAD %	16.30	15.62	14.48	15.72	11.69	16.20
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	16.3	15.6	14.5	15.7	11.7	16.2

Observaciones: El presente material esta compuesto por arenas gravosa redondeado a compacta hay presencia de nivel freatico como estrato predominante.

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARI NINA
Técnico de Lab. Suelos y Concreto

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Ing. Ronald R. Choquimta Ayima
CIP N° 107132
Jefe de Laboratorio de Suelos





GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos - concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Urb. Los Angeles Mz83, Lt.17

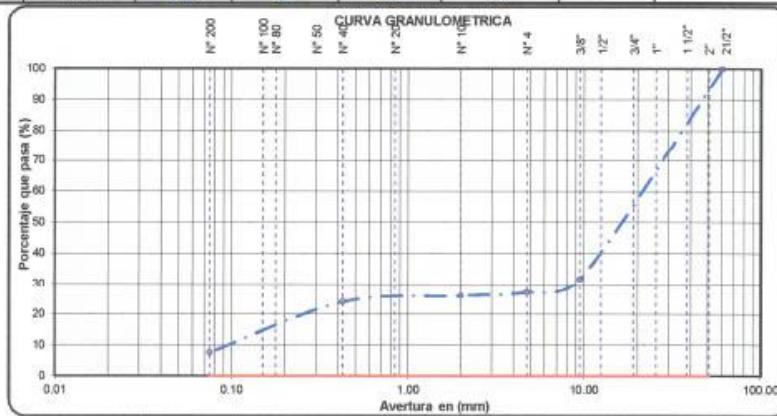
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO	EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SISMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021	
UBICACION	AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua	
SOLICITANTE	Andrea Karolyna Salazar Calcina (estudiante Ing. Civil)	
MUESTRA	Muestra realizado por Laboratorio INSITU	
FECHA	jueves, 4 de Febrero de 2021	PESO 467 gr.

TAMIZ	AVERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
21/2"	60.350	0.0	0.0	0.0	100.0	Pesos de Muestra
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Total : 467 gr.
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Peso de Grava : 340 gr.
1"	26.400	26	5.4	5.4	94.6	Peso de Arena : 127 gr.
3/4"	19.000	150	32.1	37.5	62.5	Fracc. < N° 4 : 339.14 gr.
1/2"	12.500	96	20.3	57.8	42.2	LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	49	10.5	68.3	31.7	Limite Liquido : N.P %
N° 4	4.750	21	4.5	72.8	27.2	Limite Plástico : N.P %
N° 10	2.000	15.0	1.2	74.0	26.0	Indice Plástico : N.P %
N° 20	0.840	11.8	0.9	75.0	25.0	CLASIFICACION DEL SUELO
N° 40	0.425	11.8	0.9	75.9	24.1	A.A.S.H.T.O : A-2-4(0)
N° 50	0.300	9.0	0.7	76.6	23.4	SUCS : SP
N° 80	0.177	6.0	0.5	77.1	22.9	
N° 100	0.150	162.0	13.0	90.1	9.9	HUM. NAT. : 16.3 %
N° 200	0.075	28.3	2.3	92.4	7.6	
< N° 200	Fondo	25.0	2.0	94.4	5.6	



Observaciones:

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

 GERMAN PARINA
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Concreto

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

 Ing. Ronald R. Chuquimilla Ayma
 CIP N° 171132
 Jefe de Laboratorio de Suelos

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
 GEOTECNIA
 PERÚ



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos: concreto - Topografía - Tránsito en Movimiento de Terreno - UG - Los Ángeles 16-83 - Lr 17

REGISTRO DE SONDEOS EN SUELOS

PROYECTO: EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021

UBICACION: EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021

SOLICITANTE: Andrea Karolyna Salazar Calcina (estudiante Ing. Civil) **FECHA:** 04/02/2021

SONDEO: Cn-01 **COORDENADAS:** E: 253352.03

TIPO: Calicata **N:** 8047140.89

FECHA: 04/02/2021 **PROFUNDIDAD:** 1.55 m. **HOJA:** 36 T

ESCALA Gráfica	PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD TRAMO (m)	N.F. (m)	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRAS	DENSIDAD NATURAL (gr/cc)	N° GOLPES S.P.T./M.L.	LIMITES DE ATTERBERG		% HUMEDAD NATURAL
										LL (%)	IP (%)	
PERFIL ESTRATIGRAFICO												
1	0.30	0.30	HN	SP		Conformado por arena mal graduada, arena con grava con finos semi compacto (SP) de color beige oscuro, no plásticos de compacidad media con presencia de material calichoso y humedad natural	1	1.3		NP	NP	16.30
2	1.85	1.20	NP	SP-SW		está conformado por arena grava calichoso mal graduada como estrato predominante (SP-SW) no plástico de color beige oscuro otros de color blanco se aprecia las intercalaciones de estratos horizontales lenticulares consolidados con humedad natural.			60.00	N.F.	N.F.	1.00

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

 GERMAN PAREDES
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

 Ing. Ronald R. Churruarín Ayma
 CIP N° 107132
 Jefe de Laboratorio de Suelos

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y MASAS
 GEOTECNIA

OBSERVACIONES:

- MI: Muestra inalterada
- MA: Muestra alterada
- SPT: Ensayo de penetración estándar
- MNC: Muestra no conseguida
- TP: Testigo parafinado
- N.F.: Nivel freático

: Escala gráfica vertical (Equivalente a 0.10 m.)



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Lab. Los Argos 17a 83, U. 17

PROYECTO "EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021"

UBICACIÓN AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua

SOLICITANTE Andrea Karolyna Salazar Calcina (estudiante Ing. Civil)

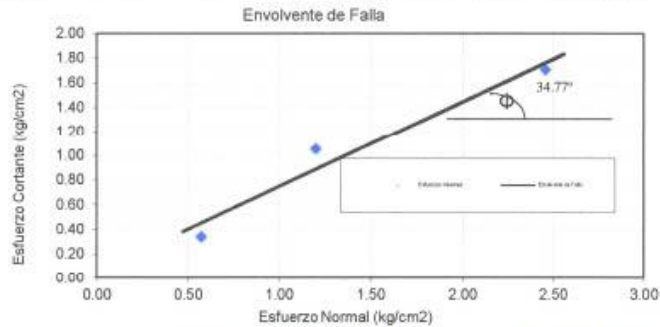
CANTERA Muestra de Calicata Cn-1

FECHA Jueves, 4 de Febrero de 2021

CORTE DIRECTO

(ASTM D-3080)

Contenido de Humedad		Muestra N°	Cn-01 / 31-01-21	
		Procedencia	Muestra de Calicata Cn-1	
Ensayo N°	1	2	3	4
Contenido de Humedad Inicial	2.49	2.65	2.73	
Contenido de Humedad Final	21.14	20.33	21.31	
Características de la muestra		Diámetro	5.00	Área
		Altura	2.17	Volumen
				19.635
APLICACIONES DE CARGA				
Velocidad de Carga (mm/min)	1.000	1.000	1.000	
Peso de la semi caja superior (kg)	1.408	1.408	1.408	
Peso del Pistón de Carga (kg)	0.222	0.222	0.222	
Carga Normal	11.220	23.566	48.258	
Esfuerzo Normal	0.571	1.200	2.458	
Esfuerzo Tangencial	0.346	1.059	1.711	



Cohesión (kg/cm²) = 0.060 Ang. F. φ = 34.77°

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

 GERMAN PARI NINA
 Técnico de Lab. Suelos y Concreto

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

 Ing. Ronald R. Chuquimia Ayma
 CIP N° 107132
 Jefe de Laboratorio de Suelos

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
 GEOTECNIA
 ILO
 PERÚ



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Laboratorio de Geotecnia Suelos y Concreto



Estudio de suelos, concreto - Topografía - Trabajos en Movimiento de Tierras - Uti. Los Angeles Mz 83, Lt 17

PROYECTO "EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021"

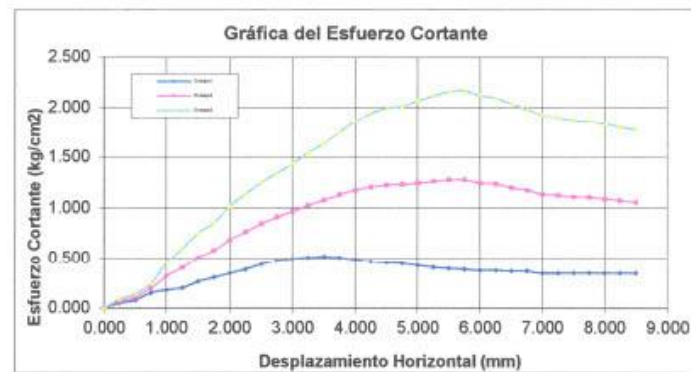
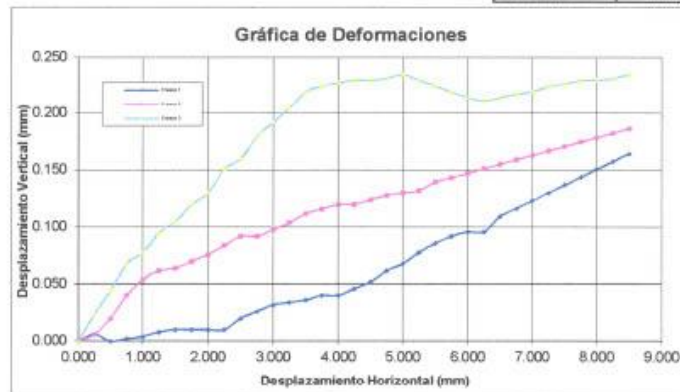
UBICACIÓN AA.HH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua

UBICACIÓN Andrea Karolyna Salazar Calcina (estudiante Ing. Civil)

SOLICITANTE Muestra de Calicata Cn-1

FECHA jueves, 4 de Febrero de 2021

Muestra N°	Cn-01 / 31-01-21
Procedencia	Muestra de Calicata Cn-1



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

GERMAN PARI NINA
Jefe de Lab. Suelos y Concreto

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.

Ing. Ronald R. Chuquimá Ayma
CIP N° 107372
Jefe de Laboratorio de Suelos

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO GEOTECNIA
PERÚ



PROYECTO *EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, AAHH. PROMUVI IV NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021*

UBICACIÓN AAHH. Promuvi IV Nuevo Ilo, Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua

SOLICITANTE Andrea Karolyn Salazar Valencia (estudiante Ing. Civil)

FECHA 04 de Febrero de 2021

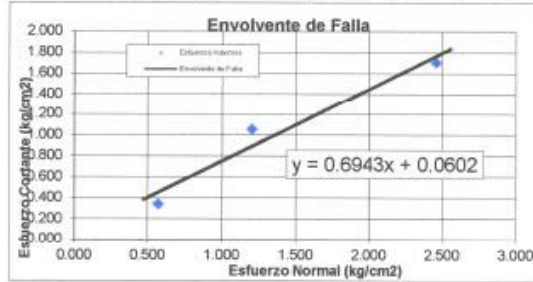
RESUMEN DE ENSAYOS

(ASTM D-3080)

Contenido de Humedad Inicial		Muestra N°		Cn-01 / 31-01-21	
		Procedencia		Muestra de Calicata Co-1	
Ensayo N°	1	2	3	4	
N° Recipiente	P4R	1R	X10R	5R	
Peso Recipiente	16.07	31.18	23.98	31.57	
Peso Recipiente + Suelo húmedo	93.51	135.16	122.30	46.69	
Peso Recipiente + Suelo seco	91.63	132.48	119.69	43.86	
Humedad	2.49	2.65	2.73	23.03	
Contenido de Humedad Final					
Ensayo N°	1	2	3	4	
N° Recipiente	X11R	X6R	8R	2R	
Peso Recipiente	24.61	24.33	31.52	31.39	
Peso Recipiente + Suelo húmedo	119.15	117.01	121.35	46.69	
Peso Recipiente + Suelo seco	102.65	101.35	105.57	43.86	
Humedad	21.14	20.33	21.31	22.69	
Características de la muestra		Diámetro		Area	
		5.00		19.63	
		Altura		Volumen	
		2.17		42.61	
APLICACIONES DE CARGA					
Velocidad de Carga (mm/min)	0.75	0.75	0.75	0.75	
Peso de la semi caja superior (kg)	1.408	1.408	1.408	1.408	
Peso del Pistón de Carga (kg)	0.222	0.222	0.222	0.222	
Peso del Pistón de soporte (kg)	3.417	3.417	3.417	3.417	
Peso placa base de pesas (kg)	0	0	0	0	
Valor de la pesa (kg)	1	3	7	14	
Carga Normal	11.22	23.566	48.258	91.469	

RESUMEN DE ESFUERZOS

Esfuerzo Normal	0.571	1.200	2.458	4.658
Esfuerzo Tangencial	0.346	1.059	1.711	0.840



GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.
German Partinina
GERMAN PARTININA
Jefe de Laboratorio de Suelos y Concreto

GEOTECNIA CONSULTORES S.R.L.
Ronald R. Chuzumia Ayma
Ing. Ronald R. Chuzumia Ayma
CIP N° 107132
Jefe de Laboratorio de Suelos

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
LABORATORIO GEOTECNIA
PERÚ

ANEXO 14: ENSAYOS DE ALBAÑILERÍA



**LABORATORIO GEOTECNICO E
INVESTIGACION DE MATERIALES**

FEDERICO PAUCAR EIRL

RUC 20447454379 FAX 053-461257 CEL 953692383 fpaucart@gmail.com
REGISTRO DE CONSULTOR C- 2506
AV INDUSTRIAL 714 AREQUIPA, JR GRAU 127 MOQUEGUA

ESTUDIOS GEOTECNICOS
STANDARD TESTING PENETRATION STP
COMPRESION INSITU PLACA DE CARGA
CBR EN LABORATORIO/EN CAMPO
PROCTOR
ANALISIS QUIMICO DE SUELOS
ESCLEROMETRIA
COMPRESION DE PROBETAS
COMPRESION DIAGONAL EN MURETE ALB.
DINAMIC PROBING PENETRATION DPL
TRIAJAL CICLO LAB - UNI
ENSAJO EN PILOTES
MECANICA DE ROCAS ROCAS

ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL EN MURETE NTP 399.621 2004 (rev 2015)

PRENSA fomey - USA
CERTIFICADO DE CALIBRACION acreditado INACAL

PROYECTO "EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS
AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE
CARBONO, AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021"

SOLICITA BACHILLER Andrea Karolyna Salazar Calcina

UBICACIÓN ILO

FECHA 20/03/2021

MUESTRA BLOQUES DE LADRILLO DE CEMENTO 25X10X15

ROBET Nº	DESCRIPCION	dimension		HILADAS	AREA cm2	FUERZA kg	RESISTENCIA AL CORTE kg/cm2
		diagONAL	espesor				
1	M1 EDAD 20 DIAS	90.88	15.00	5	1363.2	7841	5.75
2	M2 EDAD 20 DIAS	90.69	15.00	5	1360.4	7251	5.33
3	M3 EDAD 20 DIAS	88.79	15.00	5	1331.9	6057	4.55

α desviacion estándar = 0.5

$$V_m = V_{mp} - \alpha$$

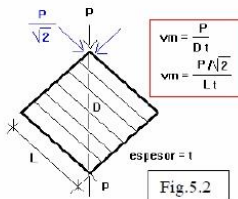
V_m promedio 5.21

$V_m =$ 4.71

V_m corregido 4.95

TABLA 9 ()
RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA
ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm²)**

Materia Prima	Denominación	UNIDAD f_{c1}	PILAS f_{c2}	MURETES v_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
Silice-cal	King Kong Normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Dédalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estándar y mecano (*)	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
Concreto Bloque Tipo P (*)		4.9 (50)	7.3 (74)	0.8 (8.6)
		6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
		7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)



EL MURO EVALUADO BLOQUE TIPO P TIENE VALORES MENORES A EL MINIMO EXIGIDO EN LA NORMA NACIONAL
4.71 menor de 8.6

FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L.

Ing. FEDERICO PASCUAL PAUCAR TITO
REPRESENTANTE LEGAL
RUC. 20447454379

RESPONSABLE DE LABORATORIO



LABORATORIO GEOTECNICO E INVESTIGACION DE MATERIALES FEDERICO PAUCAR EIRL

RUC 20447454379 FAX 053-461257 CEL 953692383 fpaucart@gmail.com
REGISTRO DE CONSULTOR C- 2506
AV INDUSTRIAL 714 AREQUIPA, JR GRAU 127 MOQUEGUA

ESTUDIOS GEOTECNICOS
STANDARD PENETRATION TEST
COMPRESION INSTALACION DE CARGA
CBR EN LABORATORIO Y EN CAMPO
PICTOR
ANALISIS QUIMICO DE SUELOS
ESCLEROMETRIA
COMPRESION DE PROBEAS
COMPRESION DIAGONAL EN MURETALE
DYNAMIC PROBIK PENETRATION SPL
ENSAJO EN ROCAS
ENSAJO EN PILOTES
PERFORACION DIAMANTINA

SERIE : 06-021 ASC

ENSAYO DE ABSORCION NTE 070 ALBAÑILERIA - NORMA NTP 399.604 y 399.1613.

PROYECTO "EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, A.A.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021"
SOLICITA BACHILLER Andrea Karolyna Salazar Calcina
UBICACIÓN ILO
FECHA 20/03/2021
MUESTRA BLOQUES DE LADRILLO DE CEMENTO 25X10X15

Nº DE MUESTRA	PESO SECO gr.	PESO SATURADO gr.	ABSORCIÓN%
M - 1	8114	8642	6.51
			6.51

OBSERVACIONES:

- El porcentaje de absorcion es menor al indicado en la norma E-070,

FEDERICO PAUCAR TITO EIRL
Ing. FEDERICO PAUCAR TITO
REPRESENTANTE LEGAL
RUC. 20447454379



LABORATORIO GEOTÉCNICO E INVESTIGACIÓN DE MATERIALES FEDERICO PAUCAR EIRL

RUC 20447454375 FAX 053-461257 DEL 953692383 fpaucar@gmail.com
REGISTRO DE CONSULTOR C-2506
AV INDUSTRIAL 714 AREQUIPA, JR GRAU 127 MOQUEGUA

ENSAYO DE COMPRESION AXIAL (PILAS) NTE 070 ALBAÑILERIA NTP 399.605-399621

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
ANÁLISIS DE PENETRACIÓN
PROBES EN LABORATORIO DE CAMPO
ANÁLISIS DE PUNTO DE VIGAS
ANÁLISIS DE RESISTENCIA
COMPRISION DE PROBETAS
COMPRISION DIAGONAL EN MUEBTE
ANÁLISIS DE PENETRACIÓN EN MUEBTE
ENSAYO EN PILES
ENSAYO EN PILOTOS
REFORZACION DIAMANTINA

PRENSA Torrey
CERTIFICADO CALIBRACION:
LF-2020

PROYECTO "EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, AA.HH. PROMUVI IV NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021"

SOLICITA BACHILLER Andrea Karolyina Salazar Calcina

UBICACIÓN ILO

FECHA 20/03/2021

MUESTRA BLOQUES DE LADRILLO DE CEMENTO 25X10X15

Materia Prisma	Denominación	UNIDAD	PILAS	MURETES
		f _s	f _m	y _m
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4 (65)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
Silico-cal	King Kong Normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Diádalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
Concreto	Estándar y mecane (*)	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
		4.9 (50)	2.1 (21)	0.8 (8.6)
	Bloque Tipo P (*)	6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
		7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)

(*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.

(**) El valor f_s se proporcione sobre área bruta en unidades vacías (sin grout), mientras que las celdas de las pilas y muretes están totalmente rellenas con grout de f_c = 13.72 MPa (140 kg/cm²). El valor f_m ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 10.

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

Observaciones:

Las unidades fuera de los límites indicados por norma. 15.98 menor de 74 kg/cm2

Muestra	largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Esbeltes	Carga (kg)	F _m corregido kg/cm2	Factor Corrección	F _m kg/cm2
# 1	25	15.00	33	2.20	9007.00	24.02	0.758	18.21
# 2	25	15.00	34	2.27	8056.00	21.48	0.768	16.49
# 3	25	15.00	32.5	2.17	375.00	35.69	0.754	26.91

Σ = 81.19 Prom.= 27.06
Σ = 61.61 Prom.= 20.54

4.56 =
16.84 % =

Desviación Estandar σ =

Coef. De Variación (α) =

Resistencia a la compresión F_m

F_m = F_m · α


F_m = 20.54 · 4.56

F_m = **15.98 kg/cm2**

FEDERICO PAUCAR TITO EIRL

ING. FEDERICO PAUCAR TITO
RUC: 20447454375

ANEXO 15: EQUIPOS CALIBRADOS-ENSAYO DE SUELO





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-075-2020

Laboratorio de Masa Pág. 1 de 3

Expediente	20061	
Solicitante	GEOTECNIA CONSULTORES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
Dirección	MZA. 83 LOTE. 17 PMV V LOS ANGELES MOQUEGUA - ILO - ILO	
Instrumento de Medición	BALANZA NO AUTOMÁTICA	
Marca (o Fabricante)	OHAUS	
Modelo	NVL20000/1	
Número de Serie	8332326390	
Procedencia	CHINA	
Tipo	ELECTRONICO	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Identificación	NO INDICA	
Alcance de Indicación	0 g a 20000 g	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
División de escala (d) o resolución	1 g	
Div. verifc. de escala (e)	10 g	
Capacidad Mínima	20 g	
Clase de exactitud	III	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Ubic. Del Instrumento	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	
Lugar de Calibración	AA.HH.LOS ANGELES MZ 83 LOTE 17	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Fecha de Calibración	2020-08-26	
Método de Calibración	La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edición tercera- Enero 2009.	
Trazabilidad	Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).	
Patrones utilizados:	LM-C-041-2020; LM-C-064-2020; LM-C-040-2020; LM-C-065-2020; M-1038-2019; T-0292-2020.	

Sello	Fecha de emisión	Jefe del laboratorio de calibración
	2020-08-28	 JESUS QUINTO C. JEFE DE LABORATORIO

Centro Especializado en Metrología Industrial
 Mz. A, Lote 18, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima
 • Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	27,9 °C	Final	27,9 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Medición Nº	Carga L1 = 10000 g			Carga L2 = 20000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	9999	0,5	3,5	20000	0,4	4,6
2	10000	0,4	4,6	20000	0,5	4,5
3	10000	0,5	4,5	20000	0,5	4,5
4	10000	0,4	4,6	20000	0,4	4,6
5	10000	0,4	4,6	20000	0,4	4,6
6	10000	0,5	4,5	20000	0,5	4,5
7	10000	0,5	4,5	20000	0,5	4,5
8	10000	0,4	4,6	20000	0,4	4,6
9	10000	0,4	4,6	20000	0,4	4,6
10	10000	0,4	4,6	20000	0,5	4,5

Carga (g)	E _{max} - E _{min} (g)	e.m.p (g)
10000	1,1	20
20000	0,1	20

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temperatura	Inicial	27,9 °C	Final	27,9 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c					e.m.p ± g
	Carga min. (g)	l (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	10	10	0,2	4,8	6000	6000	0,4	4,6	-0,2	20
2		10	0,2	4,8		6000	0,5	4,5	-0,3	20
3		10	0,2	4,8		6000	0,4	4,6	-0,2	20
4		10	0,2	4,8		6000	0,5	4,5	-0,3	20
5		10	0,2	4,8		6000	0,4	4,6	-0,2	20



ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	27,9 °C	Final	27,9 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ± g
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0,4	4,6						
20	20	0,3	4,7	0,1	20	0,3	4,7	0,1	10
100	100	0,3	4,7	0,1	100	0,3	4,7	0,1	10
1000	1000	0,3	4,7	0,1	1000	0,3	4,7	0,1	10
2000	2000	0,4	4,6	0,0	2000	0,4	4,6	0,0	10
5000	5000	0,4	4,6	0,0	5000	0,5	4,5	-0,1	10
8000	8000	0,5	4,5	-0,1	8000	0,5	4,5	-0,1	20
10000	10000	0,4	4,6	0,0	10000	0,6	4,4	-0,2	20
12000	12000	0,4	4,6	0,0	12000	0,5	4,5	-0,1	20
15000	15000	0,3	4,7	0,1	15000	0,5	4,5	-0,1	20
20000	20000	0,5	4,5	-0,1	20000	0,5	4,5	-0,1	20

Leyenda:
 L: Carga aplicada a la balanza.
 l: Indicación de la balanza.
 ΔL: Carga adicional.
 E: Error encontrado
 E₀: Error en cero.
 E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{0,28350^2 + 0,00000000021087^2}$ R²

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + (-0,0000012545)$ R

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.
- Se obtuvo un peso inicial de 19995 g para una pesa patrón de 20000 g.



Fin del documento.

Centro Especializado en Metrología Industrial
 Mz. A, Lote 18, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima
 • Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

Expediente 20061
Solicitante GEOTECNIA CONSULTORES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección MZA. 83 LOTE. 17 PMV V LOS ANGELES MOQUEGUA - ILO - ILO
Instrumento de Medición **BALANZA NO AUTOMÁTICA**
Marca (o Fabricante) OHAUS
Modelo YA501
Número de Serie NO INDICA
Procedencia CHINA
Tipo ELECTRÓNICO
Identificación NO INDICA
Alcance de Indicación 0 g a 200 g
División de escala (d) o resolución 0,1 g
Div. verif. de escala (e) 0,1 g
Capacidad Mínima 2 g
Clase de exactitud III
Ubic. Del Instrumento LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Lugar de Calibración AA.HH.LOS ANGELES MZ 83 LOTE 17
Fecha de Calibración 2020-08-26

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edición tercera, Enero 2009.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados: LM-C-041-2020; LM-C-064-2020; TT-0292-2020.

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2020-08-28

CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Centro Especializado en Metrología Industrial
Mz. A, Lote 18, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima

• Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	27,9 °C	Final	27,9 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Medición Nº	Carga L1 = 250,00 g			Carga L2 = 500,00 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	250,0	0,04	0,01	500,1	0,05	0,10
2	250,0	0,04	0,01	500,1	0,06	0,09
3	250,0	0,04	0,01	500,1	0,06	0,09
4	250,0	0,04	0,01	500,1	0,06	0,09
5	250,0	0,04	0,01	500,1	0,06	0,09
6	250,0	0,04	0,01	500,1	0,06	0,09
7	250,0	0,04	0,01	500,1	0,05	0,10
8	250,0	0,04	0,01	500,1	0,05	0,10
9	250,0	0,04	0,01	500,1	0,05	0,10
10	250,0	0,04	0,01	500,1	0,05	0,10

Carga (g)	E _{max} - E _{min} (g)	e.m.p (g)
250	0,00	0,2
500	0,01	0,2

2	5
1	
3	4

Posición
de las
Cargas

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temperatura	Inicial	27,9 °C	Final	27,9 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c					e.m.p ± g
	Carga min. (g)	l (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	1	1,0	0,02	0,03	150	150,1	0,04	0,11	0,08	0,2
2		1,0	0,03	0,02		150,1	0,04	0,11	0,09	0,2
3		1,0	0,03	0,02		150,1	0,05	0,10	0,08	0,2
4		1,0	0,03	0,02		150,1	0,04	0,11	0,09	0,2
5		1,0	0,02	0,03		150,1	0,05	0,10	0,07	0,2

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	27,9 °C	Final	27,9 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ± g
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	1,0	0,03	0,02						
2	2,0	0,03	0,02	0,00	2,0	0,03	0,02	0,00	0,1
10	10,1	0,04	0,11	0,09	10,1	0,04	0,11	0,09	0,1
20	20,1	0,04	0,11	0,09	20,1	0,04	0,11	0,09	0,1
50	50,1	0,05	0,10	0,08	50,1	0,05	0,10	0,08	0,2
100	100,1	0,05	0,10	0,08	100,1	0,05	0,10	0,08	0,2
150	150,1	0,06	0,09	0,07	150,1	0,05	0,10	0,08	0,2
200	200,1	0,04	0,11	0,09	200,1	0,04	0,11	0,09	0,2
300	300,1	0,03	0,12	0,10	300,1	0,04	0,11	0,09	0,2
400	400,1	0,04	0,11	0,09	400,1	0,04	0,11	0,09	0,2
500	500,1	0,04	0,11	0,09	500,1	0,04	0,11	0,09	0,2

Leyenda:
 L: Carga aplicada a la balanza.
 I: Indicación de la balanza.
 ΔL: Carga adicional.

E: Error encontrado
 E₀: Error en cero.
 E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{0,00237^2 + 0,0000000042236^2}$ R²

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + (-0,0003182609)$ R

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.
- Se obtuvo un peso inicial de 499,7 g para una pesa patrón de 500 g.



Fin del documento.

Centro Especializado en Metrología Industrial
 Mz. A, Lote 18, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima
 • Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777
 • ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

ANEXO 16: EQUIPOS CALIBRADOS-ENSAYO DE ALBAÑILERÍA



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN LO JUSTO S.A.C.
 CALIDAD, PRECISIÓN Y EXACTITUD
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Código del certificado
F - 042 - 2020

1 de 3

Fecha de calibración: 2020-11-28

Instrumento: Prensa Hidráulica para ensayos de concreto

Marca: FORNEY

Modelo: TA-1252

Serie: 0613004

Identificación: No indica

Intervalo indicación: 1000 kN

Resolución: 0,005 kN

Procedencia: No indica

Solicitante: FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L.

Dirección solicitante: Cal. Miguel Grau 127 Int. 1 Mariscal Nieto - Moquegua.

Expediente: E2144-3590B-2020

Número de páginas: 03 Pág.

Lugar de calibración: Instalaciones de Federico Paucar Tito E.I.R.L.

Los datos del presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y son válidos solo para el instrumento u objeto calibrado, no pudiendo extender sus resultados a ninguna otra unidad o lote que no haya sido calibrado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia de INACAL.

Las frecuencias de calibración son determinadas por el usuario del instrumento.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de LO JUSTO S.A.C.

LO JUSTO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

El certificado de calibración es un documento de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia. Sin perjuicio de lo señalado dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección del consumidor y las que regula la libre competencia.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del Gerente General o Gerente Técnico de LO JUSTO S.A.C. El documento tiene un sello de agua y holograma de seguridad.

Revisado:



Arequipa, 30 de Noviembre de 2020

José Luis Rosales Saavedra
 Supervisor de Operaciones
 LO JUSTO S.A.C.



Etiqueta de calibración N° 71712

ISO / IEC 17025

S 087442

Procedimiento de medida:

- Procedimiento ME- 002 para la calibración de los instrumentos de medida de fuerza del CEM-España.
- Norma ASTM E 74-06 "Standard Practice of Calibration of Force-Measuring Instruments for Verifying the Force Indication of Testing Machines"

Instrumentos empleados:

- Transductor de fuerza de 2000 kN con certificado INF - LE 185 18 - A
- Termohigrómetro con certificado de calibración TE-720-2020

Condiciones Ambientales

- Temperatura Ambiente promedio : 21,5 °C ± 0,3 °C
- Humedad Relativa promedio : 21,7 % ± 0,2 %

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Indicación Referencia kgf	Indicación del Instrumento					Incertidumbre U (k=2) %
	1° Ascenso kgf	2° Ascenso kgf	3° Ascenso kgf	Promedio kgf	Error %	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,8
1 1000,00	999,00	1001,00	1003,00	1001,00	0,10	1,8
2 10000,00	10047,00	10051,00	10039,00	10045,67	0,46	1,8
3 20000,00	20077,00	20089,00	20069,00	20078,33	0,39	1,8
4 30000,00	30389,00	30420,00	30436,00	30415,00	1,38	1,8
5 40000,00	40671,00	40773,00	40711,00	40718,33	1,80	1,8
6 50000,00	50836,00	50810,00	50849,00	50831,67	1,66	1,8
7 60000,00	60976,00	61003,00	60989,00	60989,33	1,65	1,8
8 70000,00	71134,00	71146,00	71114,00	71131,33	1,62	1,8
9 80000,00	81221,00	81246,00	81235,00	81234,00	1,52	1,8
10 100000,00	101513,00	101472,00	101521,00	101502,00	1,48	1,8

$$\text{Fuerza} = A \cdot \text{Indicación}^2 + B \cdot \text{Indicación} + C$$

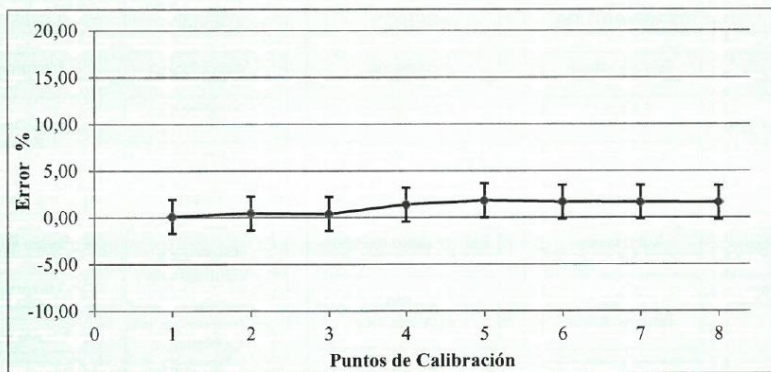
Coefficientes

A = 3,158337E-10	B = 9,999623E-01	C = 7,753400E-01	[kgf]
A = 3,097271E-09	B = 9,806280E+00	C = 7,603488E+00	[N]
A = 6,962943E-10	B = 2,204540E+00	C = 1,709332E+00	[lbf]

LO JUSTO S.A.C.
2020-11-30

ISO / IEC 17025

S 087441



Notas y aclaraciones:

- La incertidumbre expandida de la medición se obtuvo multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95 %.
- Este Certificado de calibración cumple con los requisitos establecidos en la Norma ISO/IEC 17025: Requisitos Generales para la competencia de los Laboratorios de Calibración y Ensayo.
- Si por el tipo de uso del instrumento de medición no resulta aconsejable realizar las correcciones de calibración, se puede utilizar una incertidumbre maximizada, que englobaría la máxima corrección encontrada en la calibración, en valor absoluto: $U = U_i \text{ máx} + |C \text{ máx}|$
- Se colocó al instrumento una etiqueta de color blanco brillante identificada con el N° 71712 en señal de su calibración.

*** FIN DEL DOCUMENTO ***

LO JUSTO S.A.C.
2020-11-30

ISO / IEC 17025

S 087440

LABORATORIO DE CALIBRACION LO JUSTO S.A.C.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Presión

Código del certificado
IMN - 1142 - 2020

Pág. 1 de 3

Expediente: E2898-3965A-2020
Fecha de calibración: 2020-12-11
Solicitante: FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L.
Dirección: Cal. Miguel Grau Nro.127 Int. 1, Mariscal Nieto - Moquegua
Instrumento de medida: Manómetro de Indicación Digital
Marca: Parker
Modelo: SCJN-600-01
Serie: No indica
Diámetro de caja: 81 mm
Clase de exactitud: No indica
Procedencia: Alemania
Intervalo de indicación: 0 psi a 8700 psi
Resolución: 1 psi
Identificación: LJP-2453
Fluido de ensayo: Aceite
Conexión / Rosca: Inferior de 1/4"
Glicerina: No aplica
Número de páginas: 03 Págs.
Lugar de calibración: Laboratorio de Presión de LO JUSTO S.A.C.

Los datos del presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y son válidos solo para el instrumento de medida u objeto calibrado, no pudiendo extender sus resultados a ninguna otra unidad o lote que no haya sido calibrado.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL.

Las frecuencias de calibración son determinadas por el usuario del equipo.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de LO JUSTO S.A.C.


LO JUSTO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

El certificado de Calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia. Sin perjuicio de lo señalado dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección del consumidor y las que regula la libre competencia.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del Gerente General, Gerente de Operaciones o Supervisor de Operaciones de LO JUSTO S.A.C y Responsable de Laboratorio. El documento tiene un sello de agua y holograma de seguridad.

Revisado:

Arequipa, 11 de Diciembre de 2020


Nancy A. Ito Apaza
Responsable de Laboratorio (E)


José Luis Rosales Saavedra
Supervisor de Operaciones
LO JUSTO S.A.C.



FT02-INRE/CM Ed. 4

Etiquetas de Calibración N° 72322 y N° 006651

LABORATORIO DE CALIBRACION LO JUSTO S.A.C.

Código del
certificado
IMN - 1142 - 2020

Pág. 2 de 3

Procedimiento de medida:

- Procedimiento ME-003. Edición Digital 3, para la calibración de manómetros, vacuómetros y manovacúmetros del CEM-España - Método de medición por comparación directa utilizando un manómetro patrón.

Instrumento Patrón:

Patrón empleado	Alcance	Certificado	Trazabilidad
Indicador de Presión LP-I-018	700 bar	LFP-C-061-2019	INACAL

Instrumentos Auxiliares:

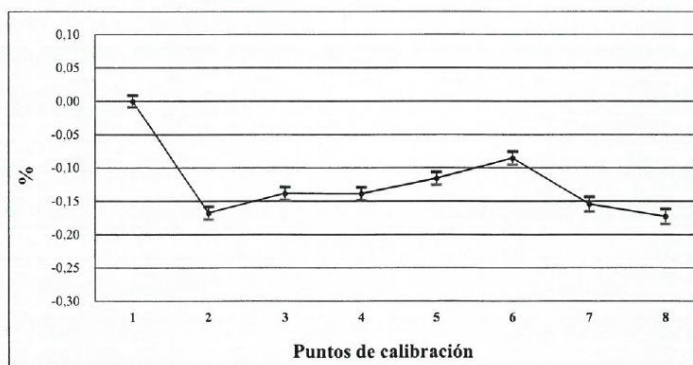
- Termohigrómetro Digital con certificado de calibración TE-2617-2019.
- Manómetro de presión absoluta con certificado de calibración LFP-113-2020.
- Comparador de presión.

Condiciones Ambientales:

- Temperatura Ambiente promedio : 20,6 °C ± 0,3 °C
- Humedad Relativa promedio : 49,5 % ± 2,4 %
- Presión Atmosférica promedio : 774,1 mbar ± 0,9 mbar

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

	PRESIÓN DE EQUIPO		INDICACIÓN DEL PATRON		CORRECCIÓN psi	Factor cobertura k	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN U psi
	Pa	psi	bar	psi			
1	0	0	0,000	0,0	0,0	2,00	0,8
2	5998440	870	60,990	884,6	14,6	2,00	0,8
3	13789518	2 000	138,725	2 012,0	12,0	2,00	0,8
4	20684277	3 000	207,675	3 012,1	12,1	2,00	0,8
5	27579036	4 000	276,485	4 010,1	10,1	2,00	0,8
6	34473795	5 000	345,249	5 007,4	7,4	2,00	0,9
7	48263314	7 000	483,558	7 013,4	13,4	2,00	0,9
8	59984404	8 700	600,880	8 715,0	15,0	2,00	1,0



FT02-INRE/CM Ed. 4

LO JUSTO S.A.C.
2020-12-11

LABORATORIO DE CALIBRACION LO JUSTO S.A.C.**Código del
certificado****IMN - 1142 - 2020**

Pág. 3 de 3

Notas y aclaraciones:

- La incertidumbre expandida de medición reportada en el presente certificado de calibración resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde a un nivel de confianza del 95,45 %. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición", segunda edición, Julio del 2001.
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. la incertidumbre estimada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.
- El periodo de validez de este certificado de calibración dependerá del uso y cuidado que se de a este instrumento.
- Se colocó etiquetas de color blanco brillante con logotipo de LO JUSTO S.A.C. identificadas con el N° 72322 y N° 006651 en señal de su calibración.
- La Unidad de presión en el Sistema Internacional de Unidades es el Pascal.
- Los valores reportados son el promedio de las mediciones realizadas.
- La calibración se realizó con el instrumento en posición VERTICAL.

***** FIN DEL DOCUMENTO*****

FT02-INRE/CM Ed. 4

LO JUSTO S.A.C.
2020-12-11

ISO / IEC 17025

A 152369

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN LO JUSTO S.A.C.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Código del certificado
IB-506-2020

Laboratorio de Masa

1 de 5

Fecha de calibración: 2020-09-19

Instrumento de medida: Instrumento de pesaje de funcionamiento no automático

Marca: Patrick's

Modelo: No indica

Número de Serie: No indica

Identificación: FPT525

Procedencia: No indica

Capacidad máxima: 30 kg

División de escala: 1 g

Div. Escala de verificación: 1 g

Tipo: Electrónica

Clase de exactitud: II

Solicitante: FEDERICO PAUCAR TITO E.I.R.L.

Dirección solicitante: Calle Miguel Grau N° 127 Int. 1, Moquegua - Mariscal Nieto - Moquegua

Número de páginas: 05 Páginas

Expediente: E1529-2715A-2020.1

Lugar de calibración: Laboratorio de Masa de LO JUSTO S.A.C.

Los datos del presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y son válidos solo para el equipo u objeto calibrado, no pudiendo extender sus resultados a ninguna otra unidad o lote que no haya sido calibrado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia de INACAL.

Las frecuencias de calibración son determinadas por el usuario del equipo.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de LO JUSTO S.A.C.

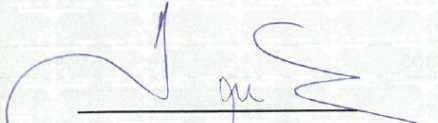
LO JUSTO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.


El certificado de Calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia. Sin perjuicio de lo señalado dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección del consumidor y las que regula la libre competencia.

El Certificado de calibración no es válido sin la firma del Gerente General, Gerente Operaciones, Supervisor de Operaciones de LO JUSTO S.A.C y Supervisor de Laboratorio. El documento tiene un sello de agua y holograma de seguridad.

Revisado:

Arequipa, 19 de Setiembre de 2020


Amilcar Machaca Ancasi
Supervisor del laboratorio


José Luis Rosales Saavedra
Supervisor de Operaciones
LO JUSTO S.A.C.



FT02-INRE/CB-01-C Ed. 03

Etiqueta de calibración N° 69168 y N° 004518

A 146123

Laboratorio de Masa

Código del certificado
IB-506-2020

2 de 5

Procedimiento de medida:

PC-011. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II. Método de Comparación Directa Contra Cargas Aplicadas de Valor Conocido (Pesas Patrón). Ed. 4. 2010. INDECOPI-SNM. Lima - Perú.

Instrumentos empleados:

Termohigrómetro con certificado de calibración N° TE-1088-2020, TE-1092-2020

Juego de pesas patrón desde 1 mg hasta 500 g, de clase de exactitud F1 según OIML R111-1 Edición (2004).

Pesas patrones, certificadas:

Patrón utilizado	Identificación	Valor nominal	Certificado de calibración
Juego de pesas	LM-I-005	10 mg a 500 g	IP-284-2019
Pesa	LM-I-005	1 kg	LM-C-273-2019
Pesas	LM-I-005	2 kg a 5 kg	LM-268-2019
Pesa	LM-I-012	10 kg	M-1440-2019
Pesa	LM-I-016	20 kg	IP-247-2019

Incertidumbre de calibración

La incertidumbre expandida de medición reportada en el presente certificado de calibración resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición", segunda edición, Julio del 2001.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre estimada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Condiciones durante la calibración

Las condiciones ambientales durante el proceso de calibración han sido:

Temperatura ambiente: 21,0 °C
 Humedad relativa: 20 % HR

Notas y aclaraciones:

Si por el tipo de uso del instrumento de medición no resulta aconsejable realizar las correcciones de calibración, se puede utilizar una incertidumbre maximizada, que englobaría la máxima corrección encontrada en la calibración, en valor absoluto: $\pm U = \pm U_i \text{ máx} + |C \text{ máx}|$.

Se asumió un valor de 0,00001 /°C como coeficiente de deriva de la balanza por variación de temperatura para la calibración.

Se colocó al instrumento de pesaje una etiqueta de LO JUSTO S.A.C. identificada con el N° 69168 y N° 004518 en señal de haber realizado la calibración.

Antes de la calibración se realizó ajustes respectivos al instrumento de pesaje hechos por el personal encargado.

El intervalo de variación de temperatura en el lugar de ubicación de la balanza fue considerado de acuerdo a la variación de temperatura registrada durante la calibración.

La calibración fue realizada solo hasta 20 kg a requerimiento del solicitante.

LO JUSTO S.A.C.
2020-09-19

Laboratorio de Masa

Código del certificado
IB-506-2020

3 de 5

Resultados antes del ajuste:

Masa Convencional kg	Lectura Instrumento kg	Error	
		g	%
2,000	2,002	2	0,10
5,000	5,005	5	0,10
10,000	10,010	10	0,10
19,900	19,917	17	0,09

Ajuste se realizó con pesa:

Interna del equipo	
Del solicitante	
Externa al cliente *	X
Excentricidad	
Repetibilidad	
Linealidad	
Span	X

* de propiedad de Lo Justo S.A.C.

INSPECCION VISUAL

PRUEBA	RESULTADO
1. Ajuste de cero	Tiene
2. Oscilación libre	Tiene
3. Plataforma	Tiene
4. Sistema de traba	No Tiene

PRUEBA	RESULTADO
5. Escala	No tiene
6. Cursor	No tiene
7. Nivelación	Tiene

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Inicial		Final	
°C	% HR	°C	% HR
20,8	19	21,0	19

Medición N°	CARGA L1 = 10.000 kg			CARGA L2 = 20.000 kg		
	I kg	ΔL g	E g	I kg	ΔL g	E g
1	10,001	0,8	0,7	20,000	0,7	-0,2
2	10,001	0,8	0,7	20,000	0,7	-0,2
3	10,000	0,5	0,0	20,000	0,7	-0,2
4	10,000	0,5	0,0	20,000	0,6	-0,1
5	10,000	0,4	0,1	19,999	0,5	-1,0
6	10,001	0,7	0,8	19,999	0,6	-1,1
7	10,001	0,7	0,8	20,000	0,7	-0,2
8	10,001	0,7	0,8	20,000	0,7	-0,2
9	10,001	0,6	0,9	19,999	0,6	-1,1
10	10,001	0,8	0,7	20,000	0,7	-0,2

$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

CARGA kg	E _{max} - E _{min} g
10,000	0,9
20,000	1,0

LO JUSTO S.A.C.
2020-09-19

Jr. Huánuco N° 204 - Semi Rural Pachacutec - Cerro Colorado - Arequipa - Perú
lojusto@lojusto.com / www.lojusto.com

ISO / IEC 17025

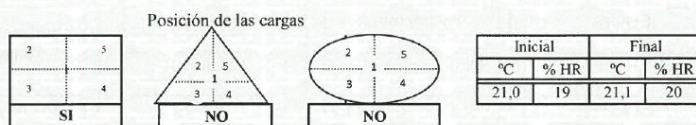
A 146125

Laboratorio de Masa

Código del certificado
IB-506-2020

4 de 5

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de la carga	DETERMINACIÓN DE Eo				DETERMINACIÓN DE ERROR CORREGIDO Ec				
	Carga mínima *	I kg	ΔL g	Eo g	Carga L	I kg	ΔL g	E g	Ec g
1	0,010 kg	0,010	0,5	0,0	6,000 kg	6,001	0,5	1,0	1,0
2		0,010	0,5	0,0		6,001	0,6	0,9	0,9
3		0,010	0,6	-0,1		6,000	0,8	-0,3	-0,2
4		0,010	0,7	-0,2		6,000	0,8	-0,3	-0,1
5		0,010	0,6	-0,1		6,001	0,6	0,9	1,0

* Valor entre 0 y 10 e

$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$

$E_c = E - E_o$

ENSAYO DE PESAJE

Inicial		Final	
°C	% HR	°C	% HR
21,1	20	21,2	20

CARGA L kg	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				
	I kg	ΔL g	E g	Ec g	I kg	ΔL g	E g	Ec g	
0*	0,010	0,5	0,0	0,0					
1	0,050	0,5	0,0	0,0	0,050	0,5	0,0	0,0	
2	0,500	0,5	0,0	0,0	0,500	0,5	0,0	0,0	
3	1,000	0,8	-0,3	-0,3	0,999	0,1	-0,6	-0,6	
4	2,000	0,9	-0,4	-0,4	1,999	0,1	-0,6	-0,6	
5	5,000	0,8	-0,3	-0,3	4,999	0,1	-0,6	-0,6	
6	8,000	0,6	-0,1	-0,1	8,000	0,6	-0,1	-0,1	
7	10,000	0,6	-0,1	-0,1	9,999	0,5	-1,0	-1,0	
8	12,000	0,5	0,0	0,0	12,000	0,5	0,0	0,0	
9	15,000	0,6	-0,1	-0,1	15,000	0,6	-0,1	-0,1	
10	20,000	19,999	0,6	-1,1	-1,1	19,998	0,5	-2,0	-2,0

* Carga para determinar Eo

$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$

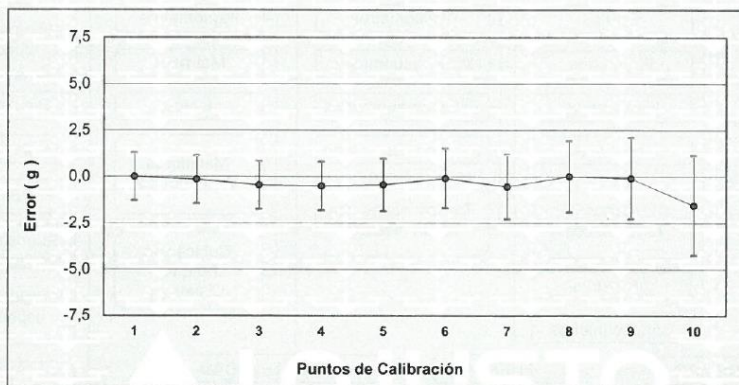
$E_c = E - E_o$

Laboratorio de Masa

Código del certificado
IB-506-2020

5 de 5

Gráfico de errores con su incertidumbre para cada punto de medición
Ensayo de Pesaje



Fórmula para corregir la lectura indicada por el equipo.

$$R \text{ corregida} = (R + 0,000023169 * R) \text{ kg}$$

Fórmula para encontrar la incertidumbre expandida, con un nivel de confianza aproximado del 95 %.

$$UR = 2 * (0,0000004169 + 0,00000003497 * R^2)^{1/2} \text{ kg}$$

- I Lectura del instrumento
- E Error encontrado
- E₀ Error en cero
- E_c Error corregido
- L Carga
- R Lectura en uso del instrumento de pesaje . Valor dado en kg
- UR Incertidumbre expandida para una lectura en uso R

LO JUSTO S.A.C.
2020-09-19

ANEXO 17: CÁLCULO DE CORTANTE BASAL VIVIENDA N°01

ANÁLISIS SÍSMICO DINAMICO Y ESTÁTICO SEGUN NORMA E-30 2018

Reglamentación utilizada

Reglamentación internacional ACI (American Concrete Institute)

- Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14)

Reglamentación nacional RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones)

- Norma Técnica E-020 (Cargas)
- Norma Técnica E-030 (Diseño sismorresistente)
- Norma técnica E-070 (Albañilería)

Sistema estructural

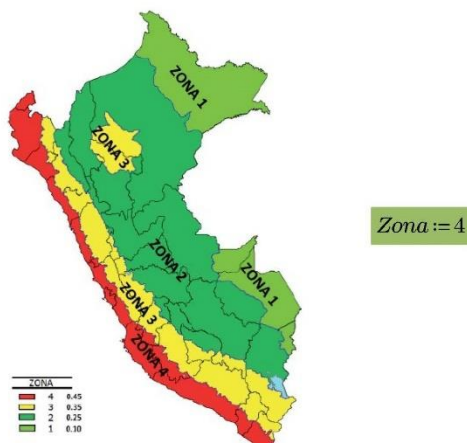
Según Artículo 16.3 de la Norma E030:

Las edificaciones cuyos elementos sismorresistentes son muros a base de unidades de albañilería de arcilla o concreto.

Datos para generar el espectro de pseudo-aceleraciones

Zonificación sísmica (Artículo 10)

La ubicación de la edificación determina la zona sísmica con la cual se obtiene el factor Z que representa la aceleración máxima del terreno



$$Z := \text{if}(Zona = 1, 0.1, \text{if}(Zona = 2, 0.25, \text{if}(Zona = 3, 0.35, 0.45)))$$

Z=0.45 Aceleración máxima horizontal en suelo rígido.

Condiciones geotécnicas (Artículo 12)

Con la clasificación del perfil de suelo se determinan los parámetros de sitio S , T_p y T_L necesarios para definir el espectro de diseño.

Tipo de perfil de suelo

$T_p := "S2"$

Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	s_u
S_0	> 1500 m/s	-	-
S_1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S_2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S_3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S_4	Clasificación basada en el EMS		

ZONA \ SUELO	S_0	S_1	S_2	S_3
	Z_4	0.80	1.00	1.05
Z_3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z_2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z_1	0.80	1.00	1.60	2.00

Para Zona=4 y suelo $T_p = "S2"$

$S := 1.05$

	Perfil de suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_p (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T_L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

$$T_p := \text{if}(T_p = "S0", 0.3, \text{if}(T_p = "S1", 0.4, \text{if}(T_p = "S2", 0.6, 1.0))) \text{ s}$$

$$T_L := \text{if}(T_p = "S0", 3.0, \text{if}(T_p = "S1", 2.5, \text{if}(T_p = "S2", 2.0, 1.6))) \text{ s}$$

$T_p = "S2"$

$T_L = 2 \text{ s}$

Categorías de las edificaciones y factor de uso (Artículo 15)

Se definen las categorías de las edificaciones según su ocupación e importancia.

- A: Edificaciones esenciales
- B: Edificaciones importantes
- C: Edificaciones comunes
- D: Edificaciones temporales

Categoría	U
A1	Verificar norma
A2	1.5
B	1.3
C	1.0
D	Verificar norma

Categoría := "C"

Tabla N°5. Valores de U

$$U := \text{if}(\text{Categoria} = \text{"A"}, 1.5, \text{if}(\text{Categoria} = \text{"B"}, 1.3, \text{if}(\text{Categoria} = \text{"C"}, 1.0, 1.0)))$$

U = 1 Factor de uso, Edificaciones Comunes, (Viviendas, oficinas, restaurantes, etc) según, Capítulo 3, Numeral 3.1, Tabla N°5

Coefficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (Artículo 18)

Se determina el valor del coeficiente básico de reducción de fuerzas según Tabla N° 7, de la norma

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

$R_0 := 3$ Factor de modificación de respuesta básico.

Factores de irregularidad (Artículo 20)

Una vez obtenido el coeficiente básico R_0 , este deberá ser afectado por las irregularidades de la edificación para obtener el valor del coeficiente de reducción R para el diseño:

Irregularidades en altura	Factor de irregularidad I_a
Irregularidad de Rigidez – Piso blando	0.75
Irregularidad de Resistencia – Piso Debil	0.75
Irregularidad extrema de rigidez	0.50
Irregularidad extrema de resistencia	0.50
Irregularidad de masa o peso	0.90
Irregularidad geométrica vertical	0.90
Discontinuidad en los sistemas resistente	0.80
Discontinuidad extrema en los sistemas resistente	0.60

$I_a := 0.50$

Irregularidades en planta	Factor de irregularidad I_p
Irregularidad torsional	0.75
Irregularidad torsional extrema	0.60
Esquina entrante	0.90
Discontinuidad del diafragma	0.85
Sistema no paralelos	0.90

$$I_p := 0.75$$

$$R := R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

$$R = 1.125$$

Aceleración espectral (Artículo 29.2)

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizara un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por el valor S_a , para ello se calcula C en función del periodo T .

$$T < T_p \quad C_1(T) := 2.5$$

$$T_p \leq T \leq T_L \quad C_2(T) := 2.5 \cdot \frac{T_p}{T}$$

$$T \geq T_L \quad C_3(T) := 2.5 \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right)$$

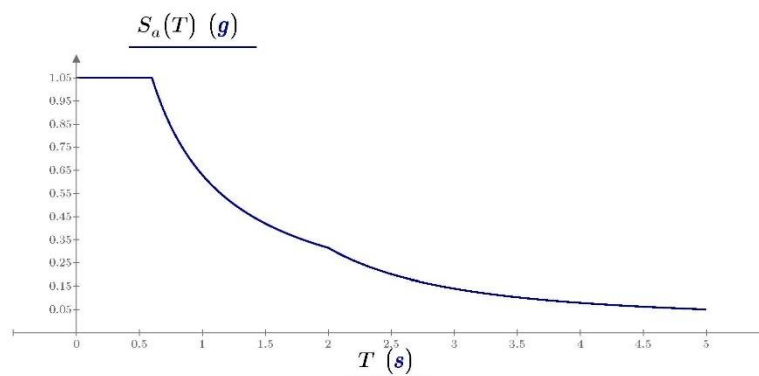
$$C(T) := \text{if} \left(T < T_p, 2.5, \text{if} \left(T < T_L, 2.5 \cdot \frac{T_p}{T}, 2.5 \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right) \right) \right)$$

Definiendo un rango de periodos a graficar

$$T := 0 \text{ s}, 0.01 \text{ s} \dots 5 \text{ s}$$

$$S_a(T) := \frac{Z \cdot U \cdot C(T) \cdot S}{R} \cdot g$$

Grafica del espectro de diseño expresado en función de la gravedad será:



$PP := 1354.6648 \text{ kN}$ Medrado realizado a todo el edificio

$CV := 321.6703 \text{ kN}$

Estimación del Peso sísmico (P)

$P := 1.0 (PP) + 0.25 \cdot CV$ Peso sísmico "P" según el capítulo 4 numeral 4.4

$P = 1435.082 \text{ kN}$ Peso sísmico

Revisión de la cortante Dinámica y estática

Fuerza cortante en la base $H_n := 5.20 \text{ m}$ $C_t := 60 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $T_p = 0.6 \text{ s}$

$T_L = 2 \text{ s}$ $P = 1435.082 \text{ kN}$

$$T := \frac{H_n}{C_t} = 0.087 \text{ s}$$

Periodo fundamental de vibración

$$T < T_p \quad C_1(T) := 2.5$$

$$T_p \leq T \leq T_L \quad C_2(T) := 2.5 \cdot \frac{T_p}{T}$$

$$T \geq T_L \quad C_3(T) := 2.5 \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right)$$

$$C(T) := \text{if} \left(T < T_p, 2.5, \text{if} \left(T < T_L, 2.5 \frac{T_p}{T}, 2.5 \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right) \right) \right)$$

$$C(T) = 2.5$$

$$V_{est} := \frac{Z \cdot U \cdot C(T) \cdot S}{R} \cdot P$$

$V_{est} = 1506.836 \text{ kN}$

ANEXO 18: CÁLCULO DE CORTANTE BASAL VIVIENDA N°02

ANÁLISIS SÍSMICO DINAMICO Y ESTÁTICO SEGUN NORMA E-30 2018

Reglamentación utilizada

Reglamentación internacional ACI (American Concrete Institute)

- Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14)

Reglamentación nacional RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones)

- Norma Técnica E-020 (Cargas)
- Norma Técnica E-030 (Diseño sismorresistente)
- Norma técnica E-060 (Concreto armado)

1.8.- Sistema estructural

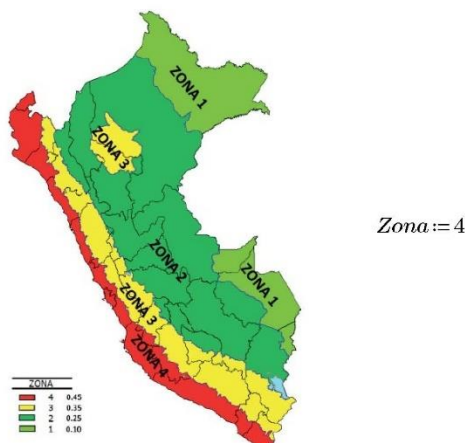
Según Artículo 16.3 de la Norma E030:

Las edificaciones cuyos elementos sismorresistentes son muros a base de unidades de albañilería de arcilla o concreto.

1.9.- Datos para generar el espectro de pseudo-aceleraciones

1.9.1.- Zonificación sísmica (Artículo 10)

La ubicación de la edificación determina la zona sísmica con la cual se obtiene el factor Z que representa la aceleración máxima del terreno



$$Z := \text{if}(Zona = 1, 0.1, \text{if}(Zona = 2, 0.25, \text{if}(Zona = 3, 0.35, 0.45)))$$

$$Z = 0.45 \quad \text{Aceleración máxima horizontal en suelo rígido.}$$

1.9.1.- Condiciones geotécnicas (Artículo 12)

Con la clasificación del perfil de suelo se determinan los parámetros de sitio S , T_p y T_L necesarios para definir el espectro de diseño.

Tipo de perfil de suelo

$T_p := "S2"$

Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S_0	> 1500 m/s	-	-
S_1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S_2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S_3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S_4	Clasificación basada en el EMS		

ZONA \ SUELO	S_0	S_1	S_2	S_3
Z_4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z_3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z_2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z_1	0,80	1,00	1,60	2,00

Para Zona=4 y suelo $T_p = "S2"$

$S := 1.05$

	Perfil de suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

$$T_p := \text{if}(T_p = "S0", 0.3, \text{if}(T_p = "S1", 0.4, \text{if}(T_p = "S2", 0.6, 1.0))) \text{ s}$$

$$T_L := \text{if}(T_p = "S0", 3.0, \text{if}(T_p = "S1", 2.5, \text{if}(T_p = "S2", 2.0, 1.6))) \text{ s}$$

$T_p = "S2"$

$T_L = 2 \text{ s}$

1.9.3.- Categorías de las edificaciones y factor de uso (Artículo 15)

Se definen las categorías de las edificaciones según su ocupación e importancia.

- A: Edificaciones esenciales
- B: Edificaciones importantes
- C: Edificaciones comunes
- D: Edificaciones temporales

Categoría	U
A1	Verificar norma
A2	1.5
B	1.3
C	1.0
D	Verificar norma

Categoría := "C"

Tabla N°5. Valores de U

$$U := \text{if}(\text{Categoria} = \text{"A"}, 1.5, \text{if}(\text{Categoria} = \text{"B"}, 1.3, \text{if}(\text{Categoria} = \text{"C"}, 1.0, 1.0)))$$

$U = 1$ Factor de uso, Edificaciones Comunes, (Viviendas, oficinas, restaurantes, etc) según, Capítulo 3, Numeral 3.1, Tabla N°5

4.- Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (Artículo 18)

Se determina el valor del coeficiente básico de Reducción de fuerzas según Tabla N°7, de la norma

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

$R_0 := 3$

Factor de modificación de respuesta básico.

4.- Factores de irregularidad (Artículo 20)

Una vez obtenido el coeficiente básico R_0 , este deberá ser afectado por las irregularidades de la edificación para obtener el valor del coeficiente de reducción R para el diseño:

Irregularidades en altura	Factor de irregularidad I_a
Irregularidad de Rigidez – Piso blando	0.75
Irregularidad de Resistencia – Piso Debil	0.75
Irregularidad extrema de rigidez	0.50
Irregularidad extrema de resistencia	0.50
Irregularidad de masa o peso	0.90
Irregularidad geométrica vertical	0.90
Discontinuidad en los sistemas resistente	0.80
Discontinuidad extrema en los sistemas resistente	0.60

$I_a := 1$

Irregularidades en planta	Factor de irregularidad I_p
Irregularidad torsional	0.75
Irregularidad torsional extrema	0.60
Esquina entrante	0.90
Discontinuidad del diafragma	0.85
Sistema no paralelos	0.90

$$I_p := 1$$

$$R := R_0 \cdot I_a \cdot I_p \quad R = 3$$

1.9.1.- Aceleración espectral (Artículo 29.2)

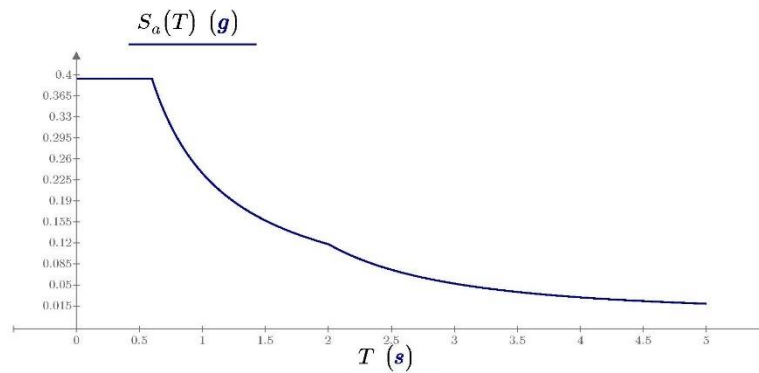
Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizara un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por el valor S_a , para ello se calcula C en función del periodo T.

$$\begin{aligned}
 T < T_p & \quad C_1(T) := 2.5 \\
 T_p \leq T \leq T_L & \quad C_2(T) := 2.5 \cdot \frac{T_p}{T} \\
 T \geq T_L & \quad C_3(T) := 2.5 \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right) \\
 C(T) & := \text{if} \left(T < T_p, 2.5, \text{if} \left(T < T_L, 2.5 \cdot \frac{T_p}{T}, 2.5 \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right) \right) \right)
 \end{aligned}$$

Definiendo un rango de periodos a graficar $T := 0 \text{ s}, 0.01 \text{ s} \dots 5 \text{ s}$

$$S_a(T) := \frac{Z \cdot U \cdot C(T) \cdot S}{R} \cdot g$$

Grafica del espectro de diseño expresado en función de la gravedad será:



$PP := 1098.0983 \text{ kN}$ Medrado realizado a todo el edificio

$CV := 245.3296 \text{ kN}$

1.12.- Estimación del Peso sísmico (P)

$P := 1.0 (PP) + 0.25 \cdot CV$ Peso sísmico "P" según el capítulo 4 numeral 4.4

$P = 1159.431 \text{ kN}$ Pesos sísmico

1.12.- Revisión de la cortante estática

Fuerza cortante en la base $H_n := 5.60 \text{ m}$ $C_t := 60 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $T_p = 0.6 \text{ s}$

$T_L = 2 \text{ s}$ $P = 1159.431 \text{ kN}$

$$T := \frac{H_n}{C_t} = 0.093 \text{ s}$$

Periodo fundamental de vibración

$$T < T_p \quad C_1(T) := 2.5$$

$$T_p \leq T \leq T_L \quad C_2(T) := 2.5 \cdot \frac{T_p}{T}$$

$$T \geq T_L \quad C_3(T) := 2.5 \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right)$$

$$C(T) := \text{if} \left(T < T_p, 2.5, \text{if} \left(T < T_L, 2.5 \frac{T_p}{T}, 2.5 \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right) \right) \right)$$

$$C(T) = 2.5$$

$$V_{est} := \frac{Z \cdot U \cdot C(T) \cdot S}{R} \cdot P$$

$$V_{est} = 456.526 \text{ kN}$$

ANEXO 19: REFORZAMIENTO DE MURO CON CFRP



DISEÑO DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO EN ALBAÑILERÍA CONFINADA ACI 440.7R-10 (Guide for the design and construction of externally bonded Fiber Reinforced Polymer Systems for strengthening unreinforced masonry structures)

PROYECTO: EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021

N° DE VIVIENDA: 02

N° MURO: X M01

1. Datos de entrada

1.1 Geometría y propiedades mecánicas de la mampostería

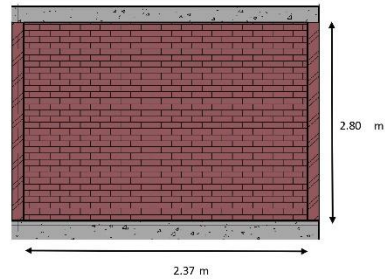
Altura del muro	H	2.80	m
Longitud del muro	L	2.37	m
Espesor del muro	t	0.15	m
Resistencia a la compresión de la mampostería	f_m	1.567	MPa
Deformación máxima de la mampostería	ϵ_{mu}	0.005	

1.2 Propiedades mecánicas de la fibra curada

Material de la fibra	Carbono		
Referencia de la fibra	SikaWrap®600C		
Resina de impregnación	Adhesivo epóxico		
Referencia de la resina	Sikadur® - 301		
Espesor de la fibra curada	t_f	1.00	mm
Resistencia a la tensión de la fibra curada	f_{fu}	960	MPa
Módulo de elasticidad de la fibra curada	E_f	73000	MPa
Elongación de rotura de la fibra curada	ϵ_{fu}	0.0133	

1.3 Información de la carga solicitada

Carga muerta superpuesta	P_D	15.019	kN/m
Carga lateral en el plano	V_u	138.69	kN
Carga axial	Q_G	21.064	kN/m
Carga axial actuante	P_u	35.594	kN/m



2. Cálculo de la resistencia nominal al corte de la mampostería reforzada con FRP

2.1 Cálculo de la resistencia al corte de la mampostería no reforzada

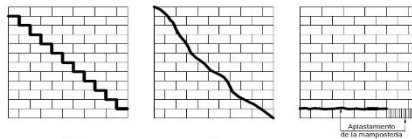


Figura 1. Modos de falla de la mampostería no reforzada sometida a cargas en su plano.
(a) Deslizamiento de la junta, (b) Tensión diagonal, (c) Aplastamiento en la base.
Fuente: Tomado de la Guía ACI 440.7R-10, p. 23.

2.1.1 Resistencia al deslizamiento de la junta, V_{bj}

Área de la junta de pega que resiste el deslizamiento	A_n	355500.000	mm ²
Resistencia al corte de la mampostería (No mayor a 0.70 Mpa)	V_{LL}	0.500	MPa
Carga muerta superpuesta	P_D	15.02	kN/m
	V_{mL}	0.238	MPa
	V_{bj}	84453.40	N

$$V_{bj} = v_{mL} A_n$$

Donde

$$v_{mL} = 0.75 \frac{v_{eL} + \frac{P_D}{A_n}}{1.5}$$

2.1.2 Resistencia a tensión diagonal, V_{dt}

Área de la junta de pega que resiste el deslizamiento	A_n	355500.000	mm ²
Resistencia a la tensión diagonal de mampostería especificada	$f_a = v_{dt}$	0.238	MPa
Longitud del muro	L	2.37	m
Altura del muro	H	2.80	m
Esfuerzo de compresión axial debido a la carga muerta	f_a	0.100	MPa
	V_{dt}	85226.73	N

$$V_{dt} = f'_{dt} A_n \left(\frac{L}{H} \right) \sqrt{1 + \frac{f_a}{f'_{dt}}}$$

2.1.3 Resistencia al aplastamiento en la base, V_{tc}

Área de la junta de pega que resiste el deslizamiento	A_n	355500.000	mm ²
Factor que representa las condiciones de contorno	α	1	
Resistencia a la compresión de mampostería especificada	f_m	1.567	MPa
Longitud del muro	L	2.37	m
Altura del muro	H	2.80	m
Esfuerzo de compresión axial debido a la carga muerta	f_a	0.140	MPa
	V_{tc}	36845.57	N

$$V_{tc} = \alpha \cdot Q_G \left(\frac{L}{H} \right) \left(1 - \frac{f_a}{0.7 f_m} \right)$$

2.1.4 Resistencia nominal al corte de la mampostería no reforzada

	ϕV_{URM}	29476.46	N
	V_{URM}	36845.57	N
	ϕ	0.8	
	ϕV_{URM}	29.48	kN
	V_u	138.69	kN
Como	ϕV_{URM}	<	V_u

$$V_{URM} = \min(V_{bj}, V_{dt}, V_{tc})$$

Assuming $\phi = 0.8$, the design lateral strength can be computed as ϕV_{URM} .

El muro necesita refuerzo para cargas en el plano

3. Cálculo de las propiedades mecánicas de diseño del FRP

Coefficiente de reducción ambiental (Tabla 8.1 Guía ACI 440.7R-10)

C_E 0.85

3.1 Esfuerzo último de tensión del FRP, f_{fu}

$$f_{fu} = C_E * f_{fu}^*$$

Donde:

Esfuerzo último del FRP reportado por el fabricante

f_{fu}^* 960.00 MPa
816.00 MPa

3.2 Deformación última de tensión del FRP, ϵ_{fu}

$$\epsilon_{fu} = C_E * \epsilon_{fu}^*$$

Donde:

Deformación última del FRP reportada por el fabricante

ϵ_{fu}^* 0.0133
0.0113

Table 8.1—Environmental reduction factors for various FRP systems and exposure conditions

Exposure conditions	Fiber type	Environmental reduction factor C_E
Interior exposure (for example, partitions)	Carbon	0.95
	Glass	0.75
	Aramid	0.85
Exterior exposure (including internal side of exterior walls)	Carbon	0.85
	Glass	0.65
	Aramid	0.75
Aggressive environment (basement walls)	Carbon	0.85
	Glass	0.50
	Aramid	0.70

4. Cálculo de las propiedades mecánicas efectivas del FRP para modos de falla controlados por corte

$$\epsilon_{fe} = K_v * \epsilon_{fu}^* \leq C_E * \epsilon_{fu}^*$$

$$f_{fe} = E_f * \epsilon_{fe}$$

Donde:

Módulo elástico de la fibra curada

E_f 73000.00 MPa

Número de capas de FRP para reforzamiento en corte

n 2

Ancho de la fibra de FRP para reforzamiento en corte

W_f 100 mm

Separación centro a centro del FRP

s 150 mm

Área total de la sección transversal del FRP colocado en todo el muro

A_f 3733.3 mm²

Índice de refuerzo del FRP

ω_f 7.205

Coefficiente de falla por corte

K_v 0.100

Elongación de rotura efectiva de la fibra curada

ϵ_{fe} 0.0013 OK!

Resistencia efectiva a tensión de la fibra curada

f_{fe} 97.1 MPa

$$K_v = \begin{cases} 0.40 & \text{si } \omega_f \leq 0.20 \\ 0.64 - 1.2\omega_f & \text{si } 0.20 < \omega_f \leq 0.45 \\ 0.1 & \text{si } \omega_f > 0.45 \end{cases}$$

$$\omega_f = \frac{1}{85} * \frac{A_f * E_f}{A_m * \sqrt{f'_m}} ; A_f = \frac{H}{s} * (n * t_f) * W_f$$

5. Cálculo de la contribución del FRP a la resistencia al corte, V_f

$$P_{fv} = n * t_f * f_{fe} \leq 260 \text{ N/mm}$$

Fuerza por unidad de ancho en el FRP

P_{fv} 194.18 N/mm CUMPLE!

$$V_f = P_{fv} * w_f * \frac{d_v}{s}$$

Profundidad efectiva de la albañilería para cálculos de cortante= $\min(H,L)$

d_v 2370 mm

V_f 306804 N

6. Cálculo de la resistencia nominal al corte del muro con el FRP, $V_{n,s}$

$$V_{n,s} = V_n^{URM} + V_f$$

Resistencia nominal al corte del muro reforzado con FRP

$V_{n,s}$ 343650 N

ϕ 0.8

ϕV_n 274920 N

$\phi V_n > V_u$ OK!

DISEÑO DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO EN ALBAÑILERÍA CONFINADA
ACI 440.7R-10
(Guide for the design and construction of externally bonded Fiber Reinforced Polymer Systems for strengthening unreinforced masonry structures)

PROYECTO: EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO, NUEVO ILO, MOQUEGUA, 2021

N° DE VIVIENDA: 02

N° MURO: X M02

1. Datos de entrada

1.1 Geometría y propiedades mecánicas de la mampostería

- Altura del muro
- Longitud del muro
- Espesor del muro
- Resistencia a la compresión de la mampostería
- Deformación máxima de la mampostería

H	2.80	m
L	2.63	m
t	0.15	m
f _m	1.567	MPa
ε _{máx}	0.005	

1.2 Propiedades mecánicas de la fibra curada

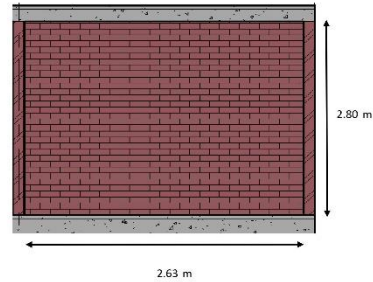
- Material de la fibra
- Referencia de la fibra
- Resina de impregnación
- Referencia de la resina
- Espesor de la fibra curada
- Resistencia a la tensión de la fibra curada
- Módulo de elasticidad de la fibra curada
- Elongación de rotura de la carga solicitada

Carbono		
SikaWrap®600C		
Adhesivo epóxico:		
Sikadur® - 301		
t _f	1.00	mm
f _{fu*}	960	MPa
E _f	73000	MPa
ε _{fu*}	0.0133	

1.3 Información de la carga solicitada

- Carga muerta superpuesta
- Carga lateral en el plano
- Carga axial
- Carga axial actuante

P _D	16.242	kN/m
V _D	168.4057	kN
Q _C	42.72	kN/m
P _U	25.35	kN/m



2. Cálculo de la resistencia nominal al corte de la mampostería reforzada con FRP

2.1 Cálculo de la resistencia al corte de la mampostería no reforzada

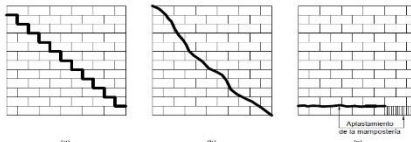


Figura 1. Modos de falla de la mampostería no reforzada sometida a cargas en su plano.
 (a) Deslizamiento de la junta, (b) Tensión diagonal, (c) Aplastamiento en la base.
 Fuente: Tomado de la Guía ACI 440.7R-10, p. 23.

2.1.1 Resistencia al deslizamiento de la junta, V_{bj}

- Área de la junta de pega que resiste el deslizamiento
- Resistencia al corte de la mampostería (No mayor a 0.70 MPa)
- Carga muerta superpuesta

A _n	394500.000	mm ²
V _{bc}	0.500	MPa
P _D	16.24	kN/m
V _{bcL}	0.242	MPa
V _{bj}	95326.80	N

$$V_{bj} = v_{mL} A_n$$

Donde

$$v_{mL} = 0.75 \frac{v_{bc} + \frac{P_D}{A_n}}{1.5}$$

2.1.2 Resistencia a tensión diagonal, V_{dt}

- Área de la junta de pega que resiste el deslizamiento
- Resistencia a la tensión diagonal de mampostería especificada
- Longitud del muro
- Altura del muro
- Esfuerzo de compresión axial debido a la carga muerta

A _n	394500.000	mm ²
f _{td} =V _{dt}	0.242	MPa
L	2.63	m
H	2.80	m
f _c	0.108	MPa
V _{dt}	107748.76	N

$$V_{dt} = f'_{dt} A_n \left(\frac{L}{H} \right) \sqrt{1 + \frac{f_c}{f'_{dt}}}$$

2.1.3 Resistencia al aplastamiento en la base, V_{tc}

- Área de la junta de pega que resiste el deslizamiento
- Factor que representa las condiciones de contorno
- Resistencia a la compresión de mampostería especificada
- Longitud del muro
- Altura del muro
- Esfuerzo de compresión axial debido a la carga muerta

A _n	394500.000	mm ²
α	1	
f _m	1.567	MPa
L	2.63	m
H	2.80	m
f _c	0.285	MPa
V _{tc}	78127.05	N

$$V_{tc} = \alpha \cdot Q_G \left(\frac{L}{H} \right) \left(1 - \frac{f_c}{0.7 f'_m} \right)$$

2.1.4 Resistencia nominal al corte de la mampostería no reforzada

φV _{n,URM}	62501.64	N
V _{n,URM}	78127.05	N
φ	0.8	
φV _{n,URM}	62.50	kN
V _n	168.41	kN

$$V_n^{URM} = \min(V_{bj}, V_{dt}, V_{tc})$$

Assuming φ = 0.8, the design lateral strength can be computed as φV_n^{URM}.

Como φV_{n,URM} < V_D
El muro necesita refuerzo para cargas en el plano

3. Cálculo de las propiedades mecánicas de diseño del FRP

Coefficiente de reducción ambiental (Tabla 8.1 Guía ACI 440.7R-10)

C_E 0.85

3.1 Esfuerzo último de tensión del FRP, f_{fu}

$$f_{fu} = C_E * f_{fu}'$$

Donde:

Esfuerzo último del FRP reportado por el fabricante

f_{fu}' 960.00 Mpa
816.00 Mpa

3.2 Deformación última de tensión del FRP, ϵ_{fu}

$$\epsilon_{fu} = C_E * \epsilon_{fu}'$$

Donde:

Deformación última del FRP reportada por el fabricante

ϵ_{fu}' 0.0133
0.0113

Table 8.1—Environmental reduction factors for various FRP systems and exposure conditions

Exposure conditions	Fiber type	Environmental reduction factor C_E
Interior exposure (for example, partitions)	Carbon	0.95
	Glass	0.75
	Aramid	0.85
Exterior exposure (including internal side of exterior walls)	Carbon	0.85
	Glass	0.65
	Aramid	0.75
Aggressive environment (basement walls)	Carbon	0.85
	Glass	0.50
	Aramid	0.70

4. Cálculo de las propiedades mecánicas efectivas del FRP para modos de falla controlados por corte

$$\epsilon_{fe} = K_v * \epsilon_{fu}' \leq C_E * \epsilon_{fu}'$$

$$f_{fe} = E_f * \epsilon_{fe}$$

Donde:

Módulo elástico de la fibra curada

E_f 73000.00 Mpa

Número de capas de FRP para reforzamiento en corte

n 2

Ancho de la fibra de FRP para reforzamiento en corte

W_f 100 mm

Separación centro a centro del FRP

s 150 mm

Área total de la sección transversal del FRP colocado en todo el muro

A_f 3733.3 mm²

Índice de refuerzo del FRP

ω_f 6.493

Coefficiente de falla por corte

K_v 0.100

Elongación de rotura efectiva de la fibra curada

ϵ_{fe} 0.0013 OK!

Resistencia efectiva a tensión de la fibra curada

f_{fe} 97.1 Mpa

$$K_v = \begin{cases} 0.40 & \text{si } \omega_f \leq 0.20 \\ 0.64 - 1.2\omega_f & \text{si } 0.20 < \omega_f \leq 0.45 \\ 0.1 & \text{si } \omega_f > 0.45 \end{cases}$$

$$\omega_f = \frac{1}{85} * \frac{A_f * E_f}{A_m * \sqrt{f'_m}} ; A_f = \frac{H}{s} * (n * t_f) * w_f$$

5. Cálculo de la contribución del FRP a la resistencia al corte, V_f

$$P_{fv} = n * t_f * f_{fe} \leq 260 \text{ N/mm}$$

Fuerza por unidad de ancho en el FRP

P_{fv} 194.18 N/mm

CUMPLE!

$$V_f = P_{fv} * w_f * \frac{d_v}{s}$$

Profundidad efectiva de la albañilería para cálculos de cortante= min(H,L)

d_v 2630 mm

V_f 340462 N

6. Cálculo de la resistencia nominal al corte del muro con el FRP, V_{ns}

$$V_{ns} = V_n^{URM} + V_f$$

Resistencia nominal al corte del muro reforzado con FRP

V_{ns} 418589 N

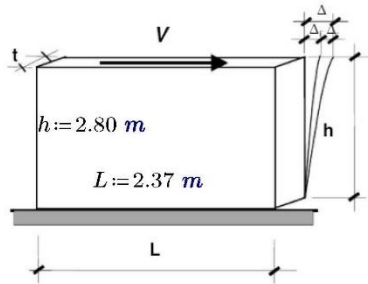
ϕ 0.8

ϕV_n 334871 N

$\phi V_n > V_u$ OK!

ANEXO 20: CÁLCULO DE DESPLAZAMIENTO PARA CONTROL DE LA RIGIDEZ

Calculo de los desplazamientos con fibra de carbono muro X1



$$t := 0.15 \text{ m}$$

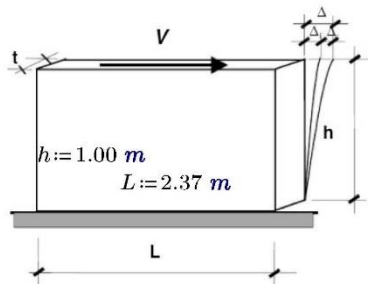
$$f'_m := 15.98 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$E_{\text{albañilería}} := 500 \cdot f'_m = 783551.335 \text{ kPa}$$

$$E := E_{\text{albañilería}}$$

$$K_{\text{muro}} := \frac{E \cdot t}{4 \left(\frac{h}{L}\right)^3 + 3 \left(\frac{h}{L}\right)}$$

$$K_{\text{muro}} = 11590.5029897 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



$$t := 1 \text{ mm}$$

$$E_{\text{fibra}} := 73000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E := E_{\text{fibra}}$$

$$K_{\text{fibra}} := \frac{E \cdot t}{4 \left(\frac{h}{L}\right)^3 + 3 \left(\frac{h}{L}\right)}$$

$$K_{\text{fibra}} = 46606.5824649 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$K_{\text{muro.fibra}} := K_{\text{muro}} + K_{\text{fibra}}$$

$$K_{\text{muro.fibra}} = 58197.0854546 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_{1f} := 274.920 \text{ kN}$$

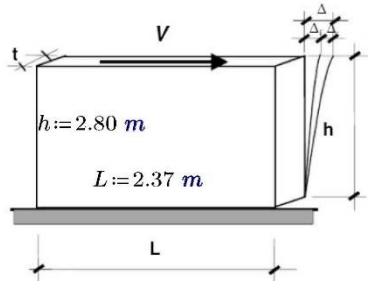
$$K = \frac{F}{\Delta}$$

$$\Delta_{X1} := \frac{F_{1f}}{K_{\text{muro.fibra}}} = 0.005 \text{ m} \quad h := 2.80 \text{ m}$$

$$\delta_{X1} := \frac{\Delta_{X1}}{h} = 0.002$$

$$\delta_{X1} = 0.0017$$

Calculo de los desplazamientos con fibra de carbono muro X2



$$t := 0.15 \text{ m}$$

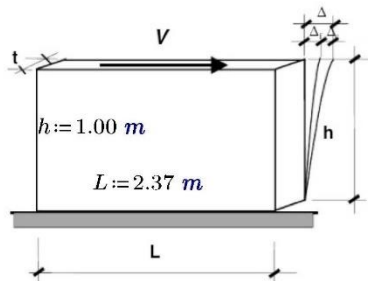
$$f'_m := 15.98 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$E_{\text{albañilería}} := 500 \cdot f'_m = 783551.335 \text{ kPa}$$

$$E := E_{\text{albañilería}}$$

$$K_{\text{muro}} := \frac{E \cdot t}{4 \left(\frac{h}{L}\right)^3 + 3 \left(\frac{h}{L}\right)}$$

$$K_{\text{muro}} = 11590.5029897 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



$$t := 1 \text{ mm}$$

$$E_{\text{fibra}} := 73000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E := E_{\text{fibra}}$$

$$K_{\text{fibra}} := \frac{E \cdot t}{4 \left(\frac{h}{L}\right)^3 + 3 \left(\frac{h}{L}\right)}$$

$$K_{\text{fibra}} = 46606.5824649 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$K_{\text{muro.fibra}} := K_{\text{muro}} + K_{\text{fibra}}$$

$$K_{\text{muro.fibra}} = 58197.0854546 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_{2f} := 334.871 \text{ kN}$$

$$K = \frac{F}{\Delta}$$

$$\Delta_{X2} := \frac{F_{2f}}{K_{\text{muro.fibra}}} = 0.006 \text{ m} \quad h := 2.80 \text{ m}$$

$$\delta_{X2} := \frac{\Delta_{X2}}{h} = 0.002$$

$$\delta_{X2} = 0.0021$$

ANEXO 21: HOJA DE DATO DEL PRODUCTO FIBRA DE CARBONO SIKA

CONSTRUYENDO CONFIANZA



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaWrap®-600 C

TEJIDO DE FIBRA DE CARBONO PARA REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un tejido unidireccional de fibra de carbono. El material es un laminado que se instala usando Sikadur®-301 o Sikadur® Hex -300/306 (adhesivos epóxicos) para conformar el polímero reforzado con fibras de carbono (CFRP), el cual es empleado para el reforzamiento de elementos estructurales.

USOS

SikaWrap®-600 C debe ser utilizado sólo por profesionales expertos.

Para refuerzo a flexión, cortante, confinamiento de elementos estructurales tales como vigas, columnas, losas y muros por las siguientes causas.

- Incremento de cargas
- Incremento de carga viva
- Incremento de volumen de tráfico en puentes
- Instalación de maquinaria pesada en edificios industriales
- Estructuras con vibración
- Cambios en el uso de edificios
- Refuerzo sísmico
- Envoltura de columnas (confinamiento)
- Paredes de mampostería portante
- Daño de partes estructurales
- Envejecimiento de materiales de construcción (corrosión), previo tratamiento
- Impacto de vehículos
- Cambio en el sistema estructural
- Supresión de muros o columnas
- Remoción de secciones de losa y muros con aperturas
- Defectos de diseño o construcción
- Refuerzo insuficiente
- Altura insuficiente de los elementos
- Reforzamiento temporal

Hoja De Datos Del Producto
SikaWrap®-600 C
Abril 2019, Versión 02.01
020206020010000045

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Puede colocarse envolviendo elementos de forma compleja
- Alta resistencia
- Bajo peso
- No se corroe
- Resistente a sustancias ácidas y a álcalis.
- Bajo impacto estético
- Económico
- Puede ser aplicado por sistema en húmedo o en seco.

CERTIFICADOS / NORMAS

- Avis Technique N° 3/16-875 (annule et remplace N° 3/10-669) Sika® CarboDur®, SikaWrap®
- CIT n°290 18/07/2017 (certificato di idoneità tecnica all'impiego) ; Sika® CarboDur®, SikaWrap®, Sikadur®

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Tipo de Fibra	Tejido negro oscuro	
Empaques	Rollo de 25.00 m ² (50 cm x 50.00 m) Orientación de la Fibra: 0° (unidireccional)	
Vida Útil	2 años	
Condiciones de Almacenamiento	Se debe proteger el material de posibles ataques mecánicos o contaminación por tal razón se debe almacenar en su empaque bien cerrado. Transportar con las precauciones normales para productos delicados.	
Densidad de la Fibra Seca	1.81 g/cc	
Espesor de la Fibra Seca	0.337 mm (0.0133 pulgadas)	
Densidad del Área	610 g	
Resistencia a la Tensión de la Fibra Seca	620,000 psi (4,300 N/mm ²)	(ISO 10618)
Módulo de Elasticidad en Tensión de la Fibra Seca	34.9 x 10 ⁶ psi (240,000 N/mm ²)	(ISO 10618)
Elongación a la Rotura de la Fibra Seca	1.55%	(ISO 10618)

INFORMACIÓN TÉCNICA

Espesor Nominal del Laminado	1.0 mm (Lamina Curada)	
Módulo de Elasticidad a Tracción del Laminado	10.6 x 10 ⁶ psi (73,000 N/mm ²) - Lamina Curada	
Elongación de Rotura del Laminado	1.33% (Lamina Curada)	
Resistencia a la Tensión	139,000 psi (960 N/mm ²) - Lamina Curada	

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

CALIDAD DEL SUSTRATO

La superficie debe estar limpia y sana. Debe estar seca, con un porcentaje de agua aproximadamente de 4%. Remover polvo, lechada, grasa, compuestos curadores, impregnaciones, partículas extrañas, material suelto o cualquier otro elemento que impida la adherencia.

Cuando la superficie sea irregular debe ser nivelada con un mortero de reparación adecuado. La resistencia en adherencia del concreto debe ser verificada, después de la preparación de superficie por un ensayo aleatorio de resistencia a la adherencia (ACI 503R) a criterio del ingeniero. La mínima resistencia a la adherencia debe ser de 15 kg/cm² con falla del concreto.

PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

Para la preparación de la superficie de concreto se recomienda utilizar chorro de arena o cualquier otro procedimiento de limpieza mecánica (escarificado con amoladora) que provea textura rugosa a la superficie.

MÉTODO DE APLICACIÓN / HERRAMIENTAS

Para información sobre mezclado del Sikadur®-301 referirse a la hoja técnica del producto. El consumo de la resina epóxica Sikadur®-301, depende de la rugosidad de la superficie y la práctica que se tengan en el procedimiento de impregnación del tejido. Sin embargo, el

consumo teórico aproximado es de 1.5 kg/m² a 1.6 kg/m² de producto para la imprimación de la superficie del sustrato y para la saturación o impregnación del tejido (método de aplicación en húmedo).

Aplicación

Antes de la colocación del tejido la superficie de concreto debe ser imprimada y sellada usando el epóxico Sikadur®301, el producto puede ser aplicado por brocha o rodillo. El SikaWrap®- 600C debe ser saturado o impregnado en forma manual o mecánica.

Mezclado del epóxico

En cualquier caso, la instalación de los epóxicos de adherencia (Sikadur®301) debe ser realizada por un aplicador autorizado o personal calificado.

Corte del tejido

El tejido puede ser cortado a la longitud apropiada usando tijeras de tipo industrial o para trabajo pesado. Debe evitarse el uso de cualquier elemento de corte sin filo que pueda debilitar o deshilachar la fibra.

MÉTODO DE APLICACIÓN EN SECO

Aplicar la mezcla de resina epóxica Sikadur®-301 directamente sobre el sustrato en una proporción de 1.2 – 1.5 kg/m², dependiendo de la rugosidad de la superficie. Colocar cuidadosamente el tejido sobre la resina con guantes de goma y alisar las irregularidades o bolsas de aire usando un rodillo de plástico. Permitir que la resina pase a través de los hilos del tejido. Si se necesita más de una capa de tejido aplicar una capa adi-



cional de Sikadur®-301 a una lata de 0.5 kg/m² y repetir el proceso anterior. Aplicar una capa final de Sikadur®-

301 sobre la superficie expuesta a una lata de 0.2 kg/m².

MÉTODO DE APLICACIÓN EN HÚMEDO

Aplicar la mezcla de resina epóxica Sikadur®-301 directamente sobre el sustrato, dependiendo de la rugosidad de la superficie, en una proporción 1.5 – 1.6 kg/m², incluyendo la saturación de la fibra. Colocar cuidadosamente el tejido sobre la resina con guantes de goma y alisar las irregularidades o bolsas de aire usando un rodillo de plástico. Permitir que la resina pase a través de los hilos del tejido. Si se necesita más de una capa de tejido aplicar una capa adicional de Sikadur®-301 a una lata de 0.5 kg/m² y repetir el proceso anterior.

Aplicar una capa final de Sikadur®-301 sobre la superficie expuesta a una lata de 0.2 kg/m².

IMPORTANTE

Los cálculos de diseño deben ser realizados por un ingeniero independiente, debidamente acreditado. El sistema es barrera de vapor. No se debe encapsular elementos de concreto en zonas donde se presente ciclo de hielo – deshielo.

RECOMENDACIONES PREVIAS A LA APLICACIÓN DEL SIKAWRAP 600C

- Temperatura del sustrato: ± 8°C
- Máxima humedad relativa: 4%
- Contenido máximo de humedad menos 3°C sobre la temperatura del punto de rocío.
- Se debe medir el punto de rocío durante toda la aplicación.
- Hacer una prueba de adherencia, la cual no debe ser menor a 1.5 N/mm²

Para pequeñas aplicaciones: 4 mínimas

Para grandes aplicaciones: 1 cada 10 m

- Para nivelar la superficie puede aplicar la línea Sika Rep®, línea SikaGrout® o Sikadur®-31

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

Hoja De Datos Del Producto
SikaWrap®-600 C
Abril 2019, Versión 02.01
02020602001000045

3 / 4

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

CONSTRUYENDO CONFIANZA



ANEXO 22: PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 01. Excavación de la Calicata para el estudio de suelo



Fotografía 02. Medición y extracción de muestras para los ensayos en laboratorio de suelo.



Fotografía 03. Elaboración de muretes y pilas para el ensayo de albañilería.



Fotografía 04. Transporte de muretes y pilas para el ensayo de albañilería



Fotografía 05. Ensayo de Compresión diagonal en murete



Fotografía 06. Ensayo de Compresión axial en pilas.

ANEXO 23: RESULTADO DEL SOFTWARE TURNITIN

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1116282705&o=1613024997&student_user=1&lang=es

feedback studio ANDREA KAROLYNA SALAZAR CALCINA Evaluación de vulnerabilidad sísmica para las viviendas autoconstruidas y p...



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Evaluación de vulnerabilidad sísmica para las viviendas autoconstruidas y propuesta de reforzamiento con fibra de carbono, Nuevo Ilo, Moquegua, 2021"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORA:
Salazar Calcina, Andrea Karolyne (ORCID: [0000-0002-7435-2602](https://orcid.org/0000-0002-7435-2602))

Resumen de coincidencias

12 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3 %	>
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	2 %	>
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %	>
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
5	idoc.pub Fuente de Internet	1 %	>
6	documents.tips	<1 %	>

Página: 1 de 80 Número de palabras: 15470 Versión solo texto del informe | High Resolution Activado