



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Evaluación sísmica y optimización de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash - 2020”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Chávez Huamán, Jimy Carlos (ORCID: 0000-0002-4987-6455)

**ASESOR:**

Mgtr. Muñoz Arana, José Pepe (ORCID: 0000-0002-9488-9650)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

CHIMBOTE - PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

Mi profundo agradecimiento a los habitantes del AA.HH. Villa Jesús, por confiar en mi persona, abrirme las puertas de sus hogares y permitirme realizar todo el proceso investigativo.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Cesar Vallejo – Chimbote, a toda la Facultad de Ingeniería, a mis profesores que con las enseñanzas de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad. Por últimos y más importantes a mis padres que con el esfuerzo y apoyo que me dan a diario he podido lograr una de meta más.

## **Agradecimiento**

En el presente desarrollo de tesis me gustaría agradecer a Dios por permitirme haber logrado una importante meta en mi vida, dándome constancia, sabiduría y fortaleza para culmina este proyecto.

De la misma manera agradecer a mis asesores, compañeros de estudios y amigos por todo apoyo incondicional.

Agradezco a todos los ingenieros por su apoyo incondicional para poder lograr mis objetivos y seguir avanzando con éxito.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de Gráficos y Figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Tipo y diseño de investigación.....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Variables y Operacionalización.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis: .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>20</b>
<b>3.5 Procedimientos. ....</b>	<b>20</b>
<b>3.6 Método de análisis de datos. ....</b>	<b>22</b>
<b>3.7 Aspectos éticos. ....</b>	<b>22</b>
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>41</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>52</b>

## Índice de tablas

<i>Tabla N° 1: Calculo de la muestra por nivel de confianza .....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla N° 2: Calculo de la muestra por nivel de confianza .....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla N° 3: Densidad Mínima de muros en los ejes X.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla N° 4: Densidad Mínima de muros en el eje Y.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla N° 5: Parámetros de diseño Según E-020.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla N° 6: Parámetros de diseño Según E-030.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla N° 7: Parámetros de diseño Según E-070.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla N° 8: Cálculo de asentamiento para zapatas cuadradas .....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla N° 9: Cálculo de asentamiento para cimientos corridos.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla N° 10: Capacidad Admisible de Carga por Limitación de Esfuerzo Cortante para Zapata Cuadrada .....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla N° 11: Capacidad Admisible de Carga por Limitación de Esfuerzo Cortante para Cimientos Corridos .....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla N° 12: Irregularidad de Rigidez - Piso Blando .....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla N° 13: Irregularidad de Rigidez - Piso Débil .....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla N° 14: Irregularidad de Extrema Rigidez .....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla N° 15: Irregularidad de Extrema Resistencia .....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla N° 16: Irregularidad de Masa o Peso.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla N° 17: Irregularidad Geométrica Vertical .....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla N° 18: Irregularidad de Discontinuidad de Sistemas Resistentes .....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla N° 19: Irregularidad de Discontinuidad Extrema de Sistemas Resistentes .</i>	<i>32</i>
<i>Tabla N° 20: Irregularidad Torsional.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla N° 21: Irregularidad Extrema Torsional .....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla N° 22: Periodos reales de la vivienda.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla N° 23: Cortante basal .....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla N° 24: Cortantes Estáticas y Dinámicas .....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla N° 25: Masa Participativa .....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla N° 26: Control de derivas de la vivienda.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla N° 27: Cortantes con el sismo dinámico .....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla N° 28: Desplazamientos ente pisos.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla N° 29: Aceleraciones entre pisos .....</i>	<i>39</i>

## Índice de Gráficos y Figuras

<i>Grafico N° 1: Grado de Vulnerabilidad Sísmica.....</i>	<i>23</i>
<i>Grafico N° 2: Espectro de Respuesta de Pseudo - Aceleraciones .....</i>	<i>36</i>
<i>Grafico N° 3: Espectro Elástico e Inelástico .....</i>	<i>36</i>
<i>Figura N° 1: Vista frontal y lateral del modelado.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura N° 2: Vista de los elementos estructurales verticales y horizontales .....</i>	<i>32</i>
<i>Figura N° 3: Vista en planta del modelado .....</i>	<i>34</i>
<i>Figura N° 4 - Cortante en la base según ETABS.....</i>	<i>35</i>

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo general realizar la evaluación sísmica y optimización de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash – 2020, por ello se realizó un análisis estático y dinámico, un modelado de la vivienda actual y de la vivienda optimizada con el software Etabs 2018, teniendo en cuenta las vigentes normas E-030 y E-070. En el AA.HH. las viviendas fueron hechas en gran parte por los mismos pobladores, quienes fueron los que incrementaron el nivel de vulnerabilidad sísmico, ya que no cuentan con estudios académicos o técnicos apropiados para realizar una vivienda que pueda resistir un sismo, un motivo por la cual hay mucha informalidad es el factor económico. La información se tuvo que recolectar por medio de una ficha de inspección, con ello se obtuvo resultados de la vulnerabilidad sísmica, calidad de los materiales. Se brinda recomendaciones gracias a la obtención de datos importantes por los mismos pobladores de la zona, dentro de los resultados se obtuvo un grado de 108.36 y un factor de vulnerabilidad alta.

**Palabra clave:** vulnerabilidad sísmica, albañilería confinada, optimización

## **Abstract**

The general objective of this research is to carry out the seismic evaluation and optimization of a confined four-level masonry house in the AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash - 2020, for this reason a static and dynamic analysis was carried out, a modeling of the current home and the optimized home with the Etabs 2018 software, taking into account the current E-030 and E-070 standards. In the AA.HH. The houses were made in large part by the inhabitants themselves, who were the ones who increased the level of seismic vulnerability, since they do not have appropriate academic or technical studies to make a house that can withstand an earthquake, a reason why there is much informality is the economic factor. The information had to be collected by means of an inspection sheet, with which results were obtained on the seismic vulnerability, quality of the materials. Recommendations are provided thanks to the obtaining of important data by the same inhabitants of the area, within the results a grade of 108.36 and a high vulnerability factor were obtained.

**Keyword:** seismic vulnerability, confined masonry, optimization



## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú el Reglamento Nacional de Edificación E-030 de diseño sismo resistente tiene como filosofía y principios de dicha norma; son de prevenir que no haya pérdidas humanas, garantizar la continuidad de los servicios primordiales y disminuir los daños ocasionados de una edificación ante un sismo.

De tal manera, la realidad problemática de la investigación en cuestión se ha considerado porque a medida que la sobrepoblación ha ido aumentando las edificaciones creció paralelamente y con ello la autoconstrucción, como lo hace saber el diario español El País, el donde en uno de sus artículos recalca que nueve de cada diez viviendas en América latina y el caribe son de mala calidad, dicho artículo hace referencia a un estudio presentado en Washington el cual revela que el 94% de las viviendas son de mala calidad, además que el 75% de estas viviendas están en zonas urbanas costeras ubicadas en el cinturón de fuego. Asimismo, la población ha crecido al nivel que las urbanizaciones avanzan territorialmente pero de manera desordenada lo que causa que los mismos pobladores construyan sus hogares artesanalmente sin cumplir con los requerimientos técnicos que esta construcción requiere, lo que provoca que sean vulnerables ante un sismo severo.

Del mismo modo, en el Perú hace muchas décadas y hasta la actualidad la población ha continuado construyendo sus hogares con materiales inadecuados ya sean adobe, piedra o ladrillos. Esto se debe que a medida que la sobrepoblación continúa creciendo va ocupando terreno que son altamente sísmica y la migración interna de los pobladores hacia la zona costera, donde dicha zona es que presenta un alto grado de sismicidad. Para el centro peruano japonés de investigación – SISMID, afirma que el 70% de las viviendas en el Perú son producto de un proceso de autoconstrucción, así como para el ingeniero Quiroz Luis el 80% de las viviendas tienen un grado de vulnerabilidad alta. Ante estas eventualidades las instituciones pertinentes tienen la responsabilidad de ser severos, estrictos o en su defecto modificar lo expuesto en las normas de sismo resistencia E-030 y de albañilería en la E-070 del RNE.

Las afirmaciones anteriores sugieren que el AA.HH Villa Jesús es una de las zonas más vulnerables en Nuevo Chimbote, por el hecho de que geográficamente está

ubicado en una zona sísmica, además el proceso constructivo que usualmente realizan es autoconstrucción, realizadas por personas que no están capacitadas técnicamente para la construcción de estas viviendas.

De lo expuesto, nace el planteamiento del problema ¿cuál será el resultado de la Evaluación sísmica y optimización de una edificación de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash – 2020?

Debido a esto, la investigación se justifica porque todas o en su mayoría las viviendas del AA.HH Villa Jesús fueron autoconstruidas, lo que resulta que son vulnerables sísmicamente, por ello se vio factible evaluar una vivienda de esta asentamiento para luego dar una optimización para la vivienda o futuras construcciones de viviendas en esta zona, para ello se diseñara en base a las normas E-020, E-030 y E-070 para prevenir los efectos que atraerían un sismo de gran magnitud en este asentamiento humano. De tal manera que los resultados de la investigación permitirán a futuro la reducción de riesgos, así como también prevenir grandes tragedias como perdidas de vida y daños a la propiedad.

Por otro lado, se tiene como objetivo general: realizar la evaluación sísmica y optimización de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash – 2020, Así como objetivos específicos: Identificar la vulnerabilidad sísmica de la vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash – 2020, Determinar los parámetros de diseño sísmico de las normas E-020, E-30 y E-070 para una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash – 2020, Realizar el análisis estático y dinámico de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash – 2020.

Sin embargo, teniendo en cuenta el planteamiento de problema y las variables, se tuvo como hipótesis que la evaluación sísmica permitirá realizar una optimización, teniendo en cuenta los criterios pertinentes de albañilería y sismo resistencia.

## II. MARCO TEÓRICO

Por trabajos previos o antecedentes internacionales tomamos a: Preciado y otros (2019, pp. 3-22) en el artículo “Seismic vulnerability assessment and reduction at a territorial scale on masonry and adobe housing by rapid vulnerability indicators: the case of Tlajomulco, México”, uno de sus objetivos principales fue evaluar la vulnerabilidad sísmica de dichas viviendas para dicho objetivo utilizó el método de índice de vulnerabilidad o también llamado método italiano propuesto por Benedetti y Petrini (1984), así mismo tuvieron en cuenta la escala macro sísmica europea EMS-98. De las viviendas evaluadas los autores las subdividen en cuatro tipologías de viviendas de las cuales tienen un alto y muy alto grado de vulnerabilidad sísmica.

En el mismo contexto, sobre evaluación de la vulnerabilidad sísmica se tuvo en cuenta a Asteris y otros (2014, pp.2-17) en el artículo titulado “Seismic vulnerability assessment of historical masonry structural systems”, publicado por la revista Engineering Structures, dicho trabajo se basó en la realización de un método secuencial el cual consta de tres pasos, recopilación de datos, identificar las características de sus materiales y realizar el modelado de dichas estructuras con ayuda del software SAP 2000 v.14. Concluyeron que su metodología utilizada fue útil para su análisis de albañilería así como de obtener un alto nivel de vulnerabilidad.

Asimismo, Guinovart y otros (2017, p. 10-11) en el artículo de investigación titulado “Evaluation of large deformations on Romanesque masonry pillars: The case of Santa María de Arties (XII-XIII) at Valle de Arán, Spain”. Evaluaron los pilares de dichas construcciones, donde se observó los desplazamientos que estos tuvieron debido al cambio de rigideces con respecto de los otros elementos estructurales como resultados pudieron determinar las deformaciones de los pilares no eran perpendiculares a sus ejes y esto se debió a su geometría irregular de las iglesias.

Por otro lado, se consideró a Jiménez (2016, p. 5) en su tesis doctoral “Evaluación sísmica de edificios de mampostería no reforzada típicos de Barcelona: modelización y revisión de la aplicación del Método del Espectro de Capacidad” el cual tuvo como objetivos desarrollar un modelo de análisis no lineal e identificar la influencia de la rigidización del sistema en el desempeño sísmico, basándose en

la metodología del espectro de capacidad, ATC 40 y de la norma FEMA 440, obteniendo como resultados de las evaluaciones de los daños probables el cual fue un daño predominante de tipo leve, la rigidización de los elementos mejora su desempeño sísmico.

En ese mismo contexto, se tuvo en cuenta a la tesis “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio de aulas de la facultad de ingeniería de la universidad central del Ecuador, utilizando la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-RE, 2015)”, teniendo como uno de sus objetivos principales; determinaron el grado de vulnerabilidad del edificio evaluado aplicando el método de FEMA 154 y utilizó un software para el modelado. Obtuvieron como resultados que dicho edificio tenía un grado de vulnerabilidad alta en los bloques 1,2 y 3 causadas por la cantidad de irregularidades que presentaba el edificio; por decisión de la investigadora utilizó el software SAP 2000 para el modelado del edificio para corroborar si cumplía con la norma ecuatoriana. (Quizhpilema, 2017, p. 25).

Así mismo, se consideró a la investigación “Diseño estructural para el proyecto de vivienda nueva para el barrio bella vista del Municipio de Soacha (Cundinamarca)”. Con el fin de optar el Título de Ingeniería Civil, en la Universidad Católica de Colombia - Bogotá con la finalidad de hacer el diseño estructural para el proyecto “Nacido en la casa de uno”, que trata de que trasladar familias de escasos recursos puedan obtener una vivienda digna para mejorar la calidad de vida de los moradores de dicha comunidad y tratar que se cumpla los requisitos de diseño estructural con respecto a la norma. Pinzón (2013, pp. 10-11).

Por otro lado se tuvo en cuenta también los trabajos e investigaciones nacionales tales como; a la investigación “Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural en edificaciones conformadas por sistemas aporticados y de albañilería confinada en el sector de la Esperanza parte baja – Trujillo”, diagnosticaron los tipos de edificaciones existentes en el distrito evaluado, desarrollaron una metodología para evaluar la vulnerabilidad sísmica y determinar el grado de vulnerabilidad del distrito evaluado. Como resultados demostraron que su metodología es eficiente y rápida para evaluar la vulnerabilidad sísmica de una edificación de albañilería o aporticada, y obtuvieron un grado de vulnerabilidad alta. (Quiroz, 2015, p. 22).

Por otra parte, teniendo en cuenta la evaluación sísmica se consideró a la investigación “Análisis del diseño estructural de albañilería confinada para la vida útil de viviendas autoconstruidas en el distrito de Independencia – Lima”. Con el motivo de establecer que el análisis estructural de las viviendas de albañilería aumenta significativamente la vida útil de estas construcciones; siempre que se haga tres cosas fundamentales: un modelamiento con el Etabs, análisis del proceso constructivo y un buen análisis de las cuantías de acero. Como resultados dan un modelo de diseño de vivienda cumpliendo con toda la normatividad que estas requieren. Ponte (2017, p. 63).

Sin embargo, para no obtener resultados desfavorables en la evaluación sísmica hay que tener en cuenta ciertos criterios al momento del diseño y del mismo análisis sísmico, para ello se tuvo en cuenta a la tesis de Paredes (2017, p. 98), “Comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada existente y proyectada, en el distrito de Ate – Lima”. Teniendo en cuenta de identificar el comportamiento de los elementos estructurales de una vivienda de albañilería ante un supuesto sismo y determinar los esfuerzos a los desplazamientos, esfuerzos cortantes y sus derivas. Su metodología de trabajo para la recolección de datos fue utilizar una ficha de observación y para el procesamiento de datos utilizó el software Etabs 2016 y obtuvo como resultados de que todas las viviendas evaluadas no cumplen con los desplazamientos laterales teniendo 18.55mm en X, con una deriva de 0.0056 y que los ladrillos tiene un  $f'_m$  de 35  $kc/cm^2$  así como un módulo de elasticidad de 17500 $kg/cm^2$  siendo el factor principal por el cual las viviendas fallarían ante un sismo.

Asimismo, también se consideró una investigación del medio local titulada “Evaluación y propuesta de solución ante la vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería en los pueblos jóvenes Florida Baja y Florida Alta - Chimbote”, se trazaron como objetivos principales determinar los sistemas constructivos que mayormente realizaron para la edificación de tales viviendas, evaluar la vulnerabilidad sísmica, estimar el riesgo, peligro sísmico, recomendaciones para el reforzamiento y rehabilitación de las estructuras evaluadas. (Vasquez, 2017, pp. 8-98).

Por otro lado, las teorías con respecto al tema de investigación se consideraron los más relevantes, tales como evaluación sísmica, para Preciado et al. (2019), Lo define como la susceptibilidad de la estructura a resistir daños en un eventual sismo, dicha susceptibilidad depende a su vez de dos factores; calidad y resistencia del sistema estructural y de los materiales que componen la estructura, sin embargo precisa que la evaluación sísmica está compuesta por; peligro sísmico, exposición y vulnerabilidad sísmica estructural, siendo este último componente en el cual la presente investigación se centró. (p. 4)

En tal sentido, para Musson, refiere a peligro sísmico como la posibilidad implícita o explícita de que se produzca un sismo en un periodo de tiempo y lugar determinado, mientras que riesgo sísmico es la consecunecia de la materialización del peligro sísmico, es decir los daños reales que sufriría una estructura. (2020, p. 43)

Por otra parte, con lo referente a la exposición sísmica se entiende como la zona en la que se está asentada la estructura, en tal sentido, toda la parte costera del Perú este altamente expuesta, ya que el Perú está sobre la placa de Nazca que a su vez está en contacto con la placa del pacífico.

Mientras tanto, vulnerabilidad sísmica es el nivel de destrucción de una estructura ante un sismo leve, moderado o de gran magnitud. (Quinto, 2019, p, 8).

Por otra parte, la vulnerabilidad sísmica estructural, estudia las características del sistema estructural usado en una estructura, también la resistencia de los materiales y el diseño sísmico de la estructura, es decir depende de distribución de muros, de elementos estructurales y el nivel de diseño. (Preciado et al., 2019, p. 4)

De lo anterior, para realizar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructurales debe estudiar los materiales, sistema estructural y el diseño, en tal sentido se empezó con albañilería confinada; para San Bartolomé, (1994, p. 12) llama a la albañilería también mampostería y que esta se compone por la agrupación de unidades de albañilería (naturales o artificiales) adheridas entre sí con un mortero ya sea de cemento o de barro. En algunas localidades también lo conocen como pircas.

Dentro de este marco, tenemos a la albañilería simple o no reforzada es el sistema más común que se practica por los habitantes, en este tipo se utiliza materiales como el ladrillo de arcilla y el mortero. Siendo en conjunto el elemento que soporta los esfuerzos que actúan sobre la misma. Según la E-070, solo debería ser usado para construcciones de un solo nivel (2018, p. 63).

Además, la albañilería armada llamada así porque en su elaboración del muro se utiliza acero de refuerzo horizontal y verticalmente que a su vez estén unidas o adheridas desde los cimientos. Para ello la norma E-070, (2018, p 16) establece que se deberían cumplir por lo menos con: el recubrimiento de los aceros de refuerzo debe ser mayor que 1.5 veces el diámetro de la barra, espesor del mortero mínimo es de 10 mm y máximo de 15mm, a cuantía mínima del refuerzo total debe ser de 0.0015.

Asimismo, la albañilería reforzada o comúnmente albañilería confinada; es la más común en nuestro medio pero no están bien ejecutadas; este sistema requiere de elementos confinantes, elementos estructurales los que deberían estar bordeando el muro para que así actúen como un elemento monolítico y estructural. Ya que en conjunto estos elementos son los que recibirán las cargas laterales de un sismo, tendrán que resistir su propio peso y los esfuerzos sísmicos a los que estarán sometidos ante un eventual sismo.

Sin embargo, para el ingeniero Kuroiwa, (2018, párr. 2) asegura que dicha técnica constructiva es el que más se adecua a nuestro país ya que en el Perú es una materia prima que abunda en grandes cantidades y bajo costo en comparación a otros sistemas estructurales

Para San Bartolomé, la Albañilería Confinada es el sistema constructivo en la que se emplea unidades de albañilería-ladrillo adheridos con una mezcla a la que se conoce como mortero o grout. En el Perú este sistema es que más se ejecuta ya que los muros son los que transmiten las cargas hacia los elementos confinantes (columnas, vigas, y cimientos), además que por la cantidad de este material en el mercado se hace aún más económico usar este sistema constructivo. (1994, p. 29).

De lo escrito, se deduce que la albañilería está conformada esencialmente de cuatro elementos que son los muros, vigas, columnas y sobre cimientos, que al confinarse trabajan en conjunto para transmitir los esfuerzos y cargas a las que están expuestas, de tal manera tenemos:

Según la NTP E-070, (2018, p 22) clasifica en dos tipos de muros: portantes son los que se han diseñado para soportar las cargas horizontales y verticales para transmitir las de un nivel a otro hasta llegar a los cimientos, y los no portantes son aquellos que solo pueden soportar su propio peso y no transmiten las cargas transversales a su plano (parapetos, cerco). Que depende de las cargas que reciben y de las que pueden transmitir.

Para el blog Cymper.com, Tales muros tiene como elementos a la masa adherente que tiene como nombre concreto líquido o grout; es un tipo de concreto muy fluido y auto nivelante que se utiliza en anclajes pequeños. Hay dos tipos: grout fino y grout grueso, solo se diferencian en el agregado que se utiliza. (2015, p 2).

Por otro lado, el RNE E-070 (2018, p. 21) define como mortero; es el material más usado para unir las unidades de albañilería-ladrillos. Es la mezcla de uno o dos conglomerantes más arena amasada con agua. (Ver Anexo 14)

Por otra parte, tenemos a las unidades de albañilería que son esencialmente hechas de arcillas, sílice-cal o de concreto, según su tamaño se pueden ser ladrillos (manipulación con una sola mano) o bloques (manipulación con ambas manos). (San Bartolomé et al, 2018, p. 105).

Asimismo el RNE E-070 (2018, pp. 13-20), clasifica a las unidades de albañilería en dos grupos (por el área de asentado y por su composición). Por el porcentaje de área de asentado; se tiene unidades de albañilería sólida o maciza (no presentan huecos, o en todo caso la superficie de asiento es mayor o igual al 70% del área bruta, en este tipo de ladrillos tenemos en nuestro entorno los ladrillos kin-kon sólidos de arcilla roja y los ladrillos de 18 huecos), unidades de albañilería huecas (cuando el área de asiento es menor del 70% de área neta, aquí se pueden observar los bloques de concreto para albañilería armada, por ejemplo los bloques de ladrillos blancos hidráulicos), unidades tubulares (las que presentan alveolos o



agujeros en paralelo a la superficie de asiento, aquí podemos encontrar a los ladrillos panderetas pero se recomienda su uso solo para tabiquería, ya que no soportan cargas laterales).

Mientras tanto, por el material que lo compone se tiene; unidades de arcilla (ladrillos prismáticos con una masa compacta, hecha principalmente de arcilla o suelos arcillosos con presencia de arena y limos este último en pequeñas proporciones, calcinadas entre 2 a 5 días); unidades sílice-calcáreo (son bloques prismáticos hechos en base a cal (10%), agua y arena (75%), secado y endurecido en vapor, son de color blanco grisáceo principalmente); Unidades de concreto: hechos de cemento, arena, piedra chancada-confitillo con una dosificación de 1:2:4 y agua, con un slump de 1 pulgada además que se fabrican en base a las normas INANTIC N° 339 - 005 y 339 – 006.

Continuando con otro elemento en la albañilería confinada tenemos a los pilares o columnas; para Construyebien.com, (2015) cita que este elemento sirve netamente para confinar el muro y para agregarle estabilidad y resistencia a esfuerzos laterales.

Asimismo, la E-070, (2018, p. 17) especifica que son diseñados y construidos para transferir las cargas hacia la cimentación, están hechas de concreto armado y sirven de arriostre o confinar el muro. También se tiene a otro elemento como lo son las vigas soleras, explica que son de concreto armado, suelen ser colocados o vaciados encima del muro y solo sirven para el confinamiento del muro.

Para Construyebien.com, (2015) hay dos tipos de vigas; las vigas solera, las que reciben las cargas de las viguetas de la losa y las transmiten hacia el muro, además que sirven de confinamiento del muro y son perpendiculares a las viguetas; mientras que las vigas de amarre son paralelas a las viguetas y transfiere los esfuerzos hacia las vigas soleras.

En tal sentido, definimos columnas y vigas son elementos estructurales ya sea para recibir y transferir las cargas sino que también cumplen como elementos que pasan de ser rígidos a elásticos al momento de ocasionarse el sismo, para ello dichos elementos son construidos con materiales que le dan dichas propiedad, ambos

elementos son hechos de concreto armado para esto se necesita ciertos materiales o agregados, principalmente son de arena gruesa, piedra chancada, cemento, agua y acero de refuerzo.

Rodríguez, (2015) es su blog cita a la NTP 341.031 como la norma básica que deben cumplir las barras de acero para uso de concreto armado. (Ver Anexo 15)

Según la E-070 (2018, p16) define al concreto como envolvente de la estructura de acero ya sea de las columnas o vigas que le proporciona resistencia a la compresión no menor de 17.15 MPa o 175kg/cm<sup>2</sup>, además que tienen que cumplir con los requisitos que se establece en la norma E-060.

Según la E-060, (2018, p. 38) el concreto es el conglomerado entre agregados finos, agregado grueso, cemento hidráulico y agua, que puede o no tener aditivos. Asimismo define al agregado fino como la disgregación natural o artificial que deberán pasar por la malla 3/8" o 9.5mm. Por otro lado al agregado grueso los considera a la disgregación de las rocas que pasen por la malla N° 04 o 4.75mm. También se tiene al cemento que es un aglomerante pulverizado que al adicionarle agua en proporciones adecuadas da a lugar a una mezcla plástica capaz de endurecer debajo del aire y como al exterior, la norma también habla de un cemento portland que es más común al momento de la edificación. Y el agua para la construcción del concreto se recomienda que sea agua potable, ya que en algunas ocasiones el agua contiene bastante salinidad y esto provocaría que el concreto no cumpla con la vida útil a la que se está diseñando.

Para Construyebien.com, (2015) define como sobre cimientto al elemento que albergara al muro resistiendo su propio peso, el peso del muro así como el de la viga; por ende este sobre cimientto debe ser del mismo ancho del muro. Para la elaboración del mismo se utiliza un concreto parecido al que se utiliza para el cimientto corrido pero cambia un poco la dosificación así como la cantidad y el tamaño de las piedras. En ocasiones se amerita realizar un sobre cimientto armado ya sea por el alto grado de corrosión del suelo, salinidad o porque así son diseñados.

Por otra parte, la optimización de viviendas de albañilería confinada sismo-resistentes se tendrá en cuenta ciertas definiciones y criterios al momento del diseño así como tener en cuenta las normas vigentes, tales criterios y definiciones son: el suelo de fundación es donde se apoyará toda la edificación, según Braja, (2013), en sentido general de la ingeniería, suelo es el conglomerado de partículas de minerales y materia orgánica. Elemento principal para la construcción civil ya que al unirlos con otros componentes como cemento y agregados finos y/o gruesos dan origen al concreto. Además de este depende el diseño que se usara para la construcción ya que soporta todo el peso de la edificación. El estudio de suelo es primer paso a tener en cuenta ya que de este dependerán las características de la edificación.

También se consideró al manual para proyectos y ejecución de estructuras de suelo reforzado, Rodríguez Ortiz, y otros, (1989). El estudio de suelos-geotécnico es el primer estudio que se realiza para un proyecto de edificación con el objetivo de establecer la calidad y características del suelo, esencial para diseñar el tipo de cimentación que se ejecutará en una edificación.

Una vez hecho el estudio de suelo se tiene que clasificar el suelo y para ello Salinas, (2018), de la clasificación de los suelos se obtiene características propias de cada tipo de suelo, este método de clasificación se basa en agruparlos por sus características físicas. Sistema de Clasificación de Suelos Unificado SUCS es el método más complejo y habitual, en el que se obtiene las propiedades de plasticidad, gradación entre otras de las muestras analizadas. (p.90). (Ver anexo 16)

También se determina que la cimentación superficial para ello se consideró a Braja, Son los elementos que van en la base de una edificación, de poco espesor ya que el tipo de suelo en el que está asentado posee una buena capacidad portante a la compresión; dicho elemento se encarga de transferir las cargas de la edificación hacia el suelo de fundación. (2013, p 389).

Cimentaciones superficiales se usa solo cuando tiene un espesor entre 0.50m hasta 4.00 metros de espesor. Además que el tipo de suelo sea favorable y capaz de resistir las cargas de la edificación.

También se tendrá en cuenta la teoría de la capacidad de carga última, para Lui, y otros, (1992) es la carga por cada unidad de superficie hasta que se cause la falla por corte en el suelo.

Asimismo, Braja, (2013), recomendó que para una cimentación corrida (la relación del ancho con respecto a la longitud del mismo tiende a 0).

En tal sentido, se usó el principio de análisis del equilibrio, Terzaghi, y otros, (1978) expresó la capacidad última de carga en la forma que está definida por la siguiente expresión.

$$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \text{ (cimentaciones en franja)}$$

Dónde: C es el factor de cohesión de del suelo, y es el valor específico del suelo, B es el ancho de la cimentación, q es el producto de “y” por “B<sup>n</sup>”, y N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub> son factores de cargas adicionales que son únicamente funciones del ángulo de fricción del suelo. (p. 34)

Al respecto, San Bartolomé, y otros, (2018), la cimentación corrida es la más común en el país para las construcciones de albañilería confinada. Este tipo de concreto es ciclópeo que usualmente tiene una resistencia a la compresión ( $f'_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ ) con una relación de cemento-hormigón de 1:10 y un 30% de piedra de 10 pulgadas. Dichas excavaciones no deben ser menor de 40cm de ancho para la trabajabilidad de los albañiles. (p. 98).

En ese mismo contexto, el RNE E-060, (2018), las zapatas se diseñan con el fin de soportar las cargas amplificadas y las reacciones inducidas. La superficie de la zapata se establece del estudio de suelos-capacidad portante. En el cálculo de las presiones de contacto entre las zapatas y el suelo no se deberán considerar las tracciones. (p.491).

Entonces definimos como zapatas la amplificación de los elementos estructurales (columna o muro) que son creadas con el fin de transmitir las cargas que soportan hacia el suelo de fundación, además los clasifica en tres grupo: zapatas aisladas, continuas o combinadas.

Por otra parte, las cargas que se tuvieron en cuenta fueron las que están normadas por la RNE E-020, cargas es el peso de los elementos que resultado de la construcción, habitantes y sus pertenencias, efectos producido por la naturaleza, movimientos sísmicos y cambios dimensionales restringidos. La norma subdivide a las cargas en cargas muertas que es el peso de los elementos que estén al interior de dicha edificación así como su propio peso, que sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo; y carga viva a los que se considera al peso de los habitantes para la que se está diseñando la edificación, muebles o elementos móviles. (2018, p 374).

Asimismo, el concreto armado para Ortega, (1988, p 168), es un elemento capaz de resistir esfuerzos a la compresión, teniendo un margen del 10% de resistencia a esfuerzos de tracción y flexión, se le agrega acero como complemento para tomar estos esfuerzos en los cuales el concreto no actúa óptimamente.

Entonces definimos al concreto armado como la unión de un conglomerado más agregados y la colocación de acero en forma de estructura, estos elementos se unen porque si bien el concreto en un agente que actúa muy bien ante esfuerzos de compresión pero a cargas de tracción no es por eso que se le agrega acero ya que este le provee propiedades elásticas lo que ayuda que en conjunto puedan resistir esfuerzos a la tracción.

Para ello se diseñaron a flexión algunos elementos estructurales, NTE E-060 (2018, p. 64), se deben considerar los siguientes criterios; simetría (tanto en la distribución de masas como de rigideces), peso mínimo (en particular en los pisos altos), selección y uso apropiado de los componentes de la edificación, resistencia apropiada ante los esfuerzos laterales, continuidad estructural (en plante y elevación), ductilidad (capacidad de que las estructuras se deformen más allá del rango elástico), deformación lateral limitada y buen proceso constructivo y una estricta supervisión estructural.

Por otra parte, el análisis dinámico modal espectral se realizó según la RNE E-030, (2018), cualquier elemento estructural puede ser diseñada usando el resultado del análisis dinámico por combinación modal espectral. Los modos de vibración se establecerán por un método de análisis que se crea conveniente para las rigideces

y la distribución de la masa de la edificación. La suma de las masas efectivas tiene que ser mayor o igual del 90% de la masa total de la edificación, pero se tendrán en cuenta mínimo los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis. (p 391).

Aceleración Espectral según NTE E-030, (2018), Para todas las direcciones horizontales analizadas se empleará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones establecido como:

$$S_a = (Z * U * C * S) / R * g$$

Donde;  $S_a$ : es el espectro de pseudo aceleración ( $m/s^2$ ),  $Z$  (factor de zona sísmica),  $U$  (el valor correspondiente al uso o importancia de la edificación),  $C$  (valor de amplificación sísmica),  $S$  (valor de amplificación del suelo),  $R$  (es el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas, que es el producto de  $R_o * I_a * I_p$ ) y  $g$  (es la fuerza gravitatoria ( $m/s^2$ ), (p 391).

También se consideraran a los Factores de Irregularidad ( $I_a, I_p$ ); El valor de  $I_a$  se establecerá tomando el valor menor del anexo 17 que corresponde a las anomalías estructurales en altura en ambas direcciones de análisis. El valor de  $I_p$  se establecerá tomando el valor menor del anexo 18 que corresponde a las anomalías estructurales en planta en ambas direcciones de análisis. Pero si luego de analizar ambas tablas se obtiene valores diferentes, se tendrá que tomar los valores mínimos obtenidos para ambas direcciones.

Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, “ $R$ ”. Para la NTE E-030, (2018), se establece como la multiplicación del valor de  $R_o$  y de los valores  $I_a, I_p$  tomados de las tablas 3 y 4 (ver anexo 19) del reglamento. (p. 325)

$$R = R_o * I_a * I_p$$

Fuerza Cortante Mínima según RNE E-030, (2018), para ambas direcciones analizadas el esfuerzo cortante de la primera planta de la edificación no será menor del 80% de la fuerza calculada; para estructuras regulares; y tampoco será menor del 90% para estructuras irregulares. Si en caso sea indispensable aumentar la cortante para llegar a los valores mínimos permitidos se escalarán

proporcionalmente los demás resultados, pero nunca los valores de desplazamiento. (p. 393).

Requisitos de resistencia y de servicio para la NTE E-060, (2018), todas las secciones de los elementos estructurales deben cumplir con las resistencias de diseño ( $\phi R_n$ ) o al menos ser iguales a las resistencias requeridas ( $R_u$ ).

$$\phi R > n \geq R_u$$

Asimismo, la resistencia requerida para los elementos estructurales es la carga mayorada está dada por las combinaciones de los factores dados por la norma para la carga muerta (CM) y carga viva (CV).

$$U=1.4CM+1.7CV$$

No obstante, también se puede diseñar por sismo, en tal caso se usarán las siguientes combinaciones:

$$U=1.25 (CM+CV) \pm CS$$

$$U=0.9CM \pm CS$$

Por otra parte, la resistencia de diseño de los elementos están dados por la RNE E-060, (2018), en el cálculo de flexión, carga axial, cortante y torsión, corresponde a la resistencia nominal deducida de acuerdo con las exigencias y teorías, multiplicada por los valores  $\phi$  de reducción especificados a continuación; flexión sin carga axial (0.90), carga axial y carga axial con flexión (carga axial de tracción con o sin flexión: 0.90, carga axial de compresión con o sin flexión: 0.90) y otros elementos 0.70.

Para elementos en flexo compresión  $\phi$  puede aumentar hasta 0.90 en la medida que  $\phi P_n$  disminuye desde  $0.1f'_c A_g$  o  $\phi P_b$ , el que sea menor, hasta cero.

Cortante y torsión: 0.85

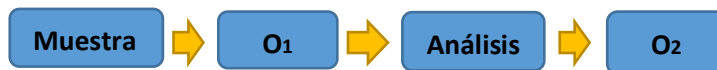
Aplastamiento en el concreto 0.70

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada por que nos basamos en los conocimientos adquiridos en el transcurso de carrera de ingeniería civil para evaluar las viviendas de albañilería y optimizar (diseñar vivienda de albañilería sismo resistente). (Borja, 2012, pp. 10-12)

En nivel de investigación es cuantitativo porque se detalla los acontecimientos tal como sucedieron las cosas también se trata de identificar características del fenómeno de estudio. Asimismo el diseño de esta investigación es no experimental y de corte transversal ya que no produce ninguna situación, solo se observan los fenómenos ya existentes que tampoco son premeditados por el investigador. (Hernández, Fernández y Baptista 2018, p. 152)



Dónde O1 es la primera variable: Evaluación sísmica y O2 es la variable Optimización de una vivienda de albañilería confinada.

#### 3.2 Variables y Operacionalización

Variable Independiente: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles.

Definición conceptual: La vulnerabilidad es el grado o pérdida a la que está expuesta una vivienda o edificación ante un sismo. Quiroz L. (2015, p.15).

Por otro lado para Quizhpilema A. (2017, p.17) la vulnerabilidad sísmica se relaciona a las características geométricas, estructural, geotécnico y del proceso constructivo.

Definición operacional: Mediante una inspección visual, y luego se utilizó un formato de recolección de datos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de una vivienda de albañilería confinada.



Dimensiones: en el formato de recolección de datos para obtener el grado o factor de vulnerabilidad sísmica está dado por el área techada entre la sumatoria de las secciones de los elementos estructurales verticales – columnas, dicho resultado se intersectará en un gráfico ya realizado en el instrumento de toma de datos, del cual se obtendrá el grado de vulnerabilidad de dicha edificación.

Indicadores: como indicadores se tomarán los resultados del formato de evaluación y se obtendrá si el factor de vulnerabilidad sísmica ALTO, MEDIO o BAJO.

Variable Dependiente: Optimización de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles.

Definición conceptual: Todas las edificaciones y cada una de sus elementos debe ser diseñada y construida para soportar los esfuerzos sísmicos, siguiendo las especificaciones de las normas pertinentes a los materiales empleados. RNE E-030, (2018, p 383).

Definición operacional: El diseño sismo resistente estará en base al reglamento nacional de edificaciones tales como; E E-030, E-060, E-070 y al código de edificaciones ACI 318-16.

Dimensiones: las dimensiones serán la configuración estructural y el análisis sísmico del mismo.

Indicadores: para la configuración estructural se tendrán en cuenta la estructuración de la vivienda teniendo en cuenta los requerimientos estructurales mínimos que avalados por las normas E-030 y E-070. Para el análisis sísmico se realizará el análisis estático y dinámico de la estructura de la vivienda.

### 3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:

Población: para la investigación la población que se consideró las edificaciones de albañilería confinada cuatro niveles en el AA.HH. Villa Jesús.

Muestra: se realizó usando la fórmula que está dada por la siguiente ecuación.

- Criterios de inclusión: solo se tomaron en cuenta a las edificaciones de cuatro niveles de albañilería confinada terminadas o en proceso de construcción.
- Criterios de exclusión: se excluyeron todas las viviendas de que no están construidas con material noble o de albañilería confinada y menos de cuatro niveles.

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{E^2(N - 1) + z^2 * p * q}$$

Dónde:

- Z: Valor de distribución estandarizada
- $\alpha$ : Grado de confianza
- p: Población con interés (Z-1)
- q: Población sin interés (1-p)
- E: Error permisible (1- $\alpha$ )
- N: Proporción de población
- n: Proporción de la muestra

*Tabla N° 1: Cálculo de la muestra por nivel de confianza*

Confianza	95%	94%	93%	92%	91%	90%
Z	1.96	1.88	1.81	1.75	1.69	1.65
E	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.01

Fuente: Propia del alumno

De los cuales los datos que se utilizaron fueron:

*Tabla N° 2: Cálculo de la muestra por nivel de confianza*

<b>Variable</b>	<b>Valor</b>
Gra. De confianza	95%
Dist. Normal estándar (Z)	1.96
Población con interés (p)	0.96
Población sin interés (q)	0.004
Error máximo permisible	5%

Fuente: Propia del alumno

Tomando en cuenta los datos se obtuvo un resultado de 1 vivienda.

Muestreo: se realizó un muestreo probabilístico, donde el investigador tiene la potestad de influenciar en la toma de la muestra. (Gómez y otros, 2015, p. 195))

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas adoptadas para esta investigación son la de observación directa y de utilizo un formato de recolección de datos (instrumento) para cumplir con expuesto en la primera variable, una vez de obtenido los resultados de las encuestas, se analizó y se tomó la vivienda con mayor factor de vulnerabilidad, para posteriormente realizar el modelamiento con el software Etabs y verificar que cumple con las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones.

El formato de recolección de datos no requiere validar ya que este formato ya está validado en la tesis “Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural en edificaciones conformadas por sistemas aporticados y de albañilería confinada en el sector de la esperanza parte baja – TRUJILLO. 2014” realizado por los ingenieros Quiroz Peche, Luis Ronald y Vidal Abelino, Lindaura del Rosario.

### **3.5 Procedimientos.**

- Primero se hizo una visita a campo para realizar un conteo de viviendas de cuatro niveles existentes en el AA.HH. Villa Jesús y ubicar el punto de donde se realizó la toma de muestra del suelo (calicata y DPL).

- En una segunda visita a campo se realizó los estudios de mecánica de suelos tales como: La excavación de la calicata, toma de muestra de los estratos para los estudios de granulometría, contenido de humedad y el ensayo de Penetración Dinámico Ligeró – DPL.
- Luego de haber tomado las muestras en campo se hicieron los procedimientos en el laboratorio Geolab Ingenieros Consultores EIRL, para obtener los resultados del estudio de mecánica de suelos.
- Se buscó y se seleccionó el formato para la recolección de datos de una tesis similar a la que se está realizando.
- Se realizó la recolección de datos de las viviendas (encontrar el grado de vulnerabilidad sísmica de la vivienda).
- Se realizó un plano de distribución de la vivienda evaluada para analizarla con el software Etabs 2018.
- Se hizo el análisis estático; verificación de las irregularidades en planta y en altura, la fuerza cortante en la base teniendo en cuenta valores asumidos según la norma E-030.
- Se llevó a cabo el análisis dinámico; control de desplazamientos, derivas, masa participativa, aceleración entre pisos, entre otros.
- Luego de efectuar todo el procesamiento de análisis estático y dinámico, se hicieron las correcciones para levantar todas las correcciones que se tuvieron que dar luego de analizarlo con respecto a la norma E.030.
- Se hizo el plano de la vivienda evaluada con las correcciones ya hechas para evaluarlas con el modelamiento del software y verificar que cumpla con la norma.
- Se realizaron los planos de cimentaciones y losas de la vivienda ya optimizada.
- Se analizaron los resultados y se empezó a redactar los resultados.

- Se redactó las conclusiones teniendo en cuenta el orden de los objetivos específicos y general.
- Se analizaron y se compararon los resultados y metodología utilizada con los antecedentes (Discusión)

### **3.6 Método de análisis de datos.**

Con respecto al análisis de datos se tuvo en cuenta los resultados de la ficha técnica de factor de vulnerabilidad sísmica, luego en la investigación se usó el software Etabs 2018, en el cual se elaborará el modelado de la estructura de acuerdo a los criterios de diseño de albañilería y sismo resistencia.

Análisis Descriptivo: de acuerdo a las variables de estudio se realizó los cálculos para obtener los resultados mediante gráficos o tablas.

### **3.7 Aspectos éticos.**

En esta investigación se centra en muchos aspectos éticos, los mismos que crean una atmosfera de estrecha relación entre los que intervienen; al investigador, la población y el campo de ingeniería donde se aplicó dicha investigación; obteniendo resultados satisfactorios teniendo en cuenta:

La responsabilidad, capacidad y veracidad para la recolección de datos así mismo para el proceso de analizar y obtener los resultados de esta investigación. Se tendrá en cuenta las teorías de ingeniería para dar posibles soluciones y recomendaciones. Por otro lado se tendrá en cuenta la responsabilidad social de sensibilizar a la comunidad sobre el grado de vulnerabilidad sísmica que pueda tener una edificación esencial si no se tiene en cuenta los principios de diseño, modelado y del control de los materiales que se utilizan para la edificación del mismo.

Del mismo modo se tuvo en cuenta el respeto por el medio ambiente; se priorizo el principio del respeto y conservación del medio ambiente, asegurando de no realizar o contribuir con la perdida de áreas verdes o generando más contaminación.

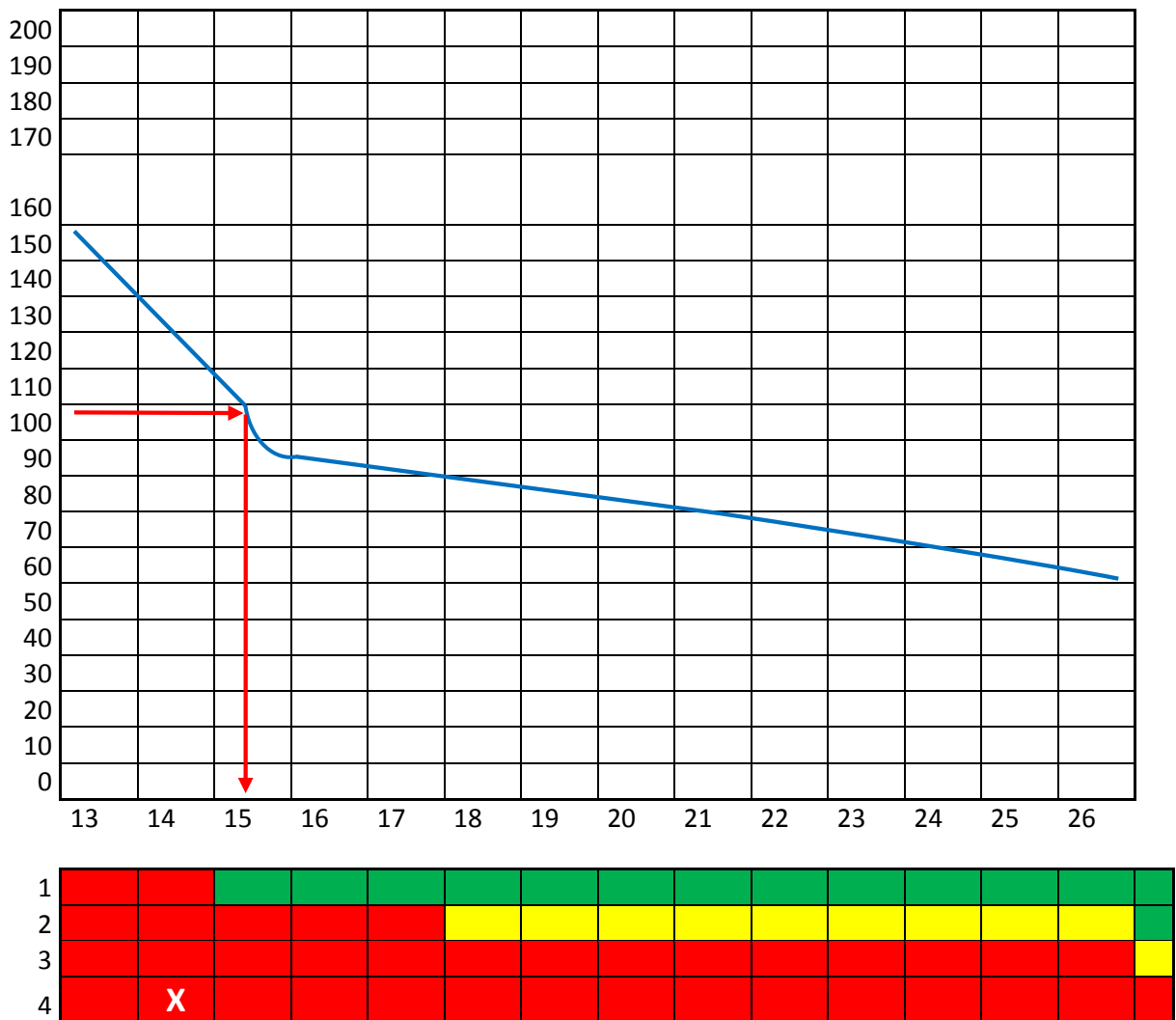
## IV. RESULTADOS

### 4.1 Resultado del Objetivo específico 1:

#### 4.1.1 Vulnerabilidad sísmica

En respuesta al objetivo Identificar la vulnerabilidad sísmica de la vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash – 2020.

Gráfico N° 1: Grado de Vulnerabilidad Sísmica



Fuente: Formato de evaluación de la tesis; “Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural en edificaciones conformadas por sistemas aporticados y de albañilería confinada en el sector de la Esperanza parte baja – Trujillo. 2014”

**Descripción:** Se determinó que la vivienda tiene un grado de 108.36 y un factor de vulnerabilidad sísmica ALTA, así como de no cumplir con la densidad de muros mínimos que permite la norma E-070. De la misma manera se observó fallas estructurales tales como de muros sin confinar, la ausencia de juntas sísmicas que limitan la estructura con las estructuras contiguas y la presencia de un tanque de agua en péndulo invertido ya que están sobre puesto solo en muros de ladrillos panderetas con una pequeña losa que no resistiría ante un sismo moderado o severo.

Tabla N° 3: Densidad Mínima de muros en los ejes X

DENSIDAD DE MUROS EN X-X				Densidad Mínima de Muros				Datos
DESCRIPCION	Longitud	Altura	Ancho	Área de corte	Área en planta	Densidad en Campo	>=ZUNS/56	
Eje 2-2 / ejes C-C hasta D -D	1.4	2.80	0.13	0.182	108	0.01860	0.03214	Z 0.45
Eje 3-3 / ejes C-C hasta D -D	1.45	2.80	0.13	0.1885				U 1.0
Eje 4-4 / ejes C-C hasta D -D	2.45	2.80	0.13	0.3185				N 4.0
Eje 5-5 / ejes C-C hasta D -D	2.45	2.80	0.13	0.3185				S 1.0
Eje 6-6 / ejes C-C hasta D -D	2.45	2.80	0.13	0.3185				
Eje 7-7 / ejes A-A hasta D -D	5.25	3.00	0.13	0.6825				
Sumatoria				2.0085				

Fuente: AUTOCAD - Elaboración propia

Tabla N° 4: Densidad Mínima de muros en el eje Y

DENSIDAD DE MUROS EN Y-Y				Densidad Mínima de Muros			
DESCRIPCION	Longitud	Altura	Ancho	Área de corte	Área en planta	Densidad en Campo	>=ZUNS/56
Eje A-A/ ejes 1-1 hasta 7-7	16.25	3.00	0.13	2.1125	108	0.05619	0.04821
Eje B-B/ ejes 6-6 hasta 7-7	2.63	3.00	0.13	0.3419			
Eje B-B/ ejes 3-3 hasta 4-4	2.45	3.00	0.13	0.3185			
Eje C-C/ ejes 1-1 hasta 2-2	3.00	3.00	0.13	0.3900			
Eje C-C/ ejes 3-3 hasta 4-4	2.58	3.00	0.13	0.3354			
Eje C-C/ ejes 4-4 hasta 5-5	1.325	3.00	0.13	0.1723			
Eje C-C/ ejes 5-5 hasta 6-6	2.20	3.00	0.13	0.2860			
Eje D-D/ ejes 1-1 hasta 7-7	16.25	3.00	0.13	2.1125			
Sumatoria				6.0691			

Fuente: AUTOCAD - Elaboración propia

**Descripción:** Se verifica que solo en el eje Y-Y cumple con la densidad de muros que requiere la norma E-070, hay un déficit de densidad de muros en el X-X, lo que se interpreta que en supuesto sismo en la dirección del eje X, en esta dirección hubiera **bastantes daños** y hasta el colapso de la edificación.

## 4.2 Resultado del Objetivo específico 2

Determinar los parámetros de diseño sísmico de las normas E-30 y E-070 para una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash – 2020

### 4.2.1. Norma de Cargas E-020 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla N° 5: Parámetros de diseño Según E-020 (Anexo 11)

Descripción	Valor	Unidad
Cargas vivas mínimas repartidas	200	kg/m <sup>2</sup>
Carga viva del techo	100	kg/m <sup>2</sup>
Tabiquería móvil	100	kg/m <sup>2</sup>
Carga muerta de losa en una dirección	300	kg/m <sup>2</sup>
Carga muerta de acabado	100	kg/m <sup>2</sup>

Fuente: RNE E-020 - Elaboración propia

**Descripción:** de la tabla se obtuvo una carga muerta total de 400 kg/m<sup>2</sup> y una carga viva total de 300 kg/m<sup>2</sup>, que se tuvieron en cuenta tanto para el análisis estático, dinámico y diseño de los elementos estructurales.

### 4.2.2. Norma de Diseño Sismo resiste E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones

Tabla N° 6: Parámetros de diseño Según E-030 (Anexo 12)

Descripción		Valor
Zonificación sísmica	Z	0.45
Tipo de perfil de suelo	S = S <sub>2</sub>	1.05
Periodo de la plataforma de C	T <sub>p</sub>	0.6
Periodo de inicio de la zona de C	T <sub>L</sub>	2.5
F. de amplificación sísmica	C	2.5
Periodo fundamental de vibración	T	0.18
Altura total del edificio (m)	h <sub>n</sub>	10.8
Coficiente para determinar el C	C <sub>t</sub>	60
Categoría del edificio	Esencial	C
Factor uso	U	1
Factor de irregularidad en altura	I <sub>a</sub>	1
Factor en irregularidad en planta	I <sub>p</sub>	1
Coef. Básico de reducción sísmica	R <sub>o</sub>	3
Coef. De reducción sísmica	R	3

Fuente: Elaboración Propia



**Descripción:** se consideró lo contemplado en la norma vigente del 2018, los datos tomados se tuvieron en cuenta solo para el análisis estático y dinámico inicial que se realizó a la vivienda evaluada con los datos tomados en cuenta, algunos valores como T, C, la, Ip y R tendrán cambio al realizar el modelado de la vivienda optimizada, ya que para la optimización se tendrán en cuenta valores reales y que estén contemplados en la norma E-030.

#### **4.2.3. Norma de Albañilería E-070 del Reglamento Nacional de Edificaciones**

*Tabla N° 7: Parámetros de diseño Según E-070 (Anexo 13)*

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Ancho efectivo para muros de soga	13 cm
Ancho efectivo para muros de soga	23 cm
Centro de rigidez en X-X	5.70
Centro de rigidez en Y-Y	134.50
Factor de esbeltez $F_{e>1.3} = (1.33 \cdot L/h)^2$ Y-Y	63.70
Factor de esbeltez $F_{e>1.3} = (1.33 \cdot L/h)^2$ X-X	7.10
Factor de reducción sísmica para albañilería ( $R_o$ )	3.00
Zonificación sísmica (Z)	0.45
Uso y categoría de edificación (U)	1.50
Numero de niveles de la edificación (N)	4.00
Tipo de perfil de suelo (S)	1.00
Resistencia al corte del muro	0.0765
Densidad mínima de muros X-X	0.03616
Densidad mínima de muros Y-Y	0.03616
Esfuerzo máximo axial	0.669
Resistencia requerida del muro ( $U=1.4CM+1.7CV$ )	1240.00

Fuente: Elaboración Propia

**Descripción:** se consideró lo contemplado en la norma vigente del 2018, los datos tomados se tuvieron en cuenta para el modelado de la vivienda optimizada y el diseño del mismo, para cumplir con los requisitos de la norma E-070.

Tabla N° 8: Cálculo de asentamiento para zapatas cuadradas

S = Asentamiento	"B" ANCHO DE ZAPATA							
	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
qad	1.80	1.84	1.87	1.91	1.94	1.98	2.01	2.05
Asentamiento	0.185 cm.	0.212 cm.	0.240 cm.	0.269 cm.	0.299 cm.	0.329 cm.	0.361 cm.	0.393 cm.

Fuente: GEOLAB Ingenieros Consultores E.I.R.L.

**Descripción:** del estudio de mecánica de suelo se concluye que el asentamiento de para zapatas cuadradas serán de 0.24 cm y por ende, para el diseño del mismo el asentamiento del suelo serán despreciables.

Tabla N° 9: Cálculo de asentamiento para cimientos corridos

S = Asentamiento	"B" ANCHO DE ZAPATA							
	0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
qad	1.86	1.90	1.95	1.99	2.03	2.08	2.12	2.16
Asentamiento	0.191 cm.	0.219 cm.	0.249 cm.	0.280 cm.	0.312 cm.	0.346 cm.	0.380 cm.	0.415 cm.

Fuente: GEOLAB Ingenieros Consultores E.I.R.L.

**Descripción:** del estudio de mecánica de suelo se concluye que el asentamiento de para cimientos corridos serán de 0.249 cm y por ende, para el diseño del mismo el asentamiento del suelo serán despreciables.

Tabla N° 10: Capacidad Admisible de Carga por Limitación de Esfuerzo Cortante para Zapata Cuadrada

qad = Capacidad. Admisible Kg/cm <sup>2</sup>		"B" ANCHO DE ZAPATA							
		0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
"DF" PROF. de Cimentación.	1.0 m.	1.30	1.33	1.37	1.40	1.43	1.47	1.50	1.54
	1.2 m.	1.50	1.53	1.57	1.60	1.64	1.67	1.71	1.74
	1.5 m.	1.80	1.84	1.87	1.91	1.94	1.98	2.01	2.05
	1.8 m.	2.11	2.14	2.18	2.21	2.25	2.28	2.32	2.35
	2.0 m.	2.31	2.35	2.38	2.42	2.45	2.49	2.52	2.56
	3.0 m.	3.33	3.37	3.40	3.44	3.47	3.51	3.54	3.57

Fuente: GEOLAB Ingenieros Consultores E.I.R.L.

Tabla N° 11: Capacidad Admisible de Carga por Limitación de Esfuerzo Cortante para Cimientos Corridos

q <sub>ad</sub> = Capacidad Admisible Kg/cm <sup>2</sup>		"B" ANCHO DE CIMIENTO							
		0.8 m.	0.9 m.	1.0 m.	1.1 m.	1.2 m.	1.3 m.	1.4 m.	1.5 m.
"DF" PROF. de Cimentación.	1.0 m.	1.36	1.40	1.44	1.48	1.53	1.57	1.61	1.66
	1.2 m.	1.56	1.60	1.64	1.69	1.73	1.77	1.82	1.86
	1.5 m.	1.86	1.90	1.95	1.99	2.03	2.08	2.12	2.16
	1.8 m.	2.16	2.21	2.25	2.29	2.34	2.38	2.42	2.46
	2.0 m.	2.37	2.41	2.45	2.49	2.54	2.58	2.62	2.67
	3.0 m.	3.38	3.42	3.46	3.51	3.55	3.59	3.63	3.68

Fuente: GEOLAB Ingenieros Consultores E.I.R.L

**Descripción:** las tablas 10 y 11 se determina que el nivel de fondo de zapas debe de estar a -1.20m del nivel terreno natural así como de tener un ancho de zapatas de 1.50m. Por otro lado los cimientos corridos deberían ser de 1.20 de ancho y un nivel de fondo de cimientos de -1.20m del terreno natural.

#### 4.3 Resultado de Objetivo específico 3

En respuesta al tercer objetivo de Realizar el análisis estático y dinámico de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash – 2020.

##### 4.3.1 Análisis estático

Primero se tuvieron los siguientes criterios y/o parámetros que nos indica en la E-030 de para el análisis estáticos de una estructura.

Z= 0.45 (ZONA 4)

U= 1.00 (Común – Vivienda)

T<sub>p</sub>= 0.6, T<sub>I</sub>= 2.5, T=0.18, entonces C= 2.5 (T<T<sub>p</sub>)

S= 1.05 (S2)

R= 3.00 (Considerando que en Z4 no debe haber irregularidades, R= R<sub>o</sub>\*I<sub>a</sub>\*I<sub>p</sub>)

R<sub>o</sub>= 3 (Reducción sísmica por sistema de albañilería)

Luego de realizar el modelado en Etabs y haber obtenido los valores de los periodos reales, masa, peso, rigidez y cortantes.

### 4.3.1.1 Verificación de las Irregularidades estructurales en Altura.

Tabla N° 12: Irregularidad de Rigidez - Piso Blando

Eje X-X					
Nivel de piso	Caso	Altura entre piso (m)	Cortante basal Vo (Tn)	Vo<80%(Vo+1) (Tn)	Control según E-030 - 2018
4	SIS_EST_X-X	2.60	11.3543	9.08	-
3	SIS_EST_X-X	2.60	24.0435	19.23	No existe piso blando
2	SIS_EST_X-X	2.60	32.503	26.00	No existe piso blando
1	SIS_EST_X-X	3.00	36.7327	-	No existe piso blando
Eje Y-Y					
Nivel de piso	Caso	Altura entre piso	Cortante basal Vo (Tn)	Vo>80%(Vo+1)	Control según E-030 - 2018
4	SIS_EST_X-X	2.60	11.3543	9.08	-
3	SIS_EST_X-X	2.60	24.0435	19.23	No existe piso blando
2	SIS_EST_X-X	2.60	32.503	26.00	No existe piso blando
1	SIS_EST_X-X	3.00	36.7327	-	No existe piso blando

Fuente: Etabs – Elaboración Propia

Tabla N° 13: Irregularidad de Rigidez - Piso Débil

Eje X-X						
Nivel de piso	Caso	Altura entre piso (m)	Rigidez lateral ko (Tn/m)	Ko<70%(ki+1) (Tn)	Ko<80%Prom(ko+1, ko+2, ko+3) (Tn)	Control según E-030 - 2018
4	SIS_EST_X-X	2.60	30038.134			
3	SIS_EST_X-X	2.60	48908.13	163%	163%	No existe piso débil
2	SIS_EST_X-X	2.60	61843.109	126%	157%	No existe piso débil
1	SIS_EST_X-X	3.00	93846.107	152%	200%	No existe piso débil
Eje Y-Y						
Nivel de piso	Caso	Altura entre piso (m)	Rigidez lateral ko (Tn/m)	Ko<70%(ki+1) (Tn)	Ko<80%Prom(ko+1, ko+2, ko+3) (Tn)	Control según E-030 - 2018
4	SIS_EST_X-X	2.60	131832.05			
3	SIS_EST_X-X	2.60	181396.101	138%	138%	No existe piso débil
2	SIS_EST_X-X	2.60	204088.188	113%	130%	No existe piso débil
1	SIS_EST_X-X	3.00	254128.929	125%	147%	No existe piso débil

Fuente: Etabs – Elaboración Propia

**Descripción:** las tablas 12 y 13, deducimos que no existe irregularidad de piso blando ni de piso débil, ya en ninguno de los casos las cortantes del piso superior superan en el 80% y 70% del piso inferior respectivamente.

Tabla N° 14: Irregularidad de Extrema Rigidez

Eje X-X							
Nivel de piso	Caso	Altura entre piso	Rigidez lateral ko	Ko<60%(Ko+1)	Ko<70%(Ko+1)	Control según E-030 - 2018	
4	SIS_EST_X-X	2.60	30038.134				
3	SIS_EST_X-X	2.60	48908.13	163%	163%	No existe rigidez extrema	No existe rigidez extrema
2	SIS_EST_X-X	2.60	61843.109	126%	157%	No existe rigidez extrema	No existe rigidez extrema
1	SIS_EST_X-X	3.00	93846.107	152%	200%	No existe rigidez extrema	No existe rigidez extrema
Eje Y-Y							
Nivel de piso	Caso	Altura entre piso	Rigidez lateral ko	Ko<60%(Ko+1)	Ko<70%(Ko+1)	Control según E-030 - 2018	
4	SIS_EST_X-X	2.60	30038.134				
3	SIS_EST_X-X	2.60	48908.13	163%	163%	No existe rigidez extrema	No existe rigidez extrema
2	SIS_EST_X-X	2.60	61843.109	126%	157%	No existe rigidez extrema	No existe rigidez extrema
1	SIS_EST_X-X	3.00	93846.107	152%	200%	No existe rigidez extrema	No existe rigidez extrema

Fuente: Etabs – Elaboración Propia

Tabla N° 15: Irregularidad de Extrema Resistencia

Eje X-X					
Nivel de piso	Caso	Altura entre piso	Cortante basal Vo (Tn)	Vo<65%(Vo+1)	Control según E-030 - 2018
4	SIS_EST_X-X	2.60	106.6	69.29	No existe extrema resistencia
3	SIS_EST_X-X	2.60	290.06	188.54	No existe extrema resistencia
2	SIS_EST_X-X	2.60	463.52	301.29	No existe extrema resistencia
1	SIS_EST_X-X	3.00	636.99		
Eje Y-Y					
Nivel de piso	Caso	Altura entre piso	Cortante basal Vo (Tn)	Vo<65%(Vi+1)	Control según E-030 - 2018
4	SIS_EST_X-X	2.60	106.6	69.29	No existe extrema resistencia
3	SIS_EST_X-X	2.60	290.06	188.54	No existe extrema resistencia
2	SIS_EST_X-X	2.60	463.52	301.29	No existe extrema resistencia
1	SIS_EST_X-X	3.00	636.99		

Fuente: Etabs – Elaboración Propia

**Descripción:** de la tabla 14, determinamos que no existe irregularidad de extrema rigidez ya que la rigidez de cualquier piso analizado la es menor que el 60% del piso inmediato superior. De la tabla 15, del mismo modo no existe irregularidad de extrema resistencia ya que la cortante de un piso es menor que el 65% de la cortante del piso superior.

Tabla N° 16: Irregularidad de Masa o Peso

- Eje X-X			
Nivel de piso	Caso	Altura entre piso	Masa Mo (Tn)
			32.55911
4	SIS_EST_X-X	2.60	7.22805
3	SIS_EST_X-X	2.60	24.87295
2	SIS_EST_X-X	2.60	32.55911
1	SIS_EST_X-X	3.00	32.55911

32.55911	>	1.5*Mn+1
32.55911	>	48.838665
<b>No existe irregularidad de masa</b>		

Eje Y-Y			
Nivel de piso	Caso	Altura entre piso	Masa Mo (Tn)
			32.55911
4	SIS_EST_X-X	2.60	7.22805
3	SIS_EST_X-X	2.60	24.87295
2	SIS_EST_X-X	2.60	32.55911
1	SIS_EST_X-X	3.00	32.55911

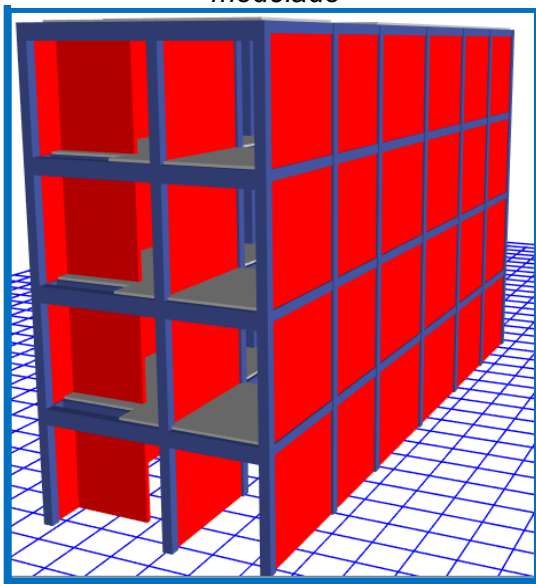
  

32.55911	>	1.5*Mn+1
32.55911	>	48.838665
<b>No existe irregularidad de masa</b>		

Fuente: Etabs – Elaboración Propia

**Descripción:** de la tabla 16, según la norma basta que se analice el primer nivel para determinar si existe o no irregularidad, ya que la masa del primer nivel es menor al 150% de la masa del segundo nivel.

Figura N° 1: Vista frontal y lateral del modelado



Fuente: Etabs – Elaboración Propia

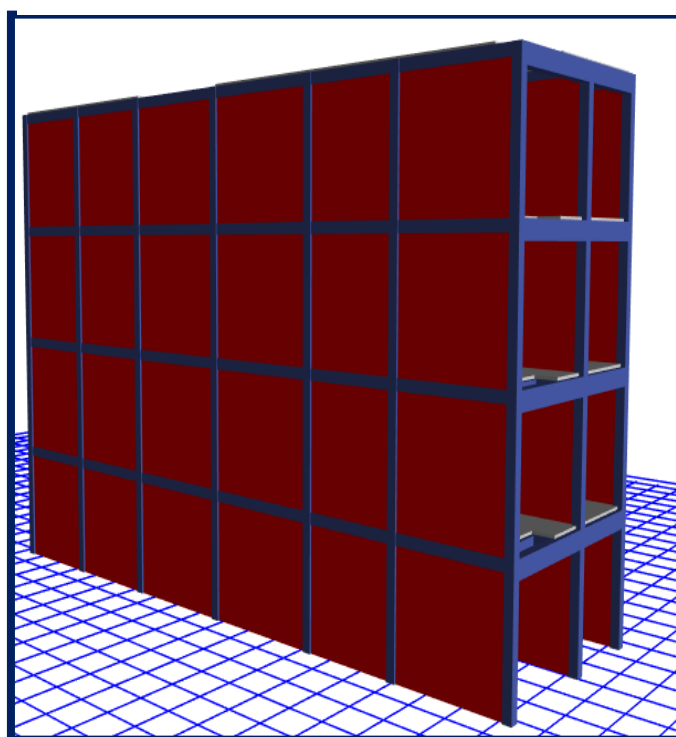
Tabla N° 17: Irregularidad Geométrica Vertical

Irregularidad geométrica vertical - eje X-X
NO EXISTE IRREGULARIDAD GEOMETRICA VERTICAL
Irregularidad geométrica vertical - eje X-X
NO EXISTE IRREGULARIDAD GEOMETRICA VERTICAL

Fuente: Etabs – Elaboración Propia

**Descripción:** de la tabla 17, según la norma existe irregularidad cuando la dimensión en planta soportan las cargas laterales es mayor a 130% de la dimensión en planta del piso superior, en este caso no existe irregularidad ya que todos los niveles tienen las mismas dimensiones.

Figura N° 2: Vista de los elementos estructurales verticales y horizontales



Fuente: Etabs – Elaboración Propia

Tabla N° 18: Irregularidad de Discontinuidad de Sistemas Resistentes

<b>Discontinuidad de los sistemas resistentes en el Eje X-X</b>
Los elementos resistentes (Vigas-Columnas) no tienen discontinuidad.
<b>Discontinuidad de los sistemas resistentes en el Eje Y-Y</b>
Los elementos resistentes (Vigas-Columnas) no tienen discontinuidad.

Fuente: Etabs – Elaboración Propia

Tabla N° 19: Irregularidad de Discontinuidad Extrema de Sistemas Resistentes

<b>Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes en el Eje X-X</b>
Los elementos resistentes (Vigas-Columnas) no tienen discontinuidad.
<b>Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes en el Eje Y-Y</b>
Los elementos resistentes (Vigas-Columnas) no tienen discontinuidad.

Fuente: Etabs – Elaboración Propia

**Descripción:** de la tabla 18 se verifica que no existe irregularidad ya que como se observa en la figura 2 no hay por lo menos el 10% de des alineamiento de los elementos estructurales, por otro lado la tabla 19 representa que no existe

irregularidad extrema de sistemas resistentes ya que en ninguno de los niveles supera el 25% de la fuerza cortante del piso adyacente.

#### 4.3.1.2 Verificación de las Irregularidades estructurales en Planta.

Tabla N° 20: Irregularidad Torsional

Eje X-X					
N° PISO	Ax (m)	Deriva Max.	Deriva Prom.	Ratio	Control E-030, 2018
4	SIS_EST-X	0.00047	0.000378	1.235	No existe irregularidad torsional
3	SIS_EST-X	0.00062	0.000492	1.254	No existe irregularidad torsional
2	SIS_EST-X	0.00067	0.000526	1.272	No existe irregularidad torsional
1	SIS_EST-X	0.00048	0.000391	1.225	No existe irregularidad torsional
Eje Y-Y					
N° PISO	Ax (m)	Deriva Max.	Deriva Prom.	Ratio	Control E-030, 2018
4	SIS_EST-Y	0.00009	0.000086	1.023	No existe irregularidad torsional
3	SIS_EST-Y	0.00014	0.000133	1.038	No existe irregularidad torsional
2	SIS_EST-Y	0.00017	0.000159	1.050	No existe irregularidad torsional
1	SIS_EST-Y	0.00015	0.000145	1.041	No existe irregularidad torsional

Fuente: Etabs – Elaboración Propia

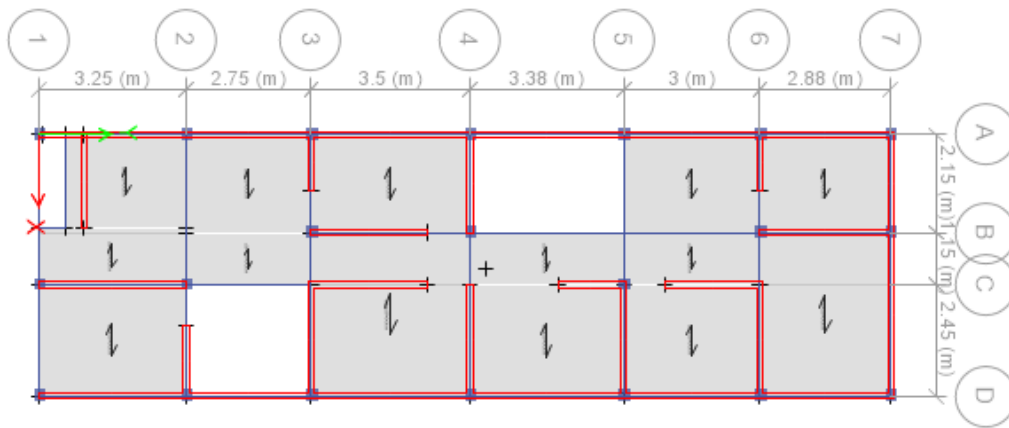
Tabla N° 21: Irregularidad Extrema Torsional

Eje X-X					
N° PISO	Ax (m)	Deriva Max.	Deriva Prom.	Ratio	Control E-030, 2018
4	SIS_EST-X	0.00047	0.000378	1.235	No existe irregularidad torsional extrema
3	SIS_EST-X	0.00062	0.000492	1.254	No existe irregularidad torsional extrema
2	SIS_EST-X	0.00067	0.000526	1.272	No existe irregularidad torsional extrema
1	SIS_EST-X	0.00048	0.000391	1.225	No existe irregularidad torsional extrema
Eje Y-Y					
N° PISO	Ax (m)	Deriva Max.	Deriva Prom.	Ratio	Control E-030, 2018
4	SIS_EST-Y	0.000088	0.000086	1.023	No existe irregularidad torsional extrema
3	SIS_EST-Y	0.000138	0.000133	1.038	No existe irregularidad torsional extrema
2	SIS_EST-Y	0.000167	0.000159	1.050	No existe irregularidad torsional extrema
1	SIS_EST-Y	0.000151	0.000145	1.041	No existe irregularidad torsional extrema

Fuente: Etabs – Elaboración Propia



Figura N° 3: Vista en planta del modelado



**Descripción:** luego de realizar las verificaciones de irregularidades se obtuvo, que no hay irregularidades tanto en planta como en altura lo que significaría que el valor R (Coeficiente de Reducción sísmica) asumido es el correcto al igual que los periodos o modos.

Tabla N° 22: Periodos reales de la vivienda

MODO		PERIODO	
Modal	1	0.222	En sentido X
Modal	2	0.141	Rotacional
Modal	3	0.116	En sentido Y

Fuente: Etabs – Elaboración Propia

**Descripción:** se observa que en el modo 1 es traslacional en X lo que correspondería a que en el modo 2 debería ser también traslacional pero en el otro eje Y, sin embargo este no es el caso lo que nos hace suponer que hay mucha excentricidad entre el centro de masa y el centro de rigidez; lo que se tendrá en cuenta para realizar la optimización de la vivienda.

Se realizó la operación para hallar la cortante:

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

Se obtuvo el valor de  $V=382.09 \text{ Tn} - f$ , así mismo se realizó una tabla para hallar la cortante en cada piso.

Tabla N° 23: Cortante basal

Masa Etabs	N° Piso	mi	pi	hi	pi(hi) <sup>k</sup>	αi	Fi	Vi
Tnf.s2/m		Tnf.s2/m	Tn	m				
7.3744	Piso 4	7.374	72.31	10.80	780.988	0.139	53	53
25.2777	Piso 3	25.278	247.87	8.20	2032.556	0.362	138	192
33.1316	Piso 2	33.132	324.89	5.60	1819.375	0.324	124	316
33.1316	Piso 1	33.132	324.89	3.00	974.665	0.174	66	382
<b>98.915</b>	<b>Total</b>	<b>98.915</b>	<b>969.963</b>		<b>5607.584</b>		<b>381.923</b>	<b>OK!</b>

Fuente: Etabs – Elaboración Propia

Figura N° 4 - Cortante en la base según ETABS

		%						tonf	tonf
Seismic	X+Ecc.Y	5	<input type="checkbox"/>	Story4	Base	0.39375	1	970.0276	381.9483
Seismic	Y+Ecc.X	5	<input type="checkbox"/>	Story4	Base	0.39375	1	970.0276	381.9483

Fuente: Etabs – Elaboración Propia

**Descripción:** La tabla N° 23 representa el valor de la cortante basal entre pisos y total de la vivienda, calculada. Mientras, que la figura N° 4 representa lo mismo pero esta es extraída del software Etabs 2018, lo que significa que el proceso de análisis de la vivienda es óptimo.

#### 4.3.2 Análisis dinámico

Z= 0.45 (ZONA 4)

U= 1.00 (Común – Vivienda)

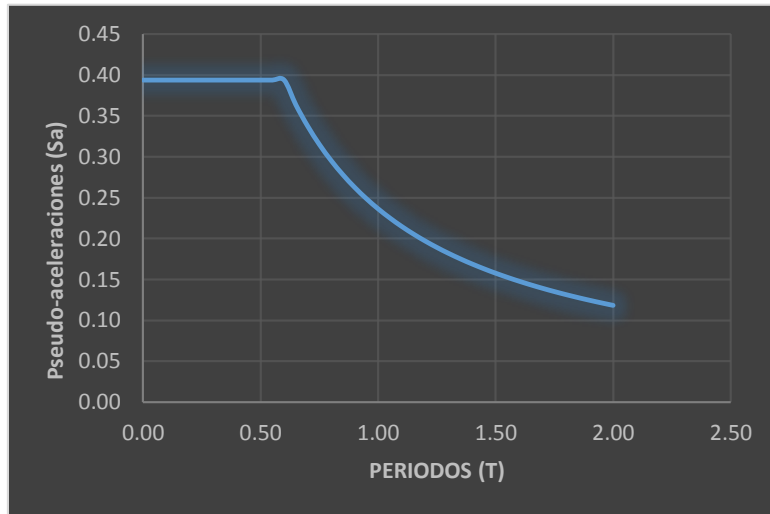
Tp= 0.6, TI= 2.5, T=0.18, entonces C= 2.5 (T<Tp),

S= 1.05 (S2),

R= 3.00 (Considerando que en Z4 no debe haber irregularidades, R= Ro\*la\*Ip)

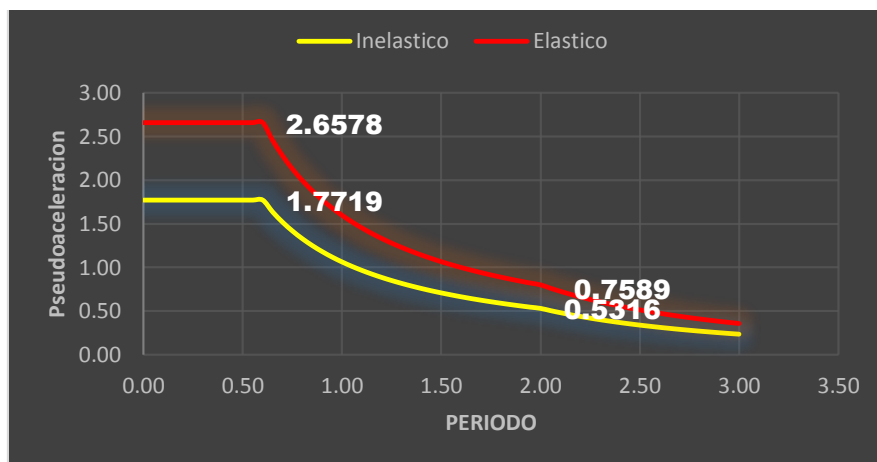
g= 8.8067 m/s<sup>2</sup>

Gráfico N° 2: Espectro de Respuesta de Pseudo - Aceleraciones



Fuente: Etabs – Elaboración Propia

Gráfico N° 3: Espectro Elástico e Inelástico



Fuente: Etabs – Elaboración Propia

**Descripción:** el gráfico 2 representa las aceleraciones del sismo con respecto al periodo, en este caso el periodo que se usó para el diseño, en el eje x es de 0.19 y en el eje y 0.14 lo que se interpreta que resistiría un sismo de aceleración de 0.4g. Por otro lado el gráfico 3 el espectro de diseño inelástico se obtuvo del factor de reducción sísmica R aplicadas al diseño en respuesta de al espectro elástico.

#### 4.3.2.1 Fuerza cortante mínimas (E-030 Art. 29.4)

Las fuerzas cortantes en cualquier dirección analizada no pueden ser menor que el 80% de las fuerzas dinámicas, en estructuras regulares; ni mayor que el 90% en estructuras irregulares.

Tabla N° 24: Cortantes Estáticas y Dinámicas

Cortante estática				
Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY
			tonf	tonf
Story1	SIS_EST_X	Bottom	381.9483	0
Story1	SIS_EST_Y	Bottom	0	381.9483
Cortante dinámico				
Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY
			tonf	tonf
Story1	SD_EN XX Max	Bottom	276.6593	101.0419
Story1	SD_EN YY Max	Bottom	83.3543	335.8271

Fuente: Etabs – Elaboración Propia

**Fuerzas cortantes mínimas en X-X:**  $\frac{276.6593}{381.9483} * 100\% = 72\%$  **(No Cumple)**

**Fuerzas cortantes mínimas en Y-Y:**  $\frac{335.8271}{381.9483} * 100\% = 88\%$  **(Si Cumple)**

#### 4.3.2.1.2 Masa participativa (E-030 Art. 29.1.2)

Tabla N° 25: Masa Participativa

Caso	Modo	Periodo	UX	UY	Sum UX	Sum UY
		sec				
Modal	1	0.318	0.69100	0.00002	69%	0%
Modal	2	0.208	0.13740	0.00220	83%	0%
Modal	3	0.171	0.00020	0.87110	83%	87%
Modal	4	0.106	0.12110	0.00000	95%	87%
Modal	5	0.073	0.02060	0.00010	97%	87%
Modal	6	0.063	0.02450	0.00005	99%	87%
Modal	7	0.06	0.00001	0.10580	99%	98%
Modal	8	0.047	0.00070	0.00000	100%	98%
Modal	9	0.047	0.00440	0.00010	100%	98%
Modal	10	0.038	0.00000	0.02050	100%	100%
Modal	11	0.034	0.00004	0.00001	100%	100%
Modal	12	0.029	0.00000	0.00020	100%	100%

Fuente: Etabs – Elaboración Propia

**Descripción:** se determinó que si cumple en los modos 4 y 5, que por lo menos en dos modos la suma de su masa efectiva sea mayor al 90%.

### 4.3.2.1.3 Control de Derivas (E-030 Art. 32)

La deriva máxima en cada entre piso puede ser 0.005 para sistemas de albañilería.

Tabla N° 26: Control de derivas de la vivienda

EJE X-X									
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	Altura	D_RELATIVO	D_ELASTICA	D_INELASTICA	0.005	Control
			m	m					
Story4	D4	SD_EN XX Max	0.012632	2.60	0.002241	0.00086	0.00194	0.005	Si cumple
Story3	D3	SD_EN XX Max	0.010391	2.60	0.003261	0.00125	0.00282	0.005	Si cumple
Story2	D2	SD_EN XX Max	0.00713	2.60	0.003972	0.00153	0.00344	0.005	Si cumple
Story1	D1	SD_EN XX Max	0.003158	3.00	0.003158	0.00105	0.00237	0.005	Si cumple
EJE Y-Y									
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UY	Altura	D_RELATIVO	D_ELASTICA	D_INELASTICA	0.005	Control
			m	m					
Story4	D4	SD_EN YY Max	0.003932	2.60	0.000436	0.00017	0.00038	0.005	Si cumple
Story3	D3	SD_EN YY Max	0.003496	2.60	0.000891	0.00034	0.00077	0.005	Si cumple
Story2	D2	SD_EN YY Max	0.002606	2.60	0.001307	0.00050	0.00113	0.005	Si cumple
Story1	D1	SD_EN YY Max	0.001299	3.00	0.001299	0.00043	0.00097	0.005	Si cumple

Fuente: Etabs – Elaboración Propia

Tabla N° 27: Cortantes con el sismo dinámico

EJE X-X				EJE Y-Y			
Story	Elevación	Location	X-Dir	Story	Elevación	Location	Y-Dir
	m		tonf		m		tonf
Story4	10.8	Top	40.0499	Story4	10.8	Top	42.208
Story3	8.2	Top	142.9412	Story3	8.2	Top	163.314
Story2	5.6	Top	231.4502	Story2	5.6	Top	275.539
Story1	3	Top	276.6593	Story1	3	Top	335.827

Fuente: Etabs – Elaboración Propia

Tabla N° 28: Desplazamientos ente pisos

EJE X-X				EJE Y-Y			
Story	Elevation	Location	X-Dir	Story	Elevation	Location	Y-Dir
	m		m		m		m
Story4	10.8	Top	0.02202	Story4	10.8	Top	0.00422
Story3	8.20	Top	0.01881	Story3	8.20	Top	0.00374
Story2	5.60	Top	0.01329	Story2	5.60	Top	0.00277
Story1	3.00	Top	0.00601	Story1	3.00	Top	0.00138

Fuente: Etabs – Elaboración Propia

Tabla N° 29: Aceleraciones entre pisos

EJE X-X				EJE Y-Y			
Story	Load	UX	Aceleración	Story	Load	UY	Aceleración
	Case/Combo	m/sec <sup>2</sup>	g		Case/Combo	m/sec <sup>2</sup>	g
Story4	SD_EN XX Max	9.0598	0.92	Story4	SD_EN YY Max	5.8585	0.60
Story3	SD_EN XX Max	7.0265	0.72	Story3	SD_EN YY Max	4.9151	0.50
Story2	SD_EN XX Max	5.3357	0.54	Story2	SD_EN YY Max	3.7624	0.38
Story1	SD_EN XX Max	3.4156	0.35	Story1	SD_EN YY Max	2.4303	0.25
Base	SD_EN XX Max	0	0.00	Base	SD_EN YY Max	0	0.00

Fuente: Etabs – Elaboración Propia

**Descripción:** del análisis dinámico realizado se obtuvo que la fuerza cortante en la base estática es 72% de la fuerza dinámica el cual no cumple con la norma en el artículo 29.4 de la E-030, Sin embargo toda la estructura está muy por debajo de las derivas.

#### 4.4 Resultado del Objetivo General

En respuesta al objetivo de realizar la evaluación sísmica y optimización de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash – 2020, se logró identificar que la vivienda evaluada tiene un grado de vulnerabilidad alta, por distintos motivos; tales como son la disminuida sección de columnas, no se cumple con la densidad de muro mínimo en el eje X. al realizar el modelado en el software ETABS se obtuvo que se cumplía en el primer modo de traslacional en el eje X, mientras que en el modo dos se vuelve rotacional donde debería ser traslacional en el eje Y, por último en el tercer modo debería ser rotacional pero se observó en el modelado que tenía un movimiento traslacional en el eje Y. Por otro lado se verifico que si cumplía lo que la norma E-030 dice acerca de que por lo menos en dos modos tiene que actuar el 90% a más de la masa participativa. Para la optimización se consideró la densidad mínima de muros,

aumentar la sección de elementos confinantes, criterios de diseño de las normas E-020, E-030, E-070 y verificándolos con una simulación de sismo.

## V. DISCUSIÓN

La determinación de esta investigación mora en la vulnerabilidad sísmica en la que nuestro entorno local y nacional vivimos, en aras de mejorar el criterio de diseño sísmico de una vivienda de albañilería sismo resistente.

La configuración, los modelos, la optimización e interpretación de resultados, son claves para lo cual la presente tesis pone hincapié en dar a conocer a todos y cada uno de los lectores podrán tomar como modelo la presente investigación para futuros proyectos de construcciones, en especial para viviendas de albañilería confinada, la cual tendrá la capacidad de soportar sismos severos.

En tal sentido, definimos a la vulnerabilidad sísmica como la capacidad de una estructura o edificio para soportar las fuerzas eventuales que pueden tener durante su vida útil, esta misma capacidad erradica en su calidad y resistencia intrínseca del sistema estructural y materiales que componen en conjunto toda la estructura o edificio. Al respecto, esta investigación tuvo como resultado que la vivienda evaluada obtuvo un factor de vulnerabilidad alta, dicho resultado se dio teniendo en cuenta la metodología realizada por el investigador, Quiroz (2015) en su tesis denominada “Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural en edificaciones conformadas por sistemas aporricados y de albañilería confinada en el sector de la Esperanza parte baja – Trujillo” quien creó una metodología para evaluar la vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería y a porticadas de cuatro niveles, el cual por conveniencia del investigador de la presente investigación opto utilizar esta metodología y su instrumento (formato de evaluación sísmica), por el eficiencia y versatilidad que presenta.

En ese contexto, hubo resultados similares a la evaluación de vulnerabilidad alta, este es el caso de la investigación “Evaluación y propuesta de solución ante la vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería en los pueblos jóvenes Florida Baja y Florida Alta - Chimbote - 2016”, el cual obtuvo también una vulnerabilidad alta del 54% y un riesgo sísmico alto del total de las viviendas evaluadas, dicha evaluación fue realizada con la metodología de realización de una encuesta a



las viviendas evaluadas a la que en personal, Vásquez (2017), con respecto a la metodología usada, discrepo con dicha técnica ya que con solo la observación no se podría dar un resultado eficaz de evaluar la vulnerabilidad sísmica ya que de ella dependería la continuidad o rehabilitación de dicha vivienda a menos que, la persona que va realizar la encuesta sea una persona calificada y/o de amplia experiencia en viviendas sismo resistentes.

De igual forma, Preciado y otros (2019) en el artículo “Seismic vulnerability assessment and reduction at a territorial scale on masonry and adobe housing by rapid vulnerability indicators: the case of Tlajomulco, Mexico”, que igualmente obtuvo un alto grado de valor de vulnerabilidad sísmica en los edificios evaluados, dicha evaluación fue ejecutada bajo la metodología de índice de vulnerabilidad o también conocido método italiano, si bien hay muchas investigaciones en Latinoamérica que usan este método, por conveniencia el autor decidió no usar dicho método ya que se consideró que geográficamente los países en donde se hicieron estas investigaciones son distintas, además que los materiales que se usan para la edificación de viviendas en el Perú tiene distintas características físicas, químicas y mecánicas que podrían alterar el resultado de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

Por otra parte, una vez realizada la evaluación sísmica se vio conveniente analizarlo estáticamente y dinámicamente ante un sismo supuesto, para esto nos valimos del software Etabs 2018, considerando los parámetros de diseño del Reglamento Nacional de Edificaciones vigente del 2018. Dichos parámetros fueron por ejemplo el factor de zona (z), uso de la edificación (u), el factor de amplificación sísmica (c), factor por tipo de suelo (s), factor de reducción sísmica (R), los valores de las cargas vivas y muertas según la norma E-020, finalmente también se tuvieron en cuenta la densidad mínima de muros, resistencia de diseño de muros, resistencia al corte del muro, entre otros.

En tal sentido, Ponte (2017) en la investigación “Análisis del diseño estructural de albañilería confinada para la vida útil de viviendas autoconstruidas en el distrito de Independencia – Lima”, también realizó el análisis estático y dinámico pero tomando como referencia el Reglamento Nacional de Edificaciones del

2016 que para su época de realizada dicha investigación era la norma vigente, a comparación con el actual reglamento hay algunas mejoras en cuanto al análisis de irregularidades lo que optimiza el análisis y por tanto el diseño de una estructura.

Asimismo, Pinzón (2013) en su trabajo de investigación “Diseño estructural para el proyecto de vivienda nueva para el barrio bella vista del Municipio de Soacha (Cundinamarca)”, el cual realizaron el diseño de estructural de una vivienda y para ello sus parámetros de diseño fueron en base al Reglamento Nacional de Edificaciones del 2006, que a comparación con la norma vigente del 2018 toma en consideración cada factor para cada irregularidad tanto en altura como en planta, generando así mayor seguridad de diseño sísmico.

Vinculando al concepto del análisis estático y dinámico ante un sismo supuesto modelado con el software ETABS 2018 y haber tenido en cuenta los parámetros de diseño ya antes mencionados relacionados a las normas E-020, E-030, E-070, se realizó en el análisis estático; el análisis de irregularidades en planta, en altura, la cortante en base y por cada piso del edificio, mientras que en el análisis dinámico se evaluó; las fuerzas cortantes mínimas, masa participativa de la estructura, control de derivas, desplazamientos entre pisos y aceleraciones entre piso. Este análisis se realizó ya que da la seguridad que el diseño sísmico de la vivienda cumpla con las solicitudes a la que se está diseñando. Se obtuvo que la fuerza cortante en la base estática es 72% de la fuerza dinámica el cual no cumple con la norma en el artículo 29.4 de la E-030, además que las derivas están muy por debajo de lo que la norma estipula (0.005), siendo la deriva más próxima al reglamento es de 3.4 mm en el eje X y 1.1 mm en el eje Y. Asimismo el desplazamiento oscila entre 2,2 cm en el eje X y 4 mm en el eje Y ambos valores se presentan en el primer nivel. Para la optimización se optó por rigidizar más en la primera parte de la vivienda, aumentar la densidad de muros en el eje X y disminuir la excentricidad entre el centro de masa y el centro de rigidez para cumplir con los modos; que en los dos primeros dos modos deben ser traslacionales y el tercer modo, rotacional.

Asimismo, resultados similares se encontró en la tesis “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio de aulas de la facultad de ingeniería de la universidad central del Ecuador, utilizando la Norma Ecuatoriana de la Construcción”, que también realizó un análisis estático y dinámico pero basado en la norma de 2015 de su país, encontrándose irregularidades en planta (irregularidad torsional) y en altura (irregularidad de piso blando). Además el modelado de la estructura lo realizó con el software SAP 2000. (Quizhpilema, 2017).

Igualmente, Guinovart (2017), en su artículo de investigación “Evaluation of large deformations on Romanesque masonry pillars: The case of Santa María de Arties (XII-XIII) at Valle de Arán, Spain”, obtuvo que los desplazamientos de los pilares evaluados fue debido al cambio de rigideces con respecto de los otros elementos estructurales como resultados pudieron determinar las deformaciones de los pilares no eran perpendiculares a sus ejes y esto se debió a su geometría irregular de las iglesias. Por ello se decidió aumentar las rigideces de las columnas y mantener las vigas en las losas, para evitar la presencia de rotulas plásticas en un eventual sismo.

Del mismo modo, Paredes (2017), en su tesis “Comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada existente y proyectada, en el distrito de Ate – Lima”. Teniendo en cuenta de identificar el comportamiento de los elementos estructurales de una vivienda de albañilería ante un supuesto sismo y determinar los esfuerzos a los desplazamientos, esfuerzos cortantes y sus derivas. Su metodología de trabajo para la recolección de datos fue utilizar una ficha de observación y para el procesamiento de datos utilizó el software Etabs 2016 y obtuvo como resultados de que todas las viviendas evaluadas no cumplen con los desplazamientos laterales teniendo 18.55mm en X, con una deriva de 0.0056 y que los ladrillos tiene un  $f_m$  de 35  $kc/cm^2$  así como un módulo de elasticidad de 17500  $kg/cm^2$  siendo el factor principal por el cual las viviendas fallarían ante un sismo.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Se obtuvo de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica que la vivienda evaluada tiene un grado de 108.36 y un factor de vulnerabilidad alta debido a que la primera mitad de la vivienda no se presentaban muros tan solo columnas, en la otra mitad sin bien hay muros y columnas se observó que hay muros sin confinar, y dichos muros del segundo nivel en adelante, no son muros portantes por el hecho de estar conformados por ladrillos panderetas artesanales.
- 6.2. Por otro lado para determinar los parámetros de diseño se tuvo en cuenta la norma vigente, el Reglamento Nacional de Edificaciones del 2018 generando así una mayor seguridad de diseño sísmico.
- 6.3. Además, se realizó el análisis estático y dinámico de la vivienda evaluada, el cual no presentaba con irregularidad en altura ni en planta pero hecha el modelado con el software, en el modo 1 es traslacional en el eje X por lo en consecuencia el modo 2 debió también ser traslacional en el eje Y, sin embargo, es rotacional lo que a primera instancia no hace suponer que hay demasiada excentricidad entre el centro de masa de la estructura y el centro de rigideces el cual se consideró para la optimización de la misma. Por otro lado en el análisis dinámico, se obtuvo que la fuerza cortante en la base estática es 72% de la fuerza dinámica el cual no cumple con la norma en el artículo 29.4 de la E-030, Sin embargo toda la estructura está muy por debajo de las derivas.
- 6.4. En líneas generales, se logró realizar la evaluación sísmica y optimización de la vivienda evaluada de cuatro niveles que también da respuesta a la hipótesis planteada anteriormente que la evaluación sísmica de la vivienda permitió la optimización de la vivienda ya que no cumplía con los parámetros contemplados en la norma vigente del reglamento de edificaciones del Perú.

## **VII. RECOMENDACIONES**

### *A la municipalidad y entidades:*

Se sugiere efectuar charlas de capacitación por parte de las autoridades de la municipalidad (departamento de obras públicas y saneamiento) para capacitar a los pobladores de como perfeccionar los procesos constructivos y de diseños de sus viviendas con el objetivo de reducir la vulnerabilidad sísmica y así salvaguardar vidas humanas ante un sismo.

Asimismo se recomienda a las autoridades de la municipalidad de ser firmes de ya no permitir las invasiones o construcciones en lugares altamente vulnerables ante un sismo de gran intensidad, o en su defecto realizar un mapeo del tipo de suelo en el distrito y en función a este realizar proyectos de viviendas para la población.

### *A futuras investigaciones:*

Teniendo en cuenta que este trabajo de investigación es únicamente con fines académicos se sugiere realizar ensayos no destructivos como el uso del esclerómetro a la estructura para determinar las propiedades reales de los materiales como el estado del acero y del concreto, pues se ha comprobado que la respuesta modal del edificio depende altamente de ellos.

Se sugiere tener en cuenta otras metodologías para la evaluación de vulnerabilidad sísmica, también tener en cuenta otros factores que inciden directamente a la evaluación sísmica como la estimación del riesgo sísmico. Esta investigación es un estudio preliminar para aproximarse al estado actual de dichas viviendas.

### *A futuras construcciones:*

Para disminuir desplazamientos laterales y fisuras en los muros se sugiere enchapar los muros con mallas electro soldadas para recubrirlas con mortero, aumentar la densidad de muros en dirección paralelo a la fachada. Además, tener criterio de diseño sismo resistente o realizar el diseño en función al reglamento nacional de edificaciones vigente. Por último, se recomienda la presencia ante y durante la ejecución de una vivienda de un personal calificado ya sea de un ingeniero o arquitecto. (Ver anexo 7).

## REFERENCIAS

Abouthaus.com. *¿Que es, como se hace y para que sirve un Estudio de Suelo?* Recuperado el 2 de Noviembre de 2019, de *¿Que es, como se hace y para que sirve un Estudio de Suelo?*. Disponible en: <https://about-haus.com/estudio-de-suelo/>

ASTERIS P., C. M. (15 de Febrero de 2014). Seismic vulnerability assessment of historical masonry structural. *Engineering Structures*, Vol. 69, 118-134. Disponible en:<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2014.01.031>

BORJA, M. (2012). *Metodologia de la investigacion cientifica para Ingenieros*. Chiclayo, Perú.

BRAJA, D. (2013). *Fundamentals of Geotechnical Engineering* (cuarta ed.). (C. C. Castro, Ed.) Mexico D.F: International Thomson Editores. doi:978-1-111-57675-2

Constantin, T., & Beyer, K. (2012). *Modelling of Reinforced Concrete Core Walls Under Bi-directional Loading*. Lisboa.

Construyebien.com. (02 de Enero de 2015). [www.construyebien.com](http://www.construyebien.com). (M. P. S.A., Productor) Recuperado el 24 de Noviembre de 2019, de [www.construyebien.com](http://www.construyebien.com): Disponible en: <https://www.construyebien.com/separacion-maxima-columnas-vivienda>

Cymper.com. (25 de Agosto de 2015). *¿Que es un grout o mortero fluido para anclajes?* Recuperado el 12 de Octubre de 2019, de *¿Que es un grout o mortero fluido para anclajes?*, Disponible en: <https://per.sika.com/es/soluciones-y-productos/publicaciones/articulos-tecnicos/definiciones-sobre-concreto-y-mortero.html>

E-020. (2018). *Reglamento Nacional de Edificaciones - Cargas - Perú*. Lima: Megabyte.

E-030. (2018). *Reglamento Nacional de Edificaciones - Diseño Sismorresistente - Perú*. Lima: Megabyte.

E-060. (2018). *Reglamento Nacional de Edificaciones - Concreto Armado - Perú*. Lima: Megabyte.

E-070. (2018). *Reglamento Nacional de Edificaciones - Albañilería - PERÚ*. Lima: MEGABYTE.

GÓMEZ, W., GONZALES, E., y ROSALES, R. (2015). *Metodología de la Investigación*. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Maria Auxiliadora. Disponible en: <http://repositorio.uma.edu.pe/handle/UMA/96>

GUINOVART J., C.-p. S. (12 de Noviembre de 2017). Evaluation of large deformations on Romanesque masonry pillars: The case of Santa María de Arties (XII-XIII) at Valle de Arán. *Revista de la Construcción. Journal of Construction* , Vol. 16. doi:<https://doi.org/10.7764/RDLC.16.3.468>

GUIPÚZCOA, I. (2011). *Tipos De Albañilería, Construcciones y Promociones Grobas Agudo*. Lima. Disponible en: <http://www.reformas-irun.com/es/pagina/tipos-de-albanileria/>

HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, C., y BAPTISTA, P. (2018). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION* (Vol. 04). Mexico, Mexico: McGraw-Hill Interamericana. Disponible en: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38911499/Sampieri.pdf?1443413542=&response-contentdisposition=inline%3B+filename%3DSampieri.pdf&Expires=1605997459&Signature=HfnFAtsxK64bviGRgGARHzCvBLkzDtUWmUm-wyHGCHrb9fumsYL~fxqh00---~gGAXadTg7wFZYon~CJ7Ox8itHfNK1G>

JIMÉNEZ, J. (2016). *Evaluación sísmica de edificios de mampostería no reforzada típicos de Barcelona: modelización y revisión de la aplicación del Método del Espectro de Capacidad*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2117/111235>

KUROIWA, J. (31 de Octubre de 2018). *¿Sabias que existe un método de construcciones adecuado a nuestra realidad nacional?* Recuperado el 10 de Octubre de 2019, de *¿Sabias que existe un método de construcciones adecuado a nuestra realidad nacional?*. Disponible en: <https://www.construyebien.com/blog/albanileria-confinada-viviendas-sismorresistentes-para-el-peru/>

LUI, C., y EVEET, J. (1992). *Soils and foundations*. North Carolina, USA: Prentice Hall International. doi:0138161828

MUSSON, R. (2020). *Seismic hazard*. London: Geological Society, London, Engineering Geology Special Publications. doi:<https://doi.org/10.1144/EGSP29.2>

ORTEGA, J. (1988). *Concreto Armado I con el Rglameto ACI-83* (primera ed.). Lima: Impresiones Diversas Molina.

PAREDES, A. (2017). *Comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada existente y proyectada, en el distrito de Ate*. Lima, Perú. Obtenido de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35532/Luis\\_PA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35532/Luis_PA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

PINZÓN, C. (2013). *Diseño estructural para el proyecto de vivienda nueva para el barrio Bella Vista del Municipio de Soacha (Cundinamarca)*. Bogotá, Colombia. Disponible en: [https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1574/1/Dise%C3%B1o\\_estructural\\_PVN\\_Bella-Vista\\_Soacha.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1574/1/Dise%C3%B1o_estructural_PVN_Bella-Vista_Soacha.pdf)

PONTE, G. (2017). *Análisis del diseño estructural de labañilería confinada para la vida útil de viviendas autoconstruidas en el distrito de Independencia*. Lima, Perú. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/21766/Ponte\\_VGC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/21766/Ponte_VGC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

PRECIADO, A., RAMIREZ, A., SANTOS, J., y RODRIGUEZ, O. (2019). *Seismic vulnerability assessment and reduction at a territorial scale on masonry and adobe housing by rapid vulnerability indicators: the case of Tlajomulco, Mexico*. Mexico, Mexico. doi:10.1016/j.ijdr.2019.101425

PRECIADO, A., RAMIREZ, A., SANTOS, J., y RODRIGUEZ, O. (27 de Noviembre de 2019). Seismic vulnerability assessment and reduction at a territorial scale on masonry and adobe housing by rapid vulnerability indicators: the case of Tlajomulco, Mexico. *Revista Internacional de Reducción del Riesgo de Desastres*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101425>



QUINTO, K. (s.f.). *“Riesgo sísmico de las viviendas de albañilería confinada del Jirón la Reforma – Independencia, Lima 2018”*. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36403>

QUIROZ Luis, (2014). *Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural en edificaciones conformadas por sistemas aporticados y de albañilería confinada en el sector de la Esperanza parte baja – Trujillo*. Tesis Pregrado para la titulación de Ingeniería Civil, Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO, Trujillo. Obtenido de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/1146>

QUIZHPILEMA, A. (2017). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio de aulas de la Facultad de Ingeniería de Universidad Central de Ecuador, utilizando la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-RE,2015)*. Tesis para titulación de Ingeniero civil, UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9608>

RODRIGUEZ, J. M., y HINOJOSA, J. A. (1989). *Manual para el proyecto y ejecución de estructuras de suelo reforzado*. Madrid: Centro de Publicaciones, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

RODRIGUEZ, J. (24 de Noviembre de 2015). <http://jhonrodrigueztec.blogspot.com/>. Recuperado el 24 de Noviembre de 2019, de <http://jhonrodrigueztec.blogspot.com/>. Disponible en: <http://jhonrodrigueztec.blogspot.com/2015/11/ntp-341031-acero.html>

ROSSEL, Maria. (s.f.). El País. *Nueve de cada 10 viviendas de América Latina y el Caribe son de baja calidad*. Recuperado el 15 de Octubre de 2019. Disponible en: [https://elpais.com/elpais/2018/10/27/planeta\\_futuro/1540600189\\_307714.html](https://elpais.com/elpais/2018/10/27/planeta_futuro/1540600189_307714.html)

SALINAS, Y. (2018). *Bases teóricas para la descripción del suelo de la parcela EL PUQUIO, Otuzco*. Trujillo: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO.

SAN BARTOLOME, A. (1994). *Construcciones de Albañilería - Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural* (Primera ed.). Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. doi:84-8390-965-0

SAN BARTOLOME, A., Quiun, D., & Silva, W. (2018). *Diseño y Construcción de Estructuras Sismo resistente de Albañilería* (segunda ed.). Lima, Perú: Fondo editorias de la Pontifice Universidad Católica del Perú. doi:978-612-317-366-1

TAMAYO, M. (2010). *El proceso de la Investigación Científica*. Mexico: Limusa. Disponible en: <https://es.slideshare.net/sarathrusta/el-proceso-de-investigacion-cientifica-mario-tamayo-y-tamayo1>

TERZAGHI, K., PECK, R., y MORETO, O. (1978). *Mecánica de suelos en la Ingeniería Práctica*. Barcelona: El Ateneo. Disponible en: <https://es.slideshare.net/a170450/mecanica-de-suelos-en-la-ingenieria-practicakarl-terzaghi-y-realph-b>

VASQUEZ, J. (2016). *Evaluación y propuesta de solución ante la vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañilería en los pueblos jóvenes Florida Baja y Florida Alta - Chimbote*. Tesis de titulación de Ingeniero Civil, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA, Chimbote. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2716>

# ANEXOS

## Anexo 1:

### Matriz de operacionalización

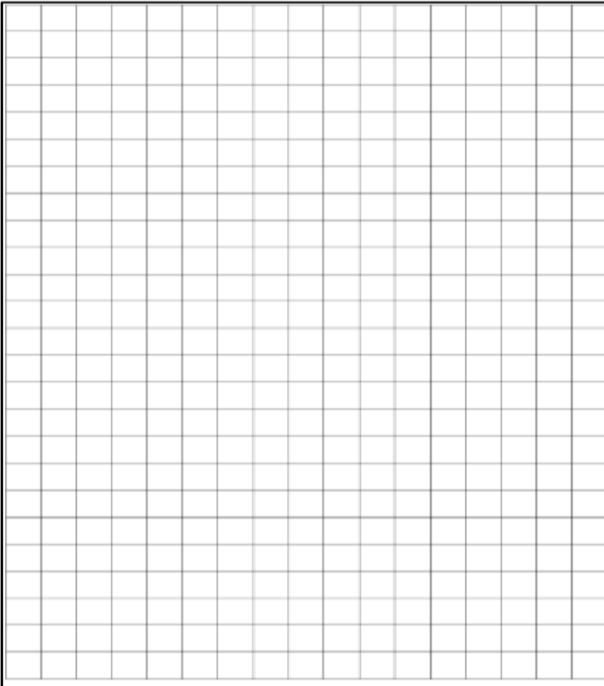
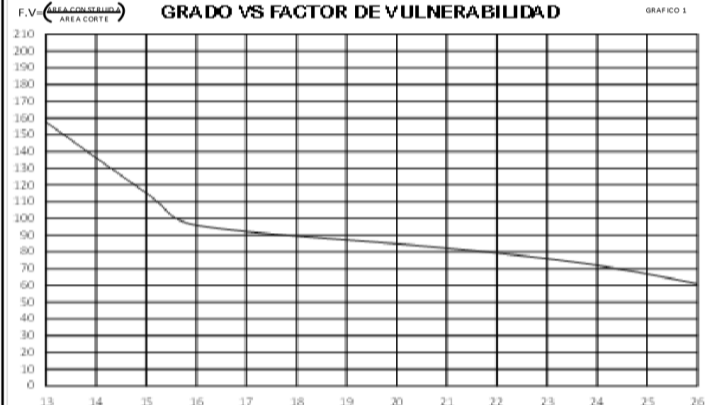



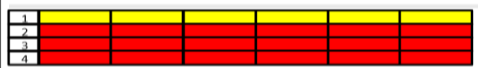
CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
Variable		Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable independiente	Evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de la vivienda de albañilería confinada.	La vulnerabilidad es la susceptibilidad de resistencia de la estructura frente a un peligro a presentar daños ante un sismo. La vulnerabilidad sísmica depende de aspectos geométricos, estructurales, geotécnicos, constructivos, así como también del entorno en el que están emplazadas las edificaciones. Quizhpilema A. (2017, p.17 )	Mediante una inspección visual, y luego se utilizó un formato de recolección de datos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de una vivienda de albañilería confinada	Área de construida	Factor de Vuln. BAJA	Ordinal
				Área de columnas	Factor de Vuln. MEDIA	Ordinal
					Factor de Vuln. ALTA	Ordinal
Variable dependiente	Optimización de una vivienda de albañilería confinada.	Toda edificación y cada una de sus partes deben ser diseñadas y construida para resistir las solicitaciones sísmicas, siguiendo las especificaciones de las normas pertinentes a los materiales empleados. NTP E-030, 2018, (p. 383)	El diseño sismo resistente estará en base a las normas técnicas peruana tales como E-030, E-060, E-070 y al código de edificaciones ACI 318-16	Configuración estructural	Estructuración	Razón
					Requerimientos estructurales mínimos	Razón
				Análisis sísmico	Análisis Estático	Razón
					Análisis Dinámico	Razón

Fuente: Propia del alumno

## Anexo 2:

### Instrumento de investigación – Formato de recolección de datos

#### a.- Formato de evaluación

EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES DE CONCRETO (*) ALTA SISMICIDAD UPAO – 2014 Reporte de resultado para propietarios		<b>Z = 4</b>	
		<p>DIRECCION: _____</p> <p>PROPIETARIO: _____ CEL: _____</p> <p>N° PISOS: _____ AÑO DE CONSTRUCCIÓN: _____</p> <p>INSPECTOR: _____ FECHA: _____</p> <p>AREA TOTAL CONSTRUIDA: _____</p> <p>NOMBRE DE LA EDIFICACION: _____</p> <p>USO: _____</p>	
<p>ESCALA: _____</p>		<p>FOTOGRAFIA</p>	
<p>NUMERO DE OCUPANTES</p>	<p>DESPLOME DE MURO: <input type="checkbox"/></p>	<p>AMENAZA POTENCIAL:</p> <p>TANQUE EN PENDULO INVERTIDO: <input type="checkbox"/>      POSTE DE ALUMBRADO: <input type="checkbox"/></p>	
<p>FALLAS</p>	<p>PISO BLANDO: <input type="checkbox"/></p>	<p>MUROS SIN CONFINAR: <input type="checkbox"/></p>	<p>COLUMNA CORTA: <input type="checkbox"/>      JUNTA SISMICA <input type="checkbox"/></p>
<p>F.V. (AREA CONSTRUIDA / AREA CORTE) <b>GRADO VS FACTOR DE VULNERABILIDAD</b> <span style="float: right;">GRAFICO 1</span></p> 		<p>DENSIDAD DE MUROS EN N <b>GRADO VS DENSIDAD DE MUROS X</b> <span style="float: right;">GRAFICO 2</span></p> 	
		<p>DENSIDAD DE MUROS EN N <b>GRADO VS DENSIDAD DE MUROS Y</b> <span style="float: right;">GRAFICO 3</span></p> 	
<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>			
<p>EVALUACION FINAL:</p>		<p>EVALUACION DETALLADA</p> <p><b>SI    NO</b></p>	
<p>COMENTARIOS:</p>			

(\*) El presente formato se ha diseñado para la aplicación a edificaciones de concreto construidas entre los años 1970 y 2014 en el Distrito de La Esperanza, la aplicación en otro sector debe estar acompañado de un estudio previo para su viabilidad

Fuente: Tesis “Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural en edificaciones conformadas por sistemas aporticados y de albañilería confinada en el sector de la esperanza parte baja – TRUJILLO. 2014”

b.- Reporte de los resultados

DIRECCION:	FECHA:								
AÑO DE CONSTRUCCION:	USO:								
-----									
NOMBRE DE LA EDIFICACION:									
-----									
INSPECTOR:									
-----									
<b>1. VULNERABILIDAD GENERAL</b>									
<b>RECOMENDACION</b>									
<input type="checkbox"/>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: red; color: white; text-align: center; width: 10%;">ALTA</td> <td>Esta edificación presenta una deficiente resistencia a sismos de Baja intensidad, se recomienda un reforzamiento estructural realizado en coordinación con un profesional especializado en ESTRUCTURAS. Sin un reforzamiento, cualquier incremento de pisos hará aun mayor su inseguridad.</td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow; text-align: center;">MEDIANA</td> <td>Esta edificación presenta una deficiente resistencia a sismos de Mediana intensidad, se recomienda un reforzamiento estructural realizado en coordinación con un profesional especializado en ESTRUCTURAS. Sin un reforzamiento, cualquier incremento de pisos hará aun mayor su inseguridad.</td> </tr> <tr> <td style="background-color: green; text-align: center;">BAJA</td> <td>Esta edificación presenta una deficiente resistencia a sismos de Alta intensidad, NO se recomienda un reforzamiento estructural a menos que quiera construir más pisos, para lo cual deberá hacerlo en coordinación con un profesional especializado en ESTRUCTURAS. El número máximo de pisos a los que podría llegar sin reforzamiento son:</td> </tr> </table>	ALTA	Esta edificación presenta una deficiente resistencia a sismos de Baja intensidad, se recomienda un reforzamiento estructural realizado en coordinación con un profesional especializado en ESTRUCTURAS. Sin un reforzamiento, cualquier incremento de pisos hará aun mayor su inseguridad.	MEDIANA	Esta edificación presenta una deficiente resistencia a sismos de Mediana intensidad, se recomienda un reforzamiento estructural realizado en coordinación con un profesional especializado en ESTRUCTURAS. Sin un reforzamiento, cualquier incremento de pisos hará aun mayor su inseguridad.	BAJA	Esta edificación presenta una deficiente resistencia a sismos de Alta intensidad, NO se recomienda un reforzamiento estructural a menos que quiera construir más pisos, para lo cual deberá hacerlo en coordinación con un profesional especializado en ESTRUCTURAS. El número máximo de pisos a los que podría llegar sin reforzamiento son:		
ALTA	Esta edificación presenta una deficiente resistencia a sismos de Baja intensidad, se recomienda un reforzamiento estructural realizado en coordinación con un profesional especializado en ESTRUCTURAS. Sin un reforzamiento, cualquier incremento de pisos hará aun mayor su inseguridad.								
MEDIANA	Esta edificación presenta una deficiente resistencia a sismos de Mediana intensidad, se recomienda un reforzamiento estructural realizado en coordinación con un profesional especializado en ESTRUCTURAS. Sin un reforzamiento, cualquier incremento de pisos hará aun mayor su inseguridad.								
BAJA	Esta edificación presenta una deficiente resistencia a sismos de Alta intensidad, NO se recomienda un reforzamiento estructural a menos que quiera construir más pisos, para lo cual deberá hacerlo en coordinación con un profesional especializado en ESTRUCTURAS. El número máximo de pisos a los que podría llegar sin reforzamiento son:								
<b>2. AMENAZAS POTENCIALES</b>									
<b>RECOMENDACION</b>									
<input type="checkbox"/>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Desplome De muro</td> <td>Llegar a un acuerdo con su vecino para poder asegurar los elementos que pueden provocar, por su caída, un accidente o un impacto en su techo. Estos elementos usualmente se refuerzan con columnas o columnetas de concreto, pero podrían usarse otras opciones con la coordinación de un Ingeniero Estructural.</td> </tr> <tr> <td>Tanque en Péndulo</td> <td>Se debe construir una losa con mínimo 3 apoyos, la losa debe ser resistente al peso del tanque y además debe estar reforzada con vigas y viguetas. Otra opción podría ser apoyar el tanque sobre el techo del último piso y no tratar de llevarla más arriba si la economía no permite la construcción de una losa.</td> </tr> <tr> <td>Poste de Alumbrado</td> <td>Si el poste está en el ingreso, puede solicitar a la empresa de suministro eléctrico que lo desplace a un lugar que no le impida una evaluación en caso de sismos. En caso de encontrarse muy cerca de su propiedad deberá solicitar igual el cambio de posición debido a que en un evento sísmico el poste vibra y esto le puede ocasionar un chicoteo contra su edificación. Si el poste se encuentra en una posición diferente a las mencionadas no habrá que solicitar el cambio.</td> </tr> </table>	Desplome De muro	Llegar a un acuerdo con su vecino para poder asegurar los elementos que pueden provocar, por su caída, un accidente o un impacto en su techo. Estos elementos usualmente se refuerzan con columnas o columnetas de concreto, pero podrían usarse otras opciones con la coordinación de un Ingeniero Estructural.	Tanque en Péndulo	Se debe construir una losa con mínimo 3 apoyos, la losa debe ser resistente al peso del tanque y además debe estar reforzada con vigas y viguetas. Otra opción podría ser apoyar el tanque sobre el techo del último piso y no tratar de llevarla más arriba si la economía no permite la construcción de una losa.	Poste de Alumbrado	Si el poste está en el ingreso, puede solicitar a la empresa de suministro eléctrico que lo desplace a un lugar que no le impida una evaluación en caso de sismos. En caso de encontrarse muy cerca de su propiedad deberá solicitar igual el cambio de posición debido a que en un evento sísmico el poste vibra y esto le puede ocasionar un chicoteo contra su edificación. Si el poste se encuentra en una posición diferente a las mencionadas no habrá que solicitar el cambio.		
Desplome De muro	Llegar a un acuerdo con su vecino para poder asegurar los elementos que pueden provocar, por su caída, un accidente o un impacto en su techo. Estos elementos usualmente se refuerzan con columnas o columnetas de concreto, pero podrían usarse otras opciones con la coordinación de un Ingeniero Estructural.								
Tanque en Péndulo	Se debe construir una losa con mínimo 3 apoyos, la losa debe ser resistente al peso del tanque y además debe estar reforzada con vigas y viguetas. Otra opción podría ser apoyar el tanque sobre el techo del último piso y no tratar de llevarla más arriba si la economía no permite la construcción de una losa.								
Poste de Alumbrado	Si el poste está en el ingreso, puede solicitar a la empresa de suministro eléctrico que lo desplace a un lugar que no le impida una evaluación en caso de sismos. En caso de encontrarse muy cerca de su propiedad deberá solicitar igual el cambio de posición debido a que en un evento sísmico el poste vibra y esto le puede ocasionar un chicoteo contra su edificación. Si el poste se encuentra en una posición diferente a las mencionadas no habrá que solicitar el cambio.								
<b>3. FALLAS ESTRUCTURALES</b>									
<b>RECOMENDACIÓN</b>									
<input type="checkbox"/>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Piso blando</td> <td>Se tendrá que reforzar la edificación, se tendrá que trabajar en coordinación con un Ingeniero Estructural para poder determinar el tipo de reforzamiento. Una medida de prevención puede ser reemplazar los muros de pisos superiores por tabiques tipo Drywall.</td> </tr> <tr> <td>Muro sin Confinar</td> <td>Se debe asegurar los muros con columnas.</td> </tr> <tr> <td>Columna Corta</td> <td>Se deben construir juntas en las conexiones del muro con la columna. Estas juntas están acompañadas de elementos de confinamiento en los extremos del muro, si este está en pisos superiores, si se trata de un primer pisos puede solo requerir la junta.</td> </tr> <tr> <td>Junta Sísmica</td> <td>Es necesario trabajar en coordinación con un Ingeniero Estructural para planificar avances en la construcción de la edificación, una medida preventiva podría ser aumentar la cantidad de muros que empiecen en el primer piso y continúen hasta el último.</td> </tr> </table>	Piso blando	Se tendrá que reforzar la edificación, se tendrá que trabajar en coordinación con un Ingeniero Estructural para poder determinar el tipo de reforzamiento. Una medida de prevención puede ser reemplazar los muros de pisos superiores por tabiques tipo Drywall.	Muro sin Confinar	Se debe asegurar los muros con columnas.	Columna Corta	Se deben construir juntas en las conexiones del muro con la columna. Estas juntas están acompañadas de elementos de confinamiento en los extremos del muro, si este está en pisos superiores, si se trata de un primer pisos puede solo requerir la junta.	Junta Sísmica	Es necesario trabajar en coordinación con un Ingeniero Estructural para planificar avances en la construcción de la edificación, una medida preventiva podría ser aumentar la cantidad de muros que empiecen en el primer piso y continúen hasta el último.
Piso blando	Se tendrá que reforzar la edificación, se tendrá que trabajar en coordinación con un Ingeniero Estructural para poder determinar el tipo de reforzamiento. Una medida de prevención puede ser reemplazar los muros de pisos superiores por tabiques tipo Drywall.								
Muro sin Confinar	Se debe asegurar los muros con columnas.								
Columna Corta	Se deben construir juntas en las conexiones del muro con la columna. Estas juntas están acompañadas de elementos de confinamiento en los extremos del muro, si este está en pisos superiores, si se trata de un primer pisos puede solo requerir la junta.								
Junta Sísmica	Es necesario trabajar en coordinación con un Ingeniero Estructural para planificar avances en la construcción de la edificación, una medida preventiva podría ser aumentar la cantidad de muros que empiecen en el primer piso y continúen hasta el último.								

Fuente: Tesis “Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica estructural en edificaciones conformadas por sistemas aporticados y de albañilería confinada en el sector de la esperanza parte baja – TRUJILLO. 2014”

### Anexo 3: Validación del Instrumento

#### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Luis Alberto Neciasup Azan, titular del  
DNI: 32921995, de profesión Ingeniero Civil  
ejerciendo actualmente como Ing Residente de Obra  
en la obra Regruado del Boulevard Isla Blanca, Distrito de CHIMBOTE,  
Provincia del SANTA, Departamento de Ancash.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Instrumento (Formato de recolección – Ficha técnica), para efecto de recolección de información necesaria para realizar el trabajo de investigación titulado: **“Evaluación sísmica y optimización de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash - 2020”**, de autoría íntegra del Sr. Chávez Huamán Jimmy Carlos.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de conocimiento				X
Redacción de ítems			X	
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

En Nuevo Chimbote, a los días 15 del mes de Octubre del 2020.


Firma

## JUICIO DEL EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

### Instrucciones

Marque con una equis "X" al aspecto cualitativo que le parece que cumpla cada ítem, según los criterios que a continuación se detallan.

E= Excelente / B = Bueno / M = Mejorar / X = Eliminar / C = Cambiar

N°	ITEM	E	B	M	X	C	OBSERVACIONES
1	Datos Generales.		X				_____
2	Metodología del Factor de vulnerabilidad sísmica.	X					_____
3	Factor de Vulnerabilidad Sísmica.	X					_____

Evaluado por:

Nombre y Apellidos: Luis Alberto Neciosop Azou.

DNI: 32921995

Firma:


**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, Wilson Jose Zelaya Santos,  
titular del DNI: 43316302, de profesión Ingeniero Civil  
ejerciendo actualmente como Ing. Especialista en Mecánica de Suelos  
en la Institución GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Instrumento (Formato de recolección – Ficha técnica), para efecto de recolección de información necesaria para realizar el trabajo de investigación titulado: **"Evaluación sísmica y optimización de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash - 2020"**, de autoría íntegra del Sr. Chávez Huamán Jimy Carlos.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de conocimiento			X	
Redacción de ítems			X	
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

En Nuevo Chimbote, a los días 23 del mes de Septiembre del 2020.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAS SECCIONES DE LOS CONSULTORES  
Wilson Jose Zelaya Santos  
ING. WILSON J. ZELAYA SANTOS  
CIP N° 10873  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



### JUICIO DEL EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

#### Instrucciones

Marque con una equis "X" al aspecto cualitativo que le parece que cumpla cada ítem, según los criterios que a continuación se detallan.

E= Excelente / B = Bueno / M = Mejorar / X = Eliminar / C = Cambiar

N°	ITEM	E	B	M	X	C	OBSERVACIONES
1	Datos Generales.		X				_____
2	Metodología del Factor de vulnerabilidad sísmica.		X				_____
3	Factor de Vulnerabilidad Sísmica.	X					_____

Evaluated by:

Nombre y Apellidos: Wilson Zelaya Santos

DNI: 43316302

GEOLÓGOS INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
ING. WILSON ZELAYA SANTOS  
C.I. N° 43316302  
ESPECIALISTA EN SÍSMICA DE SUELOS

**Anexo 4:**  
**Matriz de consistencia**

MATRIZ DE CONCISTENCIA				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores
¿Cuál será el resultado de la Evaluación sísmica y optimización de una edificación de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash – 2020?	<b>Objetivos generales</b>	Se prevé que al evaluar la vivienda se obtenga un alto grado de vulnerabilidad sísmica y con muchas fallas estructurales, la evaluación sísmica permitirá realizar una optimización, teniendo en cuenta los criterios pertinentes de albañilería y sismo resistencia.	Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles.	factor de vulnerabilidad sísmica ALTO, MEDIO o BAJO.
	Realizar la evaluación sísmica y optimización de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash – 2020			
	<b>Objetivos específicos</b>			
	Identificar la vulnerabilidad sísmica de la vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash – 2020			
	Determinar los parámetros de diseño sísmico de las normas E-020, E-30 y E-070 para una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash – 2020		Optimización de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles.	Estructuración
	Realizar el análisis estático y dinámico de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash – 2020			Requisitos estructurales mínimos
				Análisis dinámico
		Análisis estático		
		Diseño de Cimentaciones		
		Diseño de losas		
		D. de columnas y vigas		
		D. de muros portantes		

# Anexo 5:

## Informe de Resultados de Laboratorio



**GEOLAB** INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION

**TESIS:**

“EVALUACIÓN SÍSMICA Y OPTIMIZACIÓN DE UNA  
VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE  
CUATRO NIVELES EN EL AA.HH VILLA JESÚS,  
NUEVO CHIMBOTE, SANTA, ANCASH - 2020”

**TESISTA:**

CHÁVEZ HUAMÁN JIMY

**UBICACIÓN:**

**DISTRITO : NUEVO CHIMBOTE**

**PROVINCIA : SANTA**

**REGIÓN : ANCASH**

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
JIMY WILSON CHAVEZ HUAMAN SANTOS  
ESP. INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS

**NUEVO CHIMBOTE, AGOSTO DEL 2020**

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B.LI. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640  
E-mail: wilze822@hotmail.com.  
INFORME EN CARPETA N° 910-2020/GIC/ Lacramarca Baja



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



<u>CONTENIDO EMS</u>
I. GENERALIDADES
1.1. Objetivos
1.2. Ubicación del área de estudio
1.3. Metodología y plan de trabajo
1.4. CONDICIONES CLIMATICAS
1.4.1. CLIMA
II. ASPECTOS GEOLOGICOS
2.1. GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO
2.2 LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA
2.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL
2.4 PROCESOS GEODINAMICOS
2.5 geología LOCAL:
III. ASPECTOS GEODINAMICOS
3.1.- Tectonismo.
3.2. EFECTO DE SISMO EN LA ZONA DE ESTUDIO
IV. INVESTIGACION DE CAMPO.
4.1. Exploración De Campo
V. ENSAYOS DE LABORATORIO.-
5.1. ENSAYOS ESTARDAR
5.2.- Ensayos químicos de suelos.
5.3. ENSAYOS ESPECIALES.
VI. CLASIFICACIÓN DE SUELO
VII. DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO.
7.1. CARACTERISTICAS DEL TERRENO DE FUNDACIÓN.
7.2. INFORMACIÓN PREVIA PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE
7.3. De la Obra a Cimentar:
7.4. Datos generales de la zona
7.5. De los terrenos colindantes:
7.6. De las edificaciones adyacentes
VIII. AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACION.
8.1. DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN.
IX. ANALISIS DE CIMENTACION
9.1. CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE
X. CONFORMACION DE RELLENOS.
XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ZONA CALICATA C-01 y DPL-01
Anexo

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAS TRILAS DE LOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS  
ING. WILZE 822@HOTMAIL.COM  
ESTRATEGIA DE INGENIERIA EN LA CONSTRUCCION

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Cetular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640  
E-mail: wilze822@hotmail.com.  
INFORME EN CARPETA N° 910-2020/GIC/ Lacramarca Baja



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### INFORME TÉCNICO

#### I. GENERALIDADES

##### 1.1. Objetivos

El objetivo principal del presente estudio consiste en realizar el estudio de geotecnia y mecánica de suelos, en el marco del desarrollo del Estudio a nivel de Perfil del Proyecto "Evaluación sísmica y optimización de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash - 2020"

El estudio de suelos está orientado a determinar las características físico-mecánicas y químicas del suelo en las áreas donde se emplazará la obra, con el propósito de estimar su comportamiento así como sus propiedades de esfuerzo y deformación, proporcionándose las condiciones mínimas, capacidad portante admisible, asentamientos diferenciales y las recomendaciones necesarias.

Para alcanzar el objetivo principal, se requiere alcanzar los siguientes objetivos secundarios:

- Elaboración de un estudio geológico que sirva de marco para las investigaciones geotécnicas.
- Ejecución de prospecciones geotécnicas de campo.
- Realización de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos químicos en suelos.
- Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo y los ensayos de laboratorio.
- Elaboración de los perfiles stratigráficos y establecimiento de las consideraciones geotécnicas.
- Elaboración de las recomendaciones técnicas y diseño estructural.

Los objetivos secundarios fueron alcanzados mediante la implementación de una metodología de estudio adecuada y la ejecución de un plan de trabajo, que guardaron correspondencia con los términos de referencia establecidos para el presente estudio.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAS MECA... CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON... SANTOS  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



## 1.2. Ubicación del área de estudio

El área en estudio se ubica en LA Urbanización Las Brisas en el distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash, Región Ancash. Específicamente el proyecto comprende "EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE UNA VIVIENDA DE ALBAÑILERÍA DE CONFINADA EN EL AA.HH VILLA MARÍA - NUEVO CHIMBOTE - 2020".

### Ubicación del Proyecto



Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640  
E-mail: wilze822@hotmail.com.  
INFORME EN CARPETA Nº 910-2020/GIC/Lacramarca Baja

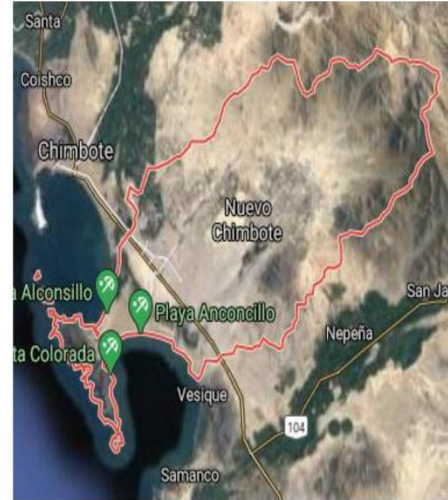


# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



## Ubicación del proyecto



GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
*[Signature]*  
ING. WILSON PÉREZ SANTOS  
CIP N. 198273  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**Dirección:** Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
**Celular:** 954877150 - 945417124 **RUC:** 20604190640  
**E-mail:** wilze822@hotmail.com.  
**E-mail:** wilze822@outlook.com.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### 1.3. Metodología y plan de trabajo

#### Metodología

El conjunto de actividades de campo (In Situ), laboratorio y gabinete contemplados en la ejecución de las investigaciones geotécnicas, ha sido implementado en tres fases:

#### a) Fase preliminar

Esta fase de trabajo estuvo programada para desarrollarse en un lapso de tres días, durante el cual se realizaron las siguientes actividades:

- Recopilación de información básica existente.

#### b) Planeamiento de las distintas actividades de campo y laboratorio de mecánica de suelos, incluyendo el desplazamiento e instalación del personal técnico, equipos de laboratorio y el apoyo logístico correspondiente.

#### c) Fase de campo y ensayos de laboratorio.

- Exploración de campo para el estudio geológico del área de estudio con fines geotécnicos.
- Programación de las actividades a ejecutarse por las brigadas de calicateros en las áreas de estudio.
- Clasificación visual manual de las muestras, se tomaron muestras alteradas y disturbadas para su análisis en el laboratorio anotando en una libreta sus propiedades físicas observables para complementar los resultados que se obtengan en el laboratorio para los correspondientes ensayos de mecánica de suelos y químicos.
- Los resultados tanto de laboratorio como de campo son plasmados en un perfil estratigráfico que representa la variabilidad de los suelos que conforman el terreno de fundación.
- De los materiales encontrados en los diversos estratos (capas), se tomaron muestras selectivas en forma representativa, los cuales se colocaron en bolsas de polietileno (doble), las que fueron descritas e identificadas siguiendo la norma ASTM D-2488 "Practica Recomendable para la Descripción de Suelos", para posteriormente ser trasladados al laboratorio.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILZE 822  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640  
E-mail: wilze822@hotmail.com.  
E-mail: wilze822@outlook.com.





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### b) Programa de actividades y recursos logísticos

- En principio, el programa de actividades ha conservado la estructura inicialmente planteada en la propuesta técnico-económica para este estudio, no obstante, hubo ampliación del tiempo de ejecución del estudio por mutuo acuerdo entre las partes por la accesibilidad para la ejecución de las calicatas.
- La empresa, ha cumplido con los recursos humanos y logísticos ofrecidos en su propuesta técnica-económica, es decir, se ha mantenido el staff de ingenieros y personal técnico, así como los recursos logísticos ofrecidos y obrero en su totalidad.

### 1.4. CONDICIONES CLIMATICAS

#### 1.4.1. CLIMA

En Chimbote, los veranos son cortos, caliente, bochornosos, áridos y nublados y los inviernos son largos, frescos, secos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 15 °C a 24 °C y rara vez baja a menos de 13 °C o sube a más de 27 °C.

#### 1.4.2. PRECIPITACION:

La temporada templada dura 2,7 meses, del 13 de enero al 4 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 23 °C. El día más caluroso del año es el 24 de febrero, con una temperatura máxima promedio de 24 °C y una temperatura mínima promedio de 20 °C.

La temporada fresca dura 4,1 meses, del 30 de junio al 2 de noviembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 19 °C. El día más frío del año es el 21 de septiembre, con una temperatura mínima promedio de 15 °C y máxima promedio de 18 °C.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
*[Firma]*  
ING. WILSON DELA CRUZ SANTOS  
C.R.C. N° 193373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### II. ASPECTOS GEOLOGICOS

#### 2.1. GEOLOGIA DEL AREA EN ESTUDIO

Geológicamente el área se caracteriza por presentar una conformación muy variada, con ocurrencia de formaciones litoestratigráficas de diferente edad, naturaleza y competencia, las cuales han sido disturbadas y alteradas en diferente grado por los diversos eventos tectónicos y morfológicos.

Se procederá a describir las principales características geológicas del área del Proyecto, incidiendo en aquellas que tendrán mayor influencia en las obras; para lo cual se ha evaluado la información geológica regional existente, complementándola con las verificaciones de campo.

##### **2.1.1 Geomorfología general**

Las unidades geomorfológicas mayores son: Valles de la vertiente pacífica y las estribaciones de la Cordillera Occidental, dentro de las cuales se pueden identificar las siguientes unidades menores: Valles - Quebradas y los Contrafuertes de la Cordillera.

- **Valles y quebradas.**- Los valles principales, siguen la tendencia general de Este a Oeste y se van ampliando en la faja costanera; se caracterizan por ser valles con actividad fluvial durante todo el año; sus afluentes son quebradas de actividad esporádica durante el año. En el área de estudio, los valles presentan sectores con terrazas aluviales en diferentes niveles; casi la totalidad de los valles es aprovechable para la agricultura.
- **Contrafuerte de la Cordillera.**- Es una faja continua que está constituida por rocas ígneas o sedimentarias; se localiza en el sector oriental del área de estudio y se caracteriza por presentar una topografía agreste con alturas que llegan hasta los 4,450 m.s.n.m. Unidad que se muestra disectada por valles y quebradas, en donde los relieves muestran laderas con inclinaciones de 25° a 30°.

El relieve general de la cuenca es similar al que caracteriza a casi todos los ríos de la costa, con una hoyada hidrográfica alargada, de fondo profundo y quebrado y pendiente pronunciada. En el tramo superior de las cuencas, se observa un relieve escarpado y en parte abrupto, cortado por quebradas profundas. La cuenca se encuentra limitada por cadenas de cerros que muestran un relieve abrupto

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
*[Firma]*  
ING. WILZE EDUARDO SANTOS  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**Dirección:** Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
**Celular:** 954877150 - 945417124 **RUC:**20604190640  
**E-mail:** wilze822@hotmail.com.  
**E-mail:** wilze822@outlook.com.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



El relieve en la zona del presente estudio está caracterizado por presentar morfologías diferenciadas en la que se han determinado las siguientes sub unidades: Laderas de montañas, cauces fluviales, planicies y conos de los depósitos coluviales.

Los relieves del terreno están íntimamente relacionados con las formaciones geológicas:

- **Relieve Abrupto.-** Gradientes superiores a 35.0 grados; relieve que predomina en los afloramientos de rocas ígneas y en las escarpas de las terrazas aluvionales.
- **Relieve Moderado.-** Gradientes inferiores a 35.0 grados se observan en los afloramientos rocosos, depósitos aluviales y en los depósitos coluviales.
- **Relieve Suave a Llano.-** Se desarrolla en las zonas con presencia de los depósitos fluviales y aluviales; predomina una morfología subhorizontal alternándose con superficies suavemente onduladas

### 2.2 LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA

A nivel regional y basado en la información geológica existente y proceso de verificación de campo, en el área de estudio se han reconocido unidades litoestratigráficas que van del Cretácico Inferior hasta el Cuaternario reciente, con predominancia de rocas intrusivas y los depósitos cuaternarios.

La secuencia y Relaciones estratigráficas generalizadas, identificadas en la zona de estudio son las siguientes:

Formación Santa	-	Secuencia sedimentaria que forma parte del Grupo Goyllarisquisga; está conformada por calizas oscuras con intercalaciones de lutitas grises.
Formación Carhuaz	-	Secuencia sedimentaria que forma parte del Grupo Goyllarisquisga; está constituida por lutitas (limoarcillitas) intercaladas con algunas areniscas grises a verdes.
Formación Junco	-	Secuencia esencialmente volcánica que forma parte del Grupo Casmás; constituida por lavas almohadillas, flujos y brechas, de naturaleza andesítica.
Rocas Intrusitas	-	Complejo de rocas intrusivas que gradan en su composición de: Diorita - Tonalita y Tonalita -

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILZE RIVERA SANTIAGO  
C.I. 195373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



		Granodiorita.
Grupo Calipuy	-	Secuencia volcánica de lavas, tobas y aglomerados; su litología varía de andesita a dacita. No presenta niveles sedimentarios.
Depósitos Coluviales	-	Mezcla de gravas, arenas, limos y bloques heterométricos, mayormente angulosos.
Depósitos Aluviales	-	Compuestos por gravas, arenas, limos y cantos rodados.
Depósitos Fluviales	-	Asociados a los cauces actuales; corresponden a suelos granulares, compuestos por gravas, arenas y cantos rodados.

### 2.2.1 FORMACION SANTA

Unidad descrita por Benavides V. (1956) como una secuencia de calizas oscuras con intercalaciones de lutitas grises que sobreyacen a las areniscas cuarzosas de la Formación Chimú (Valle del Río Santa).

Sus principales afloramientos, se encuentran el Río Casma, al Oeste de Guadalupe; en el río Loco, al Oeste de Huisco y en la localidad de Breña, con una orientación NE-SO a N-S; otros afloramientos de importancia se ubican en la quebrada de Bambarí, entre los cerros Cuculí y Tambarí. Las ocurrencias más accesibles se encuentran al Sur de Pampa Colorada hasta el río Casma (Cerro Colorado y Buenos Aires) siguiendo un rumbo NO-SE.

Mayormente, la Formación Santa presenta una morfología abrupta de aspecto macizo a distancia, más resistente a la erosión y con una coloración más clara que las rocas circundantes; en las superficies meteorizadas, generalmente tiene color marrón a rojizo, sin embargo en corte frescos es gris a gris claro.

La Formación Santa es la secuencia más antigua y generalmente ocupa el núcleo de pliegues anticlinales.

De acuerdo con su posición dentro de la secuencia litoestratigráfica, se asume una edad ubicada en el cretáceo inferior, y que posiblemente corresponde a la época valanginiana.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
*[Firma]*  
ING. WILSON WILZE BARRALES SANTOS  
C.O.P. N.º 196373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### 2.2.2 FORMACION CARHUAZ

Benavides V (1956) denominó Carhuaz a una secuencia de lutitas de estratificación delgada que se encuentran intercaladas con algunas areniscas grises a verdes, en la localidad de Carhuaz (Río Santa).

La Formación Carhuaz aflora conjuntamente con la Formación Santa en el sector del cuadrángulo de Casma y en la esquina nor oriental del cuadrángulo de Culebras (Cosma y río Loco); las estructuras que caracterizan a esta unidad siguen una dirección NO-SE.

La característica más notoria en la mayoría de afloramientos es su relieve moderado a suave que generalmente toma una coloración marrón oscura a gris marrón, formando Cumbres normalmente redondeadas, con una cobertura de material suelto constituida por fragmentos astillosos ó laminados.

Los fósiles que se han reconocido en la Formación Carhuaz son lamelibranchios, gasterópodos y fragmentos de plantas en el nivel inferior, sin embargo, no se han identificado fósiles que permitan establecer la edad de la sedimentación.

De acuerdo con su posición en la secuencia estratigráfica, se asume que la formación Carhuaz se acumuló durante el Hauteriviano al Aptiano, es así equivalente con el Grupo Huayllapampa definido por J Myers (1974).

### 2.2.3 FORMACION JUNCO

A lo largo del flanco izquierdo del Valle de Culebras entre los cerros Junco Chico y Tenten se encuentra una secuencia de lavas almohadillas, flujos y brechas que yacen directamente y al parecer con leve discordancia angular sobre los cherts y sedimentitas de las formaciones Santa y Carhuaz en el tramo superior del río Culebras (Huaraz).

Esta secuencia buza moderadamente al suroeste y se extiende a lo largo de 12 km en el flanco derecho del río; ha sido penetrada por diversos plutones del batolito sufriendo diversos grados de metamorfismo.

Otros afloramientos de la formación Junco se encuentran en los cerros Porvenir, Virahuanca al noreste del Cruce de Tortugas, hasta el cerro Chorreadero y en el cerro Colorado al noreste de Samanco.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON PELLERIN  
ESP. EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640  
E-mail: wilze822@hotmail.com.  
E-mail: wilze822@outlook.com.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



La Formación Junco tiene un color gris oscuro a verdoso, aspecto macizo que genera geo formas de relieve moderado a abrupto; su estratificación y estructura no es muy evidente aunque si es más nítida en los casos de las secuencias esquistosas y cuando se encuentra como almohadillas. En la secuencia de la Formación Junco se distinguen claramente lavas almohadillas intercaladas con algunos aglomerados, flujos lávicos, lavas brechadas y en algunos casos horizontes tobáceos.

La Formación Junco que forma parte del Grupo Casma; sobreyace al Grupo Goyllarisquiza e infrayace a la Formación Zorra, por lo que se le asigna una edad a inicios del Albiano.

### 2.2.4 ROCAS INTRUSIVAS

Corresponden al Batolito de la Costa y se presentan en forma alongadas de Norte a Sur, paralela a los Andes; su composición es variable y los intrusivos más importantes corresponden a:

- Unidad Paccho: Gradación de Diorita a Tonalita, los mayores afloramientos se observan próximos a la quebrada Tomeque y muestran un mayor grado de meteorización. Unidad a la que se les considera como pertenecientes a Cretáceo Inferior.
- Unidad Poctao: Gradación de Tonalita a Granodiorita, que predominan en la zona y los afloramientos mayormente corresponden a granodioritas. Por sus relaciones estratigráficas, se le asigna una Edad comprendida al Cretáceo Superior.

### 2.2.5 GRUPO CALIPUY

El Grupo Calipuy, se encuentra en los cerros Tomeque y Lomo de Camello al Este de Pampa Colorado; en el cerro Pan de Azúcar y en el extremo oriental de los cerros Champarca Punta, Marquito, Cosma y en el Cerro Mal Paso; constituyendo las partes más elevadas y abruptas.

El Grupo Calipuy consiste de aproximadamente 1,000 m de lavas, tobas y aglomerados que tienen una variación vertical muy rápida, sin presencia de niveles sedimentarios.

El Grupo Calipuy corresponde aun volcanismo que tuvo lugar durante el Eoceno al Mioceno Inferior.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
WILZE MAISONI DE LA SANTI  
CIPRIANO MAISONI  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



### 2.2.6 DEPOSITOS CUATERNARIOS

Se han reconocido depósitos del tipo aluvial, fluvial, coluviales y coluvio residual; en el área del proyecto alcanzan mayor representatividad los del tipo aluvial y coluvial.

- **Depósitos Aluviales y fluviales.**- Se trata de depósitos granulares heterogéneos, compuestos por gravas, arenas y limos, con presencia de bloques y cantos rodados de grandes dimensiones (Diámetros superiores a 1.50m.). Dentro de este grupo se incluyen a los depósitos netamente fluviales conformados por materiales heterogéneos, incluyendo los bloques y cantos rodados; suelos de naturaleza y composición variable; los fluviales se ubican en los lechos de los ríos y quebradas afluentes.
- **Depósitos Coluviales y Coluvio residuales.**- **Constituyen** las acumulaciones de escombros que se localizan en la base de las laderas de los cerros; en algunos se ha complementado el traslado y deposito por la acción del agua. Los depósitos coluviales, mayormente están constituidos por suelos heterogéneos, mezcla de fragmentos rocosos de volcánicos englobados con una matriz arena limosa y/o arcillosa; erráticamente se muestran la presencia de bloques de grandes dimensiones. En los mixtos coluvio residuales predominan los elementos finos: Arcillas arenosas y arenas arcillosas con inclusiones de gravas angulosas.

### 2.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

A nivel regional el área de estudio, la secuencia volcano sedimentaria, fue plegada y levantada, entre la sedimentación del Grupo Casma y la erupción del Grupo Calipuy, estructuras que están relacionadas a la evolución del Batolito.

La estructura de la secuencia volcano sedimentaria, presenta tres fajas de deformación; la primera es paralela a la línea de costa y se ubica al oeste del Batolito; la segunda es una faja lineal entre el Grupo Goyllarisquisga y el Grupo Casma, muestra una deformación más intensa; la tercera se ubica en el sector oriental del Batolito y presenta pliegues isoclinales (Formación Santa y Carhuaz).

En el área se observan dos sistemas de fallamiento, el principal con la dirección NO - SE y el otro menos notorio con orientación NE - SO.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
*[Firma]*  
ING. WILSON PEREZ SANTIAGO  
C.R. 128373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Las rocas intrusivas, se encuentran afectadas por sistemas de fracturas y/o diaclasas y se encuentran atravesadas por diques con orientación NO – SE; otra característica es la presencia de xenolitos mayormente máficos (Tamaños superiores a 10cm). La interacción de los sistemas de fracturas, permiten la disyunción ortogonal.

### 2.4 PROCESOS GEODINAMICOS

La ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa observados en el área, están relacionados a la topografía geología (Litología, grado de meteorización, rasgos estructurales, etc.) y principalmente al factor climático.

Generalmente los procesos geodinámicos, están asociados a terrenos de fuerte pendiente, acumulaciones de materiales sueltos, fuertes precipitaciones, presencia de filtraciones.

La ocurrencia de los fenómenos de Geodinámica externa observados en el área, consisten en:

- **Dinámica fluvial.**- Se caracteriza por cambios de gran rango en el caudal de los ríos, entre las épocas de avenidas y estiaje. En las avenidas la capacidad de carga y transporte se incrementa, han existido eventos aluviónicos, como lo demuestra la presencia de bloques y cantos rodados a lo largo de los cauces. La dinámica fluvial ocasiona los procesos de erosión y acumulación de los depósitos; en algunos casos se manifiestan por la ocurrencia de huaycos (Descargas fluvio torrenciales de lodo y bloques).
- **Desprendimientos de Bloques y Derrumbes.**- Por acción de la gravedad se originan los desprendimientos de bloques y fragmentos rocosos, que tienen estabilidad precaria. Procesos facilitados por la acción del intemperismo físico químico, agua y erosión fluvial.

En la parte superior de la cuenca la zona en las condiciones actuales, se considera moderadamente estable. De originarse fuertes precipitaciones pueden ocurrir perturbaciones geodinámicas por la reactivación de la erosión (Lineal y lateral) de los cauces, originado por consiguiente la movilización de los materiales de las laderas (Depósitos aluvionales y/o materiales rocosos).

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
*[Firma]*  
ING. WILSON PEREZ SANTOS  
C.I. 10.123.123  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**Dirección:** Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
**Celular:** 954877150 - 945417124 **RUC:** 20604190640  
**E-mail:** wilze822@hotmail.com.  
**E-mail:** wilze822@outlook.com.





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### 2.5 GEOLOGÍA LOCAL:

La ciudad de Chimbote y sus alrededores está enmarcada dentro de las siguientes geomorfologías:

Unidad de playas.

Unidad de pantano.

Unidad de depósitos aluviales de Lacramarca.

Unidad de colinas.

Unidad de dunas.

#### a) Unidad de playas

Se ubica a lo largo de la costa de la bahía de Chimbote y Nuevo Chimbote, con un ancho promedio de 10 a 30 m. Está constituido de arenas gruesas, arenas finas y conchas marinas, con intercalaciones de arcillas en los laterales.

#### b) Unidad de pantanos

Limitada por la unidad de playas y ubicada dentro del gran abanico aluvial de Nuevo Chimbote, presentándose con nivel freático casi superficial y en las áreas distantes del cono aluvial a consecuencia de la crecida del río Lacramarca, cuyas aguas se infiltran y fluyen subterráneamente hacia el mar.

En épocas de ocurrencia del Fenómeno "El Niño", el área de pantanos aumenta de extensión superficial, provocando inestabilidades.

#### c) Unidad de depósitos aluviales del río Lacramarca

Se encuentra a lo largo del cono aluvial, ensanchándose cerca a la desembocadura del río Lacramarca en el Océano Pacífico. Los depósitos aluviales se extienden desde Chimbote hasta Nuevo Chimbote.

Dentro de esta unidad se encuentra el cauce fluvial del río Lacramarca, que en épocas de crecidas produce la erosión local y general del cauce e inundación de las planicies inundables, comprometiendo la seguridad de las obras de ingeniería emplazadas en el cauce y faja marginal del río.

Dicha unidad está constituida de arenas, limos y gravas en profundidades de 5 m a 10 m. El nivel freático varía desde 0,00 m (pantano) hasta 1.50 m de profundidad (áreas limítrofes del abanico).

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAS VEGAS (PERU) LOS COPIPO Y TRAMBERTO  
ING. WILSON PÉREZ VÁSQUEZ  
R.D. Nº 125373  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640  
E-mail: wilze822@hotmail.com.  
E-mail: wilze822@outlook.com.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### d) Unidad de colinas

Es parte de la vertiente andina, constituida de rocas graníticas cubiertas superficialmente con arenas eólicas, formando colinas suaves y onduladas cuyas pendientes varían de 3° a 10°, como se observa en el reservorio R-III y alrededores. En esta unidad se aprecian depósitos coluviales y proluviales, de granulometría heterométrica.

### e) Unidad de dunas

Son depósitos eólicos ubicados en la margen derecha del río Lacramarca tienen un espesor de 10 m a 20 m aproximadamente.

## III. ASPECTOS GEODINAMICOS

### Sismicidad:

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.

La Sismicidad histórica de Ancash comprende la actividad ocurrida en los siglos pasados en los cuales no se poseen datos instrumentales.

Los sismos históricos ocurridos y los que han afectado al departamento de Ancash son 21. Siendo el del:

**31 de Mayo de 1970.**- El terremoto y aluvión de Ancash, conocido localmente como el terremoto del 70, fue un sismo de magnitud 7.9 MW en la escala Magnitud Momento sentido en toda la costa y sierra del departamento de Ancash, seguido de un alud que sepultó la ciudad de Yungay.

Fue el sismo más destructivo de la historia del Perú, no solo por la magnitud sino también por la cantidad de pérdidas humanas que afectó la región ancashina y varias provincias de los departamentos de Huánuco, el norte de Lima y La Libertad, dañando una extensa área de aproximadamente 450 km de longitud y 200 km de ancho de la costa y sierra peruana.

El terremoto se inició el 31 de mayo de 1970 a las 3:23:32 p.m. Su epicentro fue localizado a 44 kilómetros al suroeste de la ciudad de Chimbote, en el Océano Pacífico, a una profundidad de 64 kilómetros. Su magnitud fue de 7,9 en la escala sismológica de magnitud de momento, según el Instituto Geofísico del Perú, y

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON PEREZ SANTOS  
D. N. 102373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



alcanzó una intensidad máxima de grado VIII en la escala de Mercalli Modificada entre Chimbote, Casma y el Callejón de Huaylas. Produjo además un violento alud en las ciudades de Yungay y Ranrahirca.

Las intensidades evaluadas en varias ciudades fueron:

Lugar	Intensidad en Mercalli Modificada (MM)
Samanco, Casma, Chimbote, Huaraz, Caraz, Carhuaz, Yungay	VIII
Huallanca, Aija	VII
Trujillo, Huarmey	VII
Chacas, San Luis, Huari	VII
Santiago de Chuco	VII
Cajamarca, Huacho, Huánuco, Bambamarca, Chiclayo	V-VI
Huacho, Cerro de Pasco, Tingo María	V
Lima	V-VI
Ica, Chíncha Alta, Jaujui	IV
Yurimaguas, Huancayo, Iquitos, Tarapoto	III

Como se mencionó anteriormente, los pueblos que quedaron sepultados fueron el de Yungay por el alud, acabando con más de un 70% de su población, esto también generó la obstaculización de caminos y la desaparición del ferrocarril que unía a Chimbote con Huaranca. Este alud se generó después de los 45 segundos que duró el sismo, causando un huaico de nieve del pico oriental del nevado Huascarán, enterrando por completo a Yungay en la que solo se salvaron unas 300 personas que se refugiaron en el cementerio y dos niños que fueron conocidos después por su peculiar historia relacionada a un circo. **Referencia:** (Terremoto en Ancash 1970. documental).

### 3.1.- Tectonismo.

Esta región es considerada como un área de concentración sísmica caracterizada por movimientos con hipocentros entre 40 y 70 Km. de profundidad frente al litoral de Chimbote y en la falla de Cerro península en Samanco, con relación a los focos sísmicos indicados se estima que en 70 años se puede alcanzar una magnitud de 6.9 Mb y una aceleración de 0.28g para condiciones medidas de cimentación en material blando.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
WILSON FELIX BARRANTES  
C.R.N. 155373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640  
E-mail: wilze822@hotmail.com.  
E-mail: wilze822@outlook.com.



### 3.2. EFECTO DE SISMO EN LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio corresponde al distrito de Nuevo Chimbote, en el departamento de Ancash, la cual se encuentra dentro de la zona 4 del mapa de zonificación sísmica del Perú de acuerdo a la Norma de Diseño Sismo resistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2018) como se puede observar en la figura 1.

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

En la figura 2 se muestra el mapa de distribución de máximas intensidades en el Perú.

Las fuerzas sísmicas horizontales pueden calcularse de acuerdo a las normas de diseño sismo resistente según la siguiente relación:

- Para la zona donde se cimentara, el suelo de cimentación es arena el cual tendrá los siguientes parámetros sísmicos:  $S_{2z}$  es el factor Suelo con un valor de  $S=1.05$ , para un periodo predominante de  $T_p=0.60$  s, y  $Z$  es el factor de la zona 4 resultando  $Z=0.45g$ .

Para el análisis seudo estático se ha empleado una aceleración máxima de  $0.42g$ , y según la literatura técnica internacional para la selección del coeficiente del análisis seudo estático se ha considerado la mitad de la aceleración máxima de la zona y cuyo valor es  $0.21$ .

En la figura 3 se muestra los valores de isoaceleraciones para un periodo de retorno de 500 años y para una vida útil de 50 años, con una excedencia de 10%.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
WILZE ZALON-SOLÍS BARRIENTOS  
CIP 10.19373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

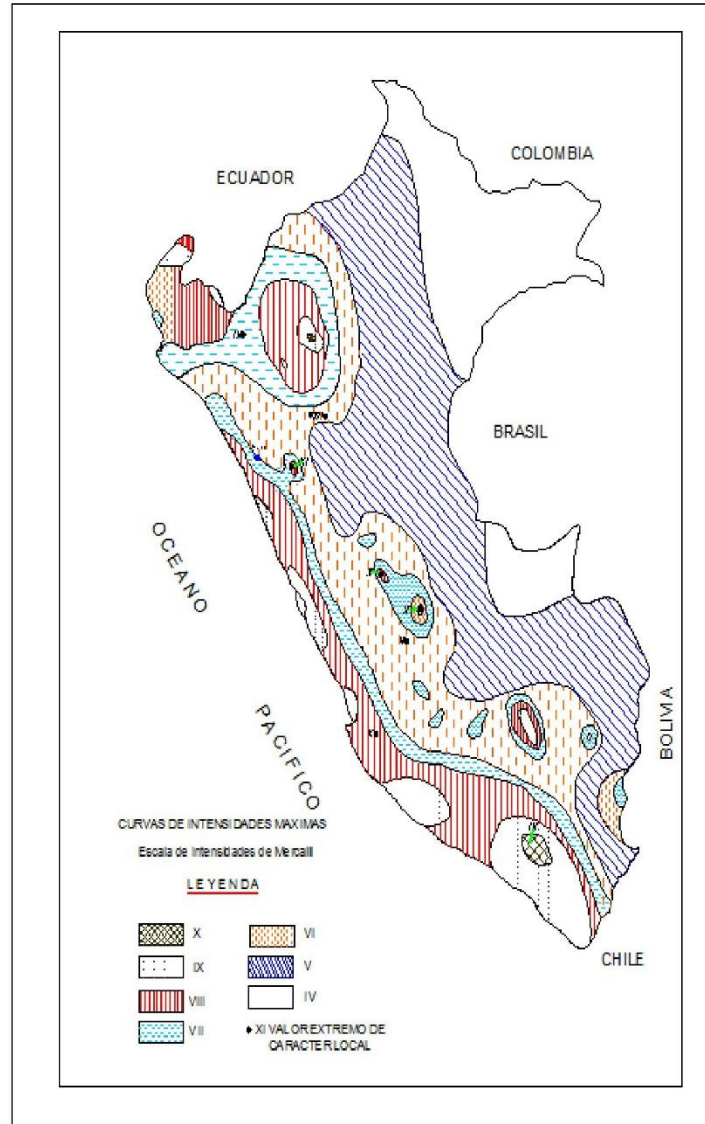


FIGURA N° 2: Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas (Alva et., al, 1984)

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON PEREZ SANTOS  
CIP N° 125373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640  
E-mail: wilze822@hotmail.com.  
E-mail: wilze822@outlook.com.



Figura 1: Zonas Sísmicas



**Tabla N° 1  
FACTORES DE ZONA "Z"**

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 ING. WILSON P. SUAREZ SANTOS  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**Fuente:** Norma Técnica E.030 "Diseño Sismo resistente" Del Reglamento Nacional De Edificaciones 2018.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### 3.5.1 Licuación de suelos

El estudio de potencial de licuación de suelos no es aplicable debido que el área de estudio no cumple con los criterios de susceptibilidad a la licuación de suelos.

En el área de estudio no se encontró nivel freático (indicado en el registro de excavación. Como la licuación de suelos ocurre solamente en suelos saturados, cuanto más profundo fuera el nivel freático, tanto menor es la susceptibilidad a la licuación de suelos. La ocurrencia de licuación es generalmente observada en suelos donde el nivel de agua se sitúa a pocos metros debajo de la superficie (Ishihara, 1984, 1985).

La susceptibilidad a la licuación de suelos de acuerdo al criterio de composición de material es influenciada por la distribución granulométrica. Suelos bien graduados son generalmente menos susceptibles a la licuación. En nuestra área de estudio se presenta arenas mal graduadas donde el nivel freático se encuentra a más 5 m de profundidad. Esta baja susceptibilidad es debido porque el llenado de los vacíos por las partículas menores resulta en una menor variación volumétrica, sobre condición drenada (Kramer, 1996).

En el caso del criterio de estado, la susceptibilidad a la licuación depende fuertemente de la densidad relativa y de los esfuerzos iniciales del suelo (Kramer, 1996).

Como conclusión, el área de estudio no presenta susceptibilidad a la licuación de suelos.

## IV. INVESTIGACION DE CAMPO.

### 4.1. Exploración De Campo

Con la finalidad de identificar y realizar la evaluación geotécnica del suelo de la sub rasante existente a lo largo del trazo, se llevó a cabo un programa de exploración de campo, excavación de calicatas y recolección de muestras para ser ensayadas en el laboratorio. En total se excavo 01 calicatas "a cielo abierto", los que se denominan C-01

La profundidad alcanzada en las excavaciones 3.00 m, por debajo de la rasante actual proyectada y ubicadas en forma distribuida en toda el área en estudio como se aprecia en el cuadro 01.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
*[Firma]*  
ING. WILSON PUELLO SANTOS  
INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640  
E-mail: wilze822@hotmail.com.  
E-mail: wilze822@outlook.com.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Cuadro 01, Resumen de calicatas

CUADRO DE EXCAVACION DE CALICATAS			
Calicata	Profundidad	Nivel freático	N° de Muestras
C-1	3.00	N.P	1

#### 4.2 Auscultación con DPL

Penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL), consiste en introducir una sonda en el suelo empleado un martinete de 10 kg, con una altura de 50cm, registrando la resistencia a la penetración cada 10 cm (Normas PNTD 339.159, DIN 4020). Se realizó 01 DPL, hasta los 3.00 m de profundidad.

El plano mostrando la ubicación de las calicatas y auscultación con DPL efectuadas, se presenta en el Anexo "Plano de Ubicación de Calicata".

- La relación resumida de las prospecciones realizadas así como los registros de excavaciones se incluyen en el Anexo "Registro de Sondaje"

**Muestreo:** se tomaron muestras alteradas o disturbadas de cada estrato, las cuales fueron guardadas y selladas y enviadas al laboratorio, realizándose ensayos con fines de identificación y clasificación.

#### V. ENSAYOS DE LABORATORIO.-

Con las muestras alteradas obtenidas de las calicatas realizadas, se han ejecutado los siguientes ensayos estándar: 03 ensayos de análisis granulométrico por tamizado, 05 ensayos de límite líquido y 03 ensayos de límite plástico, 01 ensayos de sales solubles totales y 01 ensayos de PH, 01 ensayos de Ion Cloruro, 01 ensayos de Ion Sulfato, Las muestras fueron ensayadas en el laboratorio de la empresa GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L., las cuales han sido clasificadas utilizando el Sistema Unificado de Clasificación (SUCS) y American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON FELIPE SANTOS  
C.O.P. 195273  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640  
E-mail: wilze822@hotmail.com.  
E-mail: wilze822@outlook.com.





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Los ensayos anteriormente mencionados se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos instalado en la ciudad de Nuevo Chimbote. Los ensayos fueron realizados de acuerdo a las Normas Peruanas E.050 de Mecánica de Suelos, American Society for Testing and Materials (ASTM), American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Los resultados de los ensayos de mecánica de suelos estándar se presentan en el Anexo.

### 5.1. ENSAYOS ESTANDAR

Con las muestras representativas extraídas se realizaron los siguientes ensayos:

- ✦ Análisis Granulométrico. ASTM D 422
- ✦ Contenidos de Humedad. ASTM D 2216
- ✦ Límites de Consistencia. ASTM D 4318
- ✦ Clasificación de los suelos SUCS, ASTM D 2487
- ✦ Peso Volumétrico. ASTM D 4254
- ✦ Descripción visual de los suelo ASTM D2488

### 5.2.- Ensayos químicos de suelos.

Para estimar la agresividad de los suelos sobre estructuras del cimiento, se han ejecutado los siguientes ensayos químicos sobre muestras de suelo obtenidas: 01 ensayos de contenido de sales solubles totales 01 ensayos para la determinación del pH (AASHTO-T289), 01 ensayos de Ion Cloruro y 01 ensayos de Ion sulfato.

Los resultados de los ensayos químicos se presentan en el Anexo.

### 5.3. ENSAYOS ESPECIALES.

Se realizó los siguientes ensayos:

- ENSAYO DPL NTP 339.159
- Análisis químicos (Cloruros y Sulfatos). ASTM D-512, ASTM D-516.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
*[Firma]*  
ING. WILSON PÉREZ SANTOS  
CIP 1412573  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### VI. CLASIFICACIÓN DE SUELO

Las muestras ensayadas se han clasificado de acuerdo a American Association of State Highway Official (AASHTO) y al Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (SUCCS).

**Cuadro 02, Ensayos Estándar**

Calicata	Muestra	Granulometría%			Límites de Consistencia			Contenido de Humedad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
		Grava	Arena	Finos	LL	LP	IP	(%)		
C-01	M-1	6,05	91,14	2,81	NP	NP	NP	8,82	SP	A - 3

### Perfiles estratigráficos.

Los perfiles estratigráficos del subsuelo para el proyecto, ha sido elaborado en base a lo siguiente:

- Un conjunto de calicatas distribuidas convenientemente en el emplazamiento de la obra.
- Registro de excavaciones del conjunto de calicatas distribuidas en el emplazamiento de la obra.
- Una apropiada inferencia de los diferentes estratos constitutivos del subsuelo del lugar del emplazamiento de la obra.

### VII. DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO.

En base a los ensayos de campo se deduce la siguiente conformación:

**La calicata N° 01**, Tiene una profundidad de 3.00, conformado de una capa de 0.20 m de espesor de Material de relleno no controlados, mezcla de arenas, Materia orgánica (plantas y raíces) Suelo poco firme y suelto, Terreno no apto para construcción y debe ser retirado, seguido de un estrato (M-1) de 2.80 m de espesor de material Arena mal graduada, de grano medio a fino de forma sub redondeado de color beige oscuro con presencia de finos no plásticos, Condición in situ: compacto y ligeramente húmedo.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LOS RECALCULOS DE LOS CUADROS Y PLANOS  
*[Firma]*  
ING. WILSON FELIX VASANTOS  
C.O. Nº 196373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640  
E-mail: wilze822@hotmail.com.  
E-mail: wilze822@outlook.com.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### 7.1. CARACTERISTICAS DEL TERRENO DE FUNDACIÓN.

De acuerdo al análisis efectuado de la estratigrafía del subsuelo y a los ensayos de laboratorio realizado, se concluye que el suelo natural más desfavorable encontrado en el área de estudio, es del tipo A-3 (0), está conformado por un material que presenta las siguientes características:

- Permeabilidad - Alta
- Expansión - Baja
- Valor como terreno de fundación - Bueno
- Características de drenaje - Bueno

### 7.2. INFORMACIÓN PREVIA PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

#### Del terreno a Investigar

- Plano de ubicación y accesos: Se adjunta Plano en Físico y Digital
- Plano Topográfico de curvas de nivel: Se adjunta Plano en Físico y Digital
- Situación legal del terreno: Se remite Anotación de Inscripción de Independización la misma que contiene Linderos y Medidas Perimétricas del Predio y Memoria Descriptiva -SUNARP

### 7.3. De la Obra a Cimentar:

#### A) Características Generales del Proyecto:

El Proyecto es a nivel de investigación de tesis universitaria

#### B) Movimientos de Tierra previsto en el Proyecto:

Los movimientos de tierras provistos en el Proyecto, son aquellos referidos a la excavación de la profundidad del nivel de fondo de cimentación y relleno de taludes en caso los hubiera con material de préstamo.

C) Para los fines de la determinación del Programa de Exploración Mínimo (PM) del EMS (Ver sub numeral 15.3), las edificaciones son calificadas, según la Tabla 1, donde I, II, III y IV designan la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la exploración de suelos necesaria para cada tipo de edificación, siendo el I más exigente que el II, éste que el III y éste que el IV.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
JMS MIL SANCHEZ DE LOS SANTOS  
E.I.R.L. RUC: 20604190640  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



DESCRIPCIÓN	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS * (m)	NÚMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos)			
		≤ 3	4 a 8	9 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	< 12	III	III	III	II
PÓRTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	< 10	III	III	II	I
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA	< 12	II	I	---	---
BASES DE MÁQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	I	---	---	---
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	I	I	I	I
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	II	I	I	I
* Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior.					
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES	≤ 9 m de altura	> 9 m de altura			
	II	I			
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA		III			
INSTALACIONES SANITARIAS DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN OBRAS URBANAS.		IV			

#### 7.4. Datos generales de la zona

- Usos anteriores: El terreno previo fue utilizado como zona de acopio de materia prima.
- No se evidencia la presencia de Construcciones antiguas u restos arqueológicos u obras semejantes que puedan afectar al EMS.

#### 7.5. De los terrenos colindantes:

No existe evidencia de datos disponibles sobre EMS efectuados en terrenos colindantes a la zona.

#### 7.6. De las edificaciones adyacentes

Las edificaciones adyacentes se ubican hacia los lados izquierdo, las mismas que son de uno pisos y de material noble y perecible los cuales se encuentran de regular a mal estado de conservación.

### VIII. AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACION.

Se ha verificado del ensayo de sales solubles, que el tipo de suelo encontrado presenta mayores porcentajes a los admisibles de sales solubles en suelos, se concluye que estas representaran un problema y afectaran las estructuras de la edificación, debido a la moderada agresividad de sales en el suelo.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
*[Firma]*  
ING. WILSON ROSALES SANTOS  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Cuadro N° 03 Resultados De Análisis Químicos

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS			
Calicata	SST (ppm)	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)
C-01	725 ppm	5100 ppm	790 ppm

### ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACIÓN

PRESENCIA EN EL SUELO DE:	P.P.M.	GRADO DE ALTERACIÓN	OBSERVACIÓN
SULFATOS	0 – 1,000	Leve	Ocasiona un ataque químico al Concreto de la cimentación.
	1,000 – 2,000	Moderado	
	2,000 – 20,000	Severo	
	> 20,000	Muy severo	
CLORUROS	> 6,000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras y elementos metálicos.

TABLA N° 2

### TIPO DE CEMENTO REQUERIDO PARA EL CONCRETO EXPUESTO

#### AL ATAQUE DE LOS SULFATOS

GRADO DE ATAQUE DE LOS SULFATOS	PORCENTAJE DE SULFATOS SOLUBLES (SO4) EN LA MUESTRA DE SUELO (%)	PARTES POR MILLON DE SULFATOS (SO4) EN AGUA (p.p.m.)	TIPO DE CEMENTO	RELACION AGUA/CEMENTO MAXIMA (concreto normal)
Despreciable	0 a 0.10	0 a 150	I	
Moderado	0.10 a 0.20	150 a 1,500	II	0.50
Agresivo	0.20 a 2.00	1,500 a 10,000	V	0.45
Muy Agresivo	> de 2.00	> 10,000	V + puzolana	0.45

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAS MEJORES OPORTUNIDADES EN CONCRETO Y PAVIMENTO  
 ING. WILSON CELIS SERRITOS  
 C.R. 1000000373  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
 Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640  
 E-mail: wilze822@hotmail.com.  
 E-mail: wilze822@outlook.com.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



Fuente: P.C.A. Asociación Cemento Portland

### 8.1. DETERMINACION DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN.

De acuerdo a Seed, Woodward y Lundgren, establecieron la siguiente tabla de potencial de expansión determinada en laboratorio:

INDICE DE PLASTICIDAD	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
0-15	BAJO
15-35	MEDIO
35-55	ALTO
>55	MUY ALTO

Se ha estimado el potencial de expansión para cada uno de los puntos de investigación del área en estudio, según los ensayos realizados se desprende que hay presencia de suelos no expansivos.

## IX. ANALISIS DE CIMENTACION

### 9.1. CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

En el análisis y cálculo de capacidad de carga se ha tenido en consideración las características encontradas del suelo de fundación, se tomó como referencia los resultados de las calicatas C-01, 02 y 03, La capacidad de carga última se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi además para el cumplimiento de la NTE E .050, los factores de seguridad frente a una falla por corte serán:

**F= 3;** Aplicable Para análisis estáticos

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAS NECESIDADES DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
JMS WILSON SANCHEZ SANTOS  
CIP 14195313  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640  
E-mail: wilze822@hotmail.com.  
E-mail: wilze822@outlook.com.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### a) FORMULA PARA HALLAR LA CAPACIDAD PORTANTE

Fórmula de TERZAGHI, zapata cuadrada

$$q_c = 1.3c.N'_c + \gamma.D_f.N'_q + 0.4\gamma.B.N'\gamma$$

Fórmula de Terzhagi, para cimiento corrido

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

- qad = Capacidad admisible de carga
- Fc = Factor de seguridad
- $\gamma$  = Peso específico Total
- B = Ancho de Zapata en m.
- Df = Profundidad de Cimentación en m.
- C = Cohesión
- $\phi$  = Angulo de fricción Interna

### b) FORMULA PARA HALLAR LA CAPACIDAD PORTANTE POR ASENTAMIENTO

Según Relación de Peck - Hanson - Thorburn

$$q_{ad} = Cw \times (0.041) \times N \times \Delta H$$

Dónde:

Cw= Factor de corrección por posición de la Napa Freática

N= Numero de golpes del SPT

$\Delta H$ = Asentamiento diferencial

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
*[Firma]*  
ING. WILSON PELEGRINOS  
REG. Nº 195273  
ESP. EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640  
E-mail: wilze822@hotmail.com.  
E-mail: wilze822@outlook.com.



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### 9.2 CALCULO DEL ANGULO DE FRICCION Según SCHMERTMANN, SEGÚN ENSAYO DPL -01:

A la profundidad antes indicada las cimentaciones se apoyarán sobre arenas mal gradadas de compacidad medianamente compacta, cuyas características principales están dadas por su Angulo de fricción interna, el cual depende del número de golpes N, de la prueba de Penetración Dinámica Ligera (DPL), correlacionado con el ensayo SPT.

#### SEGÚN SCHMERTMANN:

$$\phi = 24 + (4 * \ln(Pl/b)) / 0.693$$

#### Donde.

Pl, es la presión límite, que se obtiene de dividir la resistencia a penetración estática (qc) por 3, y a su vez esta resistencia se relaciona con N<sub>spt</sub>, de forma que:

$$(\phi = n * N_{spt})$$

El factor n propuesto por Schmertmann en 1970, está en función del tamaño de grano. Los valores n se sitúan en torno a 2,5 para arenas ligeramente limosas, 2 para arenas limosas, así como 1,25 para limos arenosos:

El parámetro b se refiere al coeficiente propuesto por Müller (1970), tomando el valor de 2,5. Para limos arenosos, la fórmula del ángulo de rozamiento interno en función de N<sub>spt</sub> quedaría:

$$\phi = 24 + 5,77 * \ln(0,1667 * N_{spt})$$

Donde, N es el número, corregido de golpes del DPL, correlacionado con el SPT.

$$\phi = 24 + 5,77 * \ln(0,1667 * 17.20)$$

Angulo de fricción interna  $\phi = 30.07^\circ$

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAS MEZCLAS DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILZE MELBA SANTOS  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



## FACTORES DE CARGA TERZAGHI MODIFICADOS

FACTORES DE CARGA TERZAGHI									
TERZAGHI				MEYERHOF				SKEMPTON	
$\phi$	Nc	Nq	Ng	$\phi$	Nc	Nq	Ng	D/B	Nc
0	5.7	1	0	0	5.14	1	0	0	5.14
1	6	1.1	0.01	2	5.63	1.2	0.01	0.25	5.6
2	6.3	1.22	0.04	4	6.18	1.43	0.04	0.6	5.9
3	6.62	1.35	0.06	6	6.81	1.72	0.11	0.75	6.2
4	6.97	1.49	0.1	8	7.53	2.06	0.21	1	6.4
5	7.34	1.64	0.14	10	8.34	2.47	0.37	1.6	6.8
6	7.73	1.81	0.2	12	9.28	2.97	0.6	2	7
7	8.15	2	0.27	14	10.37	3.59	0.92	2.5	7.2
8	8.6	2.21	0.35	16	11.63	4.34	1.37	3	7.4
9	9.09	2.44	0.44	18	13.1	5.26	2	4	7.5
10	9.61	2.69	0.56	20	14.83	6.4	2.87		
11	10.16	2.98	0.69	22	16.88	7.82	4.07		
12	10.76	3.29	0.85	24	19.32	9.6	5.72		
13	11.41	3.69	1.04	26	22.25	11.85	8		
14	12.11	4.02	1.26	28	25.8	14.72	11.19		
15	12.86	4.45	1.52	30	30.14	18.4	15.67		
16	13.68	4.92	1.82	32	35.49	23.18	22.02		
17	14.6	5.45	2.18	34	42.16	29.44	31.15		
18	15.12	6.04	2.59	36	50.59	37.75	44.43		
19	16.56	6.7	3.07	38	61.35	48.93	64.07		
20	17.69	7.44	3.64	40	75.31	64.19	93.69		
21	18.92	8.26	4.31	42	93.71	85.37	139.32		
22	20.27	9.19	5.09	44	118.37	115.31	211.41		
23	21.75	10.23	6	46	152.1	158.5	328.73		
24	23.36	11.4	7.08	48	199.26	222.3	526.44		
25	25.12	12.72	8.34	50	266.88	319.05	873.84		
26	27.09	14.21	9.84						
27	29.24	15.9	11.6						
28	31.61	17.81	13.7						
29	34.24	19.98	16.18						
30	37.16	22.46	19.13						
31	40.41	25.28	22.65						
32	44.04	28.52	26.87						
33	48.09	32.23	31.94						
34	52.64	36.5	38.04						
35	57.75	41.44	45.41						
36	63.53	47.16	54.36						
37	70.01	53.8	65.27						
38	77.5	61.55	78.61						
39	85.97	70.61	95.03						
40	95.66	81.27	115.31						
41	106.81	93.85	140.51						
42	119.67	108.75	171.99						
43	134.58	126.5	211.56						
44	151.95	147.74	261.6						
45	172.28	173.28	325.34						
46	196.22	204.19	407.11						
47	224.55	241.8	512.84						
48	258.28	287.85	650.67						
49	298.71	344.63	831.99						
50	347.5	415.14	1072.8						

INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 WILSON P. C. SANTIAGO  
 ESP. EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
 Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640  
 E-mail: wilze822@hotmail.com.  
 E-mail: wilze822@outlook.com.



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



## ✚ CAPACIDAD PORTANTE POR ANGULO DE FRICCION

### Cuadro de Valores de Capacidad Portante para Zapatas Cuadradas

qad = Capacidad. Admisible Kg/cm <sup>2</sup>		"B" ANCHO DE ZAPATA							
		0,8 m.	0,9 m.	1,0 m.	1,1 m.	1,2 m.	1,3 m.	1,4 m.	1,5 m.
"DF" PROF. de Cimentacion.	1,0 m.	1,30	1,33	1,37	1,40	1,43	1,47	1,50	1,54
	1,2 m.	1,50	1,53	1,57	1,60	1,64	1,67	1,71	1,74
	1,5 m.	1,80	1,84	1,87	1,91	1,94	1,98	2,01	2,05
	1,8 m.	2,11	2,14	2,18	2,21	2,25	2,28	2,32	2,35
	2,0 m.	2,31	2,35	2,38	2,42	2,45	2,49	2,52	2,56
	3,0 m.	3,33	3,37	3,40	3,44	3,47	3,51	3,54	3,57

### Cuadro de Valores de Capacidad Portante para Cimientos Corridos

qad = Capacidad. Admisible Kg/cm <sup>2</sup>		"B" ANCHO DE CIMIENTO							
		0,8 m.	0,9 m.	1,0 m.	1,1 m.	1,2 m.	1,3 m.	1,4 m.	1,5 m.
"DF" PROF. de Cimentacion.	1,0 m.	1,36	1,40	1,44	1,48	1,53	1,57	1,61	1,66
	1,2 m.	1,56	1,60	1,64	1,69	1,73	1,77	1,82	1,86
	1,5 m.	1,86	1,90	1,95	1,99	2,03	2,08	2,12	2,16
	1,8 m.	2,16	2,21	2,25	2,29	2,34	2,38	2,42	2,46
	2,0 m.	2,37	2,41	2,45	2,49	2,54	2,58	2,62	2,67
	3,0 m.	3,38	3,42	3,46	3,51	3,55	3,59	3,63	3,68

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
*[Signature]*  
ING. WILSON PÉREZ SANTOS  
C.R.N. 155373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640  
E-mail: wilze822@hotmail.com.  
E-mail: wilze822@outlook.com.



### CAPACIDAD PORTANTE POR ENSAYO DE PENETRACION DIANICA LIGERA (DPL)

DPL	Penetración (m)	Numero de Golpes/30 Cm	Compacidad Relativa(%)	Descripción	q <sub>u</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Terreno de Fundación	Clasificación SUCS
01	0,00	0,0					
	0,30	47,0	15,00	MUY SUELTA	0,80	MALO	SP
	0,60	73,0	35,00	MEDIA	1,15	BUENO	SP
	0,90	75,0	40,00	MEDIA	1,54	BUENO	SP
	1,20	84,0	45,00	MEDIA	1,63	BUENO	SP
	1,50	97,0	45,00	MEDIA	1,76	BUENO	SP
	1,80	111,0	50,00	MEDIA	1,91	BUENO	SP
	2,10	159,0	55,00	MEDIA	2,40	BUENO	SP
	2,40	182,0	60,00	DENSA	2,63	BUENO	SP
	2,70	206,0	60,00	DENSA	2,88	BUENO	SP
	3,00	222,0	85,00	MUY DENSA	3,04	BUENO	SP

### 9.6. TIPO Y PROFUNDIDAD DE LOS CIMIENTO

De acuerdo a la descripción del perfil estratigráfico, auscultaciones y análisis efectuados, se recomienda:

- **Los muros de albañilería no portantes:** una profundidad de desplante de 1.00 m, medido desde el nivel de terreno natural existente y cimentado a través de cimientos continuos armados.
- **Los pórticos principales:** una profundidad de desplante a partir de 1.50 m, medido desde el nivel de terreno natural existente cimentada a través de Zapatas conectadas con vigas de cimentación.
- La profundidad de cimentación deberá encontrarse como mínimo a -1.50m., en pórticos principales.
- **Estrato de apoyo de cimentación:** Arena mal graduada (SP)

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILZE 822  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
EXPEDIENTES EN MECANICA DE SUELOS



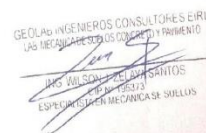
## 9.7. CALCULO DE ASENTAMIENTO

Para la determinación de los asentamientos se ha empleado la siguiente relación:

$$S = \frac{qad.B(1-\mu^2)}{E}.Iw$$

Donde:

S	=	Asentamiento Total en cm.
qad	=	Capacidad admisible de carga en Ton/m <sup>2</sup>
E	=	Módulo de elasticidad
m	=	Módulo de Poisson
B	=	Ancho de Zapata en m.
Iw	=	factor de Influencia
df	=	Profundidad



### 9.7.1 PARAMETROS BASICOS DE SUELOS PARA EL CALCULO DE ASENTAMIENTOS

#### Coefficiente de Poisson

Todo material incluyendo al suelo, cuando es sometido a esfuerzos sufre deformaciones. Si se sigue aumentando los esfuerzos se llegará a alcanzar un punto en el cual el material falla al no poder resistir un nuevo incremento de esfuerzos.

En ese punto de falla todo material reacciona de diferentes maneras, unos se desintegran y otros sólo se deforman. En el caso específico de los suelos que de naturaleza granular y que están compuestos de tres fases, presentan una amplia variedad de deformaciones muy características y la falla que se produce es mucho más compleja que cualquier otro tipo de material.

Los incrementos de esfuerzos a parte de la falla, también producen una deformación o combatura en las direcciones laterales en el sentido del eje X y el eje Y, siendo dichas deformaciones laterales correspondientes y la deformación vertical Z. a la relación entre las deformaciones laterales y la vertical directa  $\epsilon_z$  es lo que se denomina módulo o coeficiente de Poisson. Este coeficiente de Poisson se puede asumir mediante la Tabla N° 1401 planteada y que se pone a consideración, su valor depende del tipo de suelo.



### 9.7.2 Modulo de Elasticidad

El módulo de elasticidad del suelo, también se conoce como módulo del suelo o el módulo de Young, es una característica del suelo que mide cuánto se puede estirar o exprimir y se debe tomar en cuenta, sobre todo en proyectos de construcción, ingeniería y paisajismo. Varios factores influyen en módulos de suelo y diferentes tipos de suelo presentan diferentes módulos.

#### **Factores que influyen en el módulo del suelo**

Suelo con partículas estrechamente empaquetadas tiende a tener un módulo más alto. Esto puede determinarse mirando la densidad o porosidad seca del suelo. Sin embargo, dos muestras de suelo pueden tener la misma densidad en seco pero diferentes estructuras, como suelta o densa, y por lo tanto tienen diferentes módulos.

El contenido de agua también afecta a los módulos. A bajos contenidos de agua el agua une las partículas, aumenta el estrés y la succión entre las partículas y da lugar a un alto módulo de suelo. Esto es especialmente evidente cuando se considera la rigidez de arcilla seca. Sin embargo, esto no es cierto para los suelos de grano grueso. Si el contenido de agua se eleva demasiado, las partículas son empujadas aparte y el módulo se reduce.

Si el suelo ha sido sometido a un estiramiento en el pasado, tendrá un impacto en el módulo. Un suelo consolidado tendrá generalmente un módulo más alto que en el mismo suelo normalmente consolidado.

Los suelos pueden ver cementación, o un efecto de cola, entre las partículas de cualquiera de bajo contenido de agua o la cementación química desarrollada en los contactos. Esta cementación conduce a un aumento en el módulo.

### 9.7.3. Módulo típico de varios suelos

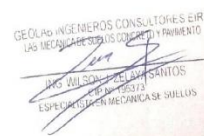
El módulo típico de elasticidad de los suelos limosos es 35 a 150 MPa

o 5.000 a 20.000 psi; suelos de arcilla es de 35 a 100 MPa o 5.000 a

15.000 psi, y de piedra triturada es de 150 a 300 MPa o 20.000 a

40.000 psi.

El Modulo de elasticidad se puede asumir mediante la Tabla N° 1402 planteada y que se pone a consideración, su valor depende del tipo de suelo.





# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



TIPO DE SUELO	Es (ton/m <sup>2</sup> )	TIPO DE SUELO	μ (-)
ARCILLA MUY BLANDA	30 - 300	ARCILLA SATURADA	0.4 - 0.5
BLANDA	200 - 400	NO SATURADA	0.1 - 0.3
MEDIA	450 - 900	ARENOSA	0.2 - 0.3
DURA	700 - 2000	LIMO	0.3 - 0.35
ARCILLA ARENOSA	3000 - 4250	ARENA DENSAS	0.2 - 0.4
SUELOS GRACIARES	1000 - 16000	DE GRANO GRUESO	0.15
LOESS	1500 - 6000	DE GRANO FINO	0.25
ARENA LIMOSA	500 - 2000	ROCA	0.1 - 0.4
ARENA SUELTA	1000 - 2500	LOESS	0.1 - 0.3
DENSA	5000 - 10000	HIELO	0.36
GRAVA ARENOSA DENSAS	8000 - 20000	CONCRETO	0.15
SUELTA	5000 - 14 000		
ARCILLA ESQUISTOSA	14000 - 140000		
LIMOS	200 - 2000		

FORMA DE LA ZAPATA	VALORES DE S (cm)			
	CON FLEXION			
UBICACION	DENTRO	EN	MEDIO	FUERA
RECTANGULAR L/B = 2	153	77	130	120
L/B = 5	210	105	183	170
L/B = 10	254	127	225	210
CUADRADA	112	56	95	82
CIRCULAR	100	64	85	88

FORMULAS : PARA ESTIMAR Es:

ARENAS:  $Es = 50 (N + 15) \text{ ton/m}^2$

ARENA ARCILLOSA  $Es = 30 (N + 5) \text{ ton/m}^2$

ARCILLAS SENSIBLES NORMALMENTE CONSOLIDADAS  $Es = (125 - 250) q_u$

ARCILLAS POCO SENSIBLES  $Es = 500 q_u$

N : SPT

$q_u$  : COMPRESION SIMPLE (ton/m<sup>2</sup>)

02 CIMENTACIONES SUPERFICIALES - Dr. Jorge E. Alva Hurtado

## RESUMEN DE CÁLCULO DE ASENTAMIENTO

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAS HERRANDEZAS DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 JESUS WILSON PACHECO SANTIAGO  
 EXPEDIENTES EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
 Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640  
 E-mail: wilze822@hotmail.com.  
 E-mail: wilze822@outlook.com.



# GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS

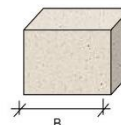


## CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS CUADRADAS

Donde:

- S = Asentamiento Total en cm.
- qad = Capacidad admisible de carga en Ton/m<sup>2</sup>
- E = Modulo de elasticidad
- μ = Modulo de Poisson
- B = Ancho de Zapata en m.
- Iw = factor de Influencia
- df = Profundidad

$$S = \frac{qad \cdot B(1 - \mu^2)}{E} \cdot Iw$$



Si:

- μ = 0,25
- E = 8200 Ton/m<sup>2</sup>
- Iw = 112 cm/m
- Df = 1,5 m.

S =	"B" ANCHO DE ZAPATA							
Asentamiento	0,8 m.	0,9 m.	1,0 m.	1,1 m.	1,2 m.	1,3 m.	1,4 m.	1,5 m.
qad	1,80	1,84	1,87	1,91	1,94	1,98	2,01	2,05
Asentamiento	0,185 cm	0,212 cm	0,240 cm	0,269 cm	0,299 cm	0,329 cm	0,361 cm	0,393 cm

## CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ZAPATAS RECTANGULARES ( Cimientos Corridos )

Donde:

- S = Asentamiento Total en cm.
- qad = Capacidad admisible de carga en Ton/m<sup>2</sup>
- E = Modulo de elasticidad
- μ = Modulo de Poisson
- B = Ancho de Zapata en m.
- Iw = factor de Influencia
- df = Profundidad

$$S = \frac{qad \cdot B(1 - \mu^2)}{E} \cdot Iw$$



Si:

- μ = 0,25
- E = 8200 Ton/m<sup>2</sup>
- Iw = 112 cm/m
- Df = 1,5 m.

S =	"B" ANCHO DE ZAPATA							
Asentamiento	0,8 m.	0,9 m.	1,0 m.	1,1 m.	1,2 m.	1,3 m.	1,4 m.	1,5 m.
qad	1,86	1,90	1,95	1,99	2,03	2,08	2,12	2,16
Asentamiento	0,191 cm	0,219 cm	0,249 cm	0,280 cm	0,312 cm	0,346 cm	0,380 cm	0,415 cm

## CONCLUSIONES

Del Análisis Tanto de Zapatas Cuadradas y Rectangulares no se Esperan Asentamiento, ya que es Inferior a lo Permisible **2.50 cm.**

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
 LAS HERRERA PERU (SOS COLORED) Y PAVIMENTO  
 WILSON P. SANTIAGO  
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS

Dirección: Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
 Celular: 954877150 - 945417124 RUC:20604190640  
 E-mail: wilze822@hotmail.com.  
 E-mail: wilze822@outlook.com.



## X. CONFORMACION DE RELLENOS.

Comprende el uso del material de préstamo para la conformación de rellenos controlados, de acuerdo a los niveles establecidos en los planos. Comprende el uso de material de préstamo para la conformación de relleno sobre el terreno perfilado y compactado, de acuerdo a los niveles establecidos en los planos.

### 10.1. TRATAMIENTO DEL RELLENOS

- El material para la conformación de rellenos debe provenir prioritariamente del material de excavaciones para estructuras y de los excedentes de excavaciones de explanaciones, teniendo como requisito que el Angulo de fricción del material de relleno no debe de ser inferior a  $\phi = 30^\circ$  y presentar un CBR no menor al 30% al 100% de MDS y 0.1" de penetración.
- **Materiales seleccionados:** se tendrá que utilizar material granular de préstamo seleccionado de cantera de la clasificación AASHTO: A1-a (0), A1 -b (0) y/o A-2-4, debidamente compactado por capas no mayor a 0.30 m, y/o todo tipo de suelo compactable, con partículas no mayores de 7,5 (3"), con 30% o menos de material retenido en la malla  $\frac{3}{4}$ " y sin elementos distintos de los suelos naturales.

El Material Seleccionado con el que se debe construir el Relleno Controlado deberá ser compactado de la siguiente manera:

a) Si tiene más de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad mayor o igual del 90% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.

b) Si tiene igual o menos de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad no menor del 95% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.

En todos los casos deberán realizarse controles de compactación en todas las capas compactadas, a razón necesariamente, de un control por cada 250 m<sup>2</sup> con un mínimo de tres controles por capa. En áreas pequeñas (igual o menores a 25 m<sup>2</sup>) se aceptará un ensayo como mínimo. En cualquier caso, el espesor máximo a controlar será de 0,30 m de espesor.

- Los Resultados y ensayos realizados solamente son para la zona en estudio

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
*[Firma]*  
ING. WILSON PEREZ SANTOS  
C.I. N. 195273  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS





## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



### XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ZONA CALICATA C-01, C-02, C-03, DPL-01, DPL-02 Y DPL-03

- El suelo está conformado geomorfológicamente de una capa de Material de relleno no controlados (mezcla de arenas, limos restos de concreto), Suelo poco firme y suelto, Terreno no apto para construcción y debe ser retirado, seguido de un estrato de material Arena mal graduada, de grano medio a fino de forma sub redondeado de color beige oscuro con presencia de finos no plásticos, Condición in situ: compacto y ligeramente húmedo.
- Hasta la máxima profundidad explorada no se detectó la presencia de Nivel freático.
- La capacidad portante a 1.50 m, de profundidad para la zona de Calicata C01y DPL-01 tenemos:

Qadm. Zapata Cuadrada : 1.87 kg/cm<sup>2</sup>

Qadm. Cimiento Corridos : 1.95 kg/cm<sup>2</sup>

Qadm. Por Asentamiento DPL-01 : 1.76 kg/cm<sup>2</sup>

- La capacidad portante para los cálculos será tomada la más crítica, que es por asentamiento del ensayo DPL -01 a una profundidad mínima de 1.50 m, cuyo valor es: 1.76 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### Alternativa de Cimentación. -

- Basado en los trabajos de campo, resultados de laboratorio, registros estratigráficos y característica de la estructura a construir, se recomienda cimentar sobre el terreno de cimentación conformado por arenas mal graduadas (**SP**), de compacidad media, a la profundidad mínima de 1.50 m, medidos a partir del terreno natural, apoyándose siempre sobre el suelo natural de arenas mal graduadas, cuyo valor es **Qadm= 1.76 Kg/cm<sup>2</sup>**, Por qué de acuerdo a los cálculos, a mayor profundidad de desplante de la cimentación existe mayor capacidad portante del terreno.
- Se recomienda una cimentación superficial tipo zapatas y/o cimentación corrida a una profundidad mínima de 1.50 m, dejando a criterio del ingeniero estructural el empleo del tipo de cimentación adecuada.
- Así mismo se podrían diseñar con altura de cimentación no menor a 1.20 m la diferencia será completada con un mejoramiento de suelo y/o falsa zapatas de concreto pobre y piedra mediana hasta alcanzar la altura mínima recomendada.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
ING. WILSON ZELAYA SANTOS  
CIP N° 15373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



## GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
ELABORACION DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYOS DE MATERIALES,  
CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, EXPEDIENTES, PERFILES TECNICOS, SUPERVISION, RESIDENCIAS,  
LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS



- Se recomienda por el tipo de suelo encontrado arena mal graduada de compacidad media y ligeramente húmedo, que se deberá colocar un solado de 1:12 cemento hormigón de 0.10 m de espesor y así quedar para recibir la cimentación proyectada.
- De acuerdo al tipo de suelo encontrado conformado por suelos finos tipo arena mal graduada con presencia de finos no plásticos, en estado ligeramente húmedo y de compacidad semi suelto a medio, se recomienda usar encofrado de las cimentaciones, así mismo entibados y apuntalado para la protección de las paredes y estructuras aledañas durante los trabajos de excavación.
- Por los resultados de los ensayos químicos en suelo y como medida preventiva se recomienda el uso de cemento tipo II, o su similar (MS) para cualquier estructura de concreto usada en la obra que este en contacto con el suelo de fundación.
- Se recomienda en la etapa constructiva realizar una compactación adecuada del suelo, para mejorar sus condiciones de compacidad.
- En las zonas donde el material está contaminado con material de relleno no controlado, se recomienda que estos se tendrán cortar en su totalidad luego reemplazar con material de préstamo, seleccionado de cantera de la clasificación AASHTO: A1-a (0), A1 -b (0) y/o A-2-4, debidamente compactado, con un porcentaje mínimo del 95% con respecto a su Proctor modificado.
- Se deberá de tener de sumo cuidado de no cimentar sobre material de relleno y siempre llegar al terreno natural materia del estudio.
- Si existiera en alguna excavación a la profundidad de cimentación lentes de arcilla se tendrá que eliminar y reemplazar por material compactado con fino no plásticos.
- Las conclusiones y recomendaciones solamente son para la zona en estudio.

GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
*[Firma]*  
ING. WILSON DELA CRUZ SANTOS  
CIP: 103373  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**Dirección:** Pueblo Joven 03 De Octubre Mz B Ll. 07, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.  
**Celular:** 954877150 - 945417124 **RUC:** 20604190640  
**E-mail:** wilze822@hotmail.com.  
**E-mail:** wilze822@outlook.com.

## Anexo 6:

### Constancia de Plan Covid-19 por parte del Laboratorio GEOLAB EIRL.

Página 1 de 2



INSTITUTO NACIONAL DE SALUD  
CENSOPAS

#### CONSTANCIA DE REGISTRO N° 065535-2020

EL MINISTERIO DE SALUD, A TRAVÉS DEL INSTITUTO NACIONAL DE SALUD-INS, HACE CONSTAR MEDIANTE LA PRESENTE QUE:

EMPRESA	GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
RUC	20604190640
SECTOR	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

HA REGISTRADO CON FECHA 18/06/2020 SU PLAN PARA LA VIGILANCIA, PREVENCIÓN Y CONTROL DEL COVID-19 EN EL TRABAJO, CONFORME A LO ESTABLECIDO EN LA R.M. 239-2020-MINSA Y SUS NORMAS MODIFICATORIAS.



7069b663

Jesús María, 18 de Junio del 2020

MINISTERIO DE SALUD  
**¡La Salud Nos Une!**

La información consignada en el SICOVID, tiene carácter de declaración jurada y ha sido remitida a las instancias de fiscalización correspondiente.

## Anexo 7:

### Habilitación de GEOLAB EIRL. - SUNAT

25/11/2020

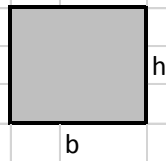
Consulta RUC: versión Imprimible

<b>CONSULTA RUC: 20604190640 - GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.</b>			
<b>Número de RUC:</b>	20604190640 - GEOLAB INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		
<b>Tipo Contribuyente:</b>	EMPRESA INDIVIDUAL DE RESP. LTDA		
<b>Nombre Comercial:</b>	-		
<b>Fecha de Inscripción:</b>	09/02/2019	<b>Fecha Inicio de Actividades:</b>	09/02/2019
<b>Estado del Contribuyente:</b>	ACTIVO		
<b>Condición del Contribuyente:</b>	HABIDO		
<b>Dirección del Domicilio Fiscal:</b>	JR. TANGAY MZA. B LOTE. 7 P.J. 3 DE OCTUBRE (CERCA A OVALO LAS AMERICAS) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE		
<b>Sistema de Emisión de Comprobante:</b>	MANUAL	<b>Actividad de Comercio Exterior:</b>	SIN ACTIVIDAD
<b>Sistema de Contabilidad:</b>	MANUAL		
<b>Actividad(es) Económica(s):</b>	Principal - 7110 - ACTIVIDADES DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA Y ACTIVIDADES CONEXAS DE CONSULTORÍA TÉCNICA		
<b>Comprobantes de Pago c/aut. de impresión (F. 806 u 816):</b>	NINGUNO		
<b>Sistema de Emisión Electrónica:</b>	FACTURA PORTAL DESDE 21/08/2019		
<b>Afiliado al PLE desde:</b>	-		
<b>Padrones :</b>	NINGUNO		

## Anexo 8:

### Pre dimensionamiento

#### PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS



$$h = \frac{L_n}{10} \text{ a } \frac{L_n}{12} = \frac{2.660}{10} = 0.27\text{m}$$

$$h = 0.3 \text{ m}$$

$$L_n = 2.660 \text{ m}$$

$$b = \frac{h}{2} = \frac{0.3}{2} = 0.15\text{m}$$

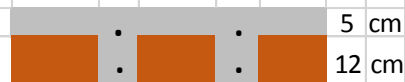
$$b \text{ min} = 25 \text{ cm}$$

$$b = 0.25 \text{ m}$$

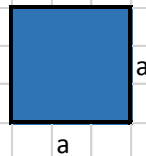
#### PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSAS

$$H = \frac{L_n}{25} = \frac{2.66}{25} = 0.1064\text{m}$$

$$H = 0.17 \text{ m}$$



#### PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS



Según ACI

$$\text{Columnas centradas} = A. \text{ col.} = \frac{P. \text{ serv.}}{0.45F'c}$$

$$\text{Columnas excentricas} \\ \text{Columnas esquineras} = A. \text{ col.} = \frac{P. \text{ serv.}}{0.35F'c}$$

$$\text{Considerando } F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

Según E 030 - 2018

$$\text{Cat. A} = P_{\text{serv}} = 1500 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Cat. B} = P_{\text{serv}} = 1250 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Cat. C} = P_{\text{serv}} = 1000 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Columnas centradas} \quad 0.013 \text{ m}^2$$

$$\text{Columnas excentricas} \quad 0.017 \text{ m}^2$$

$$\text{Columnas esquineras} \quad 0.017 \text{ m}^2$$

Para zonas de alta sismicidad se recomienda A min  $\geq 1000\text{cm}^2$

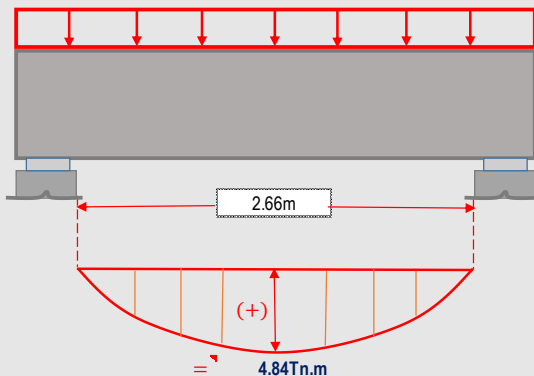
$$a = 35\text{cm}$$

# Anexo 9: Diseños de elementos estructurales Diseño de vigas

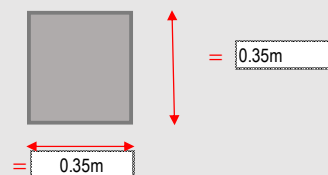
## DISEÑO DE VIGA DOBLEMENTE REFORZADO

DATOS:

$f_c$	210 Kg/cm <sup>2</sup>
$F_y$	4200 Kg/cm <sup>2</sup>
$WD$	2.483 Tn/m
$WL$	1.176 Tn/m
$WU$	5.48 Tn/m



SECCION V



1) DISEÑO POR FLEXION (traccion simple).

$d$	29cm
$W$	0.09
$\rho$	0.0046 FALLA DUCTIL

2) DISEÑO DE LA VIGA DOBLEMENTE REFORZADO.

a) Calculo de Momento Resistente de la Viga.

Refuerso en Traccion

$W_{max}$	0.32
$d$	26.00 cm
$MU'$	1160792.156 Kg.cm
$MU'$	11.61 Tn.m
$As1$	14.56 cm <sup>2</sup>

b) Calculo del Acero en Compresion ( $As'$ ).

$MU^2$	-6.77 Tn.m
$As'$	-8.95 cm <sup>2</sup>

\*Area total en traccion.

$As$	5.61 cm <sup>2</sup>
------	----------------------

\*Verificamos que el area del acero comprimido fluye ( $As$ ).

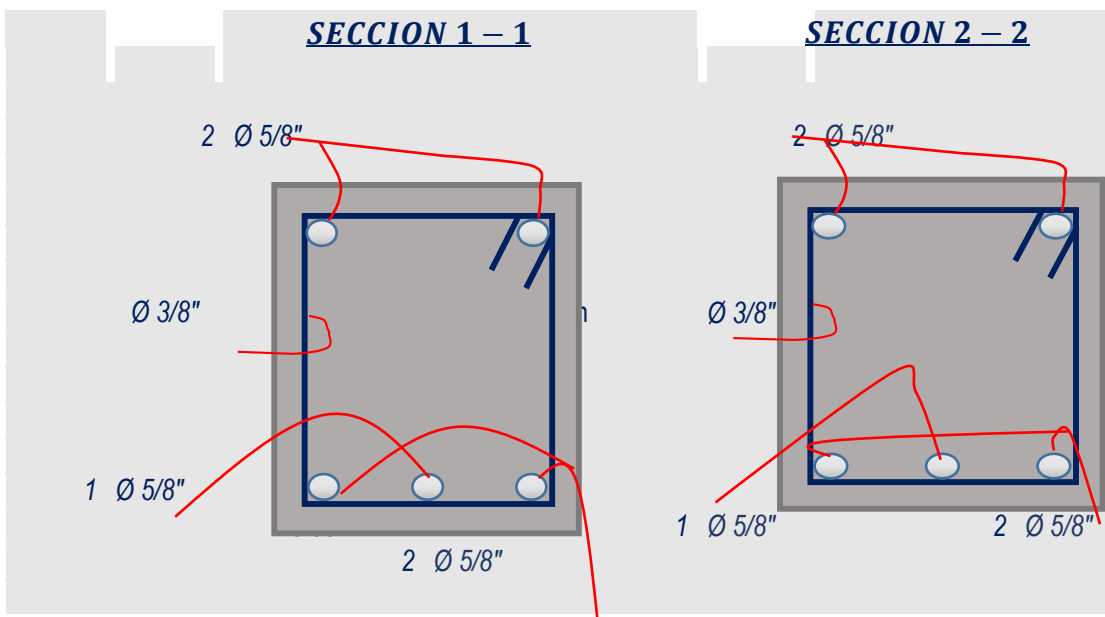
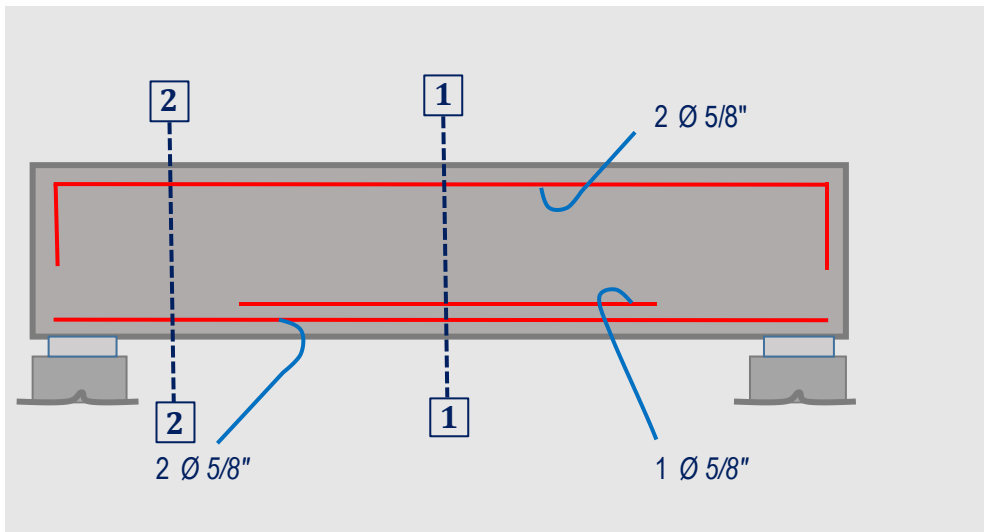
$\rho$	0.0062
$\rho'$	-0.0098

\*En la expresion.  $0.0160 \geq 0.0049$  »  $As'$  Fluye OK

\*DISPOSICION DE LA ARMADURA.

$As'$	-8.95cm <sup>2</sup>	→ usaremos	2	Ø 5/8"			4.00cm <sup>2</sup>	OK	
$As$	5.61cm <sup>2</sup>	→ usaremos	2	Ø 5/8"	+	1	Ø 5/8"	6.00cm <sup>2</sup>	OK

BARRAS CORRUGADAS PARA REFUERZO - CARACTERISTICAS GEOMETRICAS								
N° BARRAS	Ø (PULG.)	AREA As (cm <sup>2</sup> )	DIAMETRO BARRA (cm)	PRIMETRO P (cm)	PESO W (kg/m)	e (cm)	h (cm)	C (cm)
2	Ø 1/4"	0.32	0.632	2	0.25	-	-	-
3	Ø 3/8"	0.71	0.952	3	0.56	1.662	0.038	0.363
4	Ø 1/2"	1.29	1.27	4	0.994	0.888	0.051	0.485
5	Ø 5/8"	2	1.588	5	1.522	1.11	0.071	0.608
6	Ø 3/4"	2.84	1.905	6	2.235	4.335	0.096	0.72
7	Ø 1"	5.1	2.54	8	3.473	1.779	0.127	0.97
8	Ø 1 1/8"	6.45	2.865	9	5.06	2.01	0.142	1.1
9	Ø 1 1/4"	8.19	3.226	10	6.403	2.25	0.162	1.24
10	Ø 1 3/8"	10.07	3.58	11	7.87	2.5	0.18	1.37



# Diseño de losa aligerada

## DATOS:

$f'c =$	210	Kg/cm <sup>2</sup>
$Fy =$	4200	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>SOBRE CARGA S/C</b>		
$=$	300	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>P. Acabados =</b>	100	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>P. Tabiquería =</b>	100	Kg/cm <sup>2</sup>

### 1) CALCULO DE LA ALTURA DE LOSA.

$$h = \frac{L}{25} = \frac{2.66\text{m}}{25} = 0.1064 \quad \boxed{h = 0.17\text{m}}$$

### 2) METRADO DE CARGAS.

a) Carga muerta o permanente.

Peso propio de la Losa:	280.00	Kg/m <sup>2</sup>
Peso de Acabado:	100.00	Kg/m <sup>2</sup>
Peso de Tabiquería:	100.00	Kg/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL =</b>	<b>WD = 480.00</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>

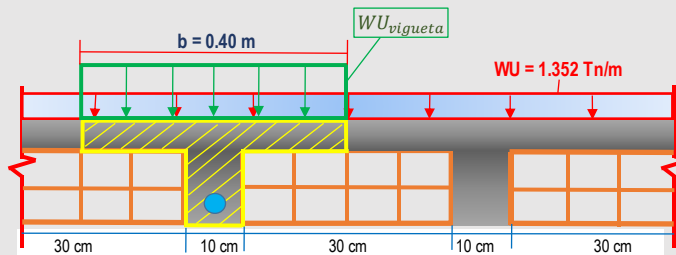
b) Carga Viva.

$$\boxed{WL = 400.00 \text{ Kg/m}^2}$$

c) Calculo de la Carga Ultima Ampificada.

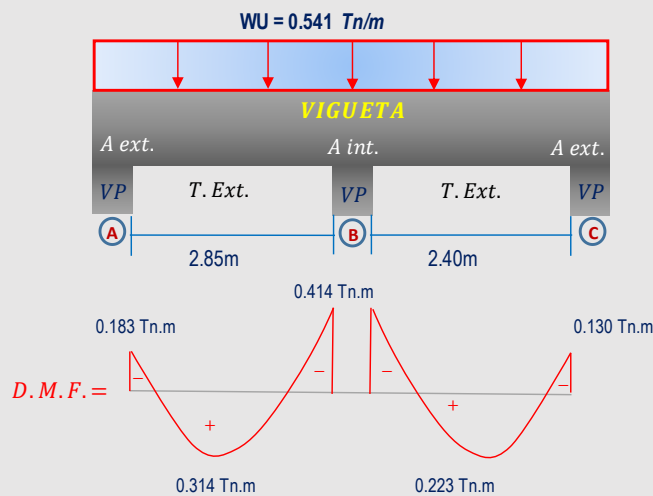
$$\boxed{WU = 1.4 * WD + 1.7 * WL} \quad \begin{matrix} \boxed{WU = 1352 \text{ Kg/m}^2} \\ \boxed{WU = 1.352 \text{ Tn/m}^2} \end{matrix}$$

d) Calculo de Carga Ultima por Vigueta.



$$\boxed{WU_{\text{vigüeta}} = WU * b} \quad 1352 \text{ Kg/m}^2 * 0.40 \text{ m} = 540.8 \text{ Kg/m} \quad \boxed{WU_{\text{vigüeta}} = 0.541 \text{ Tn/m}}$$

### 3) CALCULO DE LOS MOMENTOS MAXIMOS USANDO METODO SIMPLIFICADO DE LOS COEFICIENTES.



$$MA = \frac{1}{24} * WU_v * L^2$$

$$MB = \frac{1}{9} * WU_v * L^2$$

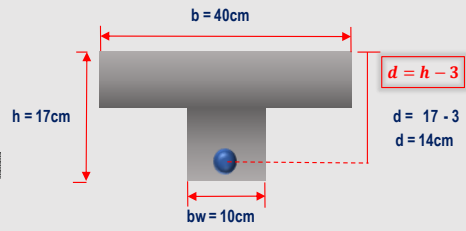
$$MC = \frac{1}{24} * WU_v * L^2$$

$$MAB = \frac{1}{14} * WU_v * L^2$$

$$MBC = \frac{1}{14} * WU_v * L^2$$

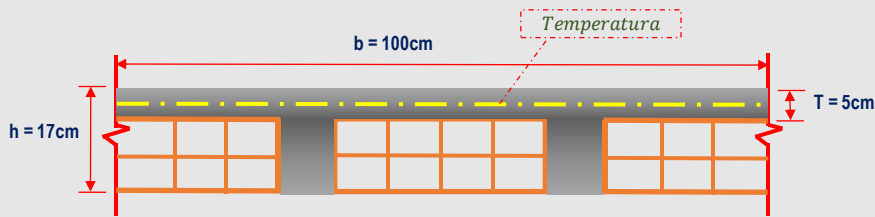


4) CALCULO DEL REFUERZO NECESARIO.



$\phi$ (Pulg.)	$As$ (cm <sup>2</sup> )
$\phi$ 1/4"	0.32
$\phi$ 3/8"	0.71
$\phi$ 1/2"	1.29
$\phi$ 5/8"	2
$\phi$ 3/4"	2.84
$\phi$ 1"	5.1
$\phi$ 1 1/8"	6.45
$\phi$ 1 1/4"	8.19
$\phi$ 1 3/8"	10.07

5) CALCULO DEL REFUERZO POR TEMPERATURA.



$$As_{min} = 0.0018 * b * T \quad 0.0018 * 100 * 5 = 0.90\text{cm}^2$$

\*Considerando siempre  $\phi$  1/4"

$$\#Barras = \frac{As_{min}}{As_b} \quad \frac{0.90\text{cm}^2}{0.32\text{cm}^2} = 3 \phi 1/4$$

$$S_{max} = S * T \quad 5 * 5 = 25\text{cm}$$

$$S_{\phi} = \frac{b}{\#Barras} \quad \frac{100\text{cm}}{3} = 33\text{cm}$$

→ usaremos:  $\phi$  1/4" @ 25cm

# Diseño de columnas

DATOS:		b	h
$f'c =$	210 Kg/cm <sup>2</sup>	0.35	0.35
$Fy =$	4200 Kg/cm <sup>2</sup>	0.35	0.35
SOBRE CARGA S/C =	300 Kg/cm <sup>2</sup>	AT = 2.70 x 3.00	
P. Acabados =	100 Kg/cm <sup>2</sup>	LOSA: Aligerado	
P. Tabiquería =	100 Kg/cm <sup>2</sup>	h = 20 cm	
MD =	1.98 Tn.m		
ML =	0.98 Tn.m		

## 1) PREDIMENSIONAMIENTO DE LA COLUMNA.

CRITERIO APLASTAMIENTO DEL CONCRETO

Columna Tipo: **C1<**

### > METRADO DE CARGAS.

Carga muerta.	Aligerado	300 Kg/cm <sup>2</sup>
	Peso de Viga	100 Kg/cm <sup>2</sup>
	Peso de Columna	100 Kg/cm <sup>2</sup>
	Peso de Acabados	100 Kg/cm <sup>2</sup>
	Peso de Tabiquería	100 Kg/cm <sup>2</sup>
Carga Viva.		105.0 Kg/cm <sup>2</sup>
	<b>PESO GENERAL =</b>	<b>805.00 Kg/cm<sup>2</sup></b>

> TABLA "A": 1.10 Pg 0.30

Psismo = **0.90 Tn.m<sup>2</sup>**

### > PREDIMENSIONAMIENTO:

$$bD = \frac{AT \times 0.90}{0.30 \times 0.21}$$

> SECCION: **CUADRADA**

T = **3.78  $\sqrt{AT}$**

> SECCIONES DE LAS COLUMNAS DEL PISO: 1° al 4°

PISO	SECCION: CUADRADA	AT = 2.63m x 3.00m = 7.88m <sup>2</sup>
1°	T= 21.22 → 21 x 21cm	35 x 35cm
2°	T= 18.37 → 18 x 18cm	SECCION: CUADRADA
3°	T= 15.00 → 15 x 15cm	25 x 25cm
4°	T= 10.61 → 11 x 11cm	SECCION: CUADRADA
		SECCION:

21 x 21 = 35 x T  
T = 15cm  
Ag = 35 x 15cm  
Ag = 35 x 25cm

**2) CARGA AXIAL APLICADO EN LA COLUMNA.**

> METRADO DE CARGAS POR AREA TRIBUTARIA (AT).

AT = **8.10m<sup>2</sup>**

**Carga muerta (Estructurales).**

Peso de Losa	7056 Kg
Peso de VP	3528 Kg
Peso de VS	3175 Kg
Peso propio de Columna	1361 Kg

**Carga Viva.**

PL =	7088 Kg
PL =	7.09 Tn

**Carga muerta (Estructurales).**

Peso de Acabados	3150 Kg
Peso de Tabiqueria	2363 Kg
PD =	20633 Kg
PD =	20.63 Tn

PoN = **27.72 Tn**

*Amplificacion de carga.*

PU = **40.93 Tn**

*Amplificacion de momento.*

MU = **4.44 Tn**

*Excentricidad*

e = **0.11 m**

*Valor de "g" para Diagrama de Interaccion*

g = **0.20**

*Curva Resistente*

Recta = **0.733**

*Cuantia de Diseño*

K = **0.37**

*Area de Acero de refuerzo*

ρ = **0.017** OK

As = **8.93 cm<sup>2</sup>**

Ø BARRA

→ Usaremos : **5/8"**  
**1/2"**

2.00 cm<sup>2</sup>

1.29 cm<sup>2</sup>

**10.58 cm<sup>2</sup>**

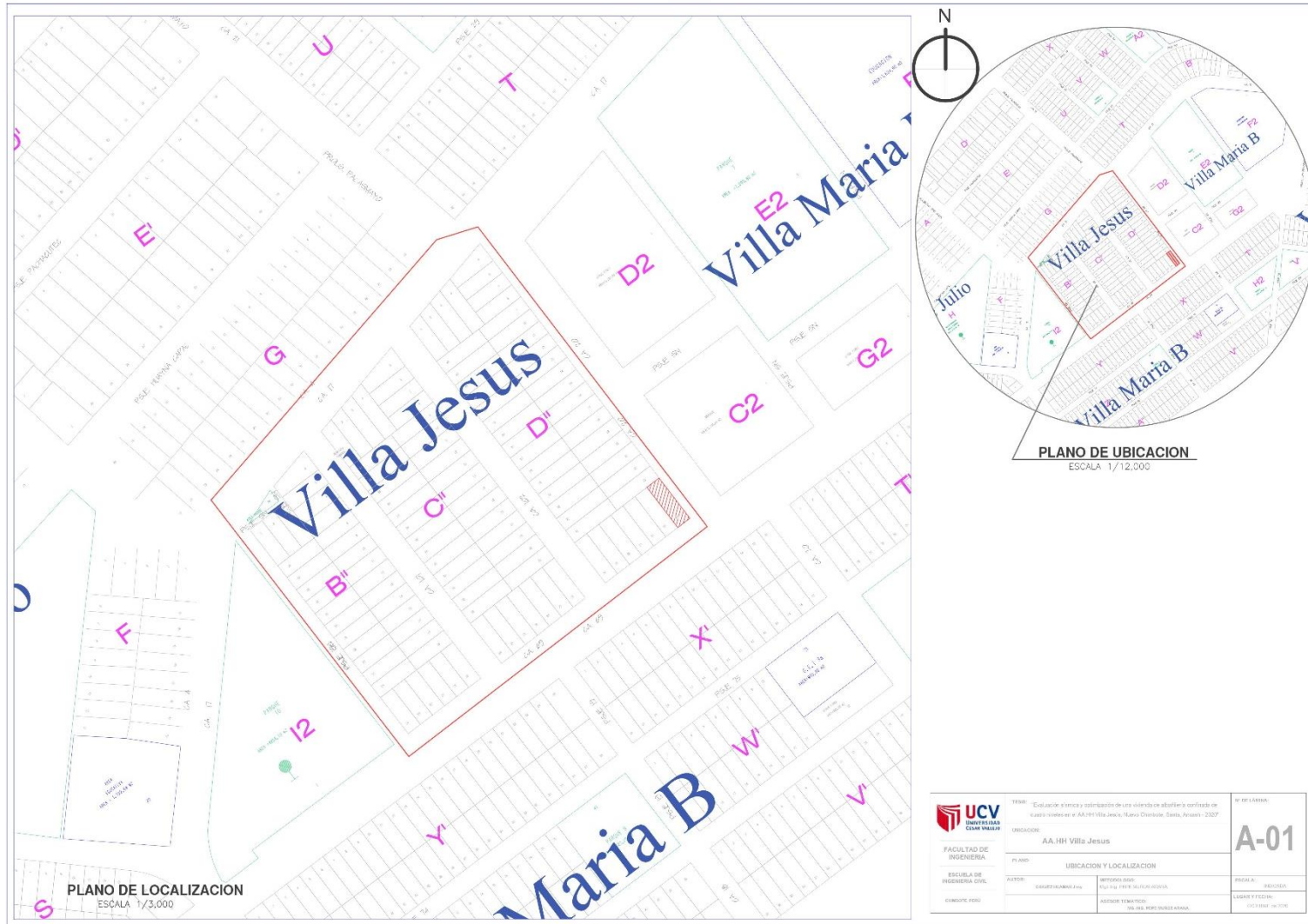
**2 Ø 1/2"**

**4 Ø 5/8"**

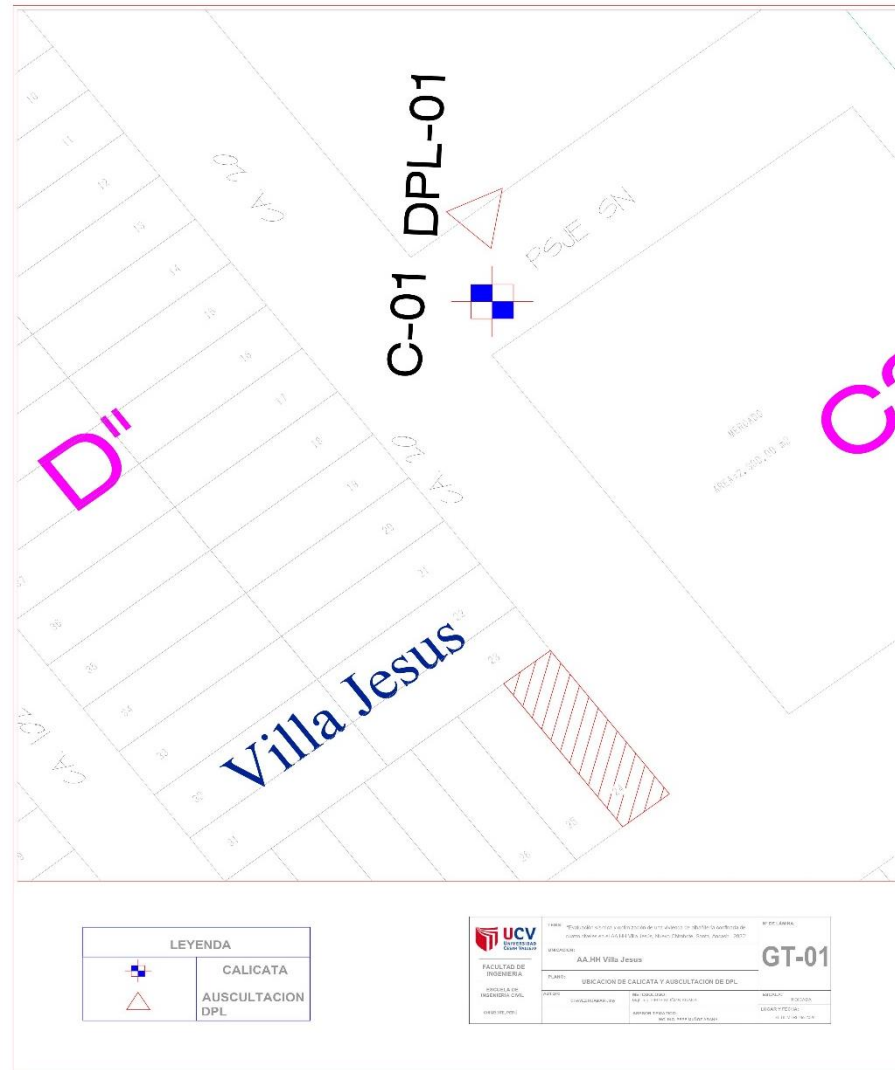
OK

# Anexo 10: Planos

## PLANO DE UBICACIÓN:



**PLANO DE CALICATA Y DPL:**



# PLANO E-01: EXPECIFICACIONES TÉCNICAS

## CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

### A.- CODIGOS Y ESTANDARES UTILIZADOS

- 1.0 CODIGOS UTILIZADOS:  
 NORMA E-020 - CARGAS  
 NORMA E-050-97 - SUELOS Y CIMENTACION  
 NORMA E-060 - CONCRETO ARMADO  
 NORMA E-030-2018 - NORMA DE DISEÑO SISMO RESISTENTE  
 NORMA E-070 - ALBANILERIA

### 2.0 ESTANDARES UTILIZADOS:

MANUAL DE DISEÑO AISC  
 REGLAMENTO ACI-318-99

### B.- CARGAS DE DISEÑO

- 1.0 CARGAS VIVAS:  
 a. CARGAS MINIMAS REPARTIDAS: 200kg/m<sup>2</sup>  
 b. CARGA VIVA DEL TECHO: 100kg/m<sup>2</sup>  
 c. TABIQUERIA MOVIL: 100kg/m<sup>2</sup>  
 2.0 CARGAS MUERTAS:  
 a. CARGA MUERTA DE LA LOSA: 300kg/m<sup>2</sup>  
 b. CARGA DE ACABADOS: 100kg/m<sup>2</sup>  
 3.0 COEFICIENTE SISMICO: 0.175 P  
 a. FACTOR DE USO: U=1.0  
 b. FACTOR DE SUELO: S=1.05  
 c. FACTOR DE ZONA: Z=0.45  
 d. COEFICIENTE SISMICO: C=2.5  
 e. FACTOR DE REDUCCION: R= 3 (ALBANILERIA)

### C.- CIMENTACIONES

- 1.0 TIPO DE CIMENTACION:  
 - TIPO SUPERFICIAL. ZAPATAS CONECTADAS CON VIGAS DE CONCRETO ARMADO  
 2.0 ESTRATO DE APOYO DE LA CIMENTACION:  
 - ARENA DE GRADO MEDIO A FINO, LIMOSA COLOR BEIGE PLOMIZA HUMEDA Y SATURADA, NO PLASTICA, EN ESTADO SEMISUELO A SEMICOMPACTO.  
 3.0 PARAMETROS DE DISEÑO:  
 - PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION: Df = 1.50m.

### D.- CALIDAD DE LOS MATERIALES UTILIZADOS:

- 2.0 RESISTENCIA CILINDRICA DEL CONCRETO f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>  
 2.0 ACERO PARA CONCRETO:  
 - ESFUERZO DE FLUENCIA DEL REFUERZO: fy=4200 kg/cm<sup>2</sup>  
 - RESISTENCIA A LA ROTURA POR COMPRESION DE LA UNIDAD DE ALBANILERIA (BLOQUE): f'bm= 95 kg/cm<sup>2</sup>  
 - RESISTENCIA A LA ROTURA POR COMPRESION DE LA PARED: f'pw= 4200 kg/cm<sup>2</sup>  
 - ESFUERZO DE FLUENCIA DEL REFUERZO EN PAREDES: fy= 4200 kg/cm<sup>2</sup>

### E.- ESTUDIO DE SUELOS:

- 1.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES (ESTUDIO DE SUELOS) ING. WILSON ZELAYA SANTOS  
 ZAPATAS CONECTADAS Y CIMIENTO CORRIDO  
 RELLENO SOBRE EL NIVEL DE TERRENO NATURAL  
 SE RECOMIENDA EL RELLENO CON MATERIAL CALIFICADO HASTA EL NIVEL DE SUB-RASANTE  
 EL RELLENO ESTARA CONFORMADO CON GRAVAS BIEN GRADUADAS CON ARENA Y LIMOS (GW O GM)  
 UN CBR MAYOR AL 40%, COMPACTADO CON CAPAS DE 0.20 cm. COMO MAXIMO HASTA ALCANZAR EL 95% DE SU MAXIMA DENSIDAD SEAN DEL PROCTOR MODIFICADO.  
 - PORTICOS PRINCIPALES UNIDAD DE MEDIDA:  
 UNA PROFUNDIDAD DE DEZPLANTE A PARTIR DE 1.50 m. MEDIDO DESDE EL NIVEL +0.00 Y CIMENTADO A TRAVES DE ZAPATAS CON VIGAS DE CIMENTACION ARMADA.

### F.- PARAMETROS DE DISEÑO:

- a. ZONIFICACION: Z=0.45  
 b. COEFICIENTE DE REDUCCION: Ro=8  
 c. CATEGORIA (USO): U=1.50  
 d. AMPLIACION SISMICA: C=2.5  
 e. FACTOR DE AMPLIACION DEL SUELO: S= 1.05

### G.- SISTEMA ESTRUCTURAL SISMORESISTENTE:

Sistema de muros de albanileria  
 Desplazamiento máximo ultimo nivel X=2.2 cm; Y=0.4 cm  
 Desplazamiento máximo relativo entrepislo X=0.00224; Y=0.00043

## CONTROLES DE CALIDAD

### ACERO DE REFUERZO:

LAS VARILLAS DE ACERO UTILIZADAS EN LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO, CUMPLIRAN LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN LOS CAPITULOS 7 Y 8 DE LA NORMA E-060 PARA CONCRETO ARMADO.  
 EL ACERO SERA DE CALIDAD, GRADO 60, CON UN ESFUERZO EN EL LIMITE DE FLUENCIA DE fy=4200 kg/cm<sup>2</sup>.  
 ALARGAMIENTO MINIMO EN 20 cm= 12%  
 CORRUGACIONES DE ACUERDO A LA NORMA ASTM A-615  
 DIAMETROS MINIMOS DE DOBLADO SIN FISURAS:  
 #3/8" o #5/8" 4db  
 #3/4" Y MAYORES 6db  
 DEBERA OBSERVARSE QUE LAS VARILLAS A EMPLEAR PRESENTAN SU SUPERFICIE LIBRE DE CORROSION, GRIETAS, SOPLADURAS O CUALQUIER OTRO DEFECTO QUE PUEDIERA AFECTAR DESFAVORABLEMENTE SUS CARACTERISTICAS MECANICAS.

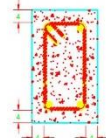
### COLOCACION DEL REFUERZO:

PREPARACION Y COLOCACION:  
 ANTES DEL EMPLEO DE LAS ARMADURAS SE LIMPIARAN CUIDADOSAMENTE PARA QUE SE ENCUENTREN LIBRES DE POLVO, BARRO, ACEITES, PINTURA Y TODA OTRA SUSTANCIA CAPAZ DE REDUCIR LA ADHERENCIA CON EL CONCRETO.  
 PARA SOSTENER O FLAR LAS ARMADURAS EN LOS LUGARES CORRESPONDIENTES SE EMPLEARAN SOPORTES O ESPACIADORES METALICOS O DE MORTERO Y ATADURAS METALICAS, NO PODRAN EMPLEARSE TROZOS DE LADRILLO, MADERA, O CANAS, NI PARTICULAS DE AGREGADOS.

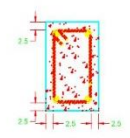
### RECURRIMIENTOS DEL ESFUERZO:

SE ENTENDE POR RECURRIMIENTOS A LA DISTANCIA LIBRE COMPRENHIDA ENTRE EL PUNTO MAS SALENTE DE CUALQUIER REFUERZO Y LA SUPERFICIE EXTERNA DEL CONCRETO MAS PROXIMO, EXCLUYENDO TARRAJEOS Y TODO OTRO MATERIAL DE ACABADOS.  
 DIMENSIONES DE LOS RECURRIMIENTOS:  
 ELEMENTO ESTRUCTURAL RECURRIMIENTO DEL REFUERZO  
 - VIGAS Y COLUMNAS DE ALBANILERIA 2.5 cm.  
 - VIGAS Y COLUMNAS ESTRUCTURALES 4.0 cm.  
 - VIGAS DE CIMENTACION, ZAPATAS Y LOSAS DE CIMENTACION 5.0 cm.  
 LOS RECURRIMIENTOS SE LOGRARAN MEDIANTE EL EMPLEO DE DADOS DE CONCRETO O MORTERO.

### RECURRIMIENTOS EN VIGAS Y COLUMNAS ESTRUCTURALES



### RECURRIMIENTOS EN VIGAS Y COLUMNAS DE ALBANILERIA



### EMPALMES EN EL REFUERZO

LOS EMPALMES REQUERIDOS SE EJECUTARAN POR TRASLAPE, EN LAS ZONAS INDICADAS EN LOS PLANOS Y ACORDE A N.T.E. E-030-97  
 LAS VARILLAS EMPALMADAS POR MEDIO DE TRASLAPES CUMPLIRAN CON LAS SIGUIENTES DIMENSIONES:

DIAMETRO DE LA VARILLA	VALOR DE "L"
#1/4"	30 cm.
#3/8"	40 cm.
#1/2"	50 cm.
#5/8"	70 cm.

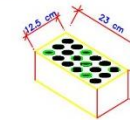
## EJECUCION Y CONTROLES DE CALIDAD PARA LA ALBANILERIA

### COMPONENTES:

#### UNIDAD DE ALBANILERIA:

LA UNIDAD DE ALBANILERIA DE ARCILLA, CONSISTIRA EN ELEMENTOS PERFORADOS, SIENDO ESTAS PERPENDICULARES A LA CARA DE ASIENTO. NO SE ACEPTARA UNIDADES RESQUEBRAJADAS, FRACTURADAS, CON HENDIDURAS U OTROS DEFECTOS QUE DEGRADEN SU DURABILIDAD Y/O RESISTENCIA.  
 EN CUALQUIER PLANO PARALELO A LA SUPERFICIE DE ASIENTO TIENE UN AREA EQUIVALENTE AL 75% O MAS DEL AREA BRUTA EN EL MISMO PLANO R.N.C. N.T.E. E-070

SE PROHIBE EL USO DE LADRILLOS HUECOS (AQUELLOS QUE PRESENTAN EN SU CARA DE ASIENTO MAS DEL 30% DE SU AREA BRUTA OCUPADA POR PERFORACIONES.



#### MORTERO:

UNIDAD DE ALBANILERIA .ESC. 1/10

EL MORTERO ESTARA CONSTITUIDO POR CEMENTO PORTLAND Y ARENA GRUESA, EN LA PROPORCION VOLUMETRICA DE 1:4 (CEMENTO ARENA).

#### MANO DE OBRAS:

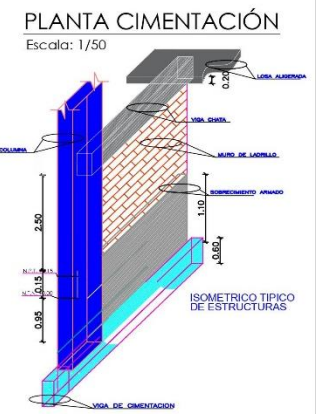
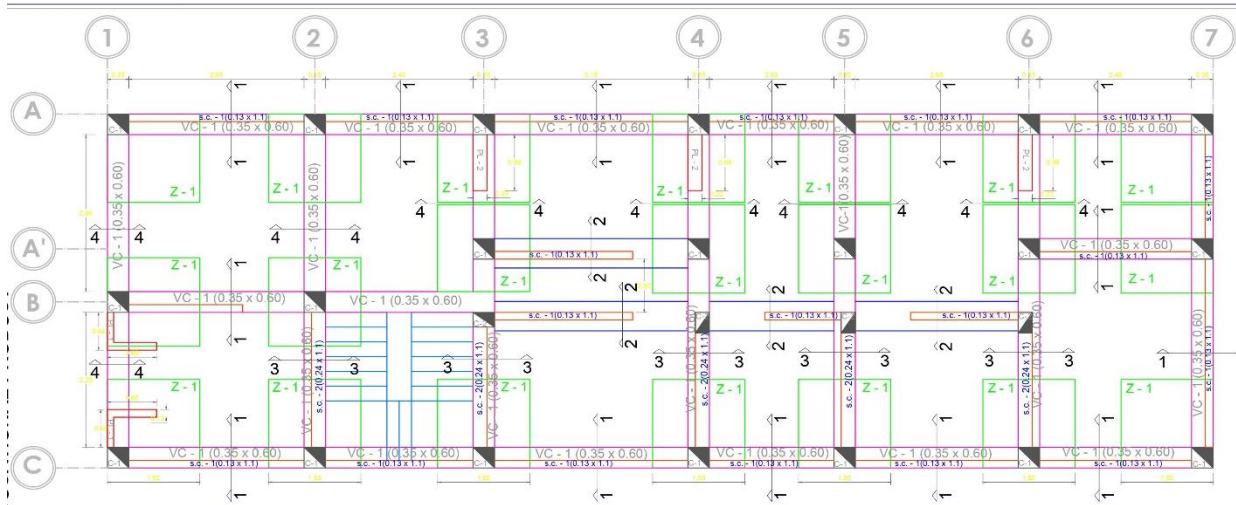
SERA CALIFICADA CUMPLIENDO CON LAS SIGUIENTES EXIGENCIAS BASICAS:  
 - MUROS CONTRUIDOS A PLOMO Y EN LINEA.  
 - JUNTAS HORIZONTALES Y VERTICALES COMPLETAMENTE LLENAS DE MORTERO.  
 - ESPESOR DE JUNTAS DE MORTERO DE 15 mm.  
 - UNIDADES DE ALBANILERIA ASENTADAS CON LAS SUPERFICIES LIMPIAS Y SIN AGUA LIBRE.

#### RESISTENCIA Y ESFUERZO ADMISIBLES:

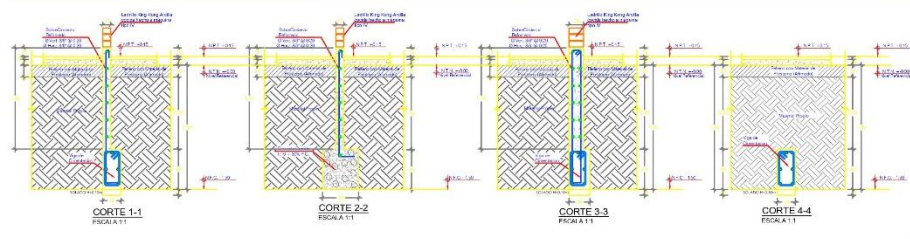
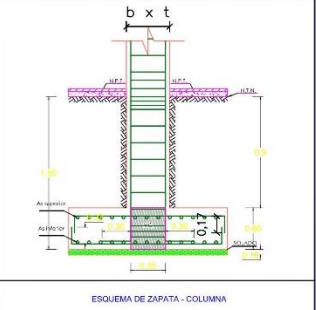
LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ALBANILERIA SERA DE UNA TENSION MINIMA DE f'bm=95 kg/cm<sup>2</sup>.  
 LA RESISTENCIA DEL MURO TERMINADO TENDRA UNA RESISTENCIA MINIMA A LA COMPRESION DE f'pw= 40 kg/cm<sup>2</sup>, COMPROBANDOSE MEDIANTE EL ENSAYO DE PILAS DE LADRILLOS ASENTADAS DE 4 o 5 UNIDADES, FABRICADAS CON LAS MISMAS CARACTERISTICAS UTILIZADAS EN OBRA.

<p>FACULTAD DE INGENIERIA</p>	TESIS: "Evaluación sísmica y optimización de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash - 2020"	Nº DE LAMINA:
	UNICACION: AA.HH Villa Jesus	E-01
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	PLANO: EXPECIFICACIONES TECNICAS	ESCALA: INDICADA
CHIMBOTE, PERÚ	AUTOR: CHAVEZ HUAMAN Jimmy METODOLOGO: Mgr. Ing. PEPE MUÑOZ ARAÑA ASESOR TEMATICO: MG. ING. PEPE MUÑOZ ARAÑA	LUGAR Y FECHA: SETIEMBRE de 2020

## PLANO E-02: CIMENTACIONES DE LA VIVIENDA OPTIMIZADA



CUADRO DE PLACAS		CUADRO DE COLUMNAS		VIGAS		ZAPATAS			
DESC.	PL - 1	PL - 2	DESC.	C - 1	C - 2	DESC.	VC	DIMENSION	1.50 X 1.50m
ACERO	12 Ø ½"	8 Ø ½"	ACERO	6 Ø ½"	4 Ø ½"	ACERO	5 Ø ½" + 2 Ø ¾"	ACERO	Ø ½" @ 0.20m
ESTRIBOS	2 Ø ¾" 2@0.05 + 6@0.10 R@0.20 Cie	3 Ø ¾" 2@0.05 + 6@0.10 R@0.20 Cie	ESTRIBOS	1 Ø ¾" 2@0.05 + 6@0.10 R@0.20 Cie	1 Ø ¾" 2@0.05 + 6@0.10 R@0.20 Cie	ESTRIBOS	1 Ø ¾" 2@0.05 + 6@0.10 R@0.20 Cie	ALTURA	0.6 m
SECCION			SECCION			SECCION		SECCION	
ESC: 1/1			ESC: 1/1			ESC: 1/1		ESC: 1/1	



 <b>UNIVERSIDAD CESAR VALDEY</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>  <b>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</b>  CHIMBOTE, PERU	TESIS: "Evaluación técnica y optimización de una vivienda de albañilería construida de cuatro niveles en el AA.HH Villa Jesús, Nuevo Chimbote, Santa, Ancash - 2020"	N° DE LÁMINA:
	UBICACION: <b>AA.HH Villa Jesús</b>	E-02
	PLANO: <b>CIMENTACIONES</b>	
	AUTOR: CHAVEZ PALMARI Jony	METODOLOGIA: NBR-ISO 9001:2015 / NBR-ISO 14001:2015
	ASESOR TEMÁTICO: ING. ING. PEPE MUÑOZ ARANA	LUGAR Y FECHA: LILLLAMA, 05 2020

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

## Anexo 11:

### Extracto de la Norma E-020 2018

#### CAPÍTULO 3 CARGA VIVA

##### Artículo 6.- CARGA VIVA DEL PISO

###### 6.1 Carga Viva Mínima Repartida.

Se usará como mínimo los valores que se establecen en la Tabla 1 para los diferentes tipos de ocupación o uso, valores que incluyen un margen para condiciones ordinarias de impacto. Su conformidad se verificará de acuerdo a las disposiciones en Artículo 6 (6.4).

- Cuando la ocupación o uso de un espacio no sea conforme con ninguno de los que figuran en la Tabla 1, el proyectista determinará la carga viva justificándola ante las autoridades competentes.
- Las cargas vivas de diseño deberán estar claramente indicadas en los planos del proyecto.

**TABLA 1  
CARGAS VIVAS MÍNIMAS REPARTIDAS**

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (Kgf/m <sup>2</sup> )
Almacenaje	5,0 (500) Ver 6.4
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que exceda de 3,0 (300)
Bibliotecas	Ver 6.4
Salas de lectura	3,0 (300)
Salas de Almacenaje con estantes fijos (no apilables)	7,5 (750)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Centros de Educación	
Aulas	2,5 (250)
Talleres	3,5 (350) Ver 6,4
Auditorios, Gimnasios, etc.	De acuerdo a lugares de asambleas
Laboratorios	3,0 (300) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Garajes	
Para parqueo exclusivo de vehículos de	2,5 (250)



Tiendas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

(\*) Estas cargas no incluyen la posible tabiquería móvil

## 6.2 Carga Viva Concentrada

- Los pisos y techos que soporten cualquier tipo de maquinaria u otras cargas vivas concentradas en exceso de 5,0 kN (500 kgf) (incluido el peso de los apoyos o bases), serán diseñados para poder soportar tal peso como una carga concentrada o como grupo de cargas concentradas.
- Cuando exista una carga viva concentrada, se puede omitir la carga viva repartida en la zona ocupada por la carga concentrada.

## 6.3 Tabiquería Móvil

El piso de los tabiques móviles se incluirá como carga viva equivalente uniformemente repartida por metro cuadrado, con un mínimo de 0,50 kPa (50 Kgf/m<sup>2</sup>), para divisiones livianas móviles de media altura y de 1,0 kPa (100 kgf/m<sup>2</sup>) para divisiones móviles de altura completa.

Cuando en el diseño se contemple tabiquerías móviles, deberá colocarse una nota al respecto, tanto en los planos de arquitectura como en los de estructuras.

## 6.4 Conformidad

Para determinar si la magnitud de la carga viva real es conforme con la carga viva mínima repartida, se hará una aproximación de la carga viva repartida real promediando la carga total que en efecto se aplica sobre una región rectangular representativa de 15 m<sup>2</sup> que no tenga ningún lado menor que 3,00 m.

## Artículo 7.- CARGA VIVA DEL TECHO

Se diseñarán los techos y las marquesinas tomando en cuenta las cargas vivas, las de sismo, viento y otras prescritas a continuación.

### 7.1 Carga Viva.- Las cargas vivas mínimas serán las siguientes:

- Para los techos con una inclinación hasta de 3° con respecto a al horizontal, 1,0 kPa (100 kgf/m<sup>2</sup>).
- Para techos con inclinación mayor de 3°, con respecto a la horizontal 1,0 kPa (100 kgf/m<sup>2</sup>) reducida en 0,05 kPa (5 kgf/m<sup>2</sup>), por cada grado de pendiente por encima de 3°, hasta un mínimo de 0,50 kPa (50 kgf/m<sup>2</sup>).
- Para techos curvos, 0,50 kPa (50 kgf/m<sup>2</sup>).
- Para techos con coberturas livianas de planchas onduladas o plegadas, calaminas, fibrocemento, material plástico, etc., cualquiera sea su pendiente, 0,30 kPa (30 kgf/m<sup>2</sup>), excepto cuando en el techo pueda haber acumulación de nieve, en cuyo caso se aplicará lo indicado en el Artículo 11.
- Cuando se trate de malecones o terrazas, se aplicará la carga viva correspondiente a su uso particular, según se indica en la Tabla 1.

Otros:	
Acrílicos	12,0 (1200)
Cartón bituminado	6,0 (600)
Concreto asfáltico	24,0 (2400)
Ladrillo pastelero	16,0 (1600)
Locetas	24,0 (2400)
Teja artesanal	16,0 (1600)
Teja industrial	18,0 (1800)
Vidrios	25,0 (2500)
<b>Losas aligeradas armadas en una sola dirección de Concreto Armado</b>	

Con vigueta 0,10 m de ancho y 0,40 m entre ejes		
Espesor del aligerado (m)	Espesor de losa superior en metros	Peso propio kPa (kgf/m <sup>2</sup> )
0,17	0,05	2,8 (280)
0,20	0,05	3,0 (300)
0,25	0,05	3,5 (350)
0,30	0,05	4,2 (420)

## Anexo 12:

### Extracto de la Norma E-030 2018



PERU

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Normas Técnicas de Construcción y Saneamiento

Dirección General de Políticas y Asesoría en Construcción y Saneamiento

Dirección de Construcción

#### CAPÍTULO II PELIGRO SÍSMICO

##### Artículo 10.- Zonificación

- 10.1. El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N° 1. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. El Anexo II contiene el listado de las provincias y distritos que corresponden a cada zona.



- 10.2. A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

## **Artículo 11.- Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio**

### **11.1. Microzonificación Sísmica**

- 11.1.1. Son estudios multidisciplinarios que investigan los efectos de sismos y fenómenos asociados como licuación de suelos, deslizamientos, tsunamis y otros, sobre el área de interés. Los estudios suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales y otros fenómenos naturales, así como las limitaciones y exigencias que como consecuencia de los estudios se considere para el diseño, construcción de edificaciones y otras obras.
- 11.1.2. Para los siguientes casos deben ser considerados los resultados de los estudios de microzonificación correspondientes:
- Áreas de expansión de ciudades.
  - Reconstrucción de áreas urbanas destruidas por sismos y fenómenos asociados.



### **11.2. Estudios de Sitio**

- 11.2.1. Son estudios similares a los de microzonificación, aunque no necesariamente en toda su extensión. Estos estudios están limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas y otros fenómenos naturales por las condiciones locales. Su objetivo principal es determinar los parámetros de diseño.
- 11.2.2. Los estudios de sitio se realizan, entre otros casos, en grandes complejos industriales, industria de explosivos, productos químicos inflamables y contaminantes.
- 11.2.3. No deben emplearse parámetros de diseño inferiores a los indicados en esta Norma.



**c) Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios**

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte  $V_s$ , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- c.1) Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT  $N_{60}$ , entre 15 y 50.
- c.2) Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada  $\bar{s}_u$ , entre 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) y 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

**d) Perfil Tipo S3: Suelos Blandos**

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte  $V_s$ , menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- d.1) Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT  $N_{60}$  menor que 15.
- d.2) Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{s}_u$ , entre 25 kPa (0,25 kg/cm<sup>2</sup>) y 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- d.3) Cualquier perfil que no corresponda al tipo S<sub>4</sub> y que tenga más de 3m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad  $P_I$  mayor que 20, contenido de humedad  $\omega$  mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{s}_u$  menor que 25 kPa.

**e) Perfil Tipo S4: Condiciones Excepcionales**

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Sólo es necesario considerar un perfil tipo S<sub>4</sub> cuando el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine.

La Tabla N° 2 resume valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo.

**Tabla N° 2  
CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO**

Perfil	$V_s$	$N_{60}$	$\bar{s}_u$
S <sub>0</sub>	> 1500 m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		



### 12.3. Consideraciones Adicionales

- 12.3.1. En los casos en los que no sea obligatorio realizar un Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) o cuando no se disponga de las propiedades del suelo hasta la profundidad de 30 m, se permite que el profesional responsable estime valores adecuados sobre la base de las condiciones geotécnicas conocidas.
- 12.3.2. En el caso de estructuras con cimentaciones profundas a base de pilotes, el perfil de suelo es el que corresponda a los estratos en los 30 m por debajo del extremo superior de los pilotes.

### Artículo 13.- Parámetros de Sitio (S, TP y TL)

Se considera el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo  $S$  y de los períodos  $T_P$  y  $T_L$  dados en las Tablas N° 3 y N° 4.

SUELO ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,80	2,00

	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,8



### Artículo 14.- Factor de Amplificación Sísmica (C)

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica ( $C$ ) por las siguientes expresiones:

$$T < T_P \quad C = 2,5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$

$T$  es el período de acuerdo al numeral 28.4, concordado con el numeral 29.1.

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.



**CAPÍTULO III**  
**CATEGORÍA, SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS**  
**EDIFICACIONES**

**Artículo 15.- Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)**

Cada estructura está clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla N° 5. El factor de uso o importancia (*U*), definido en la Tabla N° 5 se usa según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se puede considerar  $U = 1$ .

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>- Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones.</li> <li>- Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li> <li>- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> <li>- Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</li> <li>- Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</li> <li>- Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</li> </ul>	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

**Nota 1:** Las nuevas edificaciones de categoría A1 tienen aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable puede decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de *U* es como mínimo 1,5.

**Nota 2:** En estas edificaciones se provee resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.



## Anexo 13:

### Extracto de la Norma E-070 2018



#### **CAPÍTULO 2** **DEFINICIONES Y NOMENCLATURA**

##### **Artículo 3.- Definiciones**

- 3.1 Albañilería o Mampostería. Material estructural compuesto por "unidades de albañilería" asentadas con mortero o por "unidades de albañilería" apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.
- 3.2 Albañilería Armada. Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros de Albañilería Armada también se les denomina Muros Armados.
- 3.3 Albañilería Confinada. Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel.
- 3.4 Albañilería No Reforzada. Albañilería sin refuerzo (Albañilería Simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de esta Norma.
- 3.5 Albañilería Reforzada o Albañilería Estructural. Albañilería armada o confinada, cuyo refuerzo cumple con las exigencias de esta Norma.
- 3.6 Altura Efectiva. Distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre. Para los muros que carecen de arriostres en su parte superior, la altura efectiva se considerará como el doble de su altura real.
- 3.7 Arriostre. Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano.
- 3.8 Borde Libre. Extremo horizontal o vertical no arriestrado de un muro.
- 3.9 Concreto Líquido o Grout. Concreto con o sin agregado grueso, de consistencia fluida.
- 3.10 Columna. Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento.
- 3.11 Confinamiento. Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante.
- 3.12 Construcciones de Albañilería. Edificaciones cuya estructura está constituida predominantemente por muros portantes de albañilería.
- 3.13 Espesor Efectivo. Es igual al espesor del muro sin tarrajeo u otros revestimientos descontando la profundidad de bruñas u otras indentaciones. Para el caso de los muros de albañilería armada parcialmente rellenos de concreto líquido, el espesor efectivo es igual al área neta de la sección transversal dividida entre la longitud del muro.





- 3.14 Muro Arriostrado. Muro provisto de elementos de arriostre.
- 3.15 Muro de Arriostre. Muro portante transversal al muro al que provee estabilidad y resistencia lateral.
- 3.16 Muro No Portante. Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son, por ejemplo, los parapetos y los cercos.
- 3.17 Muro Portante. Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical.
- 3.18 Mortero. Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería.
- 3.19 Placa. Muro portante de concreto armado, diseñado de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.
- 3.20 Plancha. Elemento perforado de acero colocado en las hileras de los extremos libres de los muros de albañilería armada para proveerles ductilidad.
- 3.21 Tabique. Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral.
- 3.22 Unidad de Albañilería. Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular.
- 3.23 Unidad de Albañilería Alveolar. Unidad de Albañilería Sólida o Hueca con alvéolos o celdas de tamaño suficiente como para alojar el refuerzo vertical. Estas unidades son empleadas en la construcción de los muros armados.
- 3.24 Unidad de Albañilería Apilable: Es la unidad de Albañilería alveolar que se asienta sin mortero.
- 3.25 Unidad de Albañilería Hueca. Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano.
- 3.26 Unidad de Albañilería Sólida (o Maciza) Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano.
- 3.27 Unidad de Albañilería Tubular (o Pandereta). Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento.
- 3.28 Viga Solera. Viga de concreto armado vaciado sobre el muro de albañilería para proveerle arriostre y confinamiento.



**PARTE A**  
**ALBAÑILERÍA CONFINADA**

**CAPÍTULO 3**  
**COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA**

**Artículo 5.- Unidad de albañilería**

**5.1** Características generales

- Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.
- Las unidades de albañilería a las que se refiere esta Norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.
- Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.
- Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días.

**5.2** Clasificación para fines estructurales

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 1.

**TABLA 1**  
**CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES**

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f'_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) 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)

**5.3** Limitaciones en su aplicación

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.



- d) La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.
- e) La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.
- f) La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.
- g) La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

**Artículo 6.- Mortero**

**6.1 Definición.** El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610.

**6.2 Componentes**

- a) Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:
  - Cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009.
  - Cemento Adicionado IP, NTP 334.830.
  - Una mezcla de cemento Portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002.
  - Se aceptará cualquier otro cemento siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias equivalentes con los obtenidos usando cemento portland I o cemento adicionado IP.
- b) El agregado fino será arena natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 3. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias equivalentes con los ensayos con la arena de la tabla 3.

TABLA 3 GRANULOMETRÍA DE LA ARENA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
Nº 4 (4,75 mm)	100
Nº 8 (2,36 mm)	95 a 100
Nº 16 (1,18 mm)	70 a 100
Nº 30 (0,60 mm)	40 a 75
Nº 50 (0,30 mm)	10 a 35
Nº 100 (0,15 mm)	2 a 15
Nº 200 (0,075 mm)	Menos de 2

- No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
- El módulo de finura estará comprendido entre 1,6 y 2,5.
- El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.
- No deberá emplearse arena de mar.



- 10.8 Se mantendrá el temple del mortero mediante el reemplazo del agua que se pueda haber evaporado, por una sola vez. El plazo del reemplazo no excederá al de la fragua inicial del cemento.
- 10.9 No se asentará más de 1,30 m de altura de muro en una jornada de trabajo. En el caso de emplearse unidades totalmente sólidas (sin perforaciones), la primera jornada de trabajo culminará sin llenar la junta vertical de la primera hilada, este llenado se realizará al iniciarse la segunda jornada.
- 10.10 Las juntas de construcción entre jornadas de trabajos estarán limpias de partículas sueltas y serán previamente humedecidas.
- 10.11 Las instalaciones se colocarán de acuerdo a lo indicado en 2.6 y 2.7.
- 10.12 No se atentará contra la integridad del muro recién asentado.

#### Artículo 11.- Elementos de confinamiento

- 11.1 La mezcla de concreto deberá ser fluida, con un revenimiento del orden de 127 mm (5 pulgadas) medida en el cono de Abrams. En las columnas de confinamiento de los muros en aparejo de sogá, el tamaño máximo de la piedra chancada no excederá de 127 mm (½ pulgada).
- 11.2 El concreto de las columnas de confinamiento se vaciará posteriormente a la construcción del muro de albañilería; este concreto empezará desde el borde superior del cimientó, no del sobrecimiento.
- 11.3 Las juntas de construcción entre elementos de concreto serán rugosas, humedecidas y libre de partículas sueltas.
- 11.4 El espesor mínimo de las columnas y soleras de confinamiento será igual al espesor efectivo del muro.
- 11.5 El peralte mínimo de la viga solera será igual al espesor de la losa de techo.
- 11.6 El peralte mínimo de la columna de confinamiento será de 250 mm. En el caso que se discontinúen las vigas soleras, por la presencia de ductos en la losa del techo o porque el muro llega a un límite de propiedad, el peralte mínimo de la columna de confinamiento respectiva deberá ser suficiente como para permitir el anclaje de la parte recta del refuerzo longitudinal existente en la viga solera más el recubrimiento respectivo (ver 12.3).
- 11.7 La conexión columna-albañilería podrá ser dentada o a ras:
- En el caso de emplearse una conexión dentada, la longitud de la unidad saliente no excederá de 50 mm y deberá limpiarse de los desperdicios de mortero y partículas sueltas antes de vaciar el concreto de la columna de confinamiento.
  - En el caso de emplearse una conexión a ras, deberá adicionarse "chicotes" o "mechas" de anclaje (salvo que exista refuerzo horizontal continuo) compuestos por varillas de 6 mm de diámetro, que penetren por lo menos 400 mm al interior de la albañilería y 125 mm al interior de la columna de confinamiento más un doblez vertical a 90° de 100 mm; la cuantía mínima a utilizar debe ser 0,001. De forma alternativa, en muros de aparejo de sogá, se colocará una varilla de 6 mm cada 2 hiladas; en muros de aparejo de cabeza, se colocará dos varillas de 6 mm cada 2 hiladas.



#### Artículo 12.- Refuerzos

- 12.1 No se permitirá el traslape del refuerzo vertical en el primer entrepiso, ni tampoco en las zonas confinadas ubicadas en los extremos de soleras y columnas.
- 12.2 La parte recta de la longitud de anclaje del refuerzo vertical deberá penetrar al interior de la viga solera o cimentación; no se permitirá montar su doblez directamente sobre la última hilada del muro.
- 12.3 El recubrimiento mínimo de la armadura (medido al estribo) será 20 mm cuando los muros son tarrajeados y 30 mm cuando son caravista.
- 12.4 El refuerzo horizontal, cuando sea requerido, será continuo y anclará en las columnas de confinamiento 125 mm con gancho vertical a 90° de 100 mm (ver numeral 2.9).
- 12.5 Los estribos a emplear en las columnas de confinamiento deberán ser cerrados a 135°, pudiéndose emplear estribos con  $\frac{3}{4}$  de vuelta adicional, atando sus extremos con el refuerzo vertical, o también, zunchos que empiecen y terminen con gancho estándar a 180° doblado en el refuerzo vertical.

DOCUMENTO EN DISCUSIÓN PÚBLICA



**TABLA 6  
INCREMENTO DE  $f'_m$  y  $v'_m$  POR EDAD**

Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1,10	1,00

- 13.6 La resistencia característica  $f'_m$  en pilas y  $v'_m$  en muretes se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar.
- 13.7 El valor de  $v'_m$  para diseño no será mayor de  $0,319 \sqrt{f'_m}$  MPa ( $\sqrt{f'_m}$  kg/cm<sup>2</sup>)
- 13.8 En el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 7, correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: ½ : 4 (cuando la materia prima es sílice-cal o concreto), para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos.

**TABLA 7  
RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA MPa (kg/cm<sup>2</sup>)**

Materia Prima	Clase	UNIDAD	PILAS	MURETES
		$f'_b$	$f'_m$	$v'_m$
Arcilla	Clase I - Artesanal	4,9 (50)	3,4 (35)	0,50 (5,1)
	Clase II - Artesanal	6,9 (70)	3,9 (40)	0,55 (5,6)
	Clase III - Artesanal	9,3 (95)	4,6 (47)	0,64 (6,5)
	Clase IV - Industrial	12,7 (130)	6,4 (65)	0,79 (8,1)
	Clase V - Industrial	17,6 (180)	8,3 (85)	0,90 (9,2)
Concreto	Industrial portante	17,5 (178)	7,0 (71)	0,44 (4,5)
Sílice-cal	Industrial portante	12,6 (129)	10,1 (103)	0,93 (9,5)

- 13.9 Los valores  $f'_m$  de la Tabla 7 han sido obtenidos contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 8.

**TABLA 8  
FACTORES DE CORRECCIÓN DE  $f'_m$  POR ESBELTEZ**

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



- 15.3 Regularidad en altura, evitando cambios bruscos de rigideces, masas y discontinuidades en la transmisión de las fuerzas de gravedad y horizontales a través de los muros hacia la cimentación.
- 15.4 Densidad de muros similares en las dos direcciones principales de la edificación. Cuando en cualquiera de las direcciones no exista el área suficiente de muros para satisfacer los requisitos del numeral 25.b, se deberá suplir la deficiencia mediante pórticos, muros de concreto armado o la combinación de ambos.

#### Artículo 16.- Estructura con diafragma flexible

- 16.1 Se considera diafragma flexible a aquellos entresijos o techos que conectan los muros portantes entre sí pero no compatibiliza sus desplazamientos laterales.
- 16.2 Las edificaciones con diafragmas flexibles deben limitarse a un máximo de tres (3) pisos.
- 16.3 Los muros de estas edificaciones deberán arriostrarse transversalmente con columnas, vigas soleras o muros ortogonales.
- 16.4 La influencia de las conexiones entre los muros y los diafragmas flexibles debe considerarse en el análisis de la edificación.
- 16.5 El análisis estructural de edificaciones con diafragma flexible se hará mediante un modelo lineal elástico tridimensional.

#### Artículo 17.- Muros portantes

Los muros portantes deberán tener:

- Una sección transversal preferentemente simétrica
- Continuidad vertical hasta la cimentación.
- Una longitud mayor ó igual a 1,20 m para ser considerados como contribuyentes en la resistencia a las fuerzas horizontales.
- Juntas de control para evitar movimientos relativos debidos a contracciones, dilataciones y asentamientos diferenciales en donde haya juntas de control en la cimentación, en las losas y techos.
- La distancia máxima entre juntas de control es de 8 m, en el caso de muros con unidades de concreto y de 25 m en el caso de muros con unidades de arcilla.

#### Artículo 18.- Arriostres

- 18.1 Los muros portantes y no portantes, de albañilería simple o albañilería confinada, serán arriostrados por elementos verticales u horizontales tales como muros transversales, columnas, soleras y diafragmas horizontales.
- 18.2 Los arriostres se diseñarán como apoyos del muro arriostrado, considerando a éste como si fuese una losa sujeta a fuerzas perpendiculares a su plano (Capítulo 10).
- 18.3 Un muro se considerará arriostrado cuando se cumplan las siguientes condiciones:
- a) El amarre o anclaje entre el muro y sus arriostres garantice la adecuada transferencia de esfuerzos.
  - b) Los arriostres tengan la suficiente resistencia y estabilidad que permita transmitir las fuerzas actuantes a los elementos estructurales adyacentes o al suelo.



**CAPÍTULO 7**  
**REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL DISEÑO DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA**

**Artículo 19.- Espesor efectivo**

El espesor efectivo "t" mínimo será:

$$t \geq \frac{h}{20} \quad (19.a)$$

Donde "h" es la altura libre entre los elementos de arriostre horizontales.

**Artículo 20.- Esfuerzo axial máximo**

El esfuerzo axial máximo ( $\sigma_m$ ) definido en 20.a deberá cumplir con las limitaciones indicadas en 20.b y 20.c.

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L.t} \quad (20.a)$$

$$\sigma_m \leq 0,2 f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right] \quad (20.b)$$

$$\sigma_m \leq 0,15 f'_m \quad (20.c)$$

Donde:

"P<sub>m</sub>" es la carga de gravedad máxima de servicio, incluyendo el 100% de sobrecarga  
"L" es la longitud total del muro (incluyendo el peralte de las columnas para el caso de los muros confinados).

De no cumplirse estas limitaciones habrá que mejorar la calidad de la albañilería, aumentar el espesor del muro, o reducir la magnitud de la carga axial.

**Artículo 21.- Aplastamiento y punzonamiento**

No se permitirán cargas concentradas verticales que actúen directamente sobre la albañilería y que generen esfuerzos de aplastamiento, deberán ir siempre sobre una columna que forma parte del muro.

No se permitirán cargas concentradas perpendiculares al plano del muro que generen acciones de punzonamiento.

**Artículo 22.- Condiciones para un muro portante confinado**

Se considerará como muro portante confinado, aquél que cumpla las siguientes condiciones:

- a) Que quede enmarcado en sus cuatro lados por elementos de concreto armado verticales (columnas) y horizontales (vigas soleras), aceptándose la cimentación de concreto como elemento de confinamiento horizontal para el caso de los muros ubicados en el primer piso.





- c) Los elementos de confinamiento deben ser diseñados por capacidad de tal modo que puedan soportar la carga asociada a su incursión inelástica, y que proporcionen una resistencia a corte mayor o igual que la carga que recibe el muro cuando es producida por el “sismo severo”.

#### Artículo 25.- Estructuración en planta

- a) **Muros a reforzar.** En las Zonas Sísmicas 3 y 4 (ver la NTE E.030 Diseño Sismorresistente) se reforzará cualquier muro portante (ver artículo 17) que lleve el 10% ó más de la fuerza sísmica, y a los muros perimetrales de cierre. En las Zonas Sísmicas 1 y 2 se reforzarán como mínimo los muros perimetrales de cierre.
- b) **Densidad mínima de muros reforzados.** La densidad mínima de muros portantes (ver artículo 17) a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Área de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{Área de la Planta Típica}} = \frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{50} \quad (25.b)$$

Donde: “Z”, “U” y “S” corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

“N” es el número de pisos del edificio;

“L” es la longitud total del muro (incluyendo columnas, si existiesen); y,

“t” es el espesor efectivo del muro

De no cumplirse la expresión (25.b), podrá cambiarse el espesor de algunos de los muros, o agregarse placas de concreto armado, en cuyo caso, para hacer uso de la fórmula, deberá amplificarse el espesor real de la placa por la relación  $E_c/E_m$ , donde  $E_c$  y  $E_m$  son los módulos de elasticidad del concreto y de la albañilería, respectivamente.

#### Artículo 26.- Análisis estructural

- 26.1 El análisis estructural de los edificios de albañilería se realizará por métodos elásticos teniendo en cuenta los efectos causados por las cargas muertas, las cargas vivas y el sismo. La carga gravitacional para cada muro podrá ser obtenida por cualquier método racional.
- 26.2 La determinación del cortante basal y su distribución en elevación, se hará de acuerdo a lo indicado en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.
- 26.3 El análisis considerará las características del diafragma que forman las losas de techo; se deberá considerar el efecto que sobre la rigidez del diafragma tienen las aberturas y las discontinuidades en la losa.
- 26.4 El análisis considerará la participación de aquellos muros no portantes que no hayan sido aislados de la estructura principal. Cuando los muros se construyan integralmente con el alféizar, el efecto de éste deberá considerarse en el análisis.



**CAPÍTULO 9**  
**DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA**

**Artículo 27.- Requisitos generales**

- Las previsiones contenidas en este capítulo aplican para edificaciones hasta de cinco pisos o 15 m de altura.
- Para este tipo de edificaciones se ha supuesto que la falla final se produce por fuerza cortante en los entresijos bajos del edificio independientemente de la relación de aspecto (altura de entresijo/ longitud del muro).
- En concordancia con el criterio de diseño por desempeño, el diseño de los muros debe orientarse a evitar que los muros se fisuren ante los sismos moderados y a evitar el colapso, manteniendo la integridad del muro de albañilería en sismos severos.

**Artículo 28.- Diseño para sismo moderado**

- 28.1** Para todos los muros de albañilería deberá verificarse que en cada entresijo se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

$$V_e \leq 0,55V_m = \text{Fuerza Cortante Admisible} \quad (28.1.a)$$

donde: "Ve" es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y "Vm" es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería (ver 28.2).

- 28.2** La resistencia al corte ( $V_m$ ) de los muros de albañilería se calculará en cada entresijo mediante las siguientes expresiones:

**Unidades de Arcilla y Concreto:**  $V_m = 0.5v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23P_g$  (28.2.a)

**Unidades Silico-calcárea:**  $V_m = 0.35v_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23P_g$  (28.2.b)

$\alpha$  es el factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez, calculado como:

$$1/3 \leq \alpha = L / (0.8H) \leq 1 \quad (28.2.c)$$

donde:

- $v_m$  = resistencia característica a corte de la albañilería (ver 13.8 y 13.9).
- $P_g$  = carga permanente y total de la edificación más un porcentaje de la carga viva de acuerdo a la NTE E.030 Diseño Sismorresistente
- $t$  = espesor efectivo del muro (ver 3.13)
- $L$  = longitud total del muro (incluyendo a las columnas en el caso de muros confinados)
- $H$  = altura de entresijo del muro



**Artículo 29.- Diseño para sismo severo**

El diseño del muro confinado frente al Sismo Severo contempla el diseño de los elementos de confinamiento, vigas y columnas de amarre, de tal forma que sean capaces de soportar la fuerza cortante y de momento flector en el plano del muro al momento de que este alcance su máxima capacidad resistente.

- 29.1** Las fuerzas internas para el diseño de los elementos de confinamiento (vigas y columnas) frente al Sismo Severo en cada entrepiso "i" se definen como:  $V_{ui}$  y  $M_{ui}$ ; y se obtienen amplificando los valores obtenidos del análisis elástico ante el Sismo Moderado ( $V_{ei}$ ,  $M_{ei}$ ) por la relación cortante de agrietamiento diagonal ( $V_{m1}$ ) entre cortante producido por el "sismo moderado" ( $V_{e1}$ ), ambos en el primer piso. El factor de amplificación no deberá ser menor que dos ni mayor que tres:  $2 \leq V_{m1}/V_{e1} \leq 3$ .

$$V_{ui} = V_{ei} \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \quad M_{ui} = M_{ei} \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \quad (29.1)$$

- 29.2** Con el objeto de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso "i" y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei} \quad (29.2)$$

Donde:

$\sum V_{mi}$ : Incluye sólo el aporte de los muros confinados y

$V_{Ei}$ : La fuerza cortante actuante en el entrepiso "i" del edificio, producida por el "sismo severo".

- 29.3** Cumplida la expresión  $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$  por los muros portantes de carga sísmica, el resto de muros que componen al edificio podrán ser no reforzados para la acción sísmica coplanar.
- 29.4** En edificios de hasta 4 pisos y cuando  $\sum V_{mi}$  en cada entrepiso sea mayor o igual a  $3 V_{Ei}$ , se considerará que el edificio se comporta elásticamente. Bajo esta condición, los elementos de confinamiento se diseñan con un refuerzo mínimo según la Tabla 10.

# de Pisos del Edificio	Refuerzo longitudinal de columnas de confinamiento			
	1er piso	2do piso	3er piso	4to piso
1	4 $\phi$ 8 mm	----	----	----
2	4 $\phi$ 12 mm	4 $\phi$ 8 mm	----	----
3	4 $\phi$ 12 mm	4 $\phi$ 12 mm	4 $\phi$ 8mm	----
4	4 $\phi$ 12 mm	4 $\phi$ 12 mm	4 $\phi$ 8mm	4 $\phi$ 8mm
1 a 4	Refuerzo longitudinal de vigas de confinamiento 4 $\phi$ 8mm			

## Anexo 14: Tipos de Mortero

TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	$3 - 3\frac{1}{2}$	Muro Portante
P2	1	0 a 1/2	4 - 5	Muro Portante
NP	1	-	Hasta 6	Muro No Portante

## Anexo 15:

### Características de barras de acero NTP 34.031

#### DATOS TECNOLÓGICOS PARA EL ACERO GRADO 60 (Acero al carbón)

Denominación ASTM a 615 G60	
<b>Composición química del acero utilizado</b>	C = 0.386% Mn = 0.929% Si = 0.200% P = 0.036 S = 0.037%
<b>Composición química normada ASTM a 616 G60 P</b>	0.050% máx.
<b>Puntos críticos</b>	Calentamiento AC1 = 728° C; AC3 = 800° C (velocidad de calentamiento promedio 5° C/minuto)  Enfriamiento Ar1 = 660° C; Ar3 = 770° C (velocidad de enfriamiento promedio 3° C/min)
<b>Temple</b>	Temperatura de temple 850° C Medio empleado: agua Tamaño de grano ASTM 7
<b>Templabilidad real</b>	Dc para 50% martensita en agua (1.5) = 20 mm J50 = 50 mm
<b>Revenidos</b>	Revenido duro : 500 - 550° C - aire Revenido tenaz : 600 - 650° C - aire
<b>Recocidos</b>	Regeneración 850 - 875°C 1h cada 35 mm 0/horno Normalización 850 - 900°C 1 h cada 25 mm 0/aire

## Anexo 16:

### Sistema de clasificación de suelos unificados - SUCS

Simbología	Características generales		
GW	GRAVAS (>50% en tamiz #4 ASTM)	LIMPIAS (finos <5%)	Bien graduadas
GP			Pobremente graduadas
GM		LIMPIAS (finos <12%)	Componente limoso
GC			Componente arcilloso
SW	ARENAS (<50% en tamiz #4 ASTM)	LIMPIAS (finos <5%)	Bien graduadas
SP			Pobremente graduadas
SM		LIMPIAS (finos <12%)	Componente limoso
SC			Componente arcilloso
ML	LIMOS	Baja Plasticidad (LL <50)	
MH		Alta Plasticidad (LL >50)	
CL	ARCILLAS	Baja Plasticidad (LL <50)	
CH		Alta Plasticidad (LL >50)	
OL	SUEOS ORGANICOS	Baja Plasticidad (LL <50)	
OH		Alta Plasticidad (LL >50)	
PT	TURBA	Suelos altamente orgánicos	

## Anexo 17: Irregularidades en altura



Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad $I_r$
<p><b>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando</b> Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p> <p><b>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil</b> Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,75
<p><b>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10)</b> Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p> <p><b>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10)</b> Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,60
<p><b>Irregularidad de Masa o Peso</b> Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el artículo 26, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p><b>Irregularidad Geométrica Vertical</b> La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p><b>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes</b> Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	0,80
<p><b>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10)</b> Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25% de la fuerza cortante total.</p>	0,60



## Anexo 18: Irregularidades en planta

<p align="center"><b>Tabla N° 9</b> <b>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA</b></p>	<p align="center"><b>Factor de Irregularidad</b> <i>I<sub>r</sub></i></p>
<p><b>Irregularidad Torsional</b> Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (<math>\Delta_{max}</math>) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>\Delta_{prom}</math>). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	<p align="center"><b>0,75</b></p>
<p><b>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10)</b> Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (<math>\Delta_{max}</math>) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>\Delta_{prom}</math>). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	<p align="center"><b>0,60</b></p>
<p><b>Esquinas Entrantes</b> La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	<p align="center"><b>0,90</b></p>
<p><b>Discontinuidad del Diafragma</b> La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	<p align="center"><b>0,85</b></p>
<p><b>Sistemas no Paralelos</b> Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.</p>	<p align="center"><b>0,90</b></p>





## Anexo 19:

### Coefficiente de reducción sísmica $R_0$



Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Ministerio de Construcción y Saneamiento

Comisión General de Políticas y Regulación de Construcción y Saneamiento

Dirección de Construcción

- 18.2. Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se toma el menor coeficiente  $R_0$  que corresponda.

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción $R_0$ (*)
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7 (**)

(\*) Estos coeficientes se aplican únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

(\*\*) Para diseño por esfuerzos admisibles.

- 18.3. Para construcciones de tierra se remite a la Norma E.080 "Diseño y Construcción con Tierra Reforzada" del RNE. Este tipo de construcción no se recomienda en suelos  $S_3$ , ni se permite en suelos  $S_4$ .

#### Artículo 19.- Regularidad Estructural

- 19.1. Las estructuras se clasifican como regulares o irregulares para los fines siguientes:

- Cumplir las restricciones de la Tabla N° 10.
- Establecer los procedimientos de análisis.
- Determinar el coeficiente  $R$  de reducción de fuerzas sísmicas.

- 19.2. Estructuras Regulares son las que, en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9. En estos casos, el factor  $I_a$  o  $I_p$  es igual a 1,0.

- 19.3. Estructuras Irregulares son aquellas que presentan una o más de las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9.

#### Artículo 20.- Factores de Irregularidad ( $I_a$ , $I_p$ )

- 20.1. El factor  $I_a$  se determina como el menor de los valores de la Tabla N° 8 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones de análisis.

- 20.2. El factor  $I_p$  se determina como el menor de los valores de la Tabla N° 9 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en planta en las dos direcciones de análisis.

- 20.3. Si al aplicar las Tablas N° 8 y 9 se obtuvieran valores distintos de los factores  $I_a$  o  $I_p$  para las dos direcciones de análisis, se toma para cada factor el menor valor entre los obtenidos para las dos direcciones.

## Anexo 20: Panel Fotográfico

