



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Vulnerabilidad sísmica para una propuesta de reforzamiento estructural del templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Bach. Vargas Mamani Rony Bladimir (ORCID: 0000-0002-0744-9906)

ASESOR:

Mg. Arévalo Vidal Samir Augusto (ORCID: 0000-0002-6559-0334)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA-PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico la presente tesis a Dios padre todo poderoso por su bondad infinita, fortaleza y misericordia.

A mis padres que día a día estuvieron apoyándome en mi formación, en los momentos más difíciles y sobre todo en la elaboración de la tesis

A mis hermanos y tíos por su apoyo incondicional y sus grandes consejos de vida.

Agradecimiento

A la universidad Cesar Vallejo por abrirme sus puertas para el logro de mi objetivo profesional

Al Mg. Arévalo Vidal Samir Augusto por su asesoría recomendación, organización y disciplina en la presenta tesis.

Al párroco Abdón Cruz Curasi por brindarme la disposición de contribuir de manera amable con la investigación en el Templo de San Felipe.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	18
Tipo y diseño de investigación	18
Tipo de Investigación	18
Variables y operacionalización	18
Población, muestra y muestreo	19
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
Procedimientos	20
Métodos de análisis de datos	20
Aspectos éticos	25
IV. RESULTADOS	26
V. DISCUSIÓN	43
VI. CONCLUSIONES	44
VII. RECOMENDACIONES	45
VIII. REFERENCIAS	46
ANEXOS	49

Índice de tablas

Tabla 1: Sismos en el Perú reportados por año (2005 – 2020).	4
Tabla 2: Sismos Reportados En el Departamento de Puno Durante el año 2021...7	7
Tabla 3: Parámetro para evaluar la vulnerabilidad sísmica Vulnerabilidad	24
Tabla 4: Rango mínimo para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica	24
Tabla 5: Combinaciones de los parámetros para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.....	25
Tabla 6: Densidad de muros en el eje “X”	26
Tabla 7: Densidad de muros en el eje “Y”	27
Tabla 8: Ensayo a la Compresión Simple del Adobe.....	28
Tabla 9: Verificación del esfuerzo al corte en el eje principal “X”	31
Tabla 10: Verificación del esfuerzo al corte en el eje principal “y”	31
Tabla 11: Estabilidad de los Tabiquería al volteo	37
Tabla 12: Factores influyentes en la vulnerabilidad sísmica del Templo	37
Tabla 13: Incidencia del índice de vulnerabilidad sísmica	38
Tabla 14: Calificación de la vulnerabilidad sísmica del templo de San Felipe	38

Índice de figuras

Figura 1: Mapa de sismos presentados en el Perú	5
Figura 2: Mapa de zonificación Sísmica	6
Figura 3: Mapa Político del Departamento de Puno donde se ubica el distrito de Caracoto	8
Figura 4: Mapa Político del Distrito de Caracoto	9
Figura 5: Frontis del Templo de San Felipe.....	10
Figura 6: Refuerzo del muro con madera de confinamiento	13
Figura 7: Refuerzo del muro con malla y mortero	14
Figura 8: Refuerzo del muro con viga collar de Madera.....	14
Figura 9: Fisuras del muro a causa de un movimiento sísmico	15
Figura 10: Refuerzo de muro con lazos verticales y horizontales.....	15
Figura 11: Refuerzo con Contrafuerte Trapezoidal	16
Figura 12: Plano en planta del Templo con los ejes principales en “X” y “Y”	26
Figura 13: Falla de tracción en el encuentro de muros	29
Figura 14: Falla por flexión del muro estructural	30
Figura 15: Posición de la Junta Sísmica.....	32
Figura 16: Fisuras en la tabiquería externa del Templo	32
Figura 17: Erosión del Suelos en la cimentación.....	33
Figura 18: Fisura en el Contrafuerte	33
Figura 19: Erosión en los contrafuertes posteriores del Templo.....	34
Figura 20: Muro estructural erosionado	34
Figura 21: Muro del templo de San Felipe.....	39
Figura 22: Refuerzo con Viga Collar de Madera Exterior e Interior	39
Figura 23: Muro erosionado expuesto a la intemperie	40
Figura 24: Contrafuerte erosionado y expuesto a la intemperie	40
Figura 25: Sustitución de piezas de adobe y reconstrucción del muro.....	41
Figura 26: Colocación de las mallas sintéticas.....	41
Figura 27: Colocado de Mallas sintéticas y tarrajeo	42
Figura 28: Parte Frontal del Templo de San Felipe.....	53
Figura 29: Arquitectura Interior del Templo de San Felipe.....	54
Figura 30: Esfuerzo a la compresión del Adobe.....	54
Figura 31: Excavación de la calicata y toma de medidas.....	56
Figura 32: Calicata en el patio del Templo	56

RESUMEN

La presente investigación se ha realizado en el Templo de San Felipe del distrito de Caracoto teniendo como objetivo determinar el análisis de la vulnerabilidad sísmica y plantear una propuesta de reforzamiento estructural del Templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021, con la finalidad de evaluar el estado actual de la estructura y reducir la vulnerabilidad y proteger vidas humanas y/o materiales, la metodología utiliza es la evaluación del patrimonio cultural, el tipo de investigación es Descriptivo Aplicativa y el diseño de investigación es no experimental - transeccional descriptivo, cuya muestra estudia es el Templo de San Felipe. El trabajo en campo está dado por la recolección de datos por medio de la Ficha Técnica de Reporte donde se colocará el estado del Templo enmarcando los problemas encontrados, trabajando en gabinete el procesamiento de la información recopilada en campo y realizar el análisis sísmico. El resultado obtenido en esta tesis determinó que El Templo de San Felipe del distrito de Caracoto presenta un grado de vulnerabilidad sísmico alta, como conclusión se muestra que para conservar el patrimonio cultural se necesita hacer el reforzamiento del sistema estructural.

Palabras Clave: Vulnerabilidad Sísmica, Patrimonio Cultural, Adobe, Reforzamiento.

ABSTRACT

This research has been carried out in the Temple of San Felipe in the Caracoto district with the objective of determining the analysis of seismic vulnerability and proposing a proposal for structural reinforcement of the Temple of San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021, with the aim to evaluate the current state of the structure and reduce vulnerability and protect human and / or material lives, the methodology used is the evaluation of cultural heritage, the type of research is Descriptive Applicative and the research design is non-experimental - descriptive transectional, whose sample he studies is the Temple of San Felipe. The work in the field is given by the collection of data through the Technical Report Sheet where the state of the Temple will be placed, framing the problems found, working in the office the processing of the information collected in the field and performing the seismic analysis. The result obtained in this thesis determined that the Temple of San Felipe in the Caracoto district presents a high degree of seismic vulnerability, as a conclusion it is shown that to conserve the cultural heritage it is necessary to reinforce the structural system.

Keywords: Seismic Vulnerability, Cultural Heritage, Adobe, Reinforcement.

I. INTRODUCCIÓN

Durante muchos años se han presentado movimientos telúricos en todo el territorio peruano causando pérdidas humanas y materiales las cuales pudieron haberse prevenido, y dicho fenómeno natural se seguirá presentando ya que el Perú está dentro del cinturón de Fuego del Pacífico. El distrito de Caracoto se encuentra en una zona de sismicidad alta debido a que está ubicada en la zona 3 del Mapa de Zonificación Sísmica, también existe una falla geológica debajo de la superficie del lago Titicaca. Durante los últimos años en la ciudad de Caracoto no se ha presentado un sismo de gran magnitud, lo cual no quiere decir que se encuentre ajeno a este problema, por el contrario, la energía se va acumulando haciendo que el sismo sea muy fuerte. El Templo de San Felipe es una construcción antigua que data del siglo XVII construida con material de adobe, las fuertes lluvias y el pasar de los años hace que esta construcción se vuelva más vulnerable ante un movimiento sísmico, debido a ello es importante hacer una evaluación del patrimonio cultural para tener en conocimiento en qué estado se encuentra actualmente y así poder plantear una propuesta de reforzamiento estructural.

Como **formulación del problema general**, tenemos: ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica del Templo de San Felipe para una propuesta de reforzamiento estructural Caracoto - San Román - Puno, 2021? Y como **formulación de los problemas específicos** tenemos a: ¿Cuál es la densidad en los muros del Templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021?, ¿Cuál es el estado actual del Templo San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021?, ¿Son estables la Tabiquería y Parapetos del Templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021?.

En el aspecto técnico la presente investigación nos muestra cuán vulnerable se encuentra el Templo de San Felipe ante un eventual movimiento telúrico ya que durante mucho tiempo no se presentó un sismo de gran magnitud en el distrito de Caracoto y de presentarse uno se podría poner en riesgo la vida de los pobladores que asisten al templo, **En lo social** el Templo de San Felipe es parte fundamental de la historia de la ciudad de Caracoto, y cada año se reúnen todo el pueblo a presenciar las diferentes actividades que se realizan.

Como **objetivo general**, tenemos: Analizar el grado de vulnerabilidad sísmica del Templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021. y como **objetivos específicos** tenemos a: Verificar la densidad de los muros del Templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021, Analizar el estado actual del Templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021, Verificar la estabilidad de la Tabiquería y Parapetos del Templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021 y como **hipótesis general** tenemos: El grado de vulnerabilidad sísmica del templo de san Felipe Caracoto - San Román - Puno 2021 es alto, y permite una propuesta de reforzamiento estructural, y como **hipótesis específicos** tenemos : El Templo de San Felipe Caracoto – San Román – Puno, 2021 muestra una densidad de muros inadecuada, El estado actual del templo de San Felipe – Caracoto – San Román – Puno, 2021 muestra un estado estado de conservación regular, La Tabiquería y Parapetos del Templo de San Felipe – Caracoto – San Román – Puno, 2021 presenta unos muros inestables.

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes nacionales**, tenemos a:

Según (Quispe, 2017) en su tesis de grado “EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA CAPILLA CRISTO POBRE DE LA BENEFICENCIA DE PUNO” llegó a las siguientes conclusiones:

La tesis realiza una evaluación y propuesta de reforzamiento estructural de la Capilla Cristo Pobre de la beneficencia de Puno, teniendo como **objetivo** buscar evaluar el estado actual para luego plantear de una propuesta de reforzamiento estructural de la capilla “Cristo Pobre”, utilizando una **metodología** del tipo descriptivo que estudia el comportamiento de los materiales utilizados, y dando como resultado sus propiedades y su caracterización física y mecánica, así mismo identificando los daños presentados en la estructura obteniendo como **resultado** Plantea refuerzos con elementos de madera y contrafuertes, que representan una alternativa viable y previenen la inestabilidad en la estructura.

Según (Oliva, 2019) en su tesis de grado “VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JOSÉ DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA” llegó a las siguientes conclusiones:

La investigación determina la vulnerabilidad ante un sismo en la iglesia de San José de la ciudad de Cajamarca, teniendo como **objetivo** determinar la vulnerabilidad sísmica de la Iglesia de San José utilizando como **metodología** fichas de evaluación que fueron propuestos por tesistas de la Pontificia Universidad Católica del Perú, obteniendo como **resultado** que la iglesia de San José presenta un grado de vulnerabilidad sísmico alto

Como **antecedentes internacionales**, tenemos a:

De acuerdo a los trabajos previos de investigación tenemos como antecedentes, Según (Torres, Jorquera, 2018) en su artículo científico “Técnicas de refuerzo sísmico para la recuperación estructural del patrimonio arquitectónico chileno construido de adobe” llegando a las siguientes conclusiones:

El artículo científico fue realizado en una estructura de adobe que contemplan gran parte del patrimonio colonial rural el país de Chile, teniendo como **objetivo**

desarrollar una serie de intervenciones con el fin de recuperar estructuras dañadas, utilizando como **metodología** la adaptación de referencias internacionales llevándolas al laboratorio y poniéndolas a prueba con posibles sismos obteniendo como **resultado** que las técnicas de refuerzo son favorables, para la recuperación de las estructuras de adobe.

Según (Canales & García, 2021) en su tesis de grado “PROPUESTA DE CONSERVACIÓN DEL TEMPLO CATÓLICO INMACULADA CONCEPCIÓN DE MARÍA, MUNICIPIO DE CITALÁ” llegó a las siguientes conclusiones:

La tesis de investigación fue realizada en el Templo Católico inmaculada Concepción de María del país de El Salvador, teniendo como **objetivo** la elaboración de una propuesta técnica para la restauración del templo, utilizando una **metodología** analítica que consta de tres fases de trabajo; formulación, diagnóstico y de propuesta obteniendo como **resultado** una propuesta para conservación del templo con una interpretación clara y eficaz.

A continuación, se presenta las **bases teóricas** fundamentando la presente tesis, tomando en cuenta información recopilada de investigadores:

En el Perú el suceso de los sismos es continua con el pase de los años, el Instituto Geofísico del Perú registra cada año movimientos sísmicos que son percibidos por los habitantes con intensidades de (II – III MM) y magnitudes de $ML \geq 4.0$. Los movimientos telúricos de mayores magnitudes son menos frecuentes, con origen en la fricción de placas ejerciendo importantes daños como sucedió en el Sur del Perú el 23 de Junio del 2001 con una magnitud de momento de (8.2 Mw) y en Pisco, el 15 de Agosto del año 2007 con una magnitud de momento de (7.9 Mw) (Fernández, Tavera, & Cuya, 2016).

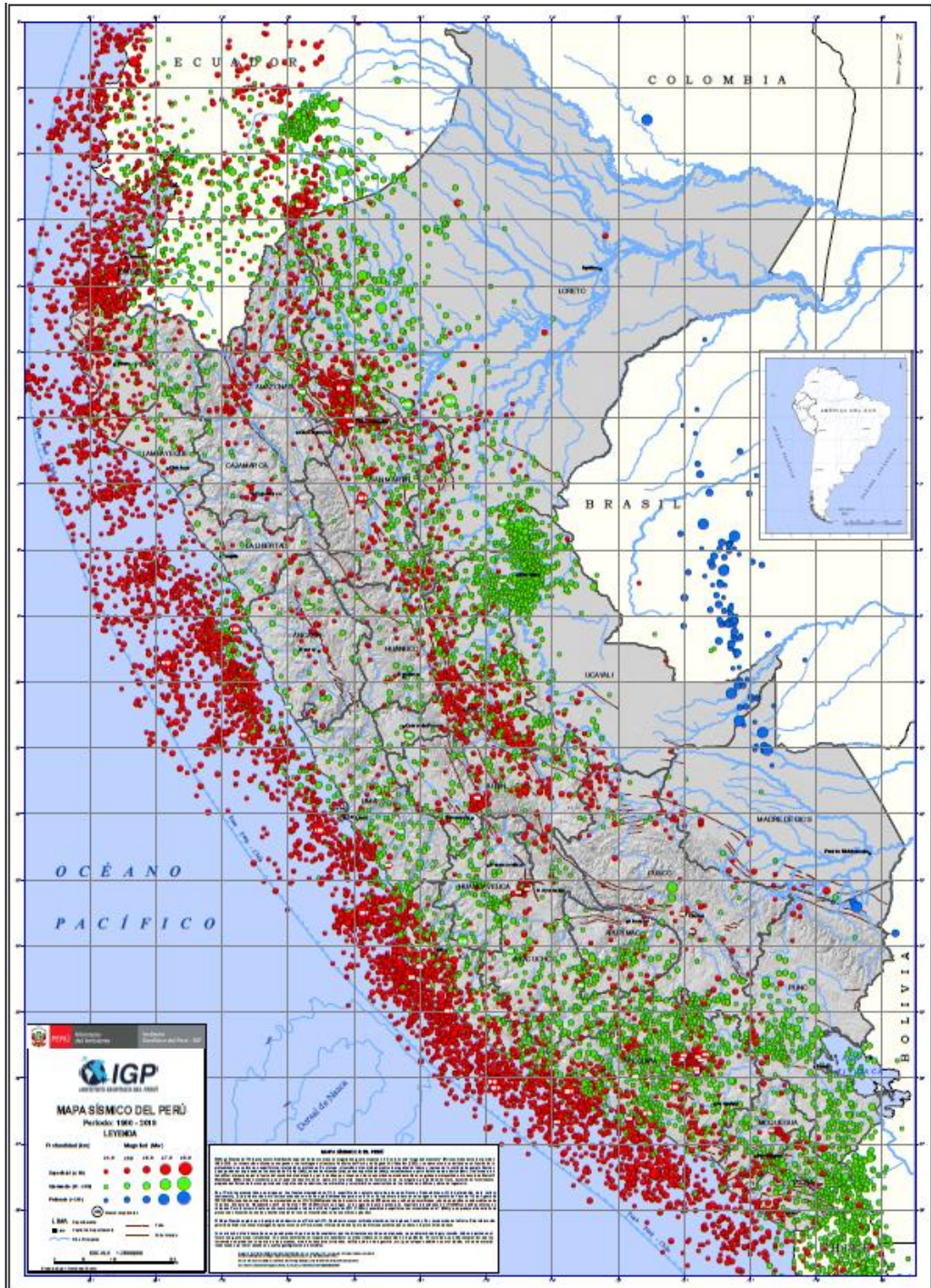
Tabla 1: Sismos en el Perú reportados por año (2005 – 2020).

SISMOS REPORTADOS POR AÑO (2005-2020)			
AÑO	SISMOS REPORTADOS	AÑO	SISMOS REPORTADOS
2005	156	2006	106
2007	198	2008	134
2009	142	2010	151
2011	149	2012	226

2013	220	2014	240
2015	277	2016	413
2017	397	2018	619
2019	434	2020	811

Fuente: (IGP, 2021) .

Figura 1: Mapa de sismos presentados en el Perú



Fuente: (IGP, 2021) .

Figura 2: Mapa de zonificación Sísmica



Fuente: (RNE, 2016)

El 23 de Junio del 2001, a las 3:33pm (Hora Peruana), El Perú volvió a sufrir la fuerza de la naturaleza. En el sur del Perú sostuvo un sismo de gran Mg (8.2 Mw) la cual trajo consigo muerte y destrucción a su paso en varios lugares, en Perú: Arequipa, Moquegua, Ayacucho y Tacna en Chile: Arica e Iquique y en Bolivia: La Paz. Con máximas intensidades presentadas en las ciudades cercanas a la costa con un valor de VII – VIII en la escala de Mercalli Modificada. El sismo es el más grande ocurrido en el sur del país desde el año de 1868 (Tavera, 2002).

Sismicidad en la región de Puno

El 01 de Diciembre del 2016, se presentó un sismo de con una magnitud (6.0 ML), en el departamento de Puno con un epicentro de 60 Km al Este de Lampa, 45Km

al Nor Oeste del distrito de Santa Lucia y a una distancia de 25 Km al Sur Este de de Condoroma, este sismo se presentó a una profundidad de 10 Km, percibido en un radio de 250 Kilómetros con una intensidad de (II MM). Se presentó con mayor intensidad en distintas ciudades así como también en las localidades como son: Cabanillas, Lampa, Ocuvi, Paratia, Santa Lucia, Vilavila y Condoroma (Fernández, Tavera, & Cuya, 2016).

El último sismo de gran magnitud presentado en la región de Puno fue el pasado viernes 01 de Marzo del 2019 a las 03 horas y 50 min a.m. a una profundidad de 270 Km se presentó un sismo de magnitud 7.0 Mw, en el departamento de Puno, provincia de Azángaro y una intensidad de VI en la Escala Mercalli Modificada (IGP, 2021).

Tabla 2: Sismos Reportados En el Departamento de Puno Durante el año 2021.

SISMOS REPORTADOS DURANTE EL AÑO 2021			
Nombre del archivo	Referencia	Fecha y Hora (Local)	Magnitud
IGP/CENSIS/RS 2021-0042	28 Kilometros al Nor-Oeste del distrito de Ocuvi– Provincia de Lampa, Departamento de Puno	07 de Marzo del 2020 14:33:16	M4.1
IGP/CENSIS/RS 2021-0141	41 Kilometros al Este del distrito de Santa Lucia, provincia de Lampa - Departamento de Puno	13 de Marzo del 2021 22:21:14	M4.4
IGP/CENSIS/RS 2021-0179	23 Kilometros al Sur-Oeste del distrito de de San Antonio – Departamento de Puno	07 de Abril del 2021 14:33:16	M4.1

Fuente: (IGP, 2021)

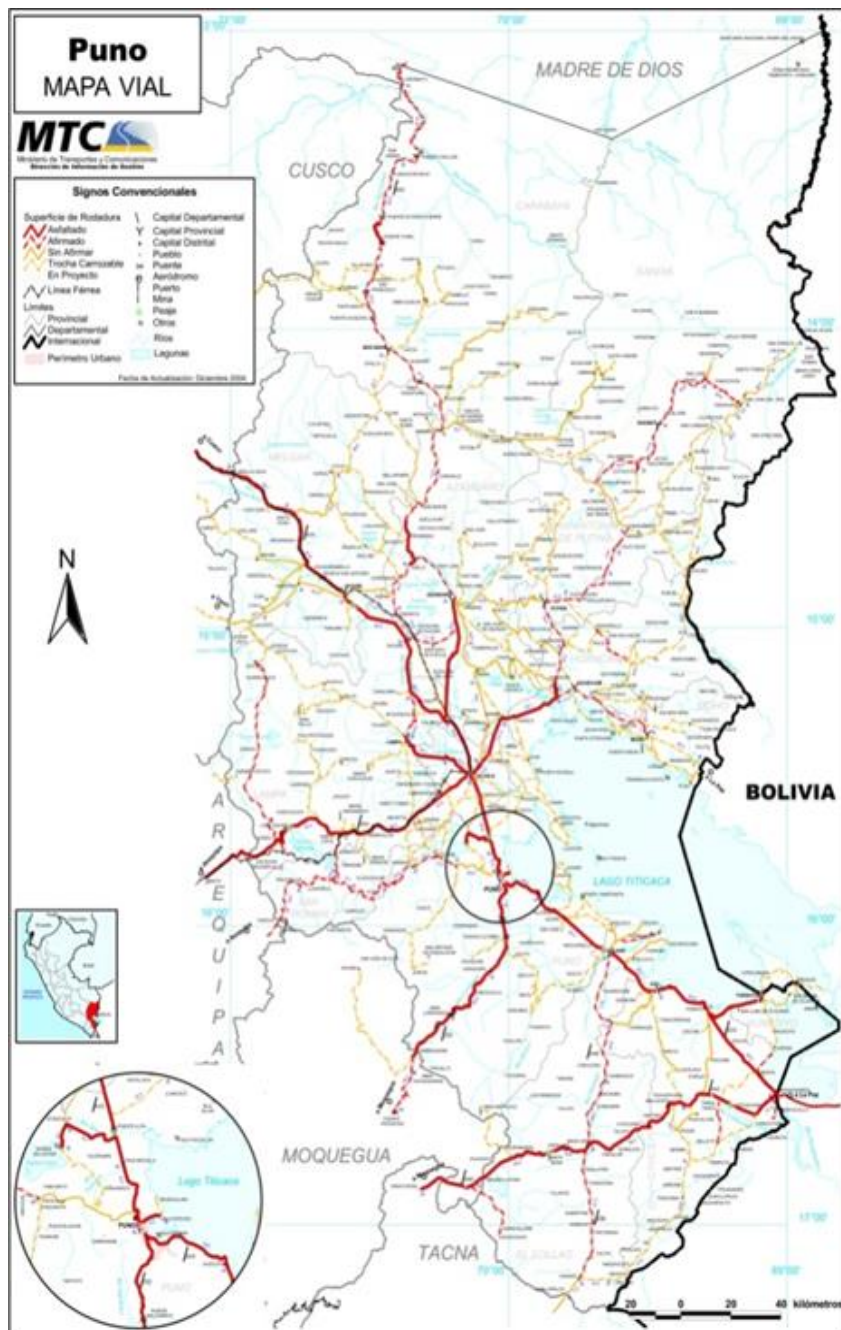
Sismicidad en la Distrito de Caracoto

El sismo de magnitud 6.0 ML que se presentó en la provincia de lampa el 01 de diciembre del 2016 a las 17 horas y 40 minutos se sintió en el distrito de Caracoto específicamente en las localidades de Buena Vista y Collana Chillora ocasionando que 10 viviendas se vean afectadas con fisuras de hasta una pulgada informado por el Instituto Nacional de Defensa civil (INDECI, 2016)

Ubicación Geográfica del Distrito de Caracoto

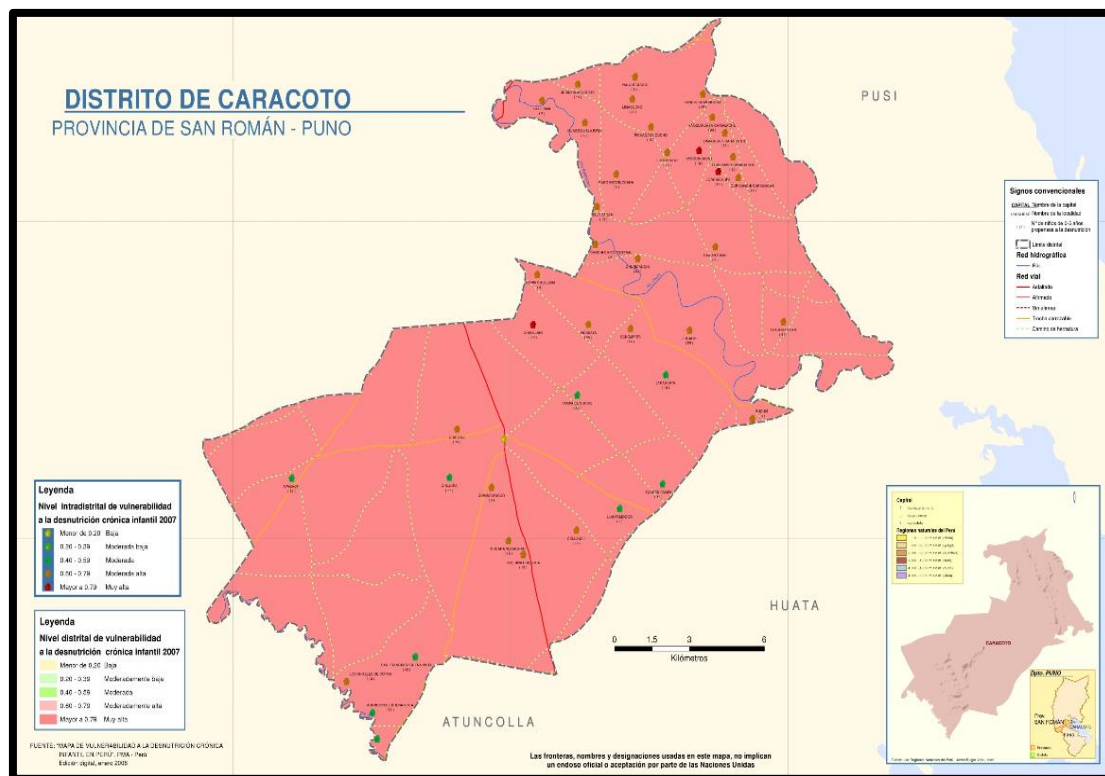
El distrito de Caracoto es parte de la provincia de San Román desde el 06 de septiembre de 1926, cuenta con 53 centros poblados, con una superficie en todo su territorio de 285,87 Km² a una altitud de 3825 m.s.n.m, en las siguientes coordenadas geográficas: 70° 06' 12" de longitud oeste y 15° 33' 59" de Latitud sur (PDU, 2011).

Figura 3: Mapa del Departamento de Puno donde se ubica el distrito de Caracoto



Fuente: Plan de Desarrollo Urbano (PDU, 2012).

Figura 4: Mapa Político del Distrito de Caracoto



Fuente: Plan de Desarrollo Urbano (PDU, 2012).

Zona Norte, Limite con el Distrito Capital de Provincia la ciudad de Juliaca

Zona Sur, Limite con el Distrito de Paucarcolla

Zona Este, Limite con los Distritos de Coata y Huatta.

Zona Oeste, Limite con el Distrito de Cabanillas.

Templo de San Felipe

El Templo de San Felipe fue declarado Patrimonio Cultural de la Nación el 24 de Noviembre del año de 1944 por el Instituto Nacional de Cultura de acuerdo a la R.S. N° 2900-72-ED (Quijhua, 2015).

Cuando llegaron los españoles impusieron la religión católica, sin embargo, los pobladores seguían cultivando sus convicciones religiosas andinas. Para mayor efectividad los curas catequizaron cristianizaron a los pobladores de la zona y antes de 1565 el pueblo de Juliaca y el pueblo de Caracoto ya contaban con uno. El Templo de San Felipe se construyó en el siglo XVII (PDU, 2012).

El templo de San Felipe permaneció hasta finales del siglo XVIII debido a que Vicario José Pérez Armendáriz en 1788 hizo un informe en el que resaltaba que: “va a emprenderse Iglesia nueva porque la actual es muy reducida y está desplomándose”. En el año de 1792 el Obispo Las Heras llegó a Caracoto, proponiendo una nueva iglesia debido a que la iglesia que se encontraba en muy mal estado y antigua contando que la nueva iglesia cuente con una dimensión más larga y ancha para que entren toda la feligresía (PDU, 2011). Concluyéndose en el año de 1846 por encima del primero el segundo llegando así al definitivo templo de San Felipe, con un carácter neocolonial de estilo Andalúz de Cajón y con muros de adobe, con un frontis construido con ladrillo y torres de adobe (Quijua, 2015).

El actual Templo de San Felipe fue construido a mediados del siglo XX, guardando dentro joyas artísticas de procedencia colonial (PDU, 2011).

Se llevan a cabo actividades religiosas cada 20 de enero debido a la fiesta de San Sebastián, celebrándose en el cerro de Santa Bárbara, con la tradicional Qashwa. El 01 de mayo se realiza la fiesta patronal de San Felipe, actividades religiosas, ferias populares y exhibiciones de danzas. (Quijua, 2015).

Figura 5: Frontis del Templo de San Felipe



Fuente: Propia

Comportamiento sísmico de las edificaciones de adobe

Las fallas por tracción en las intersecciones de los muros se debe a los esfuerzos de tracción producidas en el muro al momento de ceder arriostre lateral en los encuentros, la falla por flexión se produce por la falta de arriostramiento en el muro, la falla por corte se da debido a los esfuerzos tangenciales producidas en las juntas (Morales et al., 1993).

En las construcciones de adobe el techo tiene poco peso y son flexibles, haciendo que ante un sismo la parte superior de los muros tengan una vibración libre, actuando como cercos (Kuroiwa, Reducción de Desastres - Viviendo en Armonía con la Naturaleza, 2002).

Vulnerabilidad sísmica

La resistencia de vulnerabilidad sísmica de una edificación se puede medir mediante el grado de daño que sufrieron las edificaciones analizadas, definidos por los grados de intensidad (Kuroiwa, 2002).

La vulnerabilidad sísmica es el grado o nivel de exposición que presenta una estructura hacia un peligro natural, fragilidad mediante la cual una estructura sufre daños ante un movimiento sísmico (INDECI, 2016).

Vulnerabilidad estructural

La capacidad de respuesta de una edificación es primordial cuando se presentan sismos para así evitar las pérdidas humanas y materiales, La vulnerabilidad sísmica estructural de una edificación se precisa en la capacidad máxima que esta tiene para soportar la amenaza de un movimiento telúrico. (Alonso, 2014)

Es preciso mencionar que se debe realizar un análisis de su vulnerabilidad con el fin de evitar daños notables en una estructura y mantener los niveles de seguridad adecuados ante la acción de un sismo (Alonso, 2014).

Vulnerabilidad no estructural

Se hace la evaluación estructural de acuerdo a la valoración de los elementos arquitectónicos, la tabiquería y parapetos por medio de su estabilidad, fijación y

fisuramiento. Los elementos no estructurales tienen un comportamiento flojo ante un sismo se presentan agrietamientos, volteos debido a que no se encuentran arriostrados (CISMID, 2013).

Se procede a estudiar la vulnerabilidad no estructural para así determinar la susceptibilidad a los daños que estos elementos que no forman parte de los elementos estructurales puedan ocasionar, cuando se produce un sismo la estructura queda inhabilitada debido al colapso de los elementos no estructurales (Vizconde, 2004).

Vulnerabilidad en Estructuras de Adobe

Las Estructuras de adobe son en gran medida muy susceptibles a los sismos. Dicha vulnerabilidad se manifiesta considerablemente en los países donde se siguen realizando las construcciones tradicionales desde la antigüedad manteniéndose presente la vulnerabilidad en cada una de ellas (Romero & Julca, 2020).

Sistema estructural de las Estructuras de Adobe

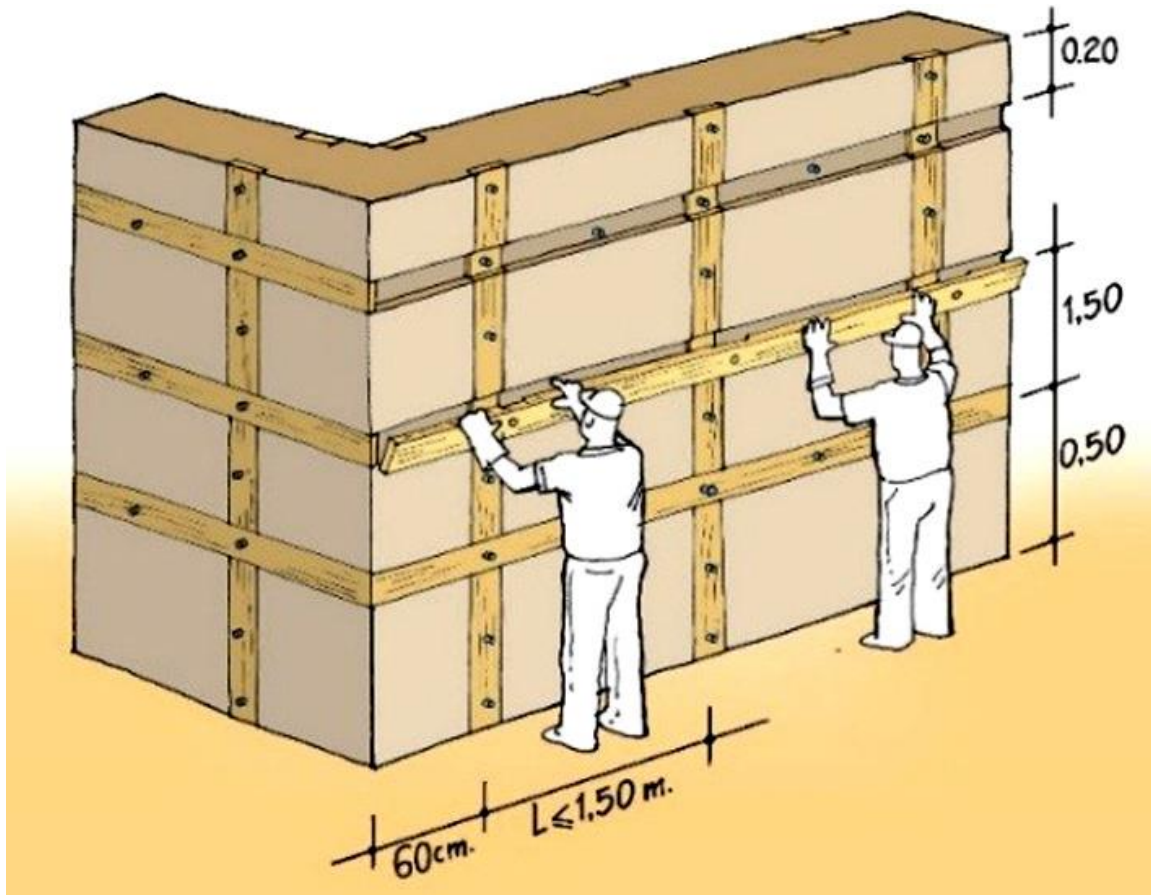
El sistema estructural que tienen las estructuras de adobe deben de tener los siguientes componentes: Cimentación, Sobrecimiento, Entrepisos y techos, Arriostres, Muros, Refuerzos y conexiones (RNE, 2017).

Alternativas de Reforzamiento estructural

Refuerzo con madera de confinamiento

El método se basa en instalar elementos de madera con un ancho de 20 cm y un espesor de 2 cm, interconectando con pernos, instalando la madera tanto vertical como horizontalmente separados cada 1.5 m, también se instalan maderas en la puerta, ventanas y las esquinas (con ángulos de acero). Incrementando así la resistencia de los muros a la flexión manteniendo a toda la estructura con una alta capacidad para poder disipar la energía. (Gómez, López, & Ruiz, 2016)

Figura 6: Refuerzo del muro con madera de confinamiento

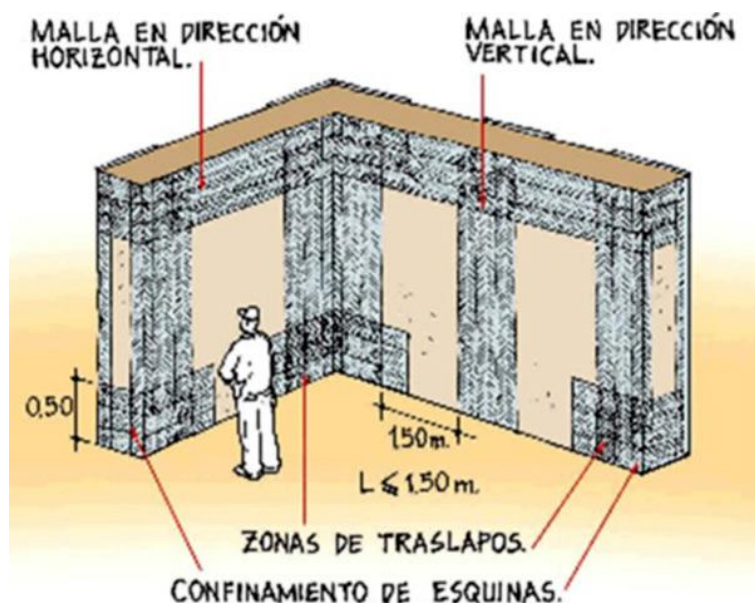


Fuente: (Gómez, López, & Ruiz, 2016)

Refuerzo con malla y mortero de cal

El método de basa en instalar malla de acero galvanizado inoxidable vertical y horizontal con la finalidad de simular columnas y vigas de confinamiento, en zonas críticas de la estructura. Con alambrones de 8 milímetros de diámetro con un espacio a cada 50 cm, y revestir con mortero de cal y arena utilizando una proporción 1:2 fortaleciendo la rigidez lateral y evitando el agrietamiento e incrementando a la estructura la capacidad de disipación de energía que se producen en los muros (Gómez, López, & Ruiz, 2016).

Figura 7: Refuerzo del muro con malla y mortero

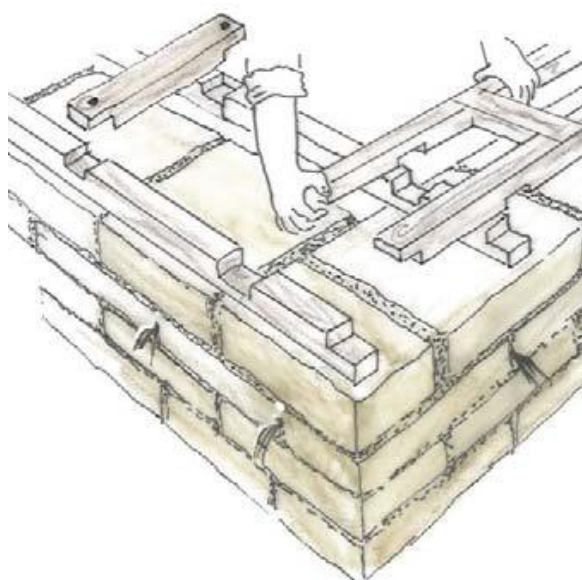


Fuente: (Gómez, López, & Ruiz, 2016)

Refuerzo de la Estructura con Viga Collar de Madera

El refuerzo de la estructura con viga collar de madera tiene como objetivo el de sujetar los muros para que estén conectados cuando suceda un movimiento sísmico, así como de arrioste horizontal (RNE, 2017).

Figura 8: Refuerzo del muro con viga collar de Madera

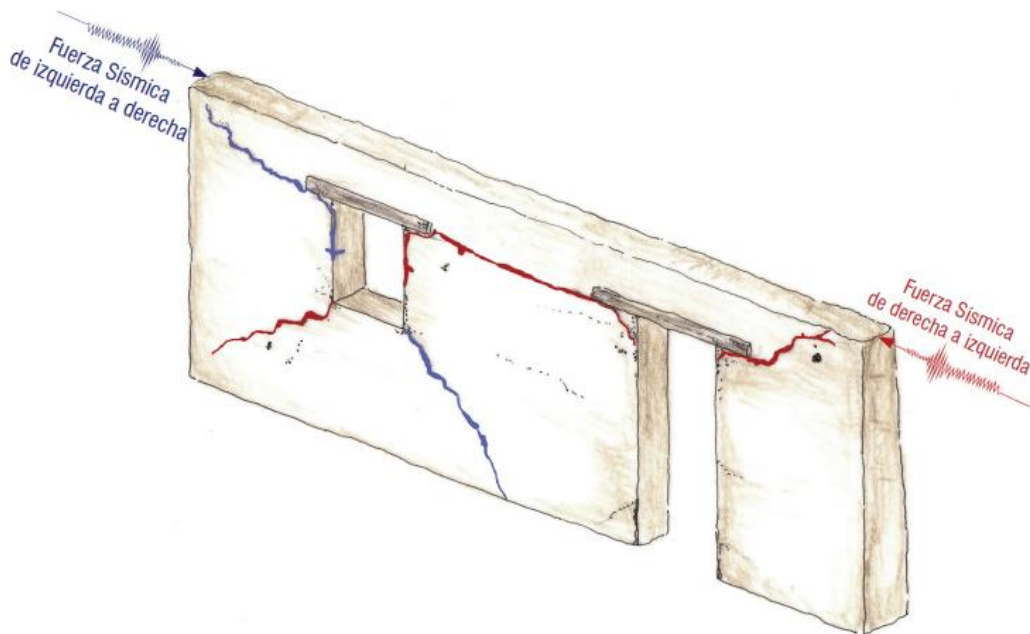


Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (RNE, 2017)

Refuerzo con lazos verticales y horizontales

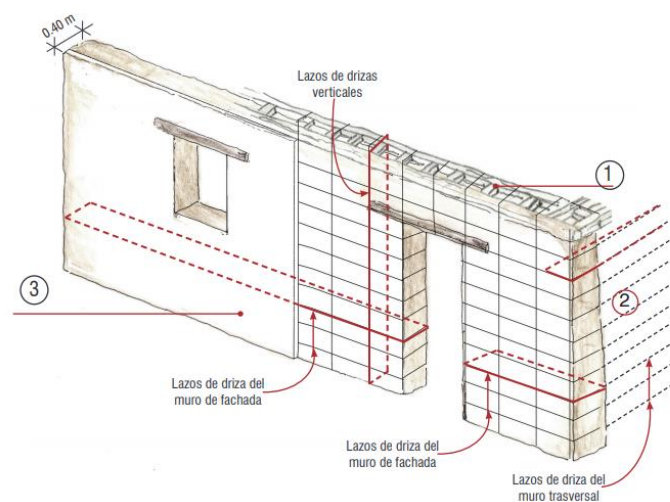
Los lazos se encargan de envolver los muros vertical y horizontalmente pasando sobre la viga collar y el fondo del muro o base del sobrecimiento, tensando cada driza vertical, cada lazo horizontal debe pasar por el medio de cada adobe, envolviéndolas también con lazos horizontales pasando por un orificio que es realizado en el muro, posterior a ello tensar y anudar cada extremo (RNE, 2017).

Figura 9: Fisuras del muro a causa de un movimiento sísmico



Fuente: (MVCS, 2014)

Figura 10: Refuerzo de muro con lazos verticales y horizontales

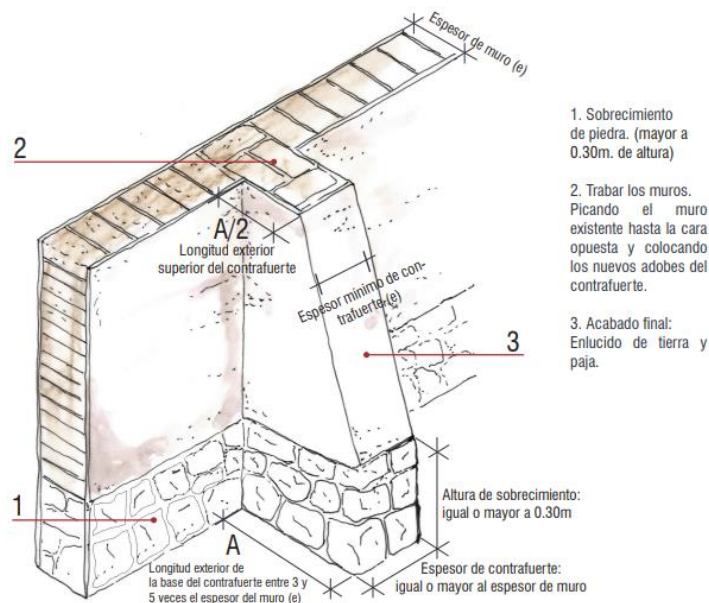


Fuente: (MVCS, 2014)

Refuerzo con Contrafuerte

El refuerzo con contrafuerte consiste en ubicarlo en medio de un muro de longitud larga, el contrafuerte debe tener como mínimo el mismo espesor que el muro, con una altura como mínimo de $2/3$ con respecto a la altura del muro y una extensión (exterior) mayor o igual a 3 y menor a 5 veces el espesor del muro, el contrafuerte puede ser tanto recto como trapezoidal (RNE, 2017).

Figura 11: Refuerzo con Contrafuerte Trapezoidal



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2014)

Definición de Términos

Edificaciones de Adobe. - construcciones de material rustico, tradicional en distintas partes del Perú

Sistema estructural. – Es la unión de diferentes elementos independientes, generando así una estructura, soporta cargas generadas por su propio peso y cargas externas transfiriéndolos al suelo.

Sismicidad. – Se le llama sismicidad a la actividad sísmica que se presentada frecuentemente en un lugar a lo largo de un periodo.

Vulnerabilidad Sísmica. – Depende de cuan susceptible se encuentra una estructura a sufrir un daño por durante la presencia de un sismo (Kuroiwa, 2016).

Densidad de muros. – Es el resultado que se obtiene de la división entre las áreas transversales de los muros y el área de la planta techada (RNE, 2017).

Muro Portante. – El muro portante o muro de carga se diseña y luego se construye para una función estructural, con el fin de transmitir la carga vertical y horizontal de un piso hacia la cimentación, debiendo tener continuidad vertical (RNE, 2006).

Muro no portante. – El muro se diseña para luego construirse de tal forma que puedan soportar su propio peso mas no el de la estructura, así como también lleva las cargas transversales a su propio plano, los muros no estructurales son la tabiquería, los parapetos y los cercos (RNE, 2006).

Tabiquería. – Se denomina tabiquería a los muros que no cumplen ninguna función estructural por el contrario solo soportan su propio peso, el propósito de la tabiquería es separar y/o dividir los ambientes (Mosqueira & Tarque, 2005).

Parapetos. – Elemento no estructural, la baranda o barandilla cumplen la función de protección, cerrar los lugares altos de una estructura para evitar que las personas puedan sufrir un accidente al cayendo al vacío.

III. METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación

Aplicativa. – El tipo de investigación aplicativo se basa en la solución de una realidad problemática en determinadas áreas (Borja, 2012).

Descriptiva. – Se encarga de investigar y determinar las propiedades y características que más se representan del objeto de estudio ya sea viviendas, concreto armado, etc. o algún otro fenómeno que se quiera estudiar (Borja, 2012, p. 13).

Diseño de Investigación

Diseño cuasi experimental

Según (Borja, 2012). “Se basan en la obtención de información sin manipular los valores de las variables, es decir tal y como se manifiestan las variables en la realidad”.

Diseño transeccional descriptivo

El diseño consiste en la ubicación de variables en un grupo objetos, fenómenos, situaciones, y conceder su descripción. Por ende, son estudios netamente descriptivos y al momento de establecer las hipótesis dichas también son descriptivas (Sampieri et al., 2014, p. 155).

VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Variable de Independiente

- Vulnerabilidad sísmica

Variable Dependiente

- Reforzamiento Estructural

Matriz de Operacionalización

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Vulnerabilidad Sísmica <i>(Independiente)</i>	Es el grado de daño que puede sufrir una estructura ante un eventual sismo de una determinada magnitud, su grado se expresa en Alta, Media y Baja (Kuroiwa, 2016)	Se medirá a través de trabajos matemáticos en gabinete para poder desarrollar el detallado y la utilización del software computacional (Auto CAD) y extraer la información necesaria para el procesamiento de datos.	Densidad de muros Estado de conservación del adobe del Templo Estabilidad de la Tabiquería y Parapetos	Adecuada Aceptable Inadecuada Muy Bueno Bueno Regular Malo Estable Inestable	<i>Razón</i> <i>Razón</i> <i>Razón</i>
Propuesta de Reforzamiento <i>(Dependiente)</i>	Se basa en reforzar la estructura dañada de una determinada área, para recuperar la capacidad estructura con la que fue construida. (Quispe, 2017)	Con la vulnerabilidad sísmica del Templo se realizará el reforzamiento estructural adecuado.	Alternativas de Solución	Cumplimiento de la Norma E.080	<i>Razón</i>

Población, muestra y muestreo

Población

La población de estudio para la presente tesis, está conformada por el Templo de San Felipe Caracoto – San Román – Puno.

Muestra

La muestra seleccionada es el Templo de San Felipe Caracoto – San Román – Puno.

Muestreo no Probabilístico

En tipo de muestreo no probabilístico la selección de la muestra depende del criterio de la persona que la investiga más no de una probabilidad (Borja, 2012).

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para reunir los datos se debe tener en cuenta tres técnicas importantes entre sí: 1) Escoger el instrumento adecuado de recolección de datos, 2) Emplear el instrumento a la muestra estudiada y 3) Evaluar la información recogida (Borja, 2012, p. 33).

Las técnicas e instrumentos utilizados en la presente investigación son las siguientes:

Entrevista e Inspección, obtenemos información haciendo preguntas a la persona que se encuentran involucrada directamente con el objeto de estudio llenando una ficha de reporte.

La Observación, En este caso la información recopilada mediante la observación y medición será plasmada en un software de AutoCAD para posteriormente ser trasladada a una base de datos.

Procedimientos

Se procederá con los siguientes procedimientos:

- Se procederá con la obtención de datos, mediante una ficha técnica y posteriormente la toma de medidas del Templo.
- Analizar la vulnerabilidad sísmica
- Realizar un plano en el programa AutoCAD.
- De cuerdos a los resultados obtenidos Proponer un reforzamiento del Templo de San Felipe.

Métodos de análisis de datos

El Método de análisis para la presente tesis se realiza a través de la recopilación de datos y mediciones exactas del Templo de San Felipe para posteriormente transportarlas a programas de análisis estructural (AutoCAD).

Densidad de muros

De acuerdo al (RNE, 2017), La densidad mínima de los muros para la edificación de tierra reforzada en los ejes principales “X” y “Y” se basan de acuerdo al factor de uso. La edificación analizada se encuentra dentro de la NT A.090 Servicios Comunes 2006 (Servicios de Culto – Templos), con un factor de uso (U) de 1.4 y una densidad mínima del 15%, tomar en cuenta que, si hay la posibilidad, los muros de tierra reforzada en su totalidad deban ser arriostrados y portantes.

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros de Tierra reforzada}}{\text{Área Total Techada}} * 100 = \frac{\Sigma L.t}{Ap} * 100 \geq 15\% \quad (1)$$

Donde:

L: Largo total del muro

t: Espesor del muro

Ap: Área de la Planta

- Si, la densidad de muros en cada eje principal $\geq 15\%$, entonces es adecuada.
- Si, la densidad de muros en cada eje principal $< 15\%$, entonces es inadecuada.

Ficha Técnica de Reporte

La ficha de reporte técnica nos ayuda a anotar las deficiencias que cuenta el Templo, véase en el Anexo 1

Tabiquería y Parapetos

Estabilidad de los muros al volteo

Se analiza de la estabilidad del muro al volteo ubicamos los muros (tabiquería y parapetos) que no presenten un diafragma rígido para analizarlo de acuerdo a las fuerzas perpendiculares que actúan sobre el plano del muro de acuerdo a la Norma Técnica E.070 Albañilería (Bazán, 2007).

Para el análisis de se hace la comparación del (M_a) Momento actuante en el muro producido por una carga sísmico y el (M_r) momento resistente que actúa en el muro (Mosqueira & Tarque, 2005).

$$M_a = m * W * a^2 \quad (2)$$

m: Se refiere al coeficiente de momentos (expresada adimensionalmente, ver Anexo 1) (RNE, 2006).

a: dimensión crítica que presenta el muro (ver la Anexo 1), expresada en metros. (RNE, 2006).

W: Magnitud de la carga ortogonal al plano del muro. (RNE, 2006)

$$W = 0,8 * Z * U * C_1 * \gamma * e \quad (3)$$

Z: Se define al factor de zona (0.35) (RNE, 2018).

U: Factor de uso o importancia (1,3; Categoría B; Edificaciones Importantes). (RNE, 2018).

C₁: Coeficiente Sísmico (3,0 para el parapeto y 2,0 para tabique). (RNE, 2018).

e: Espesor bruto del muro (incluyendo tarrajeos) en metros

γ: Peso volumétrico del muro en KN/m³.

Para hallar el momento resistente a tracción por flexión (Mr) se calcula por la siguiente formula que de acuerdo a la resistencia de los materiales, sabemos que el esfuerzo de un elemento que se somete a flexión es:

$$\sigma_{max} = \frac{Mr * c}{I} \quad (4)$$

Sabemos que:

σ_{max} = Esfuerzo máximo por flexión, en (kN/m²)

Mr = Momento resistente a tracción por flexión, expresado en (kN-m)

c = Distancia desde el eje centroidal a la fibra extrema, en (m)

I = Momento de inercia de superficie de la sección, paralela al eje del momento, expresado en (m⁴)

Despejamos el momento resistente a tracción por flexión y lo expresamos en lo siguiente:

$$Mr = \frac{f_t * I}{c} \quad \text{Expresado en kN-m / m}$$

Donde sabemos que:

f_t = Es el esfuerzo de tracción por flexión de la albañilería (139.25 kN/m²) (RNE, 2017)

I = Momento de inercia de la sección transversal del muro, en (m⁴)

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

Se sabe que el f_t tiene una resistencia última 0.14 MPa = 1.42 kgf/cm² (RNE, 2017).

Una vez reemplazados el Esfuerzo de tracción por flexión ($f_t = 139.25$ kN/m²) en la ecuación 5, desarrollamos el momento de inercia de la superficie de la sección transversal del muro para un intervalo de un metro, obteniendo lo siguiente:

$$Mr = 139.25 * \left(\frac{t^3}{12}\right) * \left(\frac{1}{t/2}\right)$$

$$Mr = \frac{139.25}{6} * t^2$$

$$Mr = 23.21 * t^2 \tag{5}$$

Comparamos la ecuación (2) y (6)

- Si $M_a \leq M_r$ el momento actuante en el muro es menor al momento resistente, por lo tanto, el muro es estable
- Si $M_a > M_r$ el momento actuante en el muro es mayor al momento resistente, por lo tanto, el muro es inestable y fallara por volteo ante un movimiento sísmico.

Análisis Sísmico

Para el análisis de la vulnerabilidad que presenta una estructura analizamos la vulnerabilidad estructural y así también la vulnerabilidad no estructural (Mosqueira & Tarque, 2005).

Con el fin de hacer el análisis de la vulnerabilidad de una estructura se toma en cuenta los siguientes parámetros: Por la parte estructural sabemos que la densidad de los muros equivalen un 60% de participación, el estado de conservación tiene un 30% de participación y finalmente por la parte no estructural la tabiquería y los parapetos (en función al parámetro de la estabilidad de muros al volteo) representan un 10% de participación para realizar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica (Mosqueira & Tarque, 2005).

Tabla 3: *Parámetro para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica*

Densidad (60%)	Vulnerabilidad			Tabiquería y Parapetos (10%)	
	Estructural	Estado de conservación (30%)	No estructural		
Adecuada	1	Bueno	1	Todos Estables	1
Aceptable	2	Regular	2	Algunos Estables	2
Inadecuada	3	Malo	3	Todos Inestables	3

Fuente: (Mosqueira & Tarque, 2005).

Con los datos obtenidos calculamos en la siguiente ecuación:

$$Vulnerabilidad\ Sismica = 0.6(Densidad\ de\ muros) + 0.3(Estado\ de\ conservación) + 0.1(Estabilidad\ de\ n) \quad (6)$$

Tabla 4: *Rango mínimo para evaluar vulnerabilidad sísmica*

Vulnerabilidad sísmica	Rango
Baja	1 – 1.4
Media	1.5 – 2.1
Alta	2.2 – 3

Fuente: (Mosqueira & Tarque, 2005).

La siguiente tabla nos permite distinguir las posibles combinaciones para calificar la vulnerabilidad sísmica.

Tabla 5: Cuadro para evaluar la vulnerabilidad sísmica combinando parámetros .

Vulnerabilidad Sísmica	Estructural						No Estructural			Valor Numérico
	Densidad (60%)			Estado De conservación (30%)			Estabilidad de Parapetos (10%)			
	Adecuada	Aceptable	Inadecuada	Adecuado	Regular	Inadecuado	Estables	Algunas 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

Fuente: (Mosqueira & Tarque, 2005).

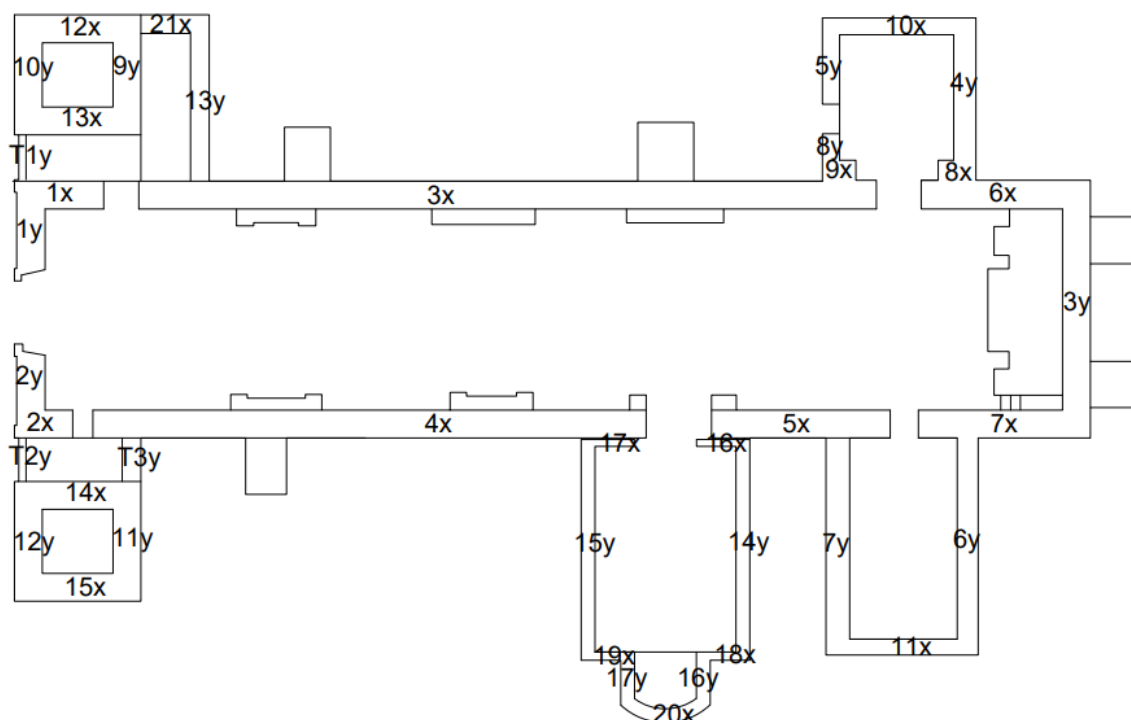
Aspectos éticos

La realización de la presente tesis de investigación se realizó con valores éticos, debido a que el proceso y se realizara de manera confiable y con la responsabilidad que merece una investigación, los datos obtenidos y los resultados se analizarán de manera confiable.

IV. RESULTADOS

Densidad de Muros

Figura 12: Plano en planta del Templo con los ejes principales en "X" y "Y"



Dimensiones por cada eje principal

Dirección en "X"

Tabla 6: Densidad de muros en el eje "X"

DIRECCIÓN EN X				
MURO	LONGITUDES Y ESPESORES EFECTIVOS DE MUROS		ÁREA DE MUROS PORTANTES L.T (M2)	MATERIAL
	ESPESOR			
	0.4	0.97		ADOBE
1y		2.04	1.9788	ADOBE
2y		0.96	0.9312	ADOBE
3y		25.68	24.9096	ADOBE
4y		19.26	18.6822	ADOBE
5y		6.22	6.0334	ADOBE
6y		4.92	4.7724	ADOBE
7y		5.02	4.8694	ADOBE
8y	1.31		0.524	ADOBE
9y	1.16		0.464	ADOBE
10y		3.97	3.8509	ADOBE
11y		3.74	3.6278	ADOBE

12y		2.46	2.3862	ADOBE
13y		2.46	2.3862	ADOBE
14y		2.46	2.3862	ADOBE
15y		2.46	2.3862	ADOBE
16y	1.73		0.692	ADOBE
17y	2.15		0.86	ADOBE
				ADOBE
$\Sigma =$			81.7405	

$$\frac{\Sigma L.t}{Ap} * 100 \geq 15\%$$

$$\frac{81.74}{533.61} * 100 \geq 15\%$$

$$15.31\% \geq 15\% \quad (\text{SI CUMPLE})$$

Dirección en "Y"

Tabla 7: Densidad de muros en el eje "Y"

DIRECCIÓN EN Y				
MURO	LONGITUDES Y ESPESORES EFECTIVOS DE MUROS		ÁREA DE MUROS PORTANTES L.T (M2)	MATERIAL
	ESPESOR			
	0.4	0.97		ADOBE
1x		3.27	3.1719	ADOBE
2x		3.47	3.3659	ADOBE
3x		8.97	8.7009	ADOBE
4x	4.95		1.9800	ADOBE
5x	3.00		1.2000	ADOBE
6x	7.55		3.0200	ADOBE
7x	7.55		3.0200	ADOBE
8x	0.92		0.3680	ADOBE
9x		4.18	4.0546	ADOBE
10x		4.18	4.0546	ADOBE
11x		4.18	4.0546	ADOBE
12x		4.18	4.0546	ADOBE
13x	5.79		2.3160	ADOBE
14x	7.68		3.0720	ADOBE
15x	7.68		3.0720	ADOBE
16x	1.84		0.7360	ADOBE
17x	1.84		0.7360	ADOBE
18x			0.0000	ADOBE
19x			0.0000	ADOBE
20x			0.0000	ADOBE
21x			0.0000	ADOBE
$\Sigma =$			50.98	

$$\frac{\Sigma L.t}{Ap} * 100 \geq 15\%$$

$$\frac{50.98}{533.61} * 100 \geq 15\%$$

$$9.55\% \geq 15\% \quad (\text{NO CUMPLE})$$

Por lo tanto, de acuerdo al parámetro de evaluación la densidad de muros es **aceptable** con un parámetro de **2**.

Estado de Conservación del Templo

Ensayo a la compresión simple del adobe se realizó en el laboratorio de suelos de la empresa Geotecnia Puno E.I.R.L. Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Contracción ver Anexo 01. De acuerdo a la Norma Técnica E.070 Albañilería, del Reglamentos Nacional de Edificaciones Artículo 5 Unidad de Albañilería Ítem 5.4 b) Resistencia a la Compresión, el cual nos indica que se obtendrá la resistencia a la compresión axial realizando la diferencia entre el valor promedio de la muestra y la desviación estándar.

Tabla 8: Ensayo a la Compresión Simple del Adobe

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL ADOBE						
N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	ESPECIFICACIONES (Kg/cm2)	FECHA DE ROTURA	ÁREA NETO (cm2)	CARGA (Kg)	Rotura (Kg/cm2)
1	Muestra M-1 ADOBE 30X30X12.5 CM		13/07/2021	900	4813	5.3
2	Muestra M-1 ADOBE 30X30X12.5 CM		13/07/2021	900	5213	5.8
3	Muestra M-1 ADOBE 30X30X12.5 CM		13/07/2021	900	5492	6.1

Fuente: Propia

Obteniendo un esfuerzo a la compresión simple del adobe promedio de: 5.73 Kg/cm2

Calculando la desviación estándar se obtiene un valor de: 0.40

Obteniendo un Esfuerzo Máximo Total de: 5.33 Kg/cm2.

Fallas de Estructurales encontradas en el Templo

Falla por Tracción

Al realizar una inspección en el Templo se pudo observar que presenta falla por tracción como se observa en la siguiente imagen 13, el cual es ocasionado por los esfuerzos de tracción directa en el muro debido a que da arriostre al muro lateral.

Figura 13: Falla de tracción en el encuentro de muros

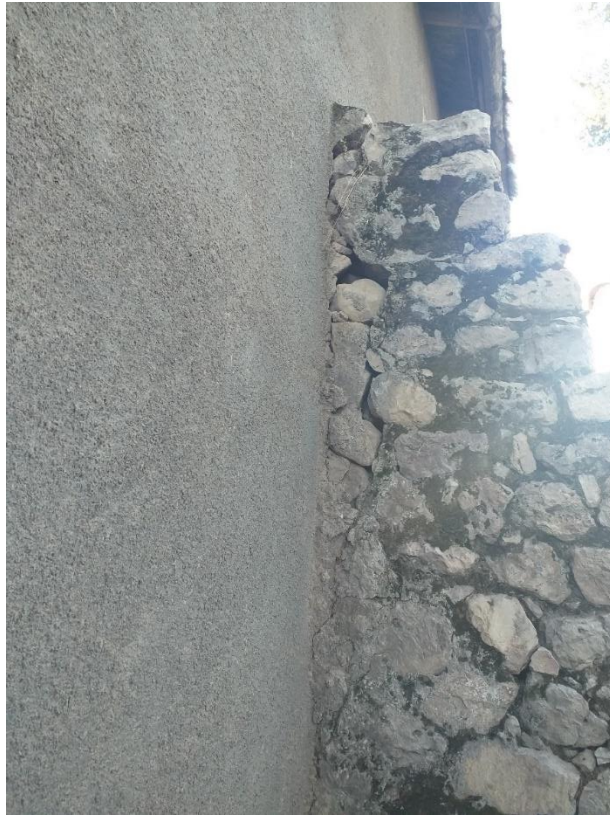


Fuente: Propia

Falla por Flexión

Realizada la inspección en el Templo se observó fisuras en la unión del contrafuerte y el muro estructural, con un valanceo fuera del plano del muro estructural, la falla se presentó en el muro lateral derecho del Templo.

Figura 14: Falla por flexión del muro estructural



Fuente: Propia

Falla por Corte

Se realizó la verificación del esfuerzo cortante de los muros, comparando el esfuerzo al corte que presenta cada muro y el esfuerzo al corte requerido en la Norma E.080 el cual especifica que la resistencia ultima es de 0.025 MPa ó 25 KPa.

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

Z: Se define al factor de zona (0.35). (RNE, 2018).

U: Factor de uso o importancia (1,3; Categoría B; Edificaciones Importantes). (RNE, 2018).

C: Coeficiente Sísmico (3,0). (RNE, 2018).

S: Parámetro del Suelo (1.15)

P: Peso de la Estructura en KN

R: Coeficiente de Reducción de Fuerzas sísmicas (3)

Tabla 9: Verificación del esfuerzo al corte en el eje principal "X"

ANÁLISIS DEL ESFUERZO AL CORTE EN LOS MUROS DEL EJE PRINCIPAL "X"										
MURO	ESPEJOR	LONGITUD	ALTURA	Adobe (Kg/m3)	Cubierta (kPa)	Area Tributaria	Peso del Muro	Peso de la Cubierta	Esfuerzo al Corte	Esfuerzo resistente 21kPa
Muro 1x	0.97	3.27	5.7	1600	4	8.52	283.69	34.08	166.27	INADECUADO
Muro 2x	0.97	3.47	5.7	1600	4	5.19	301.04	20.76	168.38	INADECUADO
Muro 3x	0.97	8.97	5.7	1600	4	134.54	778.18	538.15	688.77	INADECUADO
Muro 4x	0.4	4.95	5.7	1600	4	103.13	177.09	412.51	308.51	INADECUADO
Muro 5x	0.4	3.00	5.7	1600	4	39.01	107.32	156.06	137.81	INADECUADO
Muro 6x	0.4	7.55	5.7	1600	4	17.32	270.10	69.28	177.58	INADECUADO
Muro 7x	0.4	7.55	5.7	1600	4	16.85	270.10	67.39	176.59	INADECUADO
Muro 8x	0.6	0.92	2.6	1600	4	4.22	22.52	16.88	20.61	ADECUADO
Muro 9x	0.6	4.18	2.6	1600	4	4.22	102.32	16.88	62.37	INADECUADO
Muro 10x	0.6	4.18	2.6	1600	4	8.44	102.32	33.75	71.20	INADECUADO
Muro 11x	0.6	4.18	2.6	1600	4	8.12	102.32	32.49	70.54	INADECUADO
Muro 12x	0.97	4.18	5.7	1600	4	5.98	362.63	23.90	202.25	INADECUADO
Muro 13x	0.4	5.79	5.7	1600	4	5.98	207.14	23.90	120.89	INADECUADO
Muro 14x	0.4	7.68	5.7	1600	4	5.98	274.75	23.90	156.27	INADECUADO
Muro 15x	0.4	7.68	5.7	1600	4	5.98	274.75	23.90	156.27	INADECUADO
Muro 16x	0.24	1.84	2.8	1600	4	4.91	19.40	19.66	20.44	ADECUADO
Muro 17x	0.24	1.84	2.8	1600	4	4.91	19.40	19.66	20.44	ADECUADO
Muro 18x	0.24	1.38	2.8	1600	4	4.91	14.55	19.66	17.90	ADECUADO
Muro 19x	0.24	1.38	2.8	1600	4	4.91	14.55	19.66	17.90	ADECUADO
Muro 20x	0.24	3.11	2.6	1600	4	1.65	30.45	6.59	19.38	ADECUADO
Muro 21x	0.4	1.73	2.0	1600	4	5.60	21.72	22.39	23.08	INADECUADO

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10: Verificación del esfuerzo al corte en el eje principal "y"

ANÁLISIS DEL ESFUERZO AL CORTE EN LOS MUROS DEL EJE PRINCIPAL "Y"										
MURO	ESPEJOR	LONGITUD	ALTURA	Adobe (Kg/m3)	Cubierta (kPa)	Area Tributaria	Peso del Muro	Peso de la Cubierta	Esfuerzo al Corte	Esfuerzo resistente 21kPa
Muro 1y	0.97	2.04	5.7	1600	4	8.52	176.98	34.08	110.44	INADECUADO
Muro 2y	0.97	0.96	5.7	1600	4	5.19	83.28	20.76	54.44	INADECUADO
Muro 3y	0.97	25.68	5.7	1600	4	34.17	2227.84	136.67	1237.23	INADECUADO
Muro 4y	0.6	19.26	2.6	1600	4	8.44	471.44	33.75	264.34	INADECUADO
Muro 5y	0.6	6.22	2.6	1600	4	5.33	152.25	21.32	90.82	INADECUADO
Muro 6y	0.6	4.92	2.6	1600	4	13.97	120.43	55.86	92.24	INADECUADO
Muro 7y	0.6	5.02	2.6	1600	4	13.97	122.88	55.86	93.52	INADECUADO
Muro 8y	0.6	1.31	2.6	1600	4	3.11	32.07	12.43	23.28	INADECUADO
Muro 9y	0.97	1.16	5.7	1600	4	5.98	100.63	23.90	65.16	INADECUADO
Muro 10y	0.97	3.97	5.7	1600	4	5.98	344.41	23.90	192.72	INADECUADO
Muro 11y	0.97	3.74	5.7	1600	4	5.98	324.46	23.90	182.28	INADECUADO
Muro 12y	0.97	2.46	5.7	1600	4	5.98	213.41	23.90	124.17	INADECUADO
Muro 13y	0.4	2.46	2.6	1600	4	16.53	40.14	66.11	55.60	INADECUADO
Muro 14y	0.4	2.46	2.8	1600	4	14.56	43.23	58.25	53.10	INADECUADO

Muro 15y	0.4	2.46	2.8	1600	4	14.56	43.23	58.25	53.10	INADECUADO
Muro 16y	0.4	1.73	2.0	1600	4	2.77	21.72	11.07	17.16	ADECUADO
Muro 17y	0.4	2.15	2.0	1600	4	2.77	26.99	11.07	19.92	ADECUADO

Fuente: Propia

Se procedió con la inspección del Templo encontrando lo siguiente:

Incorrecta posición de la Junta sísmica

Figura 15: Posición de la Junta Sísmica



Fuente: Propia

Fisuras en el muro externo derecho

Figura 16: Fisuras en la tabiquería externa del Templo



Fuente: Propia

Erosión del Suelo en el cimiento corrido ubicado en la parte posterior del Tempo

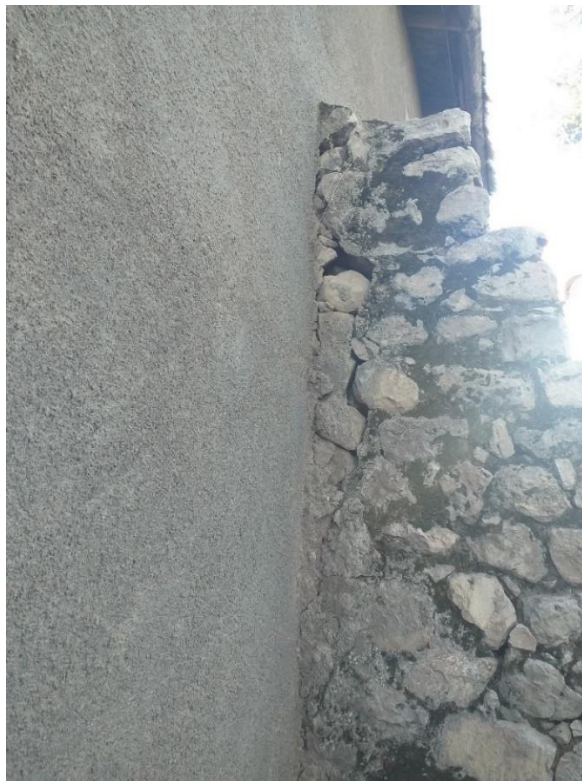
Figura 17: Erosión del Suelos en la cimentación



Fuente: Propia

Fisura en la unión del contrafuerte de roca y el muro estructural de adobe

Figura 18: Fisura en el Contrafuerte



Fuente: Propia

Perención en el contrafuerte de adobe ubicada en la parte posterior del Templo

Figura 19: Erosión en los contrafuertes posteriores del Templo



Fuente: Propia

Muro estructural erosionado y expuesto a la intemperie

Figura 20: Muro estructural erosionado



Fuente: Propia



ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL TEMPLO SAN FELIPE (MAMPOSTERÍA TIPO ADOBE)

FICHA DE REPORTE

ANTECEDENTES

País:	Perú	Departamento:	Puno
Provincia :	San Román	Distrito :	Caracoto
Dirección:	Ubicado al Oeste de la plaza San Martin del distrito de Caracoto		
Dirección técnica en el diseño de construcción:	No constatable		
Dirección técnica en la construcción:	No constatable		
Pisos construidos:	1	Pisos proyectados: 2	Antigüedad del templo: 175 años
topografía y geología:	Ubicado sobre una pendiente moderada		
Peligros naturales que afectan el templo:	Fuertes lluvias en los meses de enero, febrero y marzo y presentándose fuertes vientos en el mes de agosto		
estado del templo:	El Templo cuenta con erosiones y fisuras en su estructura también presenta descascaramiento del tartajeo		
secuencia de construcción del templo:	Construido sobre las bases de la primera construcción (siglo XVII)		

ASPECTOS TÉCNICOS

Sistema Estructural del Templo:

Elementos	características	
Cimentación	Cimiento Corrido cumple las dimensiones mínimas de construcción	
Sobrecimiento	No se puede observar el sobre cimiento	
Muros	se presentan fisura y erosiones en los muros	
Entrepisos y Techo	El techo está conformado por tijerales y cubierta de calamina	
Arriostres	Cuenta con arriostres verticales (muros transversales y contrafuertes) mas no se encontró arriostres horizontales en la parte superior del muro	
Refuerzos y Conexiones	Solo cuenta con refuerzos como verticales como contrafuertes	
otros		
Problemas en la Estructura		
Condiciones de la Ubicación		
Estructura del Templo		
Templo sobre un relleno sanitario	Muros estructurales con densidad inadecuada	X
Templo sobre arenas finas o limos	Templo sin viga collar de concreto o madera	X

Templo con presencia con asentamiento		Muros sin arriostre vertical	
Templo sobre un terreno con mucha pendiente cerca de un talud		Cimientos y/o sobre cimientos inadecuados	
Templo con nivel freático cerca de la superficie	X	Muros no estructurales, Tabiquería y/o parapeto sin arriostre	
Otros		Cubierta del techo no es de un material liviano e impermeable	
		Tijerales sin apoyo sobre soleras de madera	
		Aleros y sistema de evacuación de aguas pluviales inadecuados en todo el perímetro	X
Proceso Constructivo		Templo sin junta sísmica adecuada	X
Altura del muro inadecuado		Materiales deficientes	
Longitud entre muros transversales o contrafuertes inadecuado		Fisura en los muros	X
Muros expuestos al intemperismo	X	Fallas de Flexión	X
Muros combinados de adobe o tapial y ladrillos en muros		Fallas de Tracción	X
Unión entre el muro y el techo no monolítica	X	Fallas de Corte	X
Muros inadecuados para soportar empuje lateral		Falla por asentamiento	
Mala calidad en la elaboración de los adobes			
Muros agrietados		Factores Degradantes	
revestimiento inadecuado de los muros	X	Humedad en pisos, muros y techo	
otros		Muros al Intemperismo, falta de tarrajeo	X
		Desgaste del revestimiento en los muros	X
		Erosión del suelo debajo de algunos muros	X
		Otros	
peligros potenciales del templo			
Sismos		Huayco	
Lluvia	X	Deslizamiento	Otros estado de conservación
Inundación		Viento	
			Buena
			Regular
			Mala

Por lo tanto, de acuerdo al parámetro de evaluación el estado de conservación del Templo es **Mala** con un parámetro de **3**.

Tabiquería y Parapetos

Estabilidad de los muros al volteo

Se determina el momento actuante que actúa en el tabique, parapeto y cerco

$$Ma = m * W * a^2$$

$$Ma = m * (0,8 * Z * U * C_1 * \gamma * e) * a^2$$

Tabla 11: Estabilidad de los Tabiquería al volteo

Peso volumétrico del muro	16	KN/m ³	Z=	0.35	lados arriostrados
Parapeto	código del muro	a<b			
tabique		a (m)	b (m)	t (m)	
TABIQUE	T1y	1.61	5.33	0.23	3
TABIQUE	T2y	1.51	5.33	0.23	3
TABIQUE	T3y	1.37	3.75	0.24	3
TABIQUE	T4y	1.37	3.75	0.24	3

Factores		Valor	Momento Actuante (Ma)	Momento Resistente (Mr)	RESULTAD O FINAL
$\gamma * e$	C1	m	$Ma = m * W * a^2$	$Mr = 23.21 * t^2$	
KN/m ²	Adimensional	Adimensional			
3.68	2.00	1.33	9.23597165	1.227809	INESTABLE
3.68	2.00	1.33	8.12427721	1.227809	INESTABLE
3.84	2.00	1.33	6.97839228	1.336896	INESTABLE
3.84	2.00	1.33	6.97839228	1.336896	INESTABLE

Fuente: Propia

Por lo tanto, de acuerdo al parámetro de evaluación la estabilidad de los muros (tabiquería y parapetos) es **inestable** con un parámetro de **3**.

Análisis Sísmico

Procedemos con el cálculo de la vulnerabilidad sísmica del Templo de San Felipe

Tabla 12: Factores influyentes en la vulnerabilidad sísmica del Templo

Vulnerabilidad				
Estructural		No estructural		
Densidad (60%)	Estado de conservación (30%)	Tabiquería y Parapetos (10%)		
Adecuada	Buena	Todos Estables		
Aceptable	Regular	Algunos Estables		
Inadecuada	Mala	✓	Todos Inestables	✓

Indice de Vulnerabilidad

$$= 0.6(\text{Densidad de muros}) + 0.3(\text{Estado de Conservación}) + 0.1(\text{Estabilidad de muros})$$

$$\text{Indice de Vulnerabilidad} = 0.6(2) + 0.3(3) + 0.1(3)$$

$$\text{Indice de Vulnerabilidad} = 2.4$$

Tabla 13: Incidencia del índice de vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad sísmica	Rango
Baja	1 – 1.4
Media	1.5 – 2.1
Alta	2.2 – 3

Tabla 14: Calificación de la vulnerabilidad sísmica del templo de San Felipe

Grado de vulnerabilidad Vulnerabilidad sísmica
Alta

Propuesta de Reforzamiento

Durante el proceso de análisis y la toma de datos de la estructura se ha podido observar varias deficiencias y problemas, lo que produce que la estructura se encuentre susceptible ante el suceso de un movimiento sísmico de gran magnitud, es por ello que se plantea una propuesta de reforzamiento del Templo de San Felipe con el fin de asegurar la estabilidad de la estructura.

A continuación, colocamos los refuerzos propuestos en orden de importancia:

- ✓ Refuerzo con Viga Collar de Madera (Exterior e Interior)
- ✓ Refuerzo con Mallas Sintéticas
- ✓ Reconstrucción de los muros y el contrafuerte con adobe

Refuerzo con Viga Collar de Madera (Exterior e Interior)

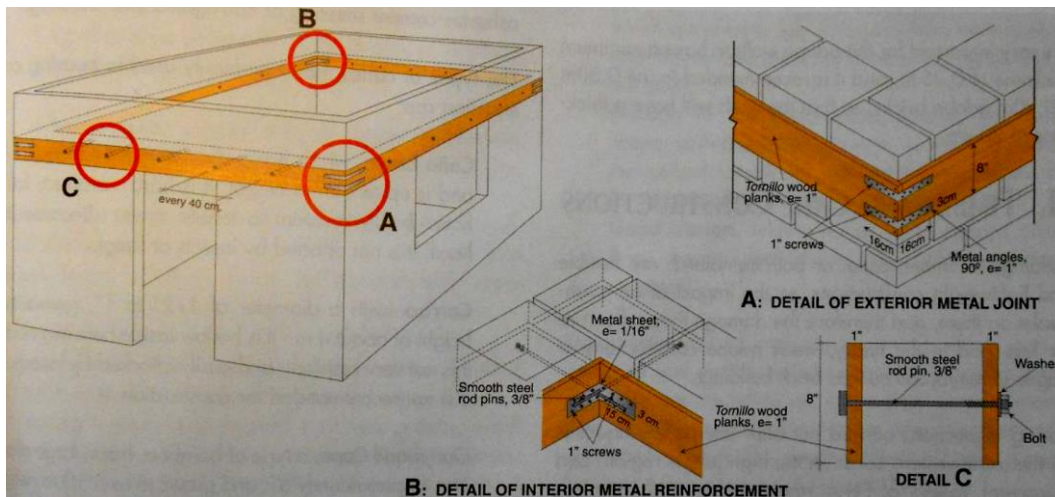
Se plantea este refuerzo debido a que la estructura ya se encuentra construida, este refuerzo consiste en colocar un tablón sobre el muro en la parte externa y colocar otro tablón sobre el muro en la parte interna, en la parte superior debajo del apoyo de los tijerales, unidos con pernos que atraviesen los muros uniendo fuertemente la esquinas con el fin de evitar la falla por ser el punto más crítico (Kuroiwa, REDUCCIÓN DE DESASTRES Viviendo en armonía con la naturaleza, 2002)

Figura 21: Muro del templo de San Felipe



Fuente: Propia

Figura 22: Refuerzo con Viga Collar de Madera Exterior e Interior



Fuente: (Kuroiwa, 2004)

Reconstrucción de los muros y el contrafuerte con adobe

La reparación de muros se ejecuta sin tener que quitar toda la cara del muro, la técnica del reforzamiento consiste en extraer los adobes dañados por fisuras o por el descaste del material a causa del intemperismo y sustituirlas por adobes en buen estado, colocando tacos de madera en los extremos y sosteniendo el muro, se

recomiendo hacer dos hiladas por día con el fin de evitar el aplastamiento del mortero (Quispe, 2017).

Figura 23: Muro erosionado expuesto a la intemperie



Fuente: Propia

Figura 24: Contrafuerte erosionado y expuesto a la intemperie



Fuente: Propia

Figura 25: *Sustitución de piezas de adobe y reconstrucción del muro*

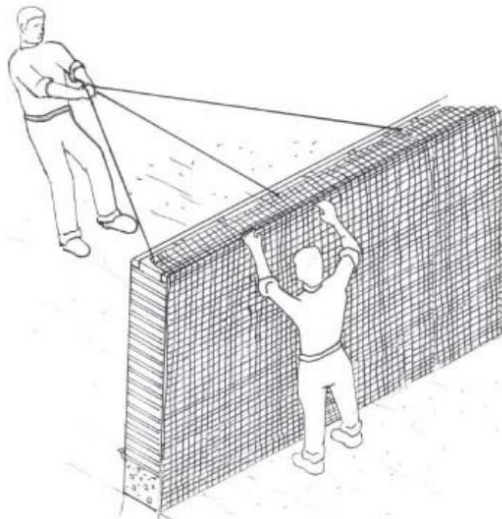


Fuente: (Franco, 2011)

Refuerzo con Mallas sintéticas

Se propone un refuerzo con mallas sintéticas, material de plástico el cual cumple la función de confinar el muro y aumentando la resistencia del adobe a la tracción, este refuerzo convierte el muro en un elemento unificado debido a sus cualidades, material que debe reunir las siguientes características; aberturas máximas de 5 cm con nudos integrados, con una capacidad mínima de tracción de 3.5 KN/m, en las dos direcciones, con una elongación del 2%. (RNE, 2017)

Figura 26: *Colocación de las mallas sintéticas*



Fuente: (RNE, 2017)

Figura 27: Colocado de Mallas sintéticas y tarrajeo



Fuente: (Franco, 2011)

V. DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos en las tablas 7 y 8 en la estructura encontrada se obtiene una densidad de muros en el eje "X" del 15.31%, y en el eje "Y" del 9.55% por lo que solo el eje "X" cumple con la densidad mínima que estipula la Norma E.080.

Según (Oliva, 2019) citado en la presente tesis como antecedente nacional luego de adaptar la fórmula de (Mosqueira & Tarque, 2005), teniendo en cuenta que la densidad de muros en los ejes principales "X" y "Y" para el primer nivel es 24%, para el segundo nivel 30% y para el tercer nivel un 14%, muy por debajo del 64% densidad de muros requerida por la fórmula adaptada para muros de adobe.

Como se observa en el (RNE, 2017) la densidad mínima de muros en los ejes principales es del 15% del área de planta, por lo que en la presente tesis se optó por descartar la fórmula adaptada y ejecutar la investigación con los valores establecidos en la norma.

De acuerdo a la tabla 9 La densidad de muros es aceptable, el estado de conservación del Templo es de Mala y La tabiquería y parapetos todos son inestables. Con los resultados obtenidos podemos obtener el valor de incidencia que es 2.4, este valor nos muestra que el grado de vulnerabilidad sísmica del Templo de San Felipe es Alta por lo que se cumple la hipótesis.

De acuerdo a la investigación realizada por (Oliva, 2019) para determinar la vulnerabilidad sísmica de la iglesia de San José obtuvo un grado de vulnerabilidad sísmica de la estructura es "Alta", así como también (Sangay, 2020) en su comparación de dos metodologías para evaluar la vulnerabilidad sísmica de la iglesia San Juan Bautista dio como resultados un grado de vulnerabilidad "Alta" y "Muy Alta".

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que el Templo de San Felipe ubicado en distrito de Caracoto cuenta con un grado de vulnerabilidad Alta y es necesario realizar el reforzamiento estructural propuesto.

De acuerdo con a la evaluación se logró determinar que la densidad de muros en la estructura es adecuada en el eje "X" e inadecuada en el eje "Y" por lo que la densidad de muros en aceptable

De acuerdo ficha técnica para la evaluación del estado actual del Templo de San Felipe se obtuvo que el estado actual de la estructura se encuentra con un estado de conservación baja.

Verificando la estabilidad de la tabiquería, parapetos se llegó a la conclusión de que los muros se encuentran inestables debido a la altura y arrostramiento que presentan.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda tomar precauciones ante un movimiento sísmico debido a que la vulnerabilidad del Templo que es de grado medio, tomando en cuenta el silencio sísmico que se presenta en el distrito de Caracoto y que actualmente encuentra en la zona 3 del mapa de zonificación sísmica.

El templo de San Felipe presenta daños en su estructura, existiendo grietas y erosión en los contrafuertes de adobe, erosión del suelo en la parte posterior del Templo, erosión del muro en la parte externa de la estructura, debido a estas razones se recomienda la reparación y refuerzo, con el fin de conservar el patrimonio cultural

Se recomienda que los responsables de la ejecución y supervisión del reforzamiento sean profesionales técnicos y especialistas en la materia, tomando en cuenta la seguridad de la estructura y del personal.

VIII. REFERENCIAS

- Alonso, J. (2014). *Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones*. Caracas: PAG MARKETING SOLUCIONES C.A.
- Borja, M. (2012). *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*. Chiclayo, Perú.
- Canales, F., & García, N. (2021). PROPUESTA DE CONSERVACIÓN DEL TEMPLO CATÓLICO INMACULADA CONCEPCIÓN DE MARÍA, MUNICIPIO DE CITALÁ. *Tesis para optar el título de Arquitecto*. Universidad De El Salvador, San Salvador.
- CISMID. (2013). *ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL DE EMERGENCIAS JOSE CASIMIRO ULLOA - MIRAFLORES*. Lima: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres .
- Fernández, E., Tavera, H., & Cuya, A. (2016). Sismo en Lampa del 1 de Diciembre del 2016 (6.0 ML) (Puno): Aspectos Sismológicos. (*Unidad de Sismología*). Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú.
- Franco, J. (05 de Octubre de 2011). *Restauración estructural del Adobe y Geomalla, por 123cua Arquitectos*. Obtenido de Archdaily Perú: <https://www.archdaily.pe/pe/02-112261/en-detalle-restauracion-estructural-del-adobe-y-geomalla-123cua-arquitectos>
- Gómez, V., López, C., & Ruiz, D. (2016). Rehabilitación sísmica de edificaciones históricas en tapia pisada: estudio de caso de capillas doctrineras reforzadas con malla de acero y madera de confinamiento. *Informes de la Construcción*, 8.
- IGP. (2021). *Sismos reportados por año*. Obtenido de Instituto Geofísico de Perú: <https://www.igp.gob.pe/version-anterior/sismos-reportados-anualmente>
- INDECI. (2016). *Manual Básico para la Estimación del Riesgo*. Lima: Instituto Nacional de Defensa Civil.

- Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de Desastres - Viviendo en Armonía con la Naturaleza* (Primera ed.). Lima, Perú: Quebecor World Perú S.A.
- Kuroiwa, J. (2002). *REDUCCIÓN DE DESASTRES Viviendo en armonía con la naturaleza*. Lima, Perú: QUEBECOR WORLD PERÚ S.A.
- Kuroiwa, J. (2004). *Disaster reduction: living in harmony with nature*. Lima: Quebecor World Perú.
- Kuroiwa, J. (2016). *Manual para la Reducción del Riesgo Sísmico de Viviendas en el Perú* (Primera ed.). Lima, Perú: Industrias Gráficas Ausangate S.A.C.
- Morales et al., R. (1993). *Diseño Sísmico de Construcciones de Adobe*. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres.
- Mosqueira, M., & Tarque, S. (2005). Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana. (*Tesis de Magíster en Ingeniería Civil*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- MVCS. (2014). *Fichas para la Reparación de Viviendas de Adobe*. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
- Oliva, F. (2019). Vulnerabilidad Sísmica de la Iglesia San José de la Ciudad de Cajamarca. (*Tesis de título profesional de Ingeniero Civil*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- PDU. (2012). *Actualización y Ampliación del Plan de Desarrollo Urbano de Caracoto (2012 - 2021)*. Municipalidad Distrital de Caracoto. Caracoto: Sub Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural del Distrito de Caracoto.
- Quijhua, J. (19 de Febrero de 2015). El Templo San Felipe de Caracoto. *Diario Los Andes*. Recuperado el 08 de Agosto de 2020, de <http://www.losandes.com.pe/oweb/Nacional/20150219/86219.html>
- Quispe, M. (2017). EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA CAPILLA CRISTO POBRE DE LA BENEFICENCIA

- DE PUNO. *Tesis para optar el título de Ingeniero Civil*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, Puno, Perú.
- RNE. (8 de Mayo de 2006). Norma Técnica E.070 Albañilería. *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. Perú: El Peruano.
- RNE. (07 de Abril de 2017). Norma Técnica E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. Perú: El Peruano. Recuperado el 07 de 04 de 2017
- RNE. (22 de Octubre de 2018). Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente. *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. Perú: El Peruano.
- RNE E.030. (2016). *Diseño Sismoresistente*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Romero, J., & Julca, R. (2020). Análisis Dinámico no Lineal de un Modelo de Vivienda de Adobe Reforzado con Sogas. (*Tesis de título profesional de Ingeniero Civil*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Sampieri et al., R. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México D.F., México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Sangay, E. (2020). COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA IGLESIA SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE LLACANORA, CAJAMARCA 2018". *Tesis para optar el título de Ingeniero Civil*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Vizconde, A. (2004). Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de un Edificio Existente: Clínica San Miguel, Piura. *Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil*. Universidad de Piura, Piura.

ANEXOS

Autor: Bach. Vargas Mamani Rony Bladimir

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	<i>Densidad de muros</i>	<i>Adecuada Aceptable Inadecuada</i>	<i>AutoCAD. Análisis de Datos</i>	Tipo Descriptivo Aplicativo Diseño: Cuasi Experimental Descriptivo Enfoque Cuantitativo Población Templos de la Provincia de San Román Muestra. Templo de San Felipe del Distrito de Caracoto
<i>PG. ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica del Templo de San Felipe para una propuesta de reforzamiento estructural Caracoto - San Román - Puno, 2021?</i>	<i>OG. Analizar el grado de vulnerabilidad sísmica del Templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021.</i>	<i>HG. El grado de vulnerabilidad sísmica del templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno 2021 es alto, y permite una propuesta de reforzamiento estructural.</i>	Vulnerabilidad Sísmica	<i>Estado de conservación del Templo</i>	<i>Bueno Regular Malo</i>	<i>Ficha Técnica. EMS Observación</i>	
				<i>Estabilidad de la Tabiquería y Parapetos</i>	<i>Estable Inestable</i>	<i>AutoCAD. Análisis de Datos</i>	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	<i>Alternativas de Solución</i>	<i>Cumplimiento de la Norma E.080</i>	<i>Resultados de evaluación</i>	
<i>PE1. ¿Cuál es la densidad en los muros del Templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021?</i>	<i>OE1. Verificar la densidad de los muros del Templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021.</i>	<i>HE1. El Templo de San Felipe Caracoto – San Román – Puno, 2021 muestra una densidad de muros inadecuada</i>	Propuesta de Reforzamiento				
<i>PE2. ¿Cuál es el estado actual del Templo San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021?</i>	<i>OE2. Analizar el estado actual del Templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021.</i>	<i>HE2. El estado actual del templo de San Felipe – Caracoto – San Román – Puno, 2021 muestra un estado estado de conservación regular.</i>					
<i>PE3. ¿Son estables la Tabiquería y Parapetos del Templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021?</i>	<i>OE3. Verificar la estabilidad de la Tabiquería y Parapetos del Templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021.</i>	<i>HE3. La Tabiquería y Parapetos del Templo de San Felipe – Caracoto – San Román – Puno, 2021 presenta unos muros inestables</i>					

Anexo 1: Ficha de Reporte



ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL TEMPLO SAN FELIPE (MAMPOSTERÍA TIPO ADOBE)

FICHA DE REPORTE

ANTECEDENTES

País: _____ Departamento: _____
Provincia : _____ Distrito: _____
Dirección: _____
Dirección técnica en el diseño de construcción: _____
Dirección técnica en la construcción: _____
Pisos construidos: _____ Pisos proyectados: _____ Antigüedad del templo: _____ años
topografía y geología: _____
Peligros naturales que afectan el templo: _____
estado del templo: _____
secuencia de construcción del templo: _____

ASPECTOS TÉCNICOS

Sistema Estructural del Templo:

Elementos	características
Cimentación	
Sobrecimiento	
Muros	
Entrepisos y Techo	
Arriostres	
Refuerzos y Conexiones	
otros	

Problemas en la Estructura

Condiciones de la Ubicación		Estructura del Templo	
Templo sobre un terreno de relleno		Densidad de muros inadecuada	

Templo sobre arenas finas o limos		Muros sin viga collar de madera o concreto		
Templo con asentamiento		Muros sin arriostre vertical		
Templo sobre un terreno con mucha pendiente cerca de un talud		Cimientos y/o sobre cimientos inadecuados		
Templo con nivel freático cerca de la superficie		Dinteles con reducida longitud de apoyo		
Otros		Tabiquería y/o parapeto no arriostrada		
		Cubierta del techo no es de un material liviano e impermeable		
		Tijerales sin apoyo sobre soleras de madera		
Proceso Constructivo		Aleros y sistema de evacuación de aguas pluviales inadecuados en todo el perímetro		
Altura del muro inadecuado				
Longitud entre muros transversales o contrafuertes inadecuado		Templo sin junta sísmica		
Muros expuestos al intemperismo		Materiales deficientes		
Mal ubicación de las Juntas sísmicas		Otros		
Combinación de ladrillo con adobe o tapial en muros				
Unión muro techo no monolítica				
Muros inadecuados para soportar empuje lateral		Factores Degradantes		
Mala calidad en la elaboración de los adobes		Humedad en pisos, muros y techo		
Muros agrietados		Muros al Intemperismo, falta de tarrajeo		
revestimiento inadecuado de los muros		Desgaste del revestimiento en los muros		
otros		Erosión del suelo debajo de algunos muros		
		Otros		
peligros potenciales del templo				
Sismos		Huayco		Otros
Lluvia		Deslizamiento		
Inundación		Viento		
		estado actual		
		Buena	Regular	Mala

Anexo 3: Valores del Coeficiente de Momentos (m) y Dimensión Crítica (a)

Valores del Coeficiente de Momentos (m) y Dimensión Crítica (a)									
CASO 1. Muro con Cuatro Bordes Arriostrados									
a= Menor dimensión									
b/a=	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	3,0	∞	
m=	0,0479	0,0627	0,0755	0,0862	0,0948	0,1017	0,118	0,125	
CASO 2. Muro con Tres Bordes Arriostrados									
a= Longitud del Borde Libre									
b/a=	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	∞
m=	0,060	0,074	0,087	0,097	0,106	0,112	0,128	0,132	0,133
CASO 3. Muro Arriostrado Solo en sus Bordes Horizontales									
a= Altura del Muro									
m= 0,125									
CASO 4. Muro en Voladizo									
a= Altura del Muro									
m= 0,5									

Fuente: (RNE, 2006).

Figura 28: Parte Frontal del Templo de San Felipe



Fuente: Propia

Figura 29: *Arquitectura Interior del Templo de San Felipe*



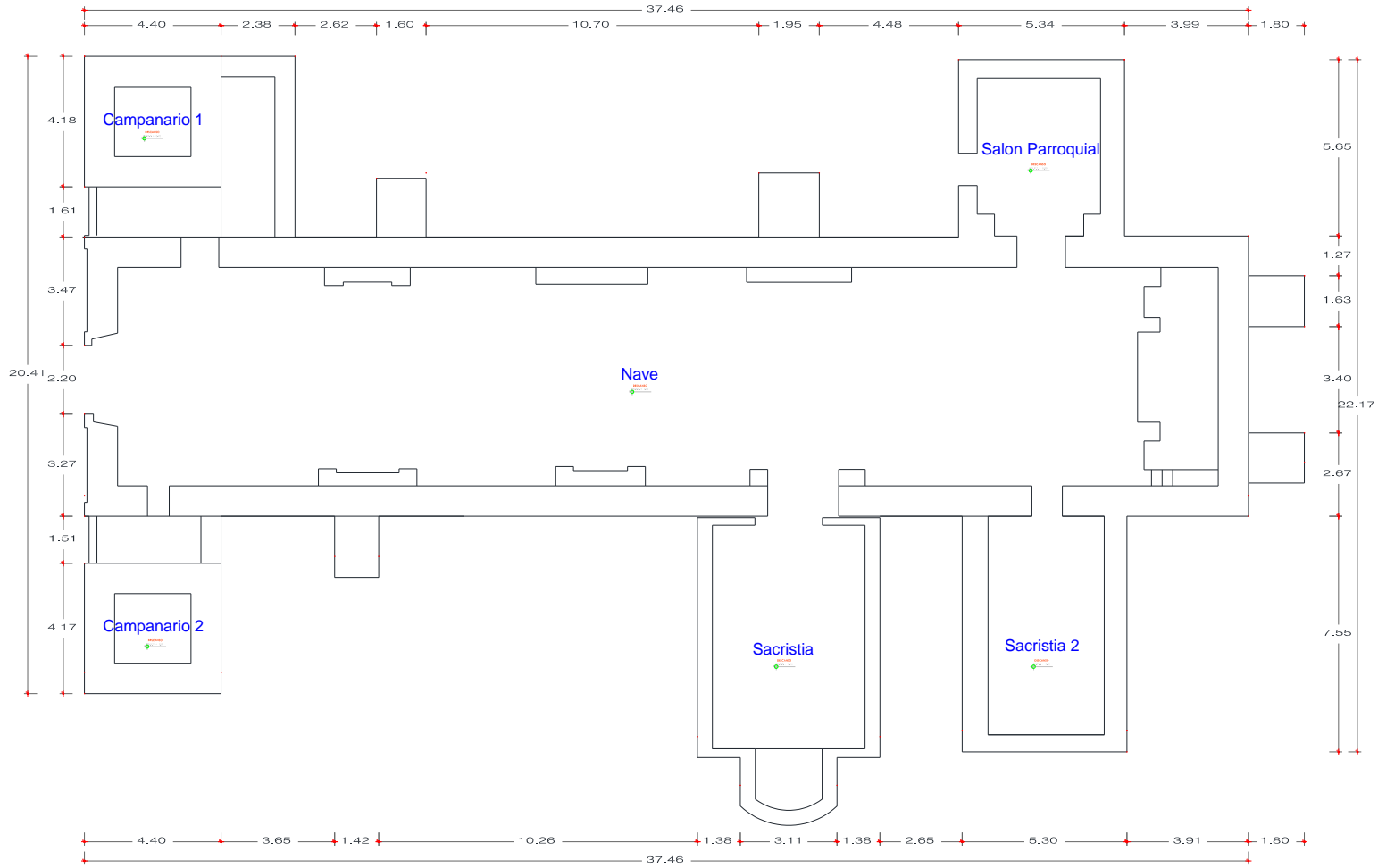
Fuente: Propia

Figura 30: *Esfuerzo a la compresión del Adobe*



Fuente: Propia

Anexo 4: Plano en Planta del Templo de San Felipe



DISEÑO:	UBICACIÓN:		NOMBRE DEL PROYECTO:	CONTENIDO DEL PLANO: ARQUITECTURA		CÓDIGO DE LA LÁMINA:
UNIVERSIDAD CESAR CALLEJO	DEPARTAMENTO	PUNO	"PLANO EN PLANTA DEL TEMPLO DE SAN FELIPE CARACOTO - SAN ROMÁN - PUNO".	PRIMER NIVEL		A-01
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL	PROVINCIA	SAN ROMÁN				
	DISTRITO	CARACOTO				
	LUGAR	PLAZA DE ARMAS DE CARACOTO				
			FECHA: JULIO DEL 2021	ESC: 1/125		

Figura 31: *Excavación de la calicata y toma de medidas*



Fuente: Propia

Figura 32: *Calicata en el patio del Templo*



Fuente: Propia

GEOTECNIA PUNO

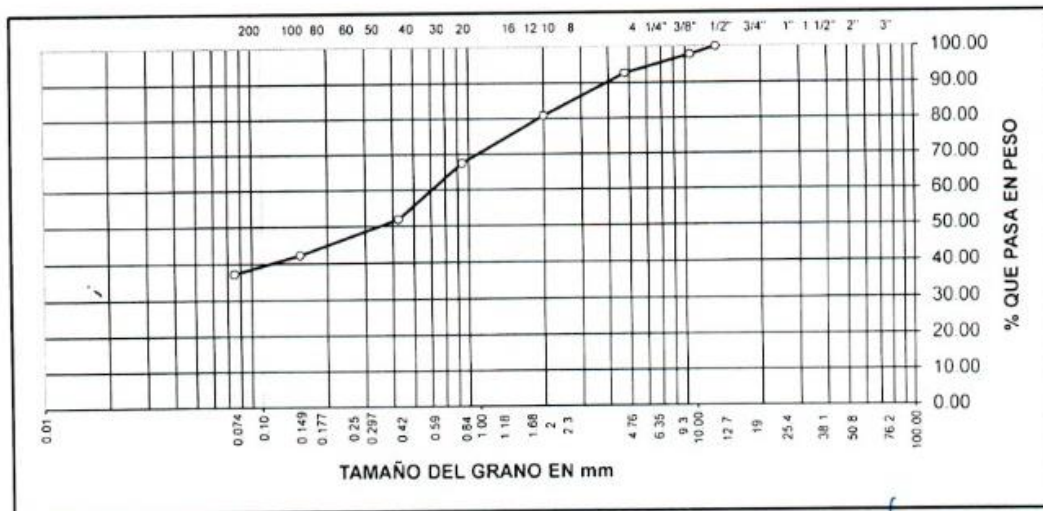
MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO : Vulnerabilidad Sismica para una propuesta de reforzamiento estructural del templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021. Tesista: Vargas Mamani Rony Bladimir
PROGRESIVA : CALICATA 01, M-1 **TECN. RESPONS. :** PERSONAL LABORAT.
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION **ING. RESPONS. :** ALFREDO ALARCON A.
PROFUND. : 0.00 - 2.00 m (M-1) **FECHA :** 15/07/2021

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 2451 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : 542 Grs
2"	50.000						Grava : 7.34 %
1 1/2"	37.500						Arena : 55.39 %
1"	25.000						Fino : 37.27 %
3/4"	19.000						W natural : 13.80 %
1/2"	12.500				100.00		
3/8"	9.500	53.00	2.16	2.16	97.84		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	127.00	5.18	7.34	92.66		L.L. : 35.60 %
No.10	2.000	69.00	11.80	19.14	80.86		L.P. : 22.85 %
No.20	0.840	78.00	13.33	32.47	67.53		I.P. : 12.75 %
No.40	0.425	91.00	15.56	48.03	51.97		
No.100	0.150	57.00	9.74	57.77	42.23		CLASIFICACION
No.200	0.075	29.00	4.96	62.73	37.27		SUCS : SC
<No.200		218.00	37.27	100.0			AASHTO

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Puentes, Bases y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81732

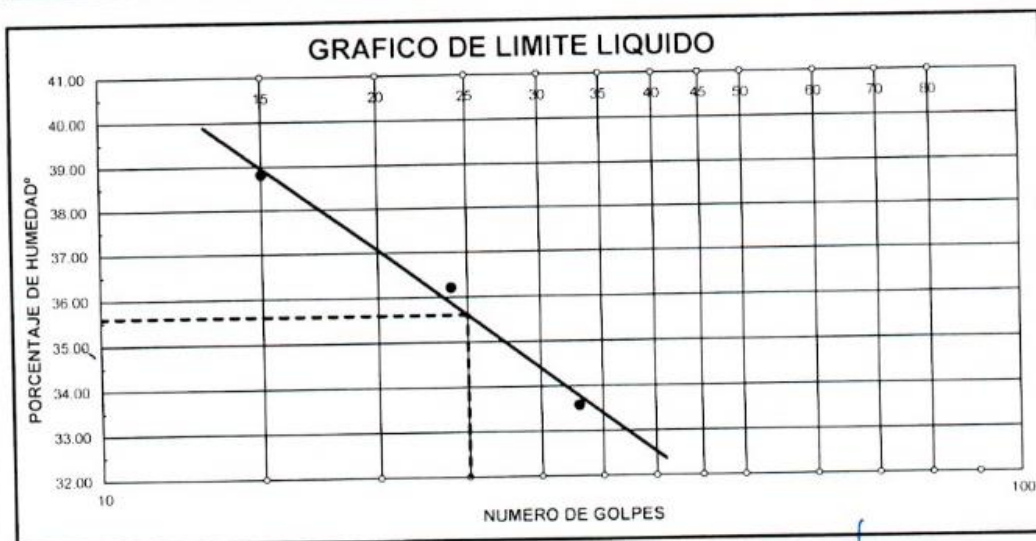
GEOTECNIA PUNO

MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - SUPERVISION - PROYECTOS DE INGENIERIA

PROYECTO : Vulnerabilidad Sismica para una propuesta de reforzamiento estructural del templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021. Tesista: Vargas Mamani Rony Bladimir
PROGRESIVA : CALICATA 01. M-1 **TECN. RESP.:** PERSONAL LABORAT
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION **ING. RESP. :** ALFREDO ALARCON A.
PROFUND. : 0.00 - 2.00 m (M-1) **FECHA** : 15/07/21

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	33	24	15		09T	12T
01. No. DE GOLPES	33	24	15			
02. TARRO No.	15	16	17		09T	12T
03. SUELO HUMEDO * TARRO g	25.65	29.06	29.25		14.14	15.24
04. SUELO SECO * TARRO g	22.02	24.32	24.22		12.25	13.26
05. PESO DEL AGUA g	3.63	4.74	5.03		1.89	1.98
06. PESO DEL TARRO g	11.21	11.23	11.26		4.26	4.28
07. PESO DEL SUELO SECO g	10.81	13.09	12.96		7.99	8.98
08. HUMEDAD %	33.58	36.21	38.81		23.65	22.05
L.L.= 35.60 % L.P.= 22.85 % I.P.= 12.75 %						



GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería y Proyectos, Estudios de Consultoría y Construcción
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
REG. EN INGENIERIA N° 732

GEOTECNIA PUNO

MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES- SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

PROYECTO : Vulnerabilidad Sísmica para una propuesta de reforzamiento estructural del templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021. Tesista. Vargas Mamani Rony Bladimir
PROGRESIVA : **CALICATA N° 01. PARQUE**
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION
PROFUNDIDAD : 1.00-2.50 m
FECHA : 15/07/21

Estado de la muestra : Inalterado
Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5
Clasificación SUCS : SC

ESPECIMEN 01				ESPECIMEN 02				ESPECIMEN 03			
0.50 kg/cm ²				1.00 kg/cm ²				2.00 kg/cm ²			
Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	28.00	3.926	0.200	0.10	52.00	7.436	0.379	0.10	89.00	12.861	0.655
0.20	34.00	4.767	0.243	0.20	57.00	8.151	0.415	0.20	94.00	13.583	0.692
0.30	40.00	5.720	0.291	0.30	63.00	9.009	0.459	0.30	100.00	14.450	0.736
0.40	45.00	6.435	0.328	0.40	68.00	9.724	0.495	0.40	105.00	15.173	0.773
0.60	52.00	7.436	0.379	0.60	78.00	11.271	0.574	0.60	115.00	16.618	0.846
0.80	58.00	8.294	0.422	0.80	85.00	12.283	0.626	0.80	122.00	17.629	0.898
1.00	64.00	9.152	0.466	1.00	91.00	13.150	0.670	1.00	128.00	18.496	0.942
1.25	70.00	10.115	0.515	1.25	96.00	13.872	0.706	1.25	133.00	19.219	0.979
1.50	75.00	10.838	0.552	1.50	102.00	14.739	0.751	1.50	139.00	20.127	1.025
1.75	79.00	11.416	0.581	1.75	105.00	15.173	0.773	1.75	142.00	20.562	1.047
2.00	82.00	11.849	0.603	2.00	107.00	15.462	0.787	2.00	144.00	20.851	1.062
2.25	80.00	11.560	0.589	2.25	104.00	15.028	0.765	2.25	141.00	20.417	1.040
2.50	78.00	11.271	0.574	2.50	102.00	14.739	0.751	2.50	139.00	20.127	1.025
2.75	76.00	10.982	0.559	2.75	99.00	14.306	0.729	2.75	136.00	19.652	1.001
3.00	71.00	10.260	0.523	3.00	95.00	13.728	0.699	3.00	132.00	19.074	0.971
3.50	65.00	9.295	0.473	3.50	90.00	13.005	0.662	3.50	127.00	18.352	0.935
4.00	59.00	8.437	0.430	4.00	85.00	12.283	0.626	4.00	122.00	17.629	0.898
4.50	54.00	7.722	0.393	4.50	81.00	11.705	0.596	4.50	118.00	17.051	0.868
5.00	51.00	7.293	0.371	5.00	77.00	11.127	0.567	5.00	114.00	16.473	0.839
5.50	49.00	7.007	0.357	5.50	74.00	10.693	0.545	5.50	111.00	16.040	0.817
6.00	46.00	6.578	0.335	6.00	70.00	10.115	0.515	6.00	107.00	15.462	0.787
6.50	44.00	6.292	0.320	6.50	66.00	9.438	0.481	6.50	104.00	15.028	0.765

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Estructuras, Energía, Geotecnia y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O. 81732

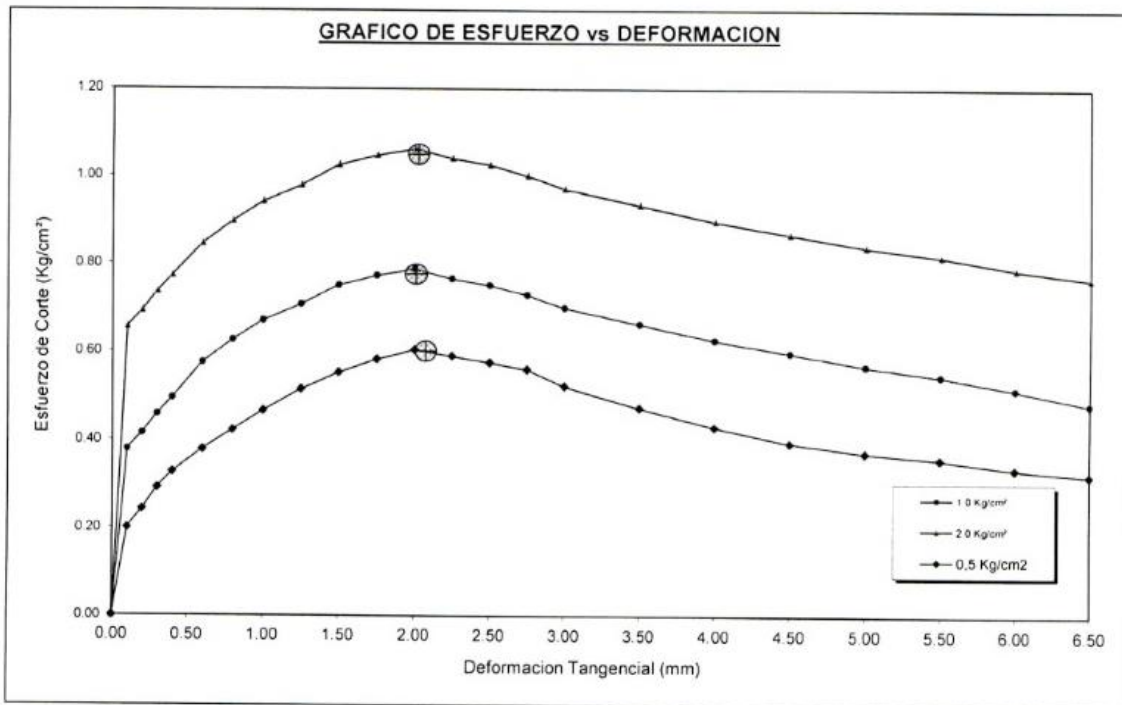
GEOTECNIA PUNO

MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

PROYECTO : Vulnerabilidad Sísmica para una propuesta de reforzamiento estructural del templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021. Tesista. Vargas Mamani Rony Bladimir
PROGRESIVA : CALICATA Nº 01. PARQUE
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION
PROFUNDIDAD : 1.00-2.50 m
FECHA : 15/07/21

Estado de la muestra : Inalterado
Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5
Clasificación SUCS : SC

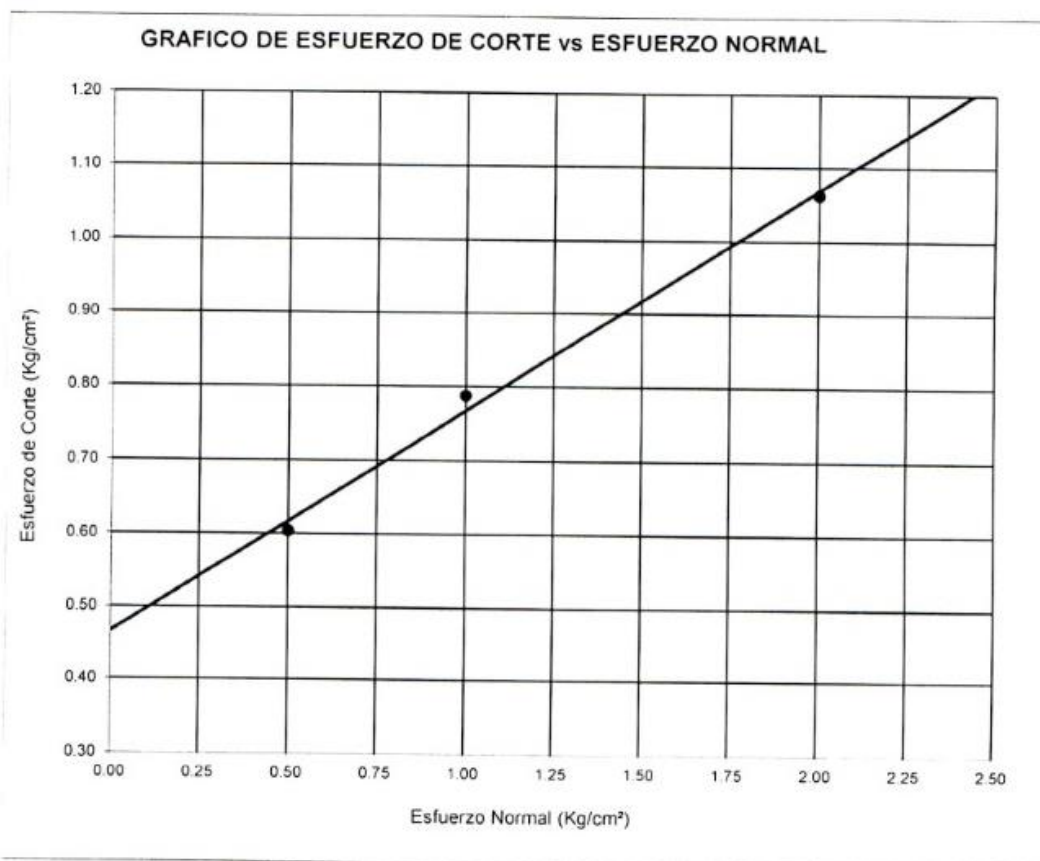


GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ingeniería de Suelos, Cimentaciones y Construcciones
ALF. VARGAS MAMANI ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. C.O. 1732

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080-98)

PROYECTO : Vulnerabilidad Sísmica para una propuesta de reforzamiento estructural del templo de San Felipe Caracoto - San Román - Puno, 2021. Tesisista: Vargas Mamani Rony Bladimir
PROGRESIVA : CALICATA N° 01. PARQUE
MUESTRA : TERRENO DE FUNDACION
PROFUNDIDAD : 1.00-2.50 m
FECHA : 15/07/21

Estado de la muestra : Inalterado
Veloc. Ensayo (mm/min) : 0.5
Clasificación SUCS : SC



Especimen	I	II	III
Esfuerzo normal (Kg/cm²)	0.50	1.00	2.00
Esfuerzo de corte (Kgs/cm)	0.6035	0.7874	1.0619
Humedad (%)			
Densidad húmeda (grs/cm)			

Resultados:	
Angulo de Fricción Interna:	16.76
Cohesión (Kgs/cm²):	0.466

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Estructuras, Consultoría y Construcción
 ALFREDO ALARCON ATAHUACMA
 INGENIERO CIVIL
 ROL. CIP: 6172R

CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE. POR NIVEL DE AGUAS FREATICAS

Parámetros e hipótesis de Cálculo para capacidad de carga último, por las modificaciones efectuadas por Terzaghi para la cimentación cuadrada es como sigue:

$$q_u = 0.867cN'_c + qN'_q + 0.4YBN'_y$$

Donde :

c	:	Cohesión
Y	:	Peso específico del suelo
Df	:	Profundidad de desplante
B	:	Ancho de zapata.
N' _c , N' _q , N' _y	:	Factores de capacidad de carga.

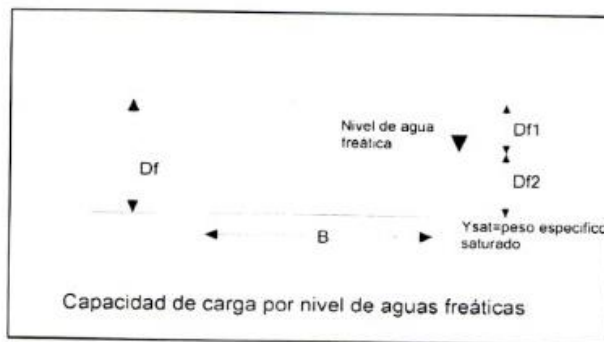
Si el nivel freático se localiza encima de la zapata, el factor de sobrecarga efectiva "q" tomará la forma:

$$q = Df1 \cdot Y + Df2(Y')$$
⇒

$$q = Df1 \cdot Y + Df2(Y_{sat} - Y_w)$$

Donde :

Y _{sat}	:	Peso específico saturado del suelo
Y _w	:	Peso específico del agua



La capacidad de carga admisible del suelo esta dado por :

$$q_a = \frac{q_u}{FS}$$

Donde :

q _a	:	capacidad de carga admisible
q _u	:	capacidad de carga última
FS	:	Factor de seguridad.

Para el Factor de Seguridad tomaremos las siguientes consideraciones:

Existe las variaciones naturales en la resistencia al corte de los suelos.

Las incertidumbres que como es lógico, contienen los métodos o fórmulas para la determinación de la capacidad última del suelo. Excesivo asentamiento en suelos compresibles que haría fluir un suelo cuando éste está próximo a la carga de rotura por corte.

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Proyectos, Consultoría, Construcción y Mantenimiento
 ALFREDO DE ARZOBispo ATAHUACSI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 31732

Por lo expuesto adoptaremos FS = 3,50 establecido para estructuras permanentes.

Para Zapatas Cuadradas:

A partir del ensayo se tiene los siguientes valores:

Cohesión	:	0.466	Kg/cm2
Ø	:	16.76	°
Df	:	200	cm
B	:	200	cm
Y	:	1.782	g/cm3
Ysat	:	1.816	g/cm3
N'c	:	10.372	
N'q	:	3.080	
N'y	:	0.738	

El nivel freático se encuentra a un nivel de **150.00 cm = 1.50 m** Epoca Critico

Quando el nivel freático se encuentra encima de la zapata, se tiene:

Para Df= 50 cm		Para Df= 160 cm	
Df1: 150 cm		Df1: 150 cm	
Df2: -100 cm		Df2: 10 cm	
Para Df= 60 cm		Para Df= 170 cm	
Df1: 150 cm		Df1: 150 cm	
Df2: -90 cm		Df2: 20 cm	
Para Df= 70 cm		Para Df= 180 cm	
Df1: 150 cm		Df1: 150 cm	
Df2: -80 cm		Df2: 30 cm	
Para Df= 80 cm		Para Df= 190 cm	
Df1: 150 cm		Df1: 150 cm	
Df2: -70 cm		Df2: 40 cm	
Para Df= 90 cm		Para Df= 200 cm	
Df1: 150 cm		Df1: 150 cm	
Df2: -60 cm		Df2: 50 cm	
Para Df= 100 cm		Para Df= 210 cm	
Df1: 150 cm		Df1: 150 cm	
Df2: -50 cm		Df2: 60 cm	
Para Df= 110 cm		Para Df= 220 cm	
Df1: 150 cm		Df1: 150 cm	
Df2: -40 cm		Df2: 70 cm	
Para Df= 120 cm		Para Df= 230 cm	
Df1: 150 cm		Df1: 150 cm	
Df2: -30 cm		Df2: 80 cm	
Para Df= 130 cm		Para Df= 240 cm	
Df1: 150 cm		Df1: 150 cm	
Df2: -20 cm		Df2: 90 cm	

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Evaluación y Control de Calidad y Construcción

ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
RUB. CIE: 80732

Para Df= 140 cm
 Df1: 150 cm
 Df2: -10 cm

Para Df= 250 cm
 Df1: 150 cm
 Df2: 100 cm

Para Df= 150 cm
 Df1: 150 cm
 Df2: 0 cm

Los valores para cada profundidad tenemos:

PROF. Df (cm)	qu (Kg/cm ²)	qa (Kg/cm ²)
50	4.87	1.39
60	4.89	1.40
70	4.92	1.41
80	4.94	1.41
90	4.97	1.42
100	4.99	1.43
110	5.02	1.43
120	5.05	1.44
130	5.07	1.45
140	5.10	1.46
150	5.12	1.46
160	5.15	1.47
170	5.17	1.48
180	5.20	1.48
190	5.22	1.49
200	5.25	1.50
210	5.27	1.51
220	5.30	1.51
230	5.32	1.52
240	5.35	1.53
250	5.37	1.53

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Bestiario Civil, Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIR 81732

Anexo 6: Juicio de experto número 2

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres del Experto	SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO
1.2 Institución donde labora	UCV
1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación	Ficha de Reporte Para Mampostería Tipo Adobe
1.4 Autor del Instrumento	Bach. Rony Bladimir Vargas Mamani

II. ASPECTO DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1	CLARIDAD												X	
2	OBJETIVIDAD												X	
3	ACTUALIDAD												X	
4	ORGANIZACIÓN												X	
5	SUFICIENCIA											X		
6	INTENCIONALIDAD												X	
7	CONSISTENCIA												X	
8	COHERENCIA												X	
9	METODOLOGÍA											X		
10	PERTINENCIA													X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

94

CORREO: rsiguenza@ucvvirtual.edu.pe
 TELÉFONO: 917195547
 FECHA: 25/07/2021



FIRMA DEL EXPERTO

Anexo 7: Juicio de expertos número 3

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres del Experto	LUIS ALBERTO SEGURA TERRONES
1.2 Institución donde labora	UCV
1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación	Ficha de Reporte Para Mampostería Tipo Adobe
1.4 Autor del Instrumento	Bach. Rony Bladimir Vargas Mamani

II. ASPECTO DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1	CLARIDAD												X		
2	OBJETIVIDAD													X	
3	ACTUALIDAD													X	
4	ORGANIZACIÓN													X	
5	SUFICIENCIA													X	
6	INTENCIONALIDAD													X	
7	CONSISTENCIA												X		
8	COHERENCIA													X	
9	METODOLOGÍA													X	
10	PERTINENCIA													X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

94

CORREO:	lsegurat@ucv.edu.pe
TELÉFONO:	994489955
FECHA:	25/07/2021

FIRMA DEL EXPERTO