



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño comparativo estructural entre sistema aporricado y albañilería  
confinada de una vivienda multifamiliar en el sector ADUS, Sullana,  
Piura, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Gonzales Castillo, Edser Anderson (ORCID: 0000-0002-1621-0729)

**ASESOR:**

Mg. Siguenza Abanto, Robert Wilfredo (ORCID: 0000-0001-8850-8463)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

A Dios, por siempre darme salud y permitirme llegar hasta el final de mi carrera. A mi hija Luana, a mi papá Jorge, y mi madre Hortencia quienes han sido la fuerza y el principal motivo para salir adelante, y hacerle frente a cualquier adversidad.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco profundamente a mi asesor, el Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo por sus enseñanzas, su paciencia y por guiarme durante la elaboración de este trabajo de investigación.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO:.....	5
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y Diseño de investigación.....	10
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Procedimientos.....	12
3.6. Método de análisis de datos.....	13
3.7. Aspectos éticos.....	13
IV. RESULTADOS.....	14
V. DISCUSIÓN.....	24
VI. CONCLUSIONES.....	26
VII. RECOMENDACIONES.....	27
REFERENCIAS.....	28
ANEXOS.....	31

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Predimensionamiento de vigas estructurales	16
<b>Tabla 2.</b> Cuadro comparativo de evaluación y comportamiento estructural de los sistemas propuestos	20

## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura 1.</b> Sistema aporticado vivienda multifamiliar	14
<b>Figura 2.</b> Albañilería confinada vivienda multifamiliar	17
<b>Figura 3.</b> Simulación Sistema aporticado vivienda multifamiliar	19
<b>Figura 4.</b> Simulación Albañilería confinada vivienda multifamiliar	19

## **RESUMEN**

El presente estudio tuvo como finalidad realizar un estudio comparativo estructural entre sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022. Para ello, se planteó un estudio de tipo aplicado, de diseño no experimental, descriptivo, comparativo. La población de estudio consistió en la totalidad de lotes de vivienda ubicados en el sector ADUS, y la muestra fue no probabilística por conveniencia, se trabajó con un lote de vivienda de 120m<sup>2</sup>. Se concluyó que el sistema aporticado es mucho más costoso que el sistema de albañilería confinada ya que requiere de mucho más concreto y mucho más acero los cuáles son insumos de alta demanda económica. Además algunas ventajas que presenta el sistema aporticado sobre el sistema lo añilería confinada es su mejor rendimiento y comportamiento estructural ante los sismos, además de que sus ambientes internos pueden ser modificados ya que no trabaja con muros portantes, sino que son los elementos estructurales como las vigas y las columnas lo que define en su comportamiento, a diferencia del albañilería confinada la cual requiere de muros portantes y no pueden ser eliminados ya que indudablemente la estructura se debilitará.

Palabras Clave: Albañilería confinada, Sistema aporticado. Concreto Armado.

## **ABSTRACT**

The purpose of this study was to carry out a structural comparative study between an arcade system and confined masonry of a multifamily house in the ADUS sector, Sullana, Piura, 2022. For this purpose, an applied, non-experimental, descriptive, comparative study was proposed. The study population consisted of all the housing lots located in the ADUS sector, and the sample was non-probabilistic by convenience, working with a 120m<sup>2</sup> housing lot. It was concluded that the portico system is much more expensive than the confined masonry system since it requires much more concrete and much more steel, which are inputs of high economic demand. In addition, some advantages of the portal frame system over the confined masonry system are its better performance and structural behavior in the face of earthquakes, in addition to the fact that its internal environments can be modified since it does not work with load bearing walls, but rather the structural elements such as beams and columns define its behavior, unlike the confined masonry which requires load bearing walls and cannot be eliminated since the structure will undoubtedly weaken.

Keywords: Confined masonry, concrete armaded system. Reinforced concrete.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel nacional la problemática está dada porque en el Perú, el crecimiento poblacional acelerado ha conllevado a que las ciudades se expandan urbanamente hablando, se forman nuevos sectores, nuevos asentamientos humanos, nuevas urbanizaciones, etcétera. Pero el problema viene que, a raíz de este crecimiento acelerado la mayoría de personas optan por “invadir” terrenos en busca de tener una vivienda, y muchas veces no se toma en cuenta la vulnerabilidad que presenta la zona. Estos problemas responden al déficit de vivienda que existe en el Perú. La Encuesta Nacional de Hogares la cual ha sido mencionada en el D. S. No 012-2021-VIVIENDA (2021) publicado en el Diario El Peruano, el 4.8% de viviendas no prestan las condiciones adecuadas para vivir y el 11.2% ni siquiera cumplen con la calidad constructiva, ni con una buena distribución arquitectónica ni mucho menos cuentan con servicios básicos.

De ahí que la autoconstrucción esté tan extendida, en mucha mayor medida allí donde la población tiene recursos económicos limitados, porque la situación se ve agravada por el hecho de que los propietarios optan por construir sus casas con materiales baratos, contratan a constructores no cualificados o no profesionales que no cumplen los requisitos mínimos de calidad, no reciben asesoramiento técnico profesional e ignoran los parámetros mínimos exigidos por la normativa nacional de construcción. Se estima que el 80% de viviendas construidas en territorio nacional corresponden al sector de la informalidad, en donde más de la mitad de aquellas son edificaciones altamente vulnerables ante algún evento sísmico que pudiese ocurrir, especialmente aquellas zonas periféricas de las ciudades son en donde se concentra más este problema. (CAPECO, 2018)

Es un gran problema que esto ocurra precisamente en un país altamente sísmico como lo es el Perú, y es por lo mismo que se encuentra ubicado en el Cinturón de fuego del Pacífico, y su historia ha registrado terremotos de gran magnitud que han ocasionado pérdidas humanas, materiales y económicas a un

nivel catastrófico. Algunos de los sismos más intensos de la historia peruana que se dieron durante los últimos 50 años fueron en las ciudades del sur del país como Arequipa, Ica y Tacna, con magnitudes que superaron incluso los 8 grados en la escala de Richter (El Comercio, 2021).

A nivel local está dado porque, según el reporte del Déficit Habitacional en el Perú, Piura tiene un déficit de vivienda cuantitativo de 9.21% (Velarde, 2022). Esto quiere decir que gran parte de la población no cuenta con viviendas, y si las tiene, son viviendas muy vulnerables debido a la baja calidad constructiva. Esto va de la mano con un déficit en cuanto a calidad constructiva, pues la mayoría de viviendas construidas en el Perú no son adecuadas estructuralmente, son poco funcionales y tienen un comportamiento deficiente. Además, el comportamiento sísmico de la edificación depende del sistema estructural selecto para ello y de su calidad en el proceso constructivo.

En la ciudad de Sullana se ha visto reflejado esto; pues una gran parte de la población no cuenta con viviendas adecuadas. A ello hay que sumar que el crecimiento urbano es muy desproporcionado, con viviendas que en su mayoría son autoconstruidas, esto significa que han sido construidas sin supervisión de un profesional. Es por ello que se presentan diferentes fallas o defectos en las construcciones que pueden poner en peligro a sus ocupantes.

La ciudad de Sullana se ha ido extendiendo durante los últimos años debido a su crecimiento poblacional, y este crecimiento se ha dado de manera desordenada, aumentando el déficit de viviendas. Con lo expuesto en la realidad problemática planteada es que, se debe tener en cuenta que las edificaciones a construirse deben cumplir con todos los lineamientos, criterios técnicos y parámetros de diseño normados y reglamentados en los manuales de construcción nacionales. Existen 2 tipos de sistemas constructivos con los cuales se trabaja mayormente en el Perú: el sistema de albañilería confinada y el sistema aporticado. Ambos sistemas reflejan ventajas y desventajas en cuanto

a factores técnicos como económicos, pero no se puede garantizar un correcto funcionamiento sísmico si no se diseña con propiedad.

Por otro lado, la densidad poblacional debido al descontrolado crecimiento o expansión horizontal podría controlarse con la construcción de las famosas viviendas multifamiliares; pues la densidad poblacional estaría mucho mas proporcionada ya que una vivienda de este tipo puede albergar varias familias en un espacio de terreno corto, pues su construcción se da de manera vertical y aprovecha los aires del solar en donde se ha proyectado o se pretende construir. Es por ello que esta investigación propondrá dos alternativas de diseño estructural de una vivienda multifamiliar de acuerdo al sistema de albañilería confinada y al sistema aporticado, cumpliendo con lo estipulado en las normas peruanas como la E.020 CARGAS, E.030 DISEÑO SISMO RESISTENTE, E.060 CONCRETO ARMADO y E.070 ALBAÑILERÍA (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2021).

Es por ello, que el problema general planteado en este estudio es: ¿Cómo será el estudio comparativo estructural entre sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar para el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022? Los problemas específicos son: (1) ¿Cómo diseñar estructuralmente el sistema aporticado de una vivienda multifamiliar para el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022?; (2) ¿Cómo diseñar estructuralmente el sistema de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar para el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022? Y (3) ¿Cómo evaluar y comparar el comportamiento sísmico entre el diseño estructural del sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar para el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022?

El objetivo general de este estudio es: Realizar el estudio comparativo estructural entre sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar para el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022. Sus objetivos específicos son: (1) Diseñar la estructura del sistema aporticado para una vivienda

multifamiliar en el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022, (2) Diseñar la estructura del sistema de albañilería confinada para una vivienda multifamiliar en el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022 y (3) Evaluar y comparar estructuralmente del sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022.

Este estudio se justifica, dado el preocupante crecimiento de construcciones informales que no cumplen con las normas establecidas en nuestro país, pues son edificaciones que han sido construidas sin ningún tipo de asesoría especializada, y mucho menos tienen un respaldo legal por parte de la Municipalidad, o sea no cuentan con una licencia de construcción. Además, que la alta demanda de viviendas hace plantear alternativas que aprovechen de mejor forma el espacio urbano, y una de estas alternativas son las viviendas multifamiliares, edificios de varios niveles que son capaces de atender a varias familias. La alternativa que plantea este estudio es una vivienda multifamiliar, bajo un sistema de albañilería confinada, así como aporticado y además de ello se realizará un comparativo técnico de acuerdo a su comportamiento sísmico, garantizando en todo momento un diseño que asegure esta condición ya que la seguridad de sus ocupantes es muy importante, es por ello que este estudio tiene una justificación práctica y social.

Además, los procedimientos que se emplearán durante el diseño de la edificación podrán ser empleados por otros profesionales e investigadores que necesiten una guía o referencia para diseñar una vivienda multifamiliar, razón por la cual este estudio tiene una justificación metodológica. Por otro lado, diseñar una vivienda antes de su construcción contribuiría precisamente a optimizar el uso de materiales de construcción pues se desperdiciaría menos material y por tanto se contaminaría menos el medio ambiente; lo que también le brinda una importancia ambiental pues hoy en día se debe prever o tener en cuenta el factor cambio climático en futuras construcciones y en cierto modo desarrollar alternativas mucho más ecológicas y autosostenibles. Debido al diseño de investigación el cual es descriptivo, no se presenta hipótesis.

## II. MARCO TEÓRICO:

Diferentes investigadores han realizado estudios similares al presente tema con hasta 5 años de antigüedad, estos son algunos antecedentes internacionales:

En Colombia, Londoño (2019) realizó un estudio comparativo en la ciudad de Bogotá, analizando las diferencias y ventajas, características constructivas y de diseño, y los diferentes costos generados en una edificación para vivienda de albañilería confinada y una aporticado de uno y dos pisos. Entre los principales hallazgos, se observó que el peso generado en el sistema de albañilería confinada resultó ser 19.5 ton menos que si se construyera bajo un sistema aporticado, lo que también hizo que los cimientos sean menos reforzadas y por tanto más económica. Por otro lado, la construcción bajo el sistema aporticado genera mucho mayor tiempo de ejecución, aunque su facilidad constructiva es mayor que en la albañilería confinada. El uso de insumos de alta influencia económica como el concreto y el acero es mucho mayor en un sistema aporticado que en un sistema de albañilería, por lo que los costos de ejecución evidentemente son mayores en el primer sistema que en el segundo, por lo que la rentabilidad está más inclinada a la albañilería confinada.

Por otro lado, los antecedentes nacionales citados en el presente informe son los siguientes:

Perez y Tequen (2021) realizaron un estudio de ingeniería en la ciudad de Jaén para analizar el comportamiento sísmico y la resistencia estructural entre el sistema aporticado y la albañilería confinada de un edificio de viviendas de cinco plantas situado en la zona urbanizada de Gran Marañón-Jaén-Cajamarca. El edificio se definió previamente como un edificio existente con una superficie construida de 214 m<sup>2</sup>. En base a esta arquitectura, se estructuró y modeló cada sistema estructural en Etabs 2018. Este análisis se realizó para mostrar las ventajas de un sistema estructural sobre otro en caso de sismo, teniendo en cuenta la filosofía de diseño sísmico y los principios de la E.030. Los resultados mostraron que los valores de desplazamiento de los sistemas de mampostería

estuvieron más alejados de los valores máximos permitidos por la norma técnica peruana, no superaron el 20% de los valores especificados, en contraste con los sistemas porticados que alcanzaron el 50% de los valores de desplazamiento, cercanos a los valores máximos permitidos por la NTP, pero ambos sistemas estructurales tuvieron una adecuada resistencia estructural en caso de riesgo sísmico. Desde el punto de vista del diseño, el sistema aporticado es más ventajoso, ya que puede utilizarse varias veces debido a la posibilidad de desplazar o eliminar paredes.

Ladera (2019) realizó un estudio de ingeniería en la ciudad de Huancayo para analizar y comparar el diseño estructural sísmico de un sistema aporticado versus albañilería confinada para una edificación de cuatro niveles destinadas a departamentos en San Carlos de Huancayo. Como base se emplearon los planos de arquitectura del edificio, el mismo que se proyecta sobre un terreno de 200 m<sup>2</sup>. El estudio mecánico del suelo (SMS) también se llevó a cabo de acuerdo con la NTP E. 050. Se hizo una comparación entre el sistema estructural portante y el sistema de albañilería confinada para mostrar las ventajas de un sistema estructural sobre el otro y para añadir valor al sistema estructural que utilizaría el cliente. El primer sistema es el aporticado, que tiene una altura de 3,50 m para la zona de recepción de la planta baja y de 2,70 m para las tres plantas restantes de los edificios de viviendas.

Barrueto (2018) realizó un estudio comparativo en la ciudad de Lima con la finalidad de evaluar las diferencias en cuanto al comportamiento sísmico entre un edificio residencial multifamiliar diseñado principalmente de concreto armado y otra edificación compuesta principalmente de albañilería confinada. Entre los principales hallazgos se observó que aquellos sectores poblacionales con mejor economía pueden permitirse construir casas de hormigón armado, mientras que otros grupos sólo pueden construir casas de mampostería. Por otra parte, las casas de mampostería han sido las más afectadas ante eventos sísmicos, ya que estas no cuentan con asesoramiento técnico y presentan muchos defectos que son productos de un pobre proceso constructivo. Mientras que el sistema estructural de hormigón armado tiene un período más corto y está lejos de los

valores límite exigidos por la norma sísmica E.030, el sistema de mampostería cerrada no está muy lejos de sus oponentes, incluso con desplazamientos muy por debajo de los valores máximos permitidos.

Los antecedentes locales, aquellos realizados en la región de Piura:

Rivas (2018) realizó un estudio de ingeniería con la finalidad de comparar el comportamiento entre un diseño de albañilería confinada y de albañilería reforzada, ambos sistemas propuestos para una arquitectura de un edificio destinado a uso de vivienda de 03 niveles. El estudio consideró el comportamiento estructural del edificio y los aspectos económicos del presupuesto para cuantificar los beneficios respectivos. En primer lugar, se realizó un dimensionamiento preliminar, tras el cual se diseñaron los diferentes elementos estructurales como la losa, las vigas, las columnas, las zapatas, entre otros, cuidando que estos tengan un buen comportamiento sísmico. Se utilizaron los cálculos resultantes para elaborar indicadores de rendimiento, análisis de costes unitarios y presupuestos para cada sistema, como mampostería cerrada y mampostería reforzada, tal y como se especificaba en los planos. El análisis de los resultados permitió concluir que la albañilería reforzada presenta mejor rendimiento estructural que la albañilería confinada, sin embargo, esta última es mucho más rentable que la primera. Esto se ajusta a los requisitos de la Norma E.070 del RNE del Perú para la construcción de albañilería.

Un sistema estructural, de la palabra sistema que quiere decir “Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto” (Diccionario de la Real Academia Española, 2022), definición 2. Pues, en ingeniería y arquitectura los sistemas estructurales responden a un conjunto de elementos resistentes que interconectados entre sí transfieren las diferentes cargas producidas por la edificación hacia los apoyos, teniendo entre sus garantías el equilibrio, la estabilidad y las deformaciones considerables (AQSO Arquitectos, 2022). Otra definición es aquella dada por Olejua (2022) quien lo describe como “el armazón o esqueleto de la edificación encargado de resistir la acción de las fuerzas verticales y horizontales a las que se puede ver sometida

la estructura durante su vida útil”. Las estructuras y los sistemas de construcción están intrínsecamente ligados a los materiales que los componen y a la forma en que están conectados o ensamblados, lo que garantiza que la estructura del edificio sea resistente y durable (Ana & Ana, 2018).

De acuerdo a las clases de sistemas estructurales, la norma E.030 Diseño Sismorresistente (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2021) indica que, en el Perú, se emplean diferentes sistemas estructurales tales como las construcciones en concreto armado, construcciones en acero, construcciones de albañilería confinada, construcciones en madera, y construcciones de tierra. Esta investigación se centrará en dimensionar dos clases de sistemas estructurales: El sistema estructural en concreto armado o sistema aporticado y el sistema estructural en albañilería confinada.

Un sistema estructural de concreto armado, o sistema de pórticos o sistema aporticado, es un sistema de construcción fuerte y duradero cuyos elementos estructurales como las vigas y columnas se conectan con nudos para formar un pórtico que puede resistir en ambas direcciones: verticalmente y horizontalmente (ICASA, 2022). El diseño de este sistema estructural debe considerar tanto el factor técnico y económico, y sobre todo prever que el sistema propuesto sea el más óptimo, pues como lo menciona Morales (2006), este sistema “no existen soluciones únicas sino razonables” (p.1). Por otro lado, menciona que la estructura debe considerar el diseño por estado límite en el momento de dimensionar sus elementos estructurales. Delgado (2011) indica que en un sistema aporticado intervienen los elementos estructurales: losas que pueden ser aligeradas, macizas o nervadas, las vigas que pueden ser principales y secundarias, las columnas y las zapatas que pueden ser aisladas o combinadas dependiendo de su proximidad. También intervienen elementos no portantes como los muros divisorios que en este caso deberán contar con sus propias cimentaciones corridas.

La albañilería confinada constituye un sistema constructivo en donde cada unidad que lo integra se encuentra entrelazada, siendo el principal elemento el

ladrillo el cual se une con otros ladrillos empleando una mezcla de cemento y arena gruesa llamado mortero, además intervienen otros elementos de confinamiento como las columnas de amarre y las vigas soleras (1994). También lo describen como un sistema estructural que consiste en una combinación de elementos *de* confinamiento tanto verticales y horizontales (columnas de amarre y vigas solares respectivamente) que están firmemente atados al muro para formar una unidad estructural (Acarquitectos, 2022). Otra definición de la albañilería es la técnica de construcción comúnmente utilizada para construir casas, utilizando materiales de construcción como ladrillos de arcilla cocida, columnas de amarre y vigas soleras, entre otros.

El procedimiento de construcción sigue primeramente ejecutar las paredes o muros con ladrillos, luego verter el concreto para las columnas de amarre y finalmente construir el techo con vigas. (Aceros Arequipa, 2022). Durante muchos años, este tipo de casa ha sido el más popular en las zonas urbanas de Perú, una tendencia que continúa en la actualidad. Cuando se construye una casa de albañilería, hay que tener en cuenta ciertos aspectos relacionados con el diseño de la estructura, el control del proceso de construcción y el control de la calidad de los materiales. San Bartolomé (1994) indica que este sistema es preferible emplearse en edificaciones que tengan una adecuada cantidad de muros, como lo son por ejemplo las viviendas unifamiliares y las multifamiliares, los hoteles, etcétera. La albañilería confinada puede apoyarse también de columnas aisladas e inclusive de placas; sin embargo es necesario distinguir que en este sistema constructivo, los muros de albañilería predominan en el sistema estructural

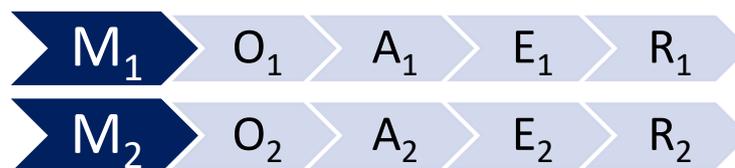
### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de investigación

**Tipo de investigación:** Aplicado. De acuerdo al CONCYTEC (2021) una investigación de tipo aplicada busca solucionar un problema en particular empleando la teoría existente.

**Diseño de investigación:** No experimental, descriptivo, comparativo. De acuerdo a Carrasco (2019) esta clase de diseño consiste básicamente en analizar las muestras estudiadas y relacionarlas estadísticamente, evidenciando diferencias o similitudes. Cabe mencionar que el estudio es no experimental porque no hay manipulación de los atributos de las variables.

Su esquema de investigación es el siguiente:



Dónde:

- M: Muestra (La vivienda a diseñar)
- O: Observación (Se observan las características de la arquitectura)
- A: Análisis (Se analiza el sistema estructural designado para la arquitectura selecta)
- E: Evaluación (Se evalúa el sistema estructural designado para la arquitectura selecta)
- R: Resultados (Se comparan los resultados)

### 3.2. Variables y operacionalización

#### **Variable 1: Sistema constructivo aporticado**

##### **Definición conceptual:**

Es un sistema de construcción fuerte y duradero cuyos elementos estructurales como las vigas y columnas se conectan con nudos para formar un pórtico que puede resistir en ambas direcciones: verticalmente y horizontalmente (ICASA, 2022). En este caso los muros no intervienen un papel estructural por lo que se les considera únicamente como tabiquería de división de ambientes.

#### **Variable 2: Sistema constructivo albañilería confinada**

##### **Definición conceptual:**

Constituye un sistema estructural que consiste en una combinación de elementos *de* confinamiento tanto verticales y horizontales (columnas de amarre y vigas solares respectivamente) que están firmemente atados al muro para formar una unidad estructural (Acarquitectos, 2022). En este caso los muros son los elementos estructurales principales ya que es a través de ellos que las cargas de la estructura se transmiten hacia los cimientos corridos y finalmente al suelo.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** La población de estudio consistió en la totalidad de lotes de viviendas del sector conocido como Asociación para el Desarrollo Urbano de Sullana ADUS.

**Muestra:** No probabilística por conveniencia. La muestra ha sido escogida a criterio del autor para lo cual, se trabajó con un lote de vivienda de 120m<sup>2</sup> en donde se realizó, en base a la propuesta arquitectónica, el diseño de la vivienda multifamiliar de 3 niveles.

**Criterios de inclusión y exclusión:** El principal criterio fue que el lote de vivienda escogido no sea superior a los 120m<sup>2</sup>; que no se encuentre ni total ni parcialmente construido, y que esté correctamente habilitado.

**Unidad de análisis:** Lote de vivienda (vivienda multifamiliar).

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

**Técnicas:** Se empleó la técnica del análisis documental. De acuerdo a Carrasco (2019), esta técnica revisa y extrae la información puntual, requerida en los objetivos de investigación, de documentación que puede ser escrita, impresa, o digital. Esta técnica ha servido para recolectar la información que es necesaria para realizar ambos diseños.

**Instrumentos:** Documentos impresos y digitales. Se trabajaron con los planos impresos de arquitectura, los cuales fueron proporcionados por el propietario del inmueble, para realizar los diseños de ambos sistemas estructurales. Producto de este diseño, se obtuvieron las memorias de cálculo en formato digital, donde se colocaron los resultados de cada sistema propuesto, resultados que se expondrán en el informe final.

### **3.5. Procedimientos**

Estos procedimientos estuvieron divididos en trabajo de campo y trabajo de gabinete.

Respecto a trabajos de campo, se procedió a buscar la información general como la ubicación del terreno, los planos del lote en donde se diseñará la vivienda, los estudios previos realizados, y por supuesto el respectivo permiso por parte del propietario del inmueble. Se hizo un reconocimiento general mediante una visita de campo al lote descrito con la finalidad de estudiar el entorno para poder realizar la propuesta arquitectónica. También se verificó la topografía del terreno la cual se encuentra en un lugar con una topografía llana. El estudio de suelos realizado indicó también que la capacidad portante cumple con lo establecido como mínimo para una construcción de 3 niveles más azotea.

Respecto a los trabajos de gabinete, se modeló la estructura del edificio tanto para la albañilería confinada como para el sistema aporticado en el programa

ArchiCAD 2024. La distribución arquitectónica se realizó en este programa ya que facilita la visualización de la Unión de los elementos estructurales ya que al tratarse de un programa bien la cantidad de errores que se pudieron generar al emplear AutoCAD son mucho más mínima, además que permite una visualización previa tridimensional. Se diseñó una arquitectura pensada para una vivienda multifamiliar y que al mismo tiempo satisfaga los requisitos principales para ambos sistemas estructurales que se propusieron: albañilería y sistema aporticado. Una vez hecha la propuesta, se procedió a realizar los respectivos cálculos para ambos sistemas estructurales.

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

La información obtenida producto de la recolección de campo será ordenada y procesada por medio de hojas de cálculo establecidas para cada sistema estructural: para la albañilería confinada se trabajó con una hoja de cálculo basada en el procedimiento de diseño establecido por San Bartolomé (1994) quien a su vez se rige de la norma E.070 ALBAÑILERÍA del RNE, y para el sistema aporticado se trabajó con una hoja de cálculo basada en el procedimiento de diseño propuesto por Morales (2006) y tomando en cuenta aspectos de la norma E.020, E.030 y E.060 del RNE.

### **3.7. Aspectos éticos**

El código de Ética en Investigación de la Universidad Cesar Vallejo (2017) establece ciertos criterios éticos los cuales son beneficencia, no maleficencia, justicia y autonomía. Este estudio no trabaja directamente con personas o seres vivos por lo que no se expone la salud e integridad de los mismos, además que la información obtenida producto de los planos, información de propietarios, aspectos del predio, entre otros no será divulgada o utilizada de manera irresponsable, comprometiéndose a cumplir con el principio de confidencialidad.

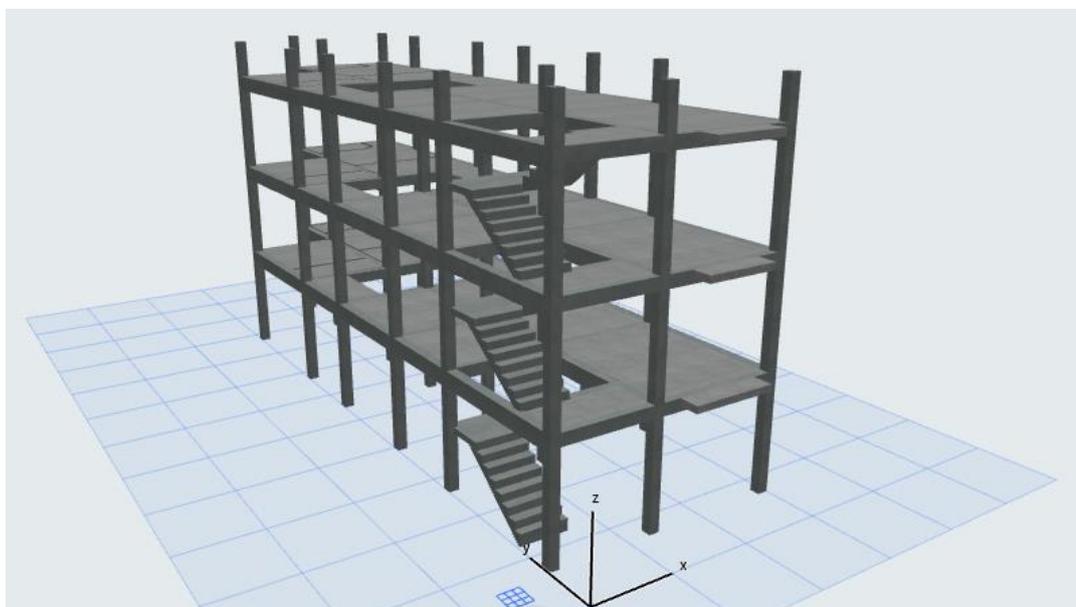
## IV. RESULTADOS

### 4.1. Diseño de la estructura del sistema aporricado para una vivienda multifamiliar en el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022

Todo proyecto de edificación requiere de una serie de pasos antes de llevar a cabo su ejecución, esto interviene organizar, disponer y planificar cuáles son los elementos estructurales y qué cantidad de estos se requiere para su construcción. Los elementos estructurales son las vigas, columnas, losas aligeradas, cimentación, escaleras, entre otros. A este primer paso se le conoce como estructuración.

#### Figura 1

*Sistema aporricado vivienda multifamiliar*



**Losa Aligerada:** Para diseñar las losas se tomó en cuenta la dirección en el eje x, y las luces no fueron mayores de 4 m, por lo que al realizar el predimensionamiento se pudo obtener un espesor de losa aligerada de 0.17m con viguetas de 12cm y una losa maciza de 5cm. Estas viguetas se anclan a las vigas principales y transmiten los pesos y cargas generadas en su superficie. La fórmula para pre-dimensionar la losa aligerada fue la luz libre dividida entre 25 ( $h=L/25$ ). Dado que la luz más desfavorable es de 3.50m, el resultado fue de 0.14m, sin embargo, debido a un criterio comercial, se trabajará con losas aligeradas de 17cm de ancho

**Losa Maciza:** Para diseñar las losas macizas, se tomó en cuenta ambas direcciones y el espesor deberá ser el mismo que el de la losa aligerada, esto con la finalidad de completar aquellos espacios que requieran de un vaciado de concreto como lo pueden ser los corredores de las escaleras o en lugares donde ya no sea posible colocar ladrillos huecos como los ambientes reducidos.

**Escalera:** para el ancho de la escalera se trabajó con el ancho mínimo de 1.20m de acuerdo a la norma A.020. Para los descansos de la escalera, así como sus corredores para cada nivel serán anclados en las vigas estructurales. Sea considerado una altura de entrepiso de 2.90m para el primer nivel y para el resto de niveles de 2.70m. Esto quiere decir que la escalera tendrá 15 peldaños para cada nivel con diferentes alturas que están dentro de lo permitido.

### **Pre dimensionamiento**

#### **Vigas estructurales**

Las vigas estructurales se diseñaron con la finalidad de garantizar la rigidez y la resistencia de las cargas que actúan sobre ella incluyendo las cargas sísmicas y de gravedad. El ancho mínimo utilizado es el reglamentado por la normativa peruana para el diseño de vigas con resistencia sísmica el ancho no debe ser menor de 25 cm.

**Tabla 1**

## Predimensionamiento de vigas estructurales

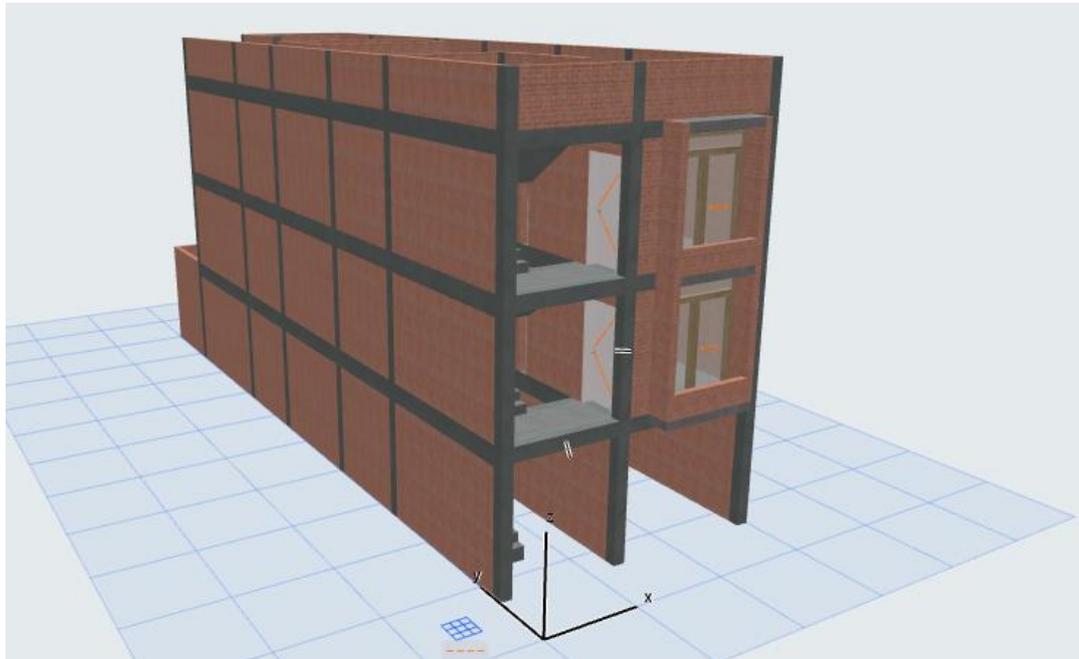
<b>VIGAS EN X</b>		$h=L/12$	$b=h/2$				
<b>DESCRIPC</b>	<b>L</b>	<b>12</b>	<b>RESULTAD</b>	<b>redondeo</b>	<b>h</b>	<b>d=h-6</b>	
Altura (h)	4.50	12.00	0.38	0.50	40	34	
<b>DESCRIPC</b>	<b>h</b>	<b>2</b>	<b>RESULTAD</b>	<b>redondeo</b>	<b>b</b>		
Base(b)	0.38	2.00	0.19	0.25	25		
<b>VIGAS EN Y</b>		$h=L/12$	$b=h/2$				
<b>DESCRIPC</b>	<b>L</b>	<b>12</b>	<b>RESULTAD</b>	<b>redondeo</b>	<b>h</b>	<b>d=h-6</b>	
Altura (h)	3.20	12.00	0.27	0.30	30	24	
<b>DESCRIPC</b>	<b>h</b>	<b>2</b>	<b>RESULTAD</b>	<b>redondeo</b>	<b>b</b>		
Base(b)	0.27	2.00	0.13	0.25	25		
<b>USAR viga de 0,25 x 0,30</b>							
<b>PARA UNIFORMIZAR LAS VIGAS USAR EN TODAS LAS VIGAS 0.25 X 0.40</b>							

**Viga Chata:** el reglamento nacional de edificaciones no especifica en ninguno de sus capítulos fórmula para poder dimensionar las vigas chatas, sin embargo, la literatura encontrada nos recomienda de que la altura de la viga chata sea la misma de la losa aligerada en la cual se está ubicando. Además, se sugiere que no sobrepase los 4 m de longitud. En este caso no se cuenta con luces mayores a 4 m, siendo la más desfavorable de 3.50m.

#### 4.2. Diseño de la estructura del sistema de albañilería confinada para una vivienda multifamiliar en el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022

**Figura 2**

*Albañilería confinada vivienda multifamiliar*



Elaboración propia

**Losa Aligerada:** se consideró el mismo criterio para el sistema aporticado.

**Losa Maciza:** se consideró el mismo criterio para el sistema aporticado.

**Escalera:** guarda similitud con el criterio empleado en el sistema a porticado, con la diferencia de que los corredores y descansos se encontrarán apoyados no solo en las vigas sino también en los muros portantes, con la finalidad de aportar rigidez a la edificación. Del mismo modo se trabajará con 2.90 m de altura de primer nivel y 2.70 m de altura de los demás niveles.

**Muros Portantes:** su dimensionamiento se guío de la norma E. 070, cumpliendo criterios mínimos estructurales como una longitud de metro 20 como mínimo, que guarden continuidad su posicionamiento con el resto de los muros que se posicionarán en los pisos superiores, que todos los muros se encuentren confinados con columnas y vigas en todos sus bordes, y no

se superó la longitud máxima de eje a eje entre los elementos de confinamiento ya que la luz más desfavorable fue de 3.5 m mientras que el máximo permitido por la normativa es de 5 m.

**Viga Dintel:** los dinteles no son elementos propiamente estructurales del sistema porticado, pero si se utilizan en el sistema albañilería para poder sostener los ladrillos que van encima de los vanos generados por la propuesta arquitectónica. Para este caso, las vigas dinteles serán del ancho propuesto por el muro en el cual se van a colocar sin el recubrimiento (13cm si son de soga y 22cm si son de cabeza) y su peralte será de 0.30 m. Serán colocadas en los vanos propuestos en la arquitectura como son las ventanas y las puertas, y su dimensionamiento responde al espesor del muro en donde se van a colocar respecto a su ancho

**Viga Solera:** estas vigas son las que se colocan alrededor de la losa aligerada, y también para confinar los muros en la parte superior, por lo que el ancho de las vigas soleras en el caso de la albañilería confinada será del mismo ancho del muro sin tarrajear (13cm si son de soga y 22cm si son de cabeza) para el caso del peralte se trabajará con 30 cm siguiendo el mismo criterio de la viga dintel.

**Viga Chata:** se considerará el mismo criterio estructural empleado en el sistema a porticado ya que como se ha mencionado anteriormente no hay normativa sobre vigas chatas sin embargo sí existen guías de referencia en donde se indica que estas longitudes de las vigas no deben ser mayores a los 4 m. Por obvias razones su peralte es del tamaño de la losa aligerada.

### **Pre dimensionamiento**

**Longitud Mínima del Muro “L”:** De acuerdo a la norma E.070, la longitud mínima del muro portante no es inferior a 1.20m en la propuesta de diseño establecida en el presente informe, y aquellos muros que son menores esta longitud son considerados tabiquería únicamente. Cabe mencionar que estos muros portantes son confinados con columnas.

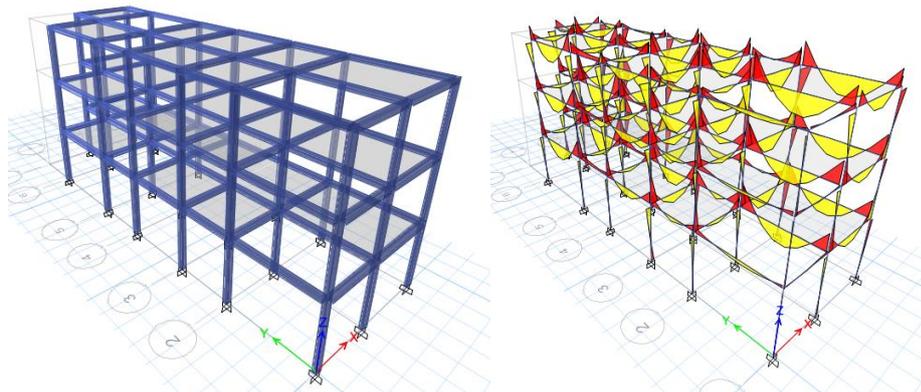
**Espesor Efectivo del Muro “t”:** Se ha cumplido de acuerdo a la norma E. 070 respecto al espesor efectivo mínimo del muro, considerando la ubicación sísmica del proyecto de acuerdo a la norma de diseño sismo resistente a la cual es la zona 4.

**Densidad de Muros:** se tuvo en cuenta distribuir equitativamente los muros tanto en las direcciones “x” e “y” para poder tener una correcta densidad y por tanto un buen comportamiento para las cargas.

#### 4.3. Evaluación y comparación estructural del sistema aporricado y el sistema de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022.

**Figura 3**

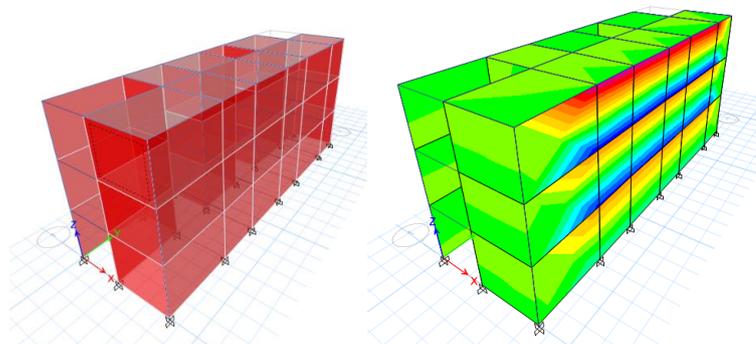
*Simulación Sistema aporricado vivienda multifamiliar*



Fuente: ETABS

**Figura 4**

*Simulación Albañilería confinada vivienda multifamiliar*



Fuente: ETABS

**Tabla 2**

Cuadro comparativo de evaluación y comportamiento estructural de los sistemas propuestos

<b>Evaluación</b>	<b>Aporticado</b>	<b>Albañilería confinada</b>
Área de construcción	Superficie total de construcción de aproximadamente 96 m <sup>2</sup> , delimitada por columnas y tabiquería, y finalmente, 24 m <sup>2</sup> de área sin techar (jardines y ductos de ventilación)	Superficie total de construcción de 96 m <sup>2</sup> , de los cuales 27.14 m <sup>2</sup> están delimitados por los elementos estructurales como los muros de carga y las tabiquerías, y finalmente 92.86 m <sup>2</sup> se destinan a espacio de libre tránsito de los habitantes. Es similar en cada planta propuesta.
Peso de la estructura	751.3 ton	594 ton
Periodo de vibración	El sistema aporticado tiene un tiempo de vibración en la dirección "x" de 0,345 s (Prescripción) y 0,388 s (ETABS), y en la dirección "y" dio un resultado de 0,332 s (Prescripción) y 0,379 s (ETABS).	El sistema en albañilería confinada tiene un período de vibración en la dirección "x" de 0,218 seg (Prescripción) y 0,225 seg (ETABS), en la dirección "y" de 0,199 seg (Prescripción) y 0,187 seg (ETABS).
Deformación o distorsión lateral:	90.78% de su deflexión máxima en una simulación estática en el eje X, y 93.34% en el eje Y.  90.78% de su deflexión máxima en una simulación dinámica en el eje X, y 93.34% en el eje Y.	42.56% de su deflexión máxima en una simulación estática en el eje X y de 36.78% en el eje Y.  42.56% de su deflexión máxima en una simulación dinámica en el eje X y de 36.78% en el eje Y.
Esfuerzo de la base:	En las direcciones x e y para el método estático para el sistema de pórtico es un 1,01% y un 1,02% mayor que el esfuerzo cortante basal para el método dinámico.	En las direcciones x e y para el método dinámico para el sistema estructural de mampostería atrapado es 1,25% y 1,04% mayor que el cortante base para el método dinámico.

**Por área de construcción:**

- El sistema estructural aporticado, tiene una superficie total de construcción de aproximadamente 96 m<sup>2</sup>, delimitada por columnas y

tabiquería, y finalmente, 24 m<sup>2</sup> de área sin techar (jardines y ductos de ventilación)

- El sistema de albañilería confinada tiene una superficie total de construcción de 96 m<sup>2</sup>, de los cuales 27.14 m<sup>2</sup> están delimitados por los elementos estructurales como los muros de carga y las tabiquerías, y finalmente 92.86 m<sup>2</sup> se destinan a espacio de libre tránsito de los habitantes. Es similar en cada planta propuesta.

#### **Peso:**

- El sistema estructural portante tiene un peso total de 751.3 toneladas, mientras que
- El sistema estructural de mampostería cerrada pesa 594 toneladas.

#### **Tiempo de vibración:**

- El sistema aporticado tiene un tiempo de vibración en la dirección "x" de 0,345 s (Prescripción) y 0,388 s (ETABS), y en la dirección "y" dio un resultado de 0,332 s (Prescripción) y 0,379 s (ETABS).
- El sistema en albañilería confinada tiene un período de vibración en la dirección "x" de 0,218 seg (Prescripción) y 0,225 seg (ETABS), en la dirección "y" de 0,199 seg (Prescripción) y 0,187 seg (ETABS).

Estos resultados muestran que el sistema aporticado tiene un mayor tiempo de oscilación en ambas direcciones, lo que lo convierte en una estructura flexible, a diferencia de la albañilería confinada que demuestra mucha más rigidez.

#### **Deformación o distorsión lateral:**

- El sistema aporticado alcanza un 90.78% de su deflexión máxima en una simulación estática en el eje X, y 93.34% en el eje Y.
- El sistema de albañilería confinada alcanza un 42.56% de su deflexión máxima en una simulación estática en el eje X y de 36.78% en el eje Y.
- El sistema aporticado alcanza un 90.78% de su deflexión máxima en una simulación dinámica en el eje X, y 93.34% en el eje Y.

- El sistema de albañilería confinada alcanza un 42.56% de su deflexión máxima en una simulación dinámica en el eje X y de 36.78% en el eje Y.

#### **Esfuerzo de la base:**

- El esfuerzo cortante basal en las direcciones x e y para el método estático para el sistema de pórtico es un 1,01% y un 1,02% mayor que el esfuerzo cortante basal para el método dinámico.
- El cortante base en las direcciones x e y para el método dinámico para el sistema estructural de mampostería atrapado es 1,25% y 1,04% mayor que el cortante base para el método dinámico.

#### **Diseño estructural:**

Para comparar los resultados del diseño estructural, se desglosa como sigue: superficie de los elementos estructurales y no estructurales, volumen de concreto en la cimentación y volumen de la excavación.

#### **Superficie de los elementos estructurales y no estructurales:**

Las columnas del sistema estructural aporticado tienen un 55,23% más de superficie que las columnas confinadas del sistema de albañilería. Los suelos de hormigón armado y los muros de carga del sistema estructural de mampostería cerrada tienen una superficie un 33,28% mayor que los pilares del sistema estructural de carga. Los muros no portantes del sistema estructural portante son un 4,78% más grandes que los del sistema estructural de mampostería cerrada. El sistema estructural de mampostería tiene 12,01 m<sup>2</sup> de superficie de muros de carga, mientras que el sistema estructural portante no tiene muros de carga, ya que se apoya únicamente en sus cerchas en cada dirección del análisis sísmico.

#### **Cimentación:**

- El volumen de concreto utilizado en el sistema aporticado consiste en zapatas con 39,01 m<sup>3</sup>, cimiento corrido con 19,14 m<sup>3</sup> y sobrecimientos con 7,04 m<sup>3</sup>.
- El volumen de concreto utilizado en el sistema de albañilería consiste en cimientos corridos 75,76 m<sup>3</sup> y sobrecimientos con 15,10 m<sup>3</sup>.
- El sistema aporticado consta de columnas independientes con un volumen de 27,64 m<sup>3</sup>.
- El sistema de albañilería confinada no consta de columnas independientes, ya que las columnas se apoyan en los sobrecimientos.
- El volumen de concreto ciclópeo utilizado para la cimentación en banda del sistema estructural aporticado representa el 24.47% del hormigón ciclópeo utilizado para la cimentación en banda del sistema de albañilería confinada.

**Volumen de excavación:** El material excavado para los cimientos de aporticado y de albañilería confinada es de 101,13 m<sup>3</sup> y 113,17 m<sup>3</sup> respectivamente. Esto indica que no hay mucha variabilidad económica en la excavación.

## V. DISCUSIÓN

El presente estudio permitió conocer las diferencias que existen a la hora de diseñar una vivienda tanto en el sistema de albañilería confinada como en el sistema aporticado, que en este caso se dio en una vivienda ubicada en el sector ADUS de la ciudad de Sullana. Principalmente esta vivienda multifamiliar se ha pensado para servir a 3 familias básicas, esto quiere decir que sus dimensiones son adecuadas para albergar una familia de cuatro personas. Las dimensiones del terreno empleado para diseñar esta vivienda han sido de 6 x 20 m, lo que hace un área total de 120m<sup>2</sup>. Cada nivel construido será para cada familia, y se ha tratado de mantener la similitud entre los pisos y sobre todo que la estructura del edificio sea regular, ya que de esta manera se consigue un mejor comportamiento estructural y sísmico, especialmente si la estructura se construyera de albañilería confinada, cumpliendo así con una de las recomendaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, especialmente la norma E.070 Albañilería.

Las principales diferencias que se han obtenido en el presente estudio al realizar el análisis comparativo entre el sistema de albañilería confinada y el sistema aporticado, son las dimensiones de los elementos estructurales. El sistema de albañilería confinada demostró ser un poco más liviano que el sistema estructural aporticado, conlleva menos acero y sus elementos estructurales son de menores dimensiones. Estos resultados se asemejan a lo obtenido por Londoño (2019) quien también realizó un estudio comparativo en el que evidenció que el peso generado en el sistema de albañilería confinada resultó ser 19.5 ton menos que si se construyera bajo un sistema aporticado.

En este estudio también se puede ver que la cantidad de concreto utilizado es mucho mayor al igual que la cantidad de acero en el sistema aporticado que en el de albañilería confinada. Londoño (2019) también obtuvo valores de uso de insumos de alta influencia económica como el concreto y el acero es mucho

mayor en un sistema aporticado que en un sistema de albañilería. Lo dicho anteriormente por obvias razones, posicionan al sistema aporticado como más costoso que el sistema de albañilería confinada, y este es el principal motivo por el cual la población suele construir sus viviendas bajo este último sistema estructural, especialmente la de bajos recursos. De modo similar, Barrueto (2018) halló en su estudio que aquellos sectores poblacionales con mejor economía pueden permitirse construir casas de concreto armado, mientras que otros grupos sólo pueden construir casas de mampostería.

## VI. CONCLUSIONES

1. El sistema aporticado ofrece una mayor funcionalidad, ya que la distribución de las habitaciones puede modificarse fácilmente para adaptarse a diferentes niveles. Esto supone un valor añadido para el propietario, ya que la planta baja puede utilizarse como zona de recepción y las otras plantas pueden utilizarse como pisos multifamiliares.
2. La albañilería confinada es menos funcional, ya que no se puede cambiar la distribución de las habitaciones debido a la responsabilidad estructural de todos sus muros. Esto puede suponer una pérdida económica para el propietario, ya que limita las posibilidades de uso que no sean las viviendas multifamiliares.
3. Para el sistema aporticado se utilizan vigas y pilares y, por último, el sistema de albañilería confinada es adecuado para la disposición de muros de carga y cerchas. Del análisis comparativo se puede concluir que el sistema aporticado es mucho más costoso que el sistema de albañilería confinada ya que requiere de mucho más concreto y mucho más acero los cuáles son insumos de alta demanda económica. Además algunas ventajas que presenta el sistema aporticado sobre el sistema de albañilería confinada es su mejor rendimiento y comportamiento estructural ante los sismos, además de que sus ambientes internos pueden ser modificados ya que no trabaja con muros portantes, sino que son los elementos estructurales como las vigas y las columnas lo que define en su comportamiento, a diferencia del albañilería confinada la cual requiere de muros portantes y no pueden ser eliminados ya que indudablemente la estructura se debilitará

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a los constructores seguir lo estipulado en los manuales de construcción, como es el reglamento nacional de edificaciones, específicamente la norma E.070 y E.060 al momento de construir viviendas, a modo de garantizar un buen comportamiento estructural y seguridad para sus ocupantes.

Debido a su versatilidad y economía, se recomienda emplear el sistema de albañilería confinada para construcción de viviendas que no superen los cuatro niveles, que en el caso de la ciudad de Sullana las normas municipales no permiten construir superior a esos pisos. Aun así, es necesario que se tome en cuenta la regularidad de la estructura y una correcta distribución de muros tanto en X como en Y.

En edificaciones mucho más grandes se recomienda utilizar el sistema aporticado, como lo puede ser en centros comerciales o edificaciones de varios niveles y que su estructura o distribución interna se encuentre en constante modificación

## REFERENCIAS

- Acarquitectos. (2022). *Albañilería confinada*.  
<https://acarquitectos.com.pe/albanileria-confinada/>
- Aceros Arequipa. (2022). *Manual de Construcción para Maestros de Obra*.  
<https://www.acerosarequipa.com/manual-para-maestro-de-obra/albanileria-confinada/que-es-albanileria-confinada-2.html>
- Ana, P., & Ana, L. (2018). Evolución de los sistemas estructurales y constructivos para edificaciones de altura en la Ciudad de México. *Revistas INAH*, 1(42), 179–197.
- AQSO Arquitectos. (2022). *Sistemas estructurales*.  
<https://aqso.net/es/office/services/structural-systems>
- Barrueto, J. (2018). *Análisis sísmico comparativo entre los sistemas de concreto armado y albañilería confinada para la construcción de un edificio de viviendas multifamiliares del distrito de Surquillo*.  
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/13342>
- CAPECO. (2018). *Construyendo formalidad*. [https://www.capeco.org/store-imagenes/files/documentos/CONSTRUYENDO\\_FORMALIDAD\\_OCT\\_-\\_2018.pdf](https://www.capeco.org/store-imagenes/files/documentos/CONSTRUYENDO_FORMALIDAD_OCT_-_2018.pdf)
- Carrasco, S. (2019). *Metodología de la investigación científica* (E. S. Marcos (ed.); 3ra ed.).
- CONCYTEC. (2021). *Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - Reglamento RENACYT*.  
<http://resoluciones.concytec.gob.pe/subidos/sintesis/RP-090-2021-CONCYTEC-P.pdf>
- D. S. No 012-2021-VIVIENDA. Que aprueba la Política Nacional de Vivienda y Urbanismo, con horizonte temporal al 2030, (2021).  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2017412/DECRETO SUPREMO N° 012-2021-VIVIENDA.pdf.pdf>
- Delgado, G. (2011). *Diseño de estructuras aporricadas de concreto armado* (E.

- EDICIVIL (ed.); 11a ed.). <https://civiliestph.files.wordpress.com/2016/04/libro-genaro-delgado-diseno-de-estructuras-aporticadas-cc2baac2ba.pdf>
- Diccionario de la Real Academia Española. (2022). *Sistema*. <https://dle.rae.es/sistema>
- El Comercio. (2021, junio 23). *¿Por qué se afirma que el Perú es un país de terremotos?* <https://elcomercio.pe/respuestas/por-que-se-afirma-que-el-peru-es-un-pais-de-terremotos-sismo-temblor-instituto-geofisico-del-peru-igp-lima-callao-revtli-noticia/>
- ICASA. (2022). *Conoce el sistema de construcción aporticado en nuestros proyectos*. <https://िकासa.pe/conoce-sistema-construccion-aporticado-nuestros-proyectos/#:~:text=Es un sistema de construcción,la mampostería independiente de estos.>
- Ladera, J. (2019). *Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el barrio de San Carlos, distrito Huancayo 2017*. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/5168>
- Londoño, A. (2019). *Estudio y análisis comparativo entre el método aporticado y mampostería estructural, realizado en la construcción de casas de uno y dos pisos, establecido en la empresa Panorama Grupo Constructor SAS*. [https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23908/1/ESTUDIO Y ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL METODO APORTICADO Y MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL%2C REALIZADO EN.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23908/1/ESTUDIO_Y_ANALISIS_COMPARATIVO_ENTRE_EL_METODO_APORTICADO_Y_MAMPOSTERIA_ESTRUCTURAL%2C_REALIZADO_EN.pdf)
- Morales, R. (2006). *Diseño en concreto armado* (Instituto de la Construcción y Gerencia (ed.); 1a ed.). [https://www.academia.edu/36765239/Diseño\\_de\\_concreto\\_armado\\_roberto\\_morales](https://www.academia.edu/36765239/Diseño_de_concreto_armado_roberto_morales)
- Olejua, F. (2022). *Consideraciones estructurales para la elección de un sistema estructural adecuado*. <https://docplayer.es/64591066-Consideraciones-estructurales-para-la-eleccion-de-un-sistema-estructural-adecuado.html>
- Pérez, E; Tequen, Y. (2021). *Comparativo estructural del sistema aporticado y albañilería confinada de un edificio multifamiliar, Jaén - Cajamarca*. [http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/285/1/Pérez\\_CEJ\\_Tequen\\_AYJ.pd](http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/285/1/Pérez_CEJ_Tequen_AYJ.pd)

f

Reglamento Nacional de Edificaciones, (2021).  
<https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

Rivas, M. (2018). *Análisis técnico-económico-comparativo entre sistemas estructurales de albañilería confinada y albañilería armada en una vivienda de 03 niveles en la ciudad de Piura*.  
<http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1407>

San Bartolome, A. (1994). *Construcciones de Albañilería - Comportamiento Sísmico y Estructural* (F. editorial de la P. U. C. del Perú (ed.); 1a ed.).  
[https://www.academia.edu/36271075/LIBRO\\_DE\\_ALBAÑILERIA\\_ANGEL\\_SAN\\_BARTOLOME](https://www.academia.edu/36271075/LIBRO_DE_ALBAÑILERIA_ANGEL_SAN_BARTOLOME)

Universidad Cesar Vallejo. (2017). *Código de Ética*.  
<https://www.ucv.edu.pe/datafiles/CÓDIGO DE ÉTICA.pdf>

Velarde, F. (2022, febrero 9). *El estado del Deficit Habitacional en el Perú*.  
<https://ciudadmas.com/urbanismo/deficit-de-vivienda-en-peru/>

## ANEXOS

### ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<p><b>GENERAL:</b></p> <p>¿Cómo será el estudio comparativo estructural entre sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022?</p>	<p><b>GENERAL</b></p> <p>Realizar el estudio comparativo estructural entre sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022</p>	<p><b>GENERAL</b></p> <p>No presenta</p>	<p>V1: Sistema Aporticado</p> <p>V2: Sistema Albañilería Confinada</p>
<p><b>ESPECÍFICOS</b></p> <p>¿Cómo diseñar estructuralmente el sistema aporticado de una vivienda multifamiliar en el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022?</p> <p>¿Cómo diseñar estructuralmente el sistema de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022?</p> <p>¿Cómo evaluar y comparar el comportamiento sísmico entre el diseño estructural del sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022?</p>	<p><b>ESPECÍFICOS</b></p> <p>Realizar el diseño estructural del sistema aporticado de una vivienda multifamiliar en el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022.</p> <p>Realizar el diseño estructural del sistema de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022.</p> <p>Evaluar y comparar el comportamiento sísmico entre el diseño estructural del sistema aporticado y el sistema de albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022.</p>	<p><b>ESPECÍFICA</b></p> <p>No presenta</p>	<p><b>DIMENSIONES</b></p> <p><b>1. Sistema Aporticado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Predimensionamiento</li> <li>- Diseño de elementos estructurales</li> <li>- Análisis sísmico y dinámico</li> </ul> <p><b>2. Sistema Albañilería Confinada</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Predimensionamiento</li> <li>- Diseño de elementos estructurales</li> <li>- Análisis sísmico y dinámico</li> </ul>

## ANEXO 2. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Sistema aporticado	Es un sistema de construcción fuerte y duradero cuyos elementos estructurales como las vigas y columnas se conectan con nudos para formar un pórtico que puede resistir en ambas direcciones: verticalmente y horizontalmente (ICASA, 2022).	Se medirá de acuerdo al proceso de diseño.	Diseño bajo norma E.020, E.030, E.060	Elementos estructurales Predimensionamiento Análisis de volúmenes, peso Vibraciones y deformaciones Esfuerzos basales Área de construcción Pesos	Nominal
Sistema de albañilería confinada	Constituye un sistema estructural que consiste en una combinación de elementos de confinamiento tanto verticales y horizontales (columnas de amarre y vigas solares respectivamente) que están firmemente atados al muro para formar una unidad estructural (Acarquitectos, 2022).	Se medirá de acuerdo al proceso de diseño.	Diseño bajo norma E.020, E.030, E.070	Elementos estructurales Predimensionamiento Análisis de volúmenes, peso Vibraciones y deformaciones Esfuerzos basales Área de construcción Pesos	Nominal

# INFORME DE CÁLCULO DE ALBAÑILERÍA CONFINADA



## PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR

### TÍTULO DE LA TESIS:

Estudio comparativo estructural entre sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022

AUTOR: Gonzales Castillo, Edser Anderson

ASESOR: Mg. Siguenza Abanto, Robert Wilfredo

## PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR

Se realiza paso a paso el análisis estructural y diseño de un edificio de 3 niveles + azotea en Albañilería Confinada

### 1.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

⊗ Ubicación	:	Piura
⊗ Nº de Pisos	:	03
⊗ Uso	:	Vivienda
⊗ Sistema Estructural	:	Albañilería Confinada
⊗ Distnb. Arquitectonica	:	Un departamento por piso, con una area techada por piso de: 81.68 m <sup>2</sup> (ver plano)
⊗ Peso de la Albañilería	:	1800 kg/m <sup>3</sup>
⊗ Albañilería (f'm)	:	60.00 kg/cm <sup>2</sup>
⊗ Mortero	:	01:01:04 Cemento-Cal-Arena
⊗ Concreto: (f'c)	:	210 kg/cm <sup>2</sup>
⊗ Acero (fy)	:	4200 kg/cm <sup>2</sup>
⊗ Resist. del Terreno	:	1.00 kg/cm <sup>2</sup>

### 1.2 PARAMETROS PARA EVALUAR LA FUERZA CORTANTE EN LA BASE

Zona sísmica según E.030:

Zona 4

Z =	0.45	C =	0.60	R =	6.00
U =	1.00	S =	1.40	K =	0.20

### 1.3 ESTRUCTURACION

La estructuración del edificio tiene las siguientes características:

- Existe una densidad de muros más o menos aceptable en ambas direcciones.
- Losa aligerada armada en una dirección (la luz más corta) de 17 cm de espesor; ya que tenemos luces menores a 4.00 m.
- Losa maciza de e= 17 cm. En la zona de escalera, debido a la reducción en planta que sufre la losa aligerada en dicho sector.
- Existe simetría del edificio con respecto al eje "Y"; pero con respecto al eje "X" es asimétrico, motivo por el cual se ha considerado muros de cabeza en los ejes

- A, B y C; para lograr que la distancia entre el centro de rigidez y el centro de masas sea lo menor posible.
- e) En la dirección "Y" se ha considerado practicamente todos los muros de cabeza, ya que según la nueva Norma Sismorresistente E-030 la excentricidad accidental hace que estos, tomen incrementos de cortantes por torsion importantes, principalmente aquellos que estan más alejados del centro de rigidez del edificio, es decir, los perimetrales.
- f) Las ventanas de los ambientes han sido ubicadas en los extremos de los paños; para obtener muros de mayor longitud.
- g) La escalera ha sido ubicada en la dirección mas critica (Y)
- h) Todos los muros perimetrales seran confinados por efectos de torsión.
- i) Las vigas soleras de los muros se prolongaran por encima de los vanos. (No se consideran dinteles).
- j) No se ha considerado en el analisis estructural los muros menores o iguales a 1.00 m de longitud.
- k) Los muros tendran una altura de 2.80m.
- l) Los muros confinados mantendran la relación  $l \leq 2h$ .
- m) Para simplificar el ejemplo, la disposición y espesores de los muros se mantendran en todos los niveles.

#### 1.4 PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

##### 1. Losa Aligerada.

Al tener luces menores a 4 m (Ver Plano), de acuerdo con la tabla numero 11, utilizaremos un espesor de 17 cm. Asimismo, si aplicamos la relación dada por el R.N.C., tenemos:

$$e \geq = \frac{3.95}{25} \text{ m} = 15.80 \text{ cm} \quad \dots \text{elegimos: } 17 \text{ cm}$$

##### 2. Elementos de confinamiento horizontal (vigas soleras) y verticales (columnas de amarre)

Los elementos de refuerzo tendran un espesor minimo igual al del muro bruto o del techo según corresponda y su sección en (cm<sup>2</sup>) no sera menor que el valor dado por la siguiente expresión:

$$A_c = \frac{0.90 V}{\sqrt{f_c}} \geq 20 t$$

Donde:

- V : fuerza cortante en el paño confinado en kg
- f<sub>c</sub> : resistencia del concreto en kg/cm<sup>2</sup>
- t : espesor efectivo del muro en cm

Por lo tanto para muro de soga    b=13cm    h=20cm

Por lo tanto para muro de cabeza    b=23cm    h=20cm

Inicialmente y para determinar el espesor de los muros no se

necesita definir el área de concreto de los elementos de confinamiento; pero si la calcularemos luego de obtener la fuerza cortante de diseño en cada muro.

También debemos considerar la distancia máxima centro a centro (l) entre elementos de refuerzo verticales sea dos veces la distancia libre entre elementos horizontales (h), lo cual determina que algunos muros tengan uno o más paños confinados.

### 3. Muros.

Se han considerado muros en aparejo de soga y cabeza, contruidos con ladrillo K.K 18 huecos hechos a maquina, cuyas dimensiones son 13x23x9 (ancho x largo x altura); es decir, con espesores efectivos (t) de 13 cm y 23 cm respectivamente.

Si aplicamos la fórmula dada por la norma E-070 tenemos que :  $t > h/20 = 240/20 = 12$  cm; que quiere decir que los espesores elegidos son aceptables.

Es importante resaltar que en la practica el establecer qué muros van de cabeza y cuáles van de soga, puede conllevarnos a una serie de modificaciones, hasta lograr que dichos muros pasen por compresión axial y por corte.

De no lograrse este objetivo, es cuando se opta por reemplazar algunos muros de ladrillo por placas (muros de concreto armado) ; de esta manera estos elementos tomaran practicamente todo el cortante del nivel analizado.

### 1.5 METRADO DE CARGAS

Para realizar el metrado de cargas se ha considerado los siguientes pesos:

Peso de la losa aligerada niveles tipicos	:	280 kg/m <sup>2</sup>
Peso de la losa aligerada nivel azotea.	:	280 kg/m <sup>2</sup>
Peso de albañileria.	:	1800 kg/m <sup>3</sup>
Peso de acabados.	:	100 kg/m <sup>2</sup>
Peso del concreto armado.	:	2400 kg/m <sup>3</sup>
Sobrecargas Niveles Tipicos	:	200 kg/m <sup>2</sup>
Sobrecargas Nivel Azotea.	:	150 kg/m <sup>2</sup>

Nota:

Para simplificar el ejemplo dada su magnitud, la escalera y la losa maciza se han considerado como losa aligerada solo para efectos del calculo del peso total de la edificacion (P).

**PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR**
**TÍTULO DE LA TESIS:**

Estudio comparativo estructural entre sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector ADUS, Sullana, Piura, 2022

**AUTOR:**

Gonzales Castillo, Edser Anderson

**ASESOR:**

Mg. Siguenza Abanto, Robert Wilfredo

**11.6 ANALISIS Y DISEÑO DE MUROS.**
**11.6.1 DENOMINACION Y LONGITUDES DE LOS MUROS EN CADA DIRECCION.**

MURO	DIRECCION 'X'		MURO	DIRECCION 'Y'	
	t=13cm	t=23cm		t=13cm	t=23cm
1X	---	4.15	1Y	---	---
2X	---	2.60	2Y	---	---
3X	---	3.60	3Y	---	---
4X	---	3.60	4Y	---	---
5X	2.20	---	5Y	---	---
6X	7.35	---	6Y	---	---
7X	5.75	---	7Y	---	---
8X	4.00	---	8Y	---	---
9X	---	4.15	9Y	---	---
10X	---	2.60	10Y	---	---
11X	---	3.60	11Y	---	---
12X	---	3.60	12Y	---	---
13X	2.20	---	13Y	---	---
14X	5.75	---	14Y	---	---
15X	---	---	15Y	---	---
16X	---	---	16Y	---	---
17X	---	---	17Y	---	---
18X	---	---	18Y	---	---
19X	---	---	19Y	---	---
20X	---	---	20Y	---	---
TOTALES					

# ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS DEL PROYECTO

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985

ELABORACION DEL PROYECTO: "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERIA CONFINADA DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN EL SECTOR ADUS, SULLANA, PIURA, 2022"

## INDICE

### CAPITULO I

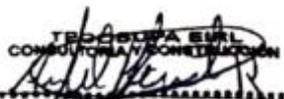
#### ASPECTOS GENERALES

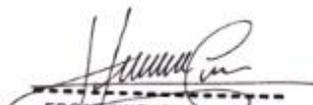
- 1.1. - LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO
- 1.2. - ACCESIBILIDAD
- 1.3. - CONDICIONES CLIMATICAS
- 1.4. - VEGETACION Y FISIOGRAFIA
- 1.5. - OBJETIVOS
- 1.6. - METODOLOGIA DE TRABAJO
- 1.7. - BASE TOPOGRAFICA

### CAPITULO II

#### GEOLOGIA Y GEOTECNIA DEL AREA DE ESTUDIO

- 2.1. - GEOLOGIA LOCAL
  - 2.1.1. - FORMACIÓN VERDUN
  - 2.1.2. - FORMACIÓN CHIRA
  - 2.1.3. - DEPÓSITOS CUATERNARIOS
- 2.2. - FENÓMENOS DE GEODINAMICA EXTERNA
- 2.3. - FENOMENOS DE GEODINAMICA INTERNA
  - 2.3.1. - SISMICIDAD Y RIESGO SISMICO
    - 2.3.1.1. - ANTECEDENTES
    - 2.3.1.2. - HISTORIA SÍSMICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA
  - 2.3.2. - ZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL PERÚ
  - 2.3.3. - DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS SISMOS
  - 2.3.4. - TECTÓNICA Y SISMOTECTÓNICA
    - 2.3.4.1. - TECTONISMO DE LOS ANDES PERUANOS
  - 2.3.5. - SISMO-TECTÓNICA REGIONAL
  - 2.3.6. - ESTUDIO SÍSMICO PROBABILÍSTICO
    - 2.3.6.1. - FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS DEL PELIGRO SISMICO
    - 2.3.6.2. - EVALUACIÓN DE FUENTES SISMOGÉNICAS
  - 2.3.7. - ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RECURRENCIA
  - 2.3.8. - LEY DE ATENUACIÓN

TECNOLOGIA CIVIL  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN  
  
Téc. Ángel Moisés Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

## 2.4.- ANÁLISIS DE LICUACIÓN DE ARENAS

### CAPITULO III

#### ACTIVIDADES REALIZADAS

- 3.1. - EXCAVACIÓN DE CALICATAS
- 3.2. - DESCRIPCIÓN DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA
- 3.3. - MUESTREO DE SUELOS
- 3.4. - TIPOS DE SUELOS
- 3.5. - ENSAYOS DE LABORATORIO
  - 3.5.1. - CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
  - 3.5.2. - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
  - 3.5.3. - LÍMITE DE CONSISTENCIA AASHTO - 89 - 60
  - 3.5.4. - PESO ESPECÍFICO
  - 3.5.5. - DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA
  - 3.5.6. - ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS
  - 3.5.7. - ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA (DPL)

### CAPITULO IV

#### ANÁLISIS DE LA CIMENTACION

- 4.1. - CAPACIDAD PORTANTE Y CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA DEL TERRENO
- 4.2. - CONDICIONES DE CIMENTACION

#### CONCLUSIONES

#### RECOMENDACIONES

#### REFERENCIAS

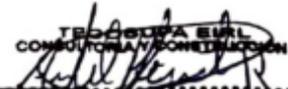
#### ANEXOS

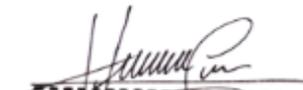
PERFILES ESTRATIGRAFICOS

ENSAYOS DE LABORATORIO

TESTIMONIO FOTOGRÁFICO

---

TECNOLOGIA SURL  
COMPUTACIONAL Y CONSTRUCCION  
  
Téc. Angel Morales Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

## CAPITULO I

### ASPECTOS GENERALES

El presente estudio ha sido realizado por el **Ing. Edgar Jimenez Saavedra**, a solicitud de Br. Edser Anderson Gonzales Castillo, con la finalidad de establecer el comportamiento de los suelos de subrasante, ubicadas en el área donde se ha proyectado la Elaboración del Proyecto: Diseño Comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector Urb. Las colinas del chira (Adus), Sullana, Piura. 2022

Así mismo para determinar la capacidad de soporte del terreno, propiedades físico mecánicas y químicas del terreno de subrasante, los diferentes tipos de suelos, la vulnerabilidad y riesgos a las que se encuentran sometidos y evitar posibles daños a la infraestructura física.

#### 1.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El área de estudio, está ubicada en los terrenos de la Urb. Las Colinas del Chira, en la Mz. AC-10 Sublote N°20 (ADUS - SULLANA), correspondiente al Distrito de Sullana, Provincia de Sullana, Departamento de Piura.

#### LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:

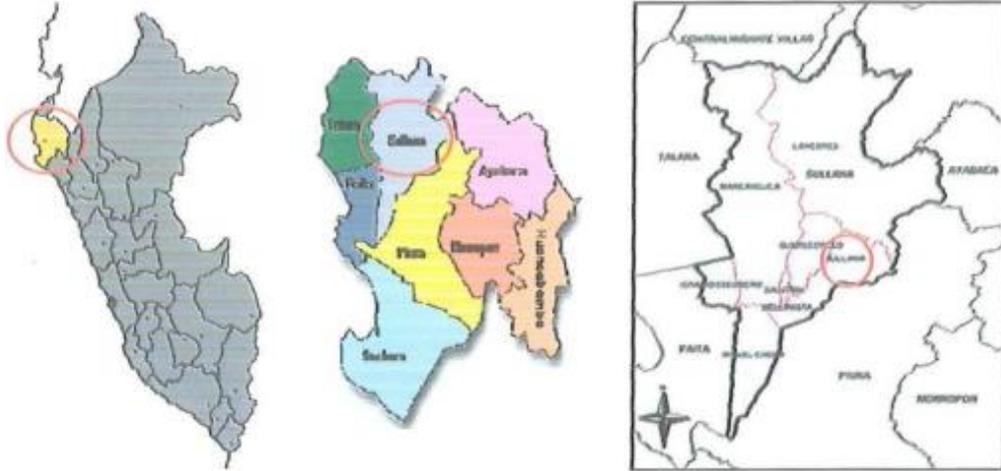
Departamento	Piura
Provincia:	Sullana
Distrito:	Sullana
Región Geográfica:	Costa (x) Sierra ( ) Selva ( )

Fuente: Elaboración Propia.

TRONCALSA SULL  
CONSULTORÍA Y PROYECTACIÓN  
Téc. Angel Moisés Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

FIGURA 1: UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO



Fuente: Google

## 1.2. -ACCESIBILIDAD

El acceso a la zona de estudio se realiza, desde Piura a través de la carretera Panamericana Norte, totalmente asfaltada, en dirección hacia la ciudad de Sullana, hasta la Urb. Las Colinas del Chira, en la Mz. AC-10 Sublote N°20 (ADUS - SULLANA), correspondiente al distrito de Sullana, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, Donde se Construirá el Edificio Multifamiliar.

## 1.3. - CONDICIONES CLIMATICAS

Las condiciones climáticas de la zona de estudio se pueden describir como las de un clima Subtropical, húmedo y árido, con características similares imperantes en las regiones subtropicales, con una precipitación pluvial anual de 250 mm.

Sin embargo, como consecuencia del Fenómeno del Niño, se producen precipitaciones pluviales

TRONCALA SUI  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION  
Téc. Angel Moisés Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

extraordinarias, con una recurrencia aproximada de 11 años, originando erosión intensa y movimiento de materiales detríticos.

#### 1.4. - VEGETACION Y FISIOGRAFIA

La vegetación se puede describir como del tipo mixto, predominando en las partes altas, algarrobos y en la parte del valle del Río Chira; por plantaciones de coco, guanábana, plátano, guabas, etc.

Los rasgos fisiográficos del área de estudio presentan un relieve suave a moderado con elevaciones de poca altitud y que conforman una cadena de cerros erosionados, constituidos por areniscas masivas, con gradación vertical a areniscas poco consolidadas de la Formación Verdón de edad Eoceno superior; asimismo existen quebradas, que en tiempos de grandes avenidas, las aguas discurren y han depositado grandes acumulaciones de agregados, que son utilizados como materiales para la construcción.

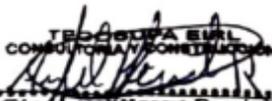
#### 1.5. - OBJETIVOS

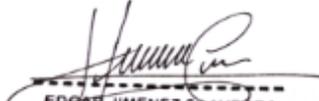
El objetivo principal es determinar las propiedades de los suelos, la capacidad portante y admisible de los diferentes tipos de terreno, donde se realizará la construcción del Edificio Multifamiliar.

#### 1.6. - METODOLOGIA DE TRABAJO

**Para la realización del presente trabajo se ha establecido el siguiente esquema:**

- o Reconocimiento del terreno con fines de programar las excavaciones.
- o Reconocimiento Geológico de áreas adyacentes.
- o Mapeo superficial del área de influencia del proyecto con fines de establecer las diferentes unidades estratigráficas correspondientes al área a estudiar y ubicación de las principales áreas críticas, desde el punto de vista de la seguridad física de la misma.
- o Trabajos de excavación, descripción de calicatas y muestreo de suelos alterados.
- o Ensayos de Penetración Dinámica Ligera (DPL).
- o Ensayos de laboratorio y obtención de Parámetros Físico mecánicos de los suelos.

TECNOLOGIA SML  
CONSTRUCCION Y RECONSTRUCCION  
  
Téc. Ana María Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985

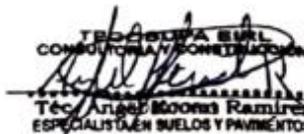
---

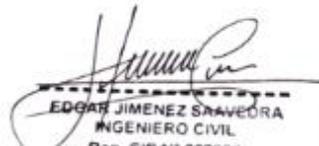
© Análisis de la Capacidad Portante y admisible de los diferentes tipos de suelos con fines de edificación.

o Redacción del informe, conclusiones y recomendaciones.

#### 1.7. - BASE TOPOGRAFICA

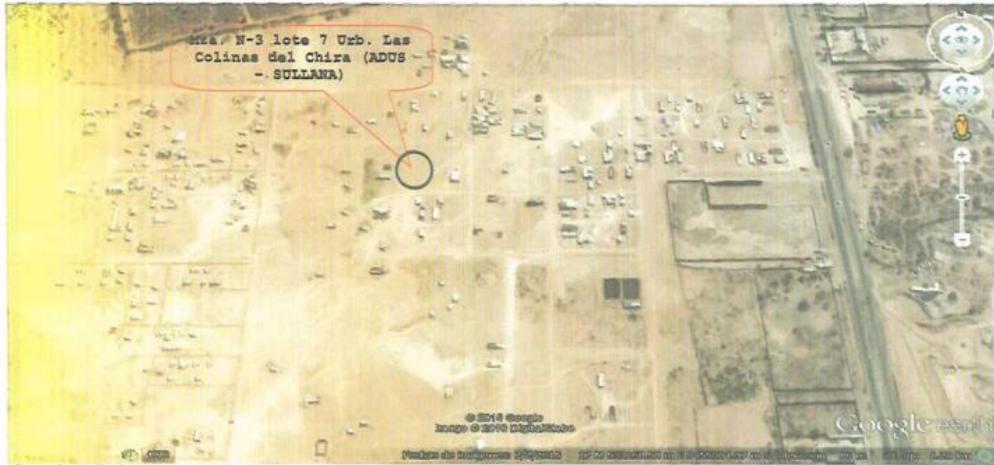
Para realizar el presente trabajo, se ha contado con el plano proporcionado por el Consorcio a escala 1:500; así mismo se contó con el plano geológico - topográfico a la escala de 1:100,000 del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET).

TECNOLOGIA S.R.L.  
CONSTRUCCION Y CONECTACION  
  
Téc. Abel Ramos Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Edgar Jiménez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985

FIGURA 2: UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO



Fuente: Google Earth.

TECNOLOGIA CIVIL  
CONSTRUCCION Y OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA  
Téc. Inge. Moisés Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

## CAPITULO II

### GEOLOGIA Y GEOTECNIA DEL AREA DE ESTUDIO

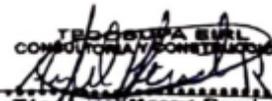
#### 2.1. -GEOLOGIA LOCAL

El área de estudio corresponde geomorfológicamente a la denominada Cuenca Para Andina, limitada al Oeste por la Cadena denominada Los Amotapes y por el Este con los contrafuertes Andinos y se caracteriza por su topografía suave con pequeñas colinas y compuestas de materiales de edad Terciaria a Cuaternaria.

Geológicamente el área está constituido por rocas de Edad Terciaria de las Formaciones Chira - Verdón caracterizadas por presentar una litología compuesta por una alternancia de lutitas y areniscas de color marrón y gris verdosa respectivamente<sup>^</sup> que conforman las pequeñas colinas que se observan a lo largo del curso inferior del Río Chira, particularmente en su margen Izquierda. Suprayaciendo a la rocas Terciarias, afloran depósitos Pleistocénicos constituidos por conglomerados y areniscas de matriz carbonatada, de resistencia media a alta; finalmente se encuentran los depósitos cuaternarios contemporáneos, caracterizados por presentar diversidad, destacando los depósitos aluviales, deluviales y eólicos en proceso de diagénesis.

El relieve de la zona es de una topografía moderada, formando colinas y depresiones por donde drenan las aguas durante la época de intensa precipitación pluvial (meses de enero a marzo).

En las excavaciones realizadas, en la parte superior se presentan material de afirmado granular tipo gravas limosas, en un espesor de 0.30m. y en la parte inferior, material de relleno de arenas limosas con algunos cascotes de ladrillo; debajo de estos depósitos superficiales se presenta suelos de arenas de grano medio a fino, poco compacto, con regular contenido de humedad. En general los suelos de Fundación, donde se ha proyectado la infraestructura del edificio multifamiliar, son de calidad regular a buena y es necesario evitar infiltraciones que alteren el comportamiento de los materiales.

TRONCALSA EIRL  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION  
  
Téc. Angel Moones Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

#### 2.1.1. - FORMACIÓN VERDUN

El Eoceno Superior aflora a lo largo de toda la margen derecha e izquierda del Río Chira y está representado por las areniscas de la Formación Verdón, que hacia el Oeste del área de estudio, descansan en disconformidad con el Grupo Talara y su contacto superiores transicional hacia la Formación Chira.

Esta Formación es reconocible por su potente espesor de areniscas masivas, con gradación vertical a areniscas poco consolidadas e intercaladas con algunos horizontes lutáceos fácilmente disgregables.

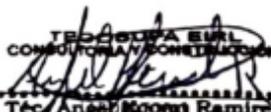
#### 2.1.2. - FORMACIÓN CHIRA

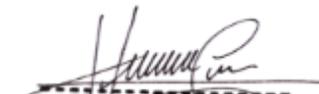
Esta formación de carácter regional aflora en mayor proporción, conformando la base de los cerros que integran los Amotapes, descansa transicionalmente sobre el Verdón y Formaciones más antiguas.

#### 2.1.3. - DEPÓSITOS CUATERNARIOS

Estos materiales in consolidados, constituyen los suelos aluviales, fluviales, deluviales, proluviales y cólicos ubicados en los valles cultivados, laderas y quebradas que discurren de los cerros hacia el valle principal.

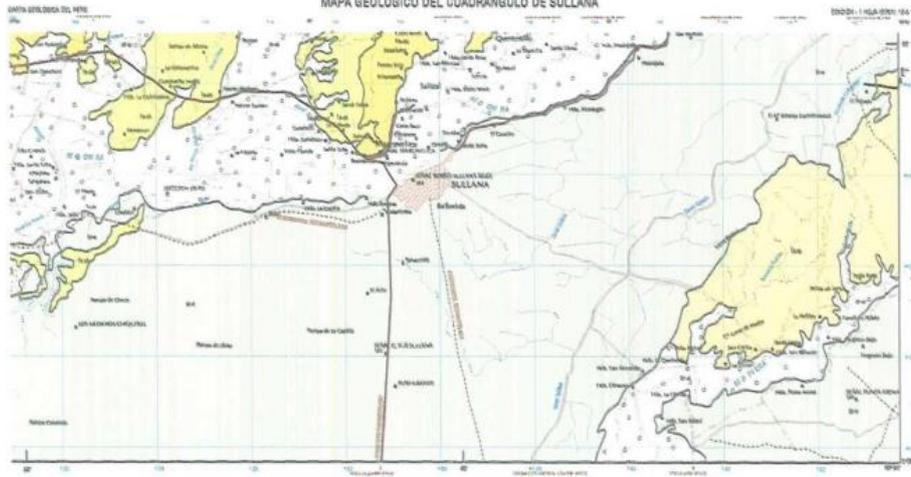
El terreno donde se construirá el Coliseo Sullana, se proyecta sobre depósitos fluvio - aluviales constituidos por arenas de grano medio a fino, mal graduadas tipo SP, poco compactadas, con horizontes de material de gravas y contenido medio de humedad.

TECNOLOGIA EIRL  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN  
  
Téc. Araceli Ramos Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

ING. Edgar Jiménez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985

FIGURAN° 03  
CUADRANGULO DEL AREA DE ESTUDIO  
MAPA GEOLOGICO DEL CUADRANGULO DE SULLANA



Fuente: INOEMMET

TECNOLOGIA SUELO  
CONSTRUCCION Y CONSERVACION  
Téc. Angel Moises Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES

Teléfono: 351045 RPM: #969935233 - ENTEL: 948554501

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Ing. Edgar Jiménez Saavedra  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: N° 227985

FIGURA N° 04  
 CUADRANGULO DEL AREA DE ESTUDIO

LEYENDA

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS	ROCAS IGNEAS	
CUATERNARIO	CUATERNARIO	RECENTE	Dip. Talca	Da	
			Dip. Altiplano mioceno	Da	
			Dip. Altiplano antiguo	Da	
		PLEISTOCENO	Talca Talca	Da	
			Talca Maipo	Da	
	TERCIARIO	PUCUCO	Fm. Tumbo Negro	Tp	
			Fm. Maipo	Tm	
		EOCENO	Fm. Chilo	Tc	
			Fm. Verde	Tv	
			Fm. Talca	Tt	
CRETACEO	SUPERIOR	Fm. Parí	Sp		
		Fm. Talcahuano	St		
		Fm. Escameros	Se		
		Fm. Jirapalca	Sj		
		Fm. Huastota	Sh		
	INFERIOR	Fm. Llaneros	Ll	Talca	Sp
		Fm. Maipo	Mi		
		Fm. Panguel	Pg		
		Fm. Chiles de Palo	Cp		
		Fm. Caro Negro	Cn		
PALEOCENO SA	SUPERIOR	Fm. Chiles de Palo	Cp	Carlo	Sp
		Fm. Caro Negro	Cn		

Fuente: INGEMMET

TEC. ANGEL RAMIREZ  
 CONSULTORIA Y CONSTRUCCION  
 Téc. Angel Moisés Ramírez  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 227985

## 2.2. - FENÓMENOS DE GEODINAMICA EXTERNA

Los procesos de Geodinámica externa, que afectan la zona de estudio están relacionados con el Fenómeno de El Niño (1,925-1,983, 1993, 1998) y los sismos (1,953 - 1,970) y debido a la topografía (accidentada), tipo de suelos y ausencia de la capa freática en la zona de pavimentos y veredas del proyecto a ejecutar, la vulnerabilidad en las zonas de estudio, específicamente, se estima de medio a alto.

## 2.3. - FENOMENOS DE GEODINAMICA INTERNA

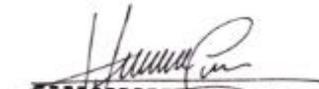
### 2.3.1. - SISMICIDAD Y RIESGO SÍSMICO

El sector del Nor-Oeste de Perú se caracteriza por su actividad Neotectónica muy tenue, particularidad de la conformación geológica de la zona; sin embargo, los Tablazos marinos demuestran considerables movimientos radiales durante el Pleistoceno, donde cada tablazo está íntimamente relacionado a levantamientos de líneas litorales, proceso que aún continúa en la actualidad por emergencia de costas.

El siguiente análisis documenta los resultados de la revisión y el análisis de sismicidad histórica, sismicidad instrumental y Neotectónica existente en el área del Proyecto.

En la evaluación del peligro sísmico del Proyecto se han efectuado los siguientes pasos:

- a) Determinar la sismicidad regional,
- b) Identificar las características sismotectónicas,
- c) Estimar la atenuación de los efectos sísmicos regionales y
- d) Estimar el sismo de diseño.

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

La evaluación del peligro sísmico se ha efectuado por medio del método probabilístico y determinístico, para finalmente proponer niveles sísmicos del movimiento máximo del suelo correspondiente al área del proyecto **"Diseño Comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector Urb. Las Colinas del Chira (Adus), Sullana, Piura, 2022"**, además, se proponen valores del coeficiente sísmico para el diseño pseudo estático.

  
TECNOLOGIA SURL  
CONSULTORIA / INGENIERÍA  
Téc. José Moisés Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

---

### 2.3.1.1. - ANTECEDENTES

A nivel mundial, el Perú es uno de los países de mayor potencial sísmico debido a que forma parte del denominado Cinturón de Fuego del Pacífico. Dentro de este contexto, la actividad sísmica está asociada al proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana y tiene su origen, en la fricción de ambas placas produciendo los sismos de mayor magnitud con relativa frecuencia y en la deformación interna de ambas placas, siendo los sismos más destructores los que se producen a niveles superficiales. Para analizar las características de los sismos ocurridos en el Perú, es necesario considerar la existencia de una base de datos que corresponde al período de sismicidad histórica (1500 - 1959) y otra al período instrumental que considera los sismos ocurridos desde el año 1960 a la fecha.

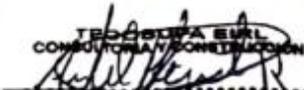
### 2.3.1.2. - HISTORIA SISMICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA

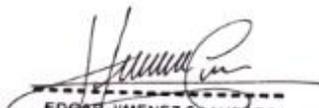
El conocimiento de la Historia Sísmica ó Sismicidad Histórica es importante pues nos proporciona la información de la actividad sísmica ocurrida en el pasado, permitiendo delinear la sismicidad de una región con un período de análisis significativamente mayor que el cubierto por la sismicidad instrumental. El parámetro utilizado en este análisis es la Intensidad.

La fuente básica de datos de intensidades sísmicas de los sismos históricos es el trabajo de Silgado (1969,1973,1978 y 1992), que describe los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú y que además tienen influencia en la zona en estudio.

Un mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú ha sido presentado por Alva Hurtado (1984). La confección de dicho mapa se ha basado en treinta isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y sismos recientes.

Basado en el trabajo de Silgado se muestra la Distribución de Isoaceleraciones para un 10% de Excedencia en 50 y 100 años. (Jorge Alva, Jorge Castillo, 1993). Cuyos mapas han sido ratificados en el último trabajo presentado por Jorge Alva y M. Escalaya en el 2005. En su publicación Actualización de Parámetros Sísmológicos en la Evaluación del Peligro Sísmico en el Perú.

  
TECNOLOGÍA CIVIL  
CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN  
Téc. Ángel Moisés Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Edgar Jiménez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CTP: N° 227985

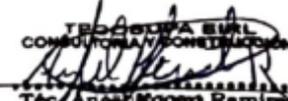
---

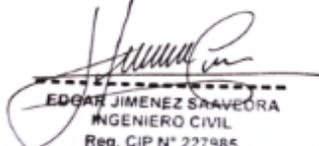
La sismicidad en el Sur-Centro del Perú, entendida por la distribución de los focos sísmicos en el espacio y en el tiempo, muestra que existen dos grupos de eventos generados en zonas bien definidas.

- > En primer lugar, la actividad asociada a la subducción, que disipa más del 95% de la energía y cuyos focos se distribuyen en una zona de Wadati-Benioff, inclinada 30° al este hasta profundidades de más de 600 Km. y sus eventos alcanzan magnitudes de 7.5+, con una frecuencia de ocurrencia alta.
- > La sismicidad coital, de profundidad superficial que se detecta en las cercanías de las fallas activas y que liberan los esfuerzos tectónicos concentrados en la corteza de los Andes y sus márgenes. Las magnitudes también alcanzan valores altos (+7), aunque la ocurrencia es relativamente baja, estos sismos son muy peligrosos y destructivos por ser superficiales.

Los datos históricos son determinados para identificar las fuentes sísmicas y estimar los parámetros sísmicos de los terremotos; estas fuentes corresponden al periodo pre-instrumental antes del año 1930.

La mayor parte de los terremotos destructivos aparecen como intra-continetales y relacionados al proceso de subducción. Estos eventos están comprendidos dentro de la dinámica del área en Estudio y de la tectónica local de la misma.

TECNOLOGIA SUR  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN  
  
Téc. Angel Moisés Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

CUADRO N° 1  
SISMOS HISTÓRICOS (MR > 72) DE LA REGIÓN

FECHA	MAGNITUD ESCALA RICHTER	HORA LOCAL	LUGAR Y CONSECUENCIAS
Jul. 09 1587	—	19:30	Sechura destruida, número de muertos no determinado
Feb.01 1645	—	...	Daños moderados en Piura
Ago. 20 1657	.. —	—	Fuertes daños en Tumbes y Corrales
Jul. 24 1912	7,6		Parte de Piura destruido
Dic. 17 1963	7,7	12:31	Fuertes daños en Tumbes y Corrales
Dic. 07 1964	7,2	04:36	Algunos daños importantes en Piura, daños en Talara y Tumbes
Dic. 09 1970	7,6	23:34	Daños en Tumbes, Zorritos, Máncora y Talara.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede concluir que el relieve del área en estudio y sus alrededores corresponden a una geomorfología y estrechamiento vinculado a los últimos procesos de levantamiento andino, producido por la subducción de la placa de Nazca, por debajo de la placa Sudamericana. Además, la historia sísmica del área en estudio (400 años), muestra que han ocurrido sismos de intensidades de VI -VII en la escala Mercalli Modificada.

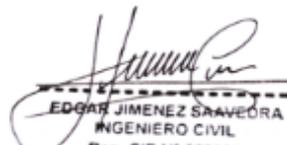
### 2.3.2. > ZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL PERÚ

Según la Norma Peruana E.030 de Diseño Sismo Resistente, el territorio nacional se considera dividido en tres zonas, según se muestra en el la Figura 05 Mapa de Zonificación Sísmica.

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 información geotectónica.

A cada zona se asigna un factor "Z" según se indica en el cuadro N° 02. Este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

TECNOLOGIA SURL  
CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN  
  
Téc. Ángel Moisés Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Edgar Jiménez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CTP: N° 227985

El valor del factor "Z" esta expresado en gals (g).

De la Norma Técnica de edificaciones E.030 para Diseño Sismo resistente se obtuvieron los parámetros del suelo en la zona de estudio:

CUADRO N° 2

FACTORES	VALORES
Parámetros de zona	zona 3
Factor de zona	$z(g) = 0.4$
Suelo Tipo	S —3
Amplificación del suelo	S = 1.2
Periodo predominante de vibración	$T_p = 0.6 \text{ seg}$
Sísmico	C = 0.60
Uso	U = 1.00

Fuente: Elaboración propia.

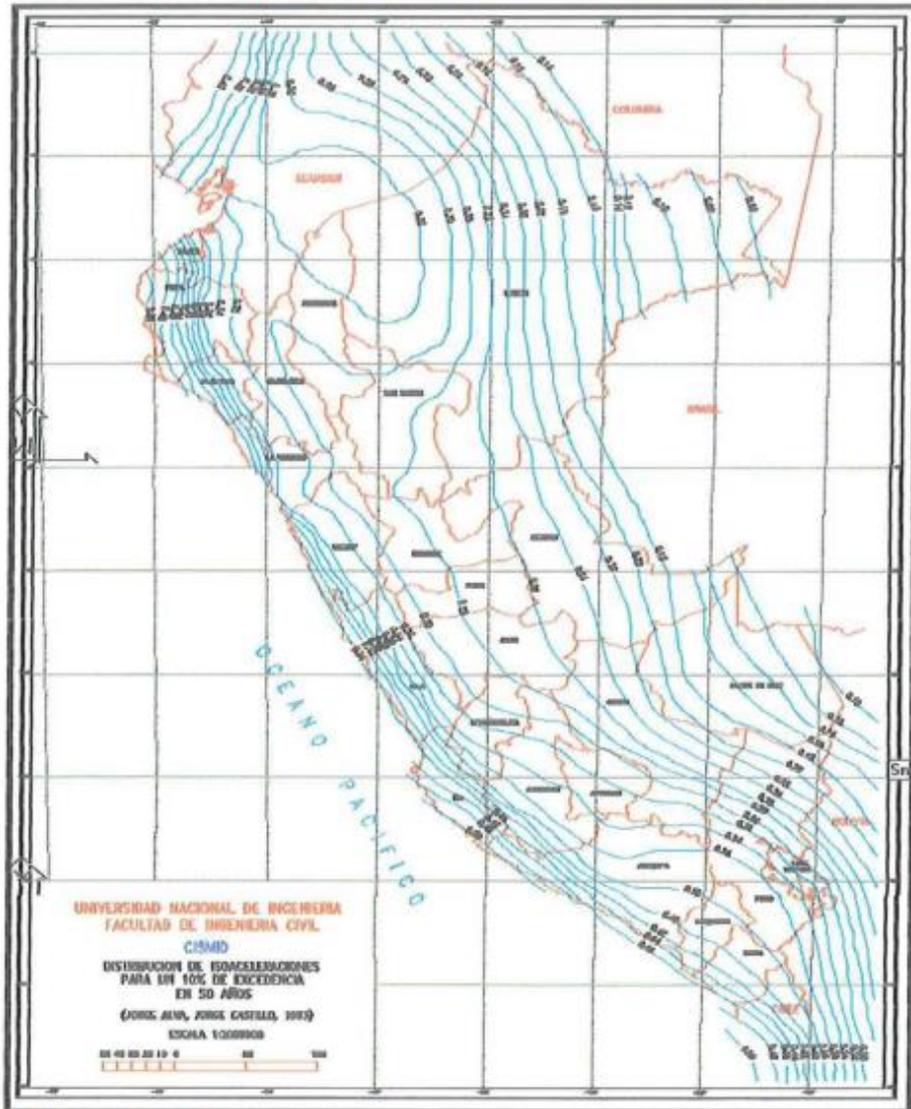
TRD ASOCIADA S.R.L.  
CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN  
Téc. Angel Moisés Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985



Edgar Jimenez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985

FIGURAN° 06  
Distribución de Isoaceleraciones para un 10% de excedencias en 50 años.



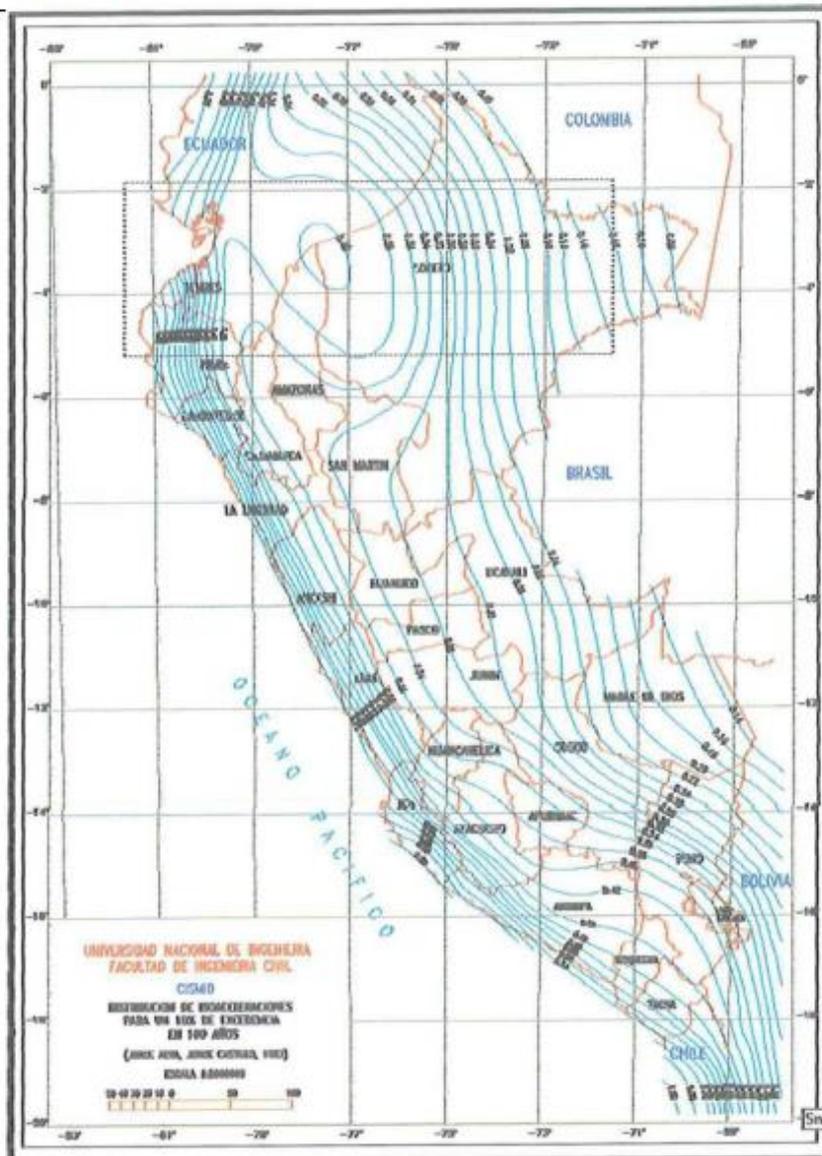
Fuente: Atva y Castillo, 1993.

FIGURA N° 07  
Distribución de Isoaceleraciones para un 10% de excedencias en 100 años

TRABAJOS EN  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION  
Téc. Anibal Gomez Ramirez  
ESPECIALISTA EN BUELOS Y PAVIMENTOS

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Edgar Jiménez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985



Fuente: AJva y CastiWo, 1993

TRONCALSA S.A.  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION  
*[Signature]*  
Téc. Angel Moisés Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

*[Signature]*  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Edgar Jimenez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985

### 2.3.3. - DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS SISMOS

La ubicación de hipocentros ha mejorado en tiempos recientes, por lo que puede considerarse los siguientes periodos en la obtención de datos sismológicos.

- 1) Antes de 1900: datos históricos descriptivos de sismos destructivos.
- 2) 1900-1963 : datos instrumentales aproximados.
- 3) 1963-1992 : datos instrumentales mas precisos.

Se debe indicar que esta información se encuentra recopilada en el catálogo sísmico del Proyecto SISRA (1985), actualizado hasta el año 1992 con los datos verificados publicados por el ISC. La Figura 08 presenta la distribución de epicentros a lo largo del territorio Nacional, elaborado en base al catálogo sísmico del Proyecto SISRA, patrocinado por el SERESIS.

Dicho mapa presenta los sismos ocurridos entre 1963 y 1992, con magnitudes en función de las ondas de cuerpo, mb. Además, se ha dibujado las diferentes profundidades focales de sismos superficiales (0-70 km), sismos intermedios (71-300 km) y sismos profundos (más de 300 km).

#### Superficiales



De 0 a 35 Kms.



De 36 a 70 Kms.

#### Intermedios



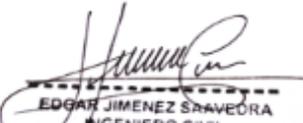
De 71 a 300 Kms.

#### Profundo



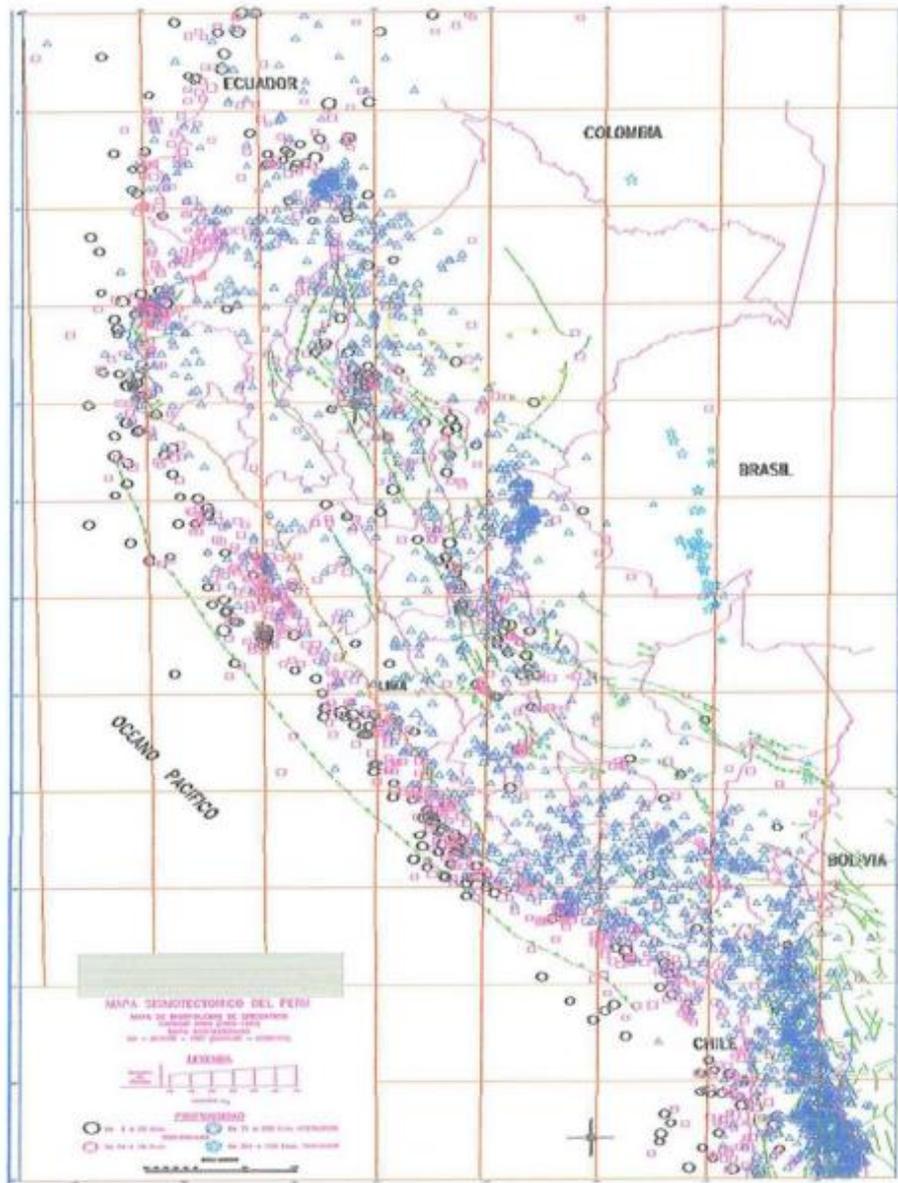
De 301 a 700 Kms.

TECNOLOGIA SUELO  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION  
  
Téc. Aracely Moones Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Edgar Jiménez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985

FIGURA N° 08  
SISMOTECTONICA DEL PERU



Fuente: Alva y Castillo, 1893.

TECNOLOGIA S.M.L.  
CONSULTORIA Y COMERCIALIZACIÓN  
*[Signature]*  
Téc. Anselmo Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

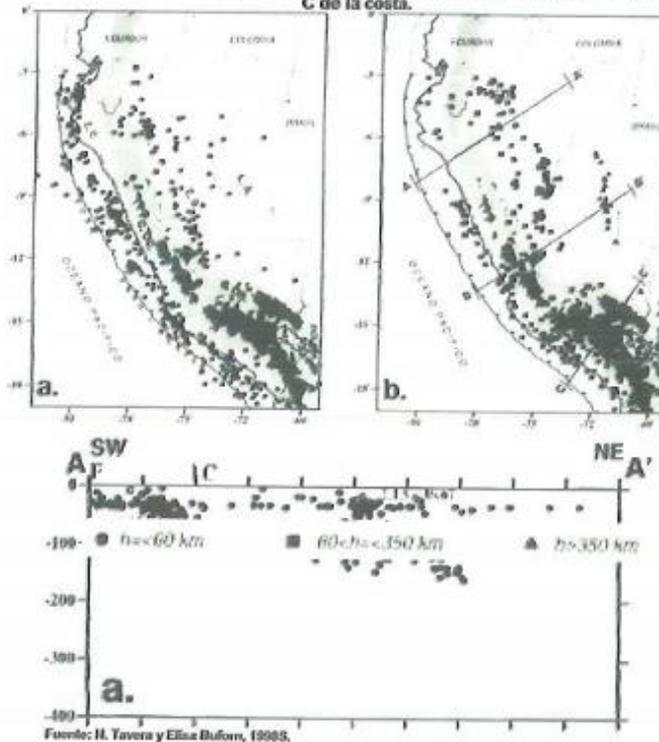
*[Signature]*  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Ing. Edgar Jiménez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985

Los sismos en el área de influencia presentan el mismo patrón general de distribución espacial que el resto del territorio peruano; es decir, la mayor actividad sísmica se concentra en el mar, paralelo a la costa. Se aprecia la subducción de la Placa de Nazca, ya que hacia el continente la profundidad focal de los sismos aumenta. También se producen sismos en el continente que son superficiales e intermedios, y que estarían relacionados a fallas existentes.

En el perfil transversal perpendicular a la costa, que pasa por el área del proyecto, se aprecia la subducción de la Placa de Nazca y los sismos. (Ver FIGURA N° 09).

**FIGURA N° 09**  
Perfil Vertical de sismicidad (mb25) F=corresponde a la localización de la línea de fosa y C de la costa.



TRONCALIA S.A.S.  
CONSTRUCCIÓN Y OBRAS DE  
Téc. Ana María Ramírez  
ESPECIALISTA EN VUELOS Y PAVIMENTOS

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

---

#### 2.3.4. - TECTÓNICA Y SISMOTECTÓNICA

##### 2.3.4.1. - TECTONISMO DE LOS ANDES PERUANOS

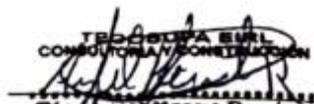
El Perú está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica que hay en la tierra, formando parte del Cinturón Circumpacífico.

Los principales rasgos tectónicos de la región occidental de Sudamérica, como son la Cordillera de los Andes y la fosa oceánica Perú-Chile, están relacionados con la alta actividad sísmica y otros fenómenos telúricos de la región, como una consecuencia de la interacción de dos placas convergentes cuya resultante más saltante precisamente es el proceso orogénico contemporáneo constituido por los Andes. La teoría que postula esta relación es la Tectónica de Placas o Tectónica Global (Isacks et al, 1968). La idea básica de la Tectónica de Placas es que la envoltura más superficial de la tierra sólida, llamada Litosfera (100 km), está dividida en varias placas rígidas que crecen a lo largo de estrechas cadenas meso-oceánicas casi lineales; dichas placas son transportadas en otra envoltura menos rígida, la Astenósfera, y son comprimidas o destruidas en los límites compresionales de interacción, donde la corteza terrestre es comprimida en cadenas montañosas o donde existen fosas marinas (Berrocal et al, 1975).

El mecanismo básico que causa el movimiento de las placas no se conoce, pero se dice que es debido a corrientes de convección o movimientos del mismo manto plástico y caliente de la tierra y también a los efectos gravitacionales y de rotación de la tierra.

Los límites o bordes de las placas raramente coinciden con las márgenes continentales, perdiendo ser de tres tipos:

- a) Según cordilleras axiales, donde las placas divergen una de otra y en donde se genera un nuevo suelo oceánico.
- b) Según las fallas de transformación a lo largo de las cuales las placas se deslizan una respecto a la otra.
- c) Según zonas de subducción, en donde las placas convergen y una de ellas se sumerge bajo el borde delantero de la suprayacente.

TECNOLOGIA ENRI  
CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN  
  
Téc. Aracely Ramos Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Edgar Jiménez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985

Se ha observado que la mayor parte de la actividad tectónica en el mundo se concentra a lo largo de los bordes de estas placas. El frotamiento mutuo de estas placas es lo que produce los terremotos, por lo que la localización de éstos delimitará los bordes de las mismas.

La margen continental occidental de Sudamérica, donde la Placa Oceánica de Nazca está siendo subducida por debajo de la Placa Continental Sudamericana, es uno de los bordes de placa mayores en la tierra.

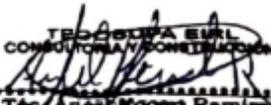
La Placa Sudamericana crece de la cadena meso-oceánica del Atlántico, avanzando hacia el noroeste con una velocidad de 2 a 3 cm por año y se encuentra con la Placa de Nazca en su extremo occidental, constituido por la costa Sudamericana del Pacífico. Por otro lado, la Placa de Nazca crece de la cadena meso-oceánica del Pacífico Oriental y avanza hacia el este con una velocidad de aproximadamente 5 a 10 cm por año, subyaciendo debajo de la Placa Sudamericana con una velocidad de convergencia de 7 a 13 cm por año (Berrocal et al, 1975).

Como resultado del encuentro de la Placa Sudamericana y la Placa de Nazca y la subducción de esta última, han sido formadas la Cadena Andina y la fosa Perú-Chile en diferentes etapas evolutivas. El continuo interaccionar de estas dos placas da origen a la mayor proporción de actividad sísmica de la región occidental de nuestro continente. La Placa de Nazca se sumerge por debajo de la frontera Perú-Brasil y noroeste de Argentina. La distribución espacial de los hipocentros confirma la subducción de la Placa de Nazca, aún cuando existe controversia debido a la ausencia sísmica entre los 300 y 500 km de profundidad (Berrocal et al, 1975).

Algunos trabajos de sismotectónica en Sudamérica han señalado ciertas discontinuidades de carácter regional, que dividen el panorama tectónico de esta región en varias provincias tectónicas. Dichas provincias están separadas por discontinuidades laterales (Berrocal, 1974) o por "zonas de transición sismotectónicas" (Deza y Carbonell, 1978), todas ellas normales a la zona de subducción o formando un ángulo grande con ésta. Estas provincias tectónicas tienen características específicas que influyen en la actividad sísmica que ocurre en cada una de ellas.

Los rasgos tectónicos superficiales más importantes en el área de estudio son: (Berrocal et al, 1975).

- o La fosa oceánica Perú-Chile.
- o La dorsal de Nazca.

TECNOLOGIA SUELO  
CONSTRUCTIVA Y FUNDACIONES  
  
Téc. Angel Moones Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Edgar Jiménez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985

- o La porción hundida de la costa al norte de la Península de Paracas, asociada con un zócalo continental más ancho.
- o La cadena de los Andes.
- o Las unidades de deformación y sus intrusiones magmáticas asociadas.
- o Sistemas regionales de fallas normales e inversas y de sobre escurrimientos.

La dorsal de Nazca tiene una influencia decisiva en la constitución tectónica de la parte occidental, donde se nota un marcado cambio en la continuidad de los otros rasgos tectónicos. En la parte oceánica, la dorsal de Nazca divide la fosa Oceánica en la fosa de Lima y la fosa de Arica.

La Cadena Andina es el rasgo tectónico más evidente. Su orogénesis es un producto de la interacción de las placas litosféricas, cuyo desarrollo está todavía vigente. La convergencia de la Placa de Nazca y la Sudamericana da como resultado una deformación dentro de la Litosfera continental.

El régimen de esfuerzo regional tectónico parece ser predominantemente compresional, normal a las líneas de la Costa y a la dirección de las Cordilleras. La parte occidental del área de estudio está constituida por varias unidades tectónicas de diferentes grados de deformabilidad, debido a su diferente litología y época de deformación. La unidad de deformación Precambriana no presenta actividad sísmica, mientras que la unidad de deformación Paleozoica presenta actividad sísmica de profundidad superficial a intermedia.

La deformación en la corteza se caracteriza por fallas inversas, de rumbo predominantemente Norte a Nor-Noroeste en los Andes, que buzcan con bajo ángulo sea al Sur-Oeste o al Nor-Este.

El sistema de fallas subandino, localizado a lo largo del flanco Oriental de los Andes, representa la parte más oriental de esta deformación de la corteza. El contacto de la unidad de deformación Supra-Terciaria con las unidades más antiguas está asociado con este sistema de fallas normales e inversas.

Otro rasgo importante en la unidad Andina lo constituyen las deposiciones volcánicas que son antiguas hacia el norte de la zona de transición; y modernas y antiguas hacia el Sur (Deza y Carbonell, 1978).

TECNOLOGIA CIVIL  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN  
Téc. Jorge Moreno Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Edgar Jiménez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985

---

### 2.3.5. - SISMO-TECTÓNICA REGIONAL

La Figura 6 presenta también el mapa sismotectónico de la región. Además de los hipocentros del catálogo sísmico del SISKa, están presentados los rasgos neotectónicos indicados por Seberier et al, (1982). Este plano constituye una representación cualitativa completa de la actividad sísmica en la región en Estudio, con representación de la magnitud y la profundidad focal de los sismos, así como las características neotectónicas.

Según el estudio de Seberier et al (1982), existe una falla a pocos kilómetros frente a la ciudad de Lima conocida como la falla de San Lorenzo, que pertenece al Cuaternario y ha sido deducida de la diferencia de comportamientos verticales entre el continente y la isla, que ha levantado el bloque Oeste. Es decir, la costa del Perú central ha estado sometida a un régimen de hundimiento durante todo el Cuaternario. De la comparación de las alturas a que se hallan los niveles holocenos, tal falla habría actuado como máximo hasta el Pleistoceno Superior y por lo tanto no tiene las características de una falla activa pese a ser reciente. El perfil batimétrico entre Callao y San Lorenzo muestra una depresión denominada El Boquerón. Es posible que este rasgo señale la traza de la mencionada falla cuya longitud se podría estimar en 30 km.

Todos los sismos en la porción oceánica corresponden a la zona de subducción, mientras que en la porción continental se incluyen los sismos de la zona de Wadatti-Bernioff, con profundidades focales mayores de 70 km y los sismos continentales que son superficiales.

Al considerar las fuentes de sismos que puedan ser significativos para las aceleraciones en el área del proyecto, es importante tener en cuenta las diferencias fundamentales en las características de atenuación asociadas con los sismos de subducción y los sismos superficiales. En general, los sismos superficiales se atenúan con mayor rapidez que los sismos de subducción.

Consecuentemente, mientras es importante considerar las fuentes de sismos de subducción, también es necesario tomaren consideración las fuentes más cercanas de sismos continentales superficiales a la zona en Estudio.

TECNOLOGÍA SURL  
CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIONES  
  
Téc. Ángel Moora Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

---

### 2.3.6. - ESTUDIO SÍSMICO PROBABILÍSTICO

El peligro sísmico puede evaluarse probabilísticamente con el método desarrollado por CornellH (1968). La primera parte del método consiste en una revisión de la actividad sísmica del pasado, para determinar las fuentes sismogénicas considerando las características tectónicas de la región. Luego se determina la recurrencia de las zonas sismogénicas y con la atenuación sísmica se calculan los valores probables de intensidades sísmicas.

#### 2.3.6.1. - FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS DEL PELIGRO SÍSMICO

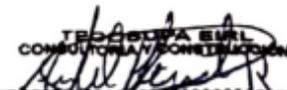
El peligro sísmico se define por la probabilidad que en un lugar determinado ocurra un movimiento

1 Cornell A. (1968), "Engineering Seismic Risk Analysis", Bulletin of the Seismological Society of America", sísmico de una intensidad igual o mayor que un cierto valor fijado. En general, se hace extensivo el término intensidad a cualquier otra característica de un sismo, tal como su magnitud, la aceleración máxima, el valor espectral de la velocidad, el valor espectral del desplazamiento del suelo, el valor medio de la intensidad Mercalli modificada u otro parámetro.

La ocurrencia de un evento sísmico es de carácter aleatorio y la Teoría de las Probabilidades es aplicable en el análisis del riesgo de su ocurrencia. Aplicando esta teoría se puede demostrar que si la ocurrencia de un evento A depende de la ocurrencia de otros eventos: E1, E2 .....En, mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos; entonces, de acuerdo al teorema de la "probabilidad total" se tiene para la probabilidad de ocurrencia de A:

$$P(A) = \sum_{i=1}^n P(A/E_i) \cdot P(E_i)$$

Donde P (A/Ei) es la probabilidad condicional que A ocurra, dado que Ei ocurra. La intensidad generalizada (I) de un sismo en el lugar fijado puede considerarse dependiente del tamaño del sismo (la magnitud o intensidad epicentral) y de la distancia al lugar de interés. Si el tamaño del sismo (S) y su localización (R) son considerados como variables aleatorias continuas y definidas por sus funciones de densidad de probabilidad, fS (s) y fR (r) respectivamente; entonces el peligro sísmico definido por la probabilidad que la intensidad I sea igual o mayor que una intensidad dada, será: P (I > i) y está dada por:

  
TECNOLOGÍA SUELO  
CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN  
Téc. Ángel Moore Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Edgar Jiménez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985

---

$$P(l > y) = \int \int P[(s,r)] f_s(s) f_R(r) ds dr$$

Esta es la expresión que resume la teoría desarrollada por Cornell en (1968) para analizar el peligro sísmico. La evaluación de esta integral es efectuada por el programa de cómputo RISK desarrollado por R. McGuire2 (1976) en el cálculo del peligro sísmico, mostrado en el más adelante.

### 2.3.6.2. - EVALUACIÓN DE FUENTES SISMOGÉNICAS

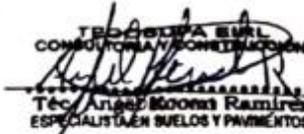
Se han utilizado las fuentes sismogénicas definidas por Alva y Castillo (1993). La determinación de estas fuentes sismogénicas se ha basado en el mapa de distribución de epicentros, así como en las características tectónicas de nuestro país. La actividad sísmica en el Perú es el resultado de la interacción de las placas Sudamericana y Nazca, y el proceso de reajuste tectónico del Aparato Andino. Esto nos permite agrupar a las Fuentes de Subducción y Fuentes Continentales.

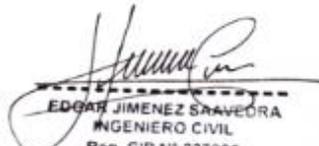
Las Fuentes de Subducción modelan la interacción de las placas Sudamericana y de Nazca. Las Fuentes Continentales están relacionadas con la actividad sísmica superficial andina. Se han presentado las fuentes como áreas, ya que no existen suficientes datos para modelar fallas como fuentes lineales en este tipo de análisis.

Las Figuras 10 y 11 presentan las fuentes sismogénicas aplicables al área en estudio. Se ha mantenido la misma nomenclatura de las zonas sismogénicas, utilizando sólo aquellas que tienen influencia en el área del estudio.

La mayor parte de los sismos ocurridos en el área considerada es producto de la interacción de las Placas de Nazca y Sudamericana. La Placa de Nazca penetra debajo de la Sudamericana a ángulos variables. La Placa de Nazca se profundiza a medida que avanza hacia el Continente, por lo que pueden distinguirse las Fuentes de Subducción Superficial F3 y F4 (ver figura 10), Fuentes de Subducción Intermedia F15, F16 y F19 (ver figura 11). Las Fuentes de Subducción Superficial, Intermedia y Profunda tienen profundidades focales promedio de 50, 120 y 600 km respectivamente.

Las fuentes F5, F6, F09 y F10 están asociadas a la sísmica regional andina y de manera particular, las fuentes F2 y F3 influyen en el comportamiento sísmico de la zona en Estudio, con profundidades focales

TRONCALA S.R.L.  
CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN  
  
Téc. Ana María Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
EDGAR JIMÉNEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Ing. DANTE ALEXANDER LLANOS CHAVEZ  
ESPECIALISTA EN GEOLOGIA, GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS  
CIP: 90309 RUC. N° 10401021260

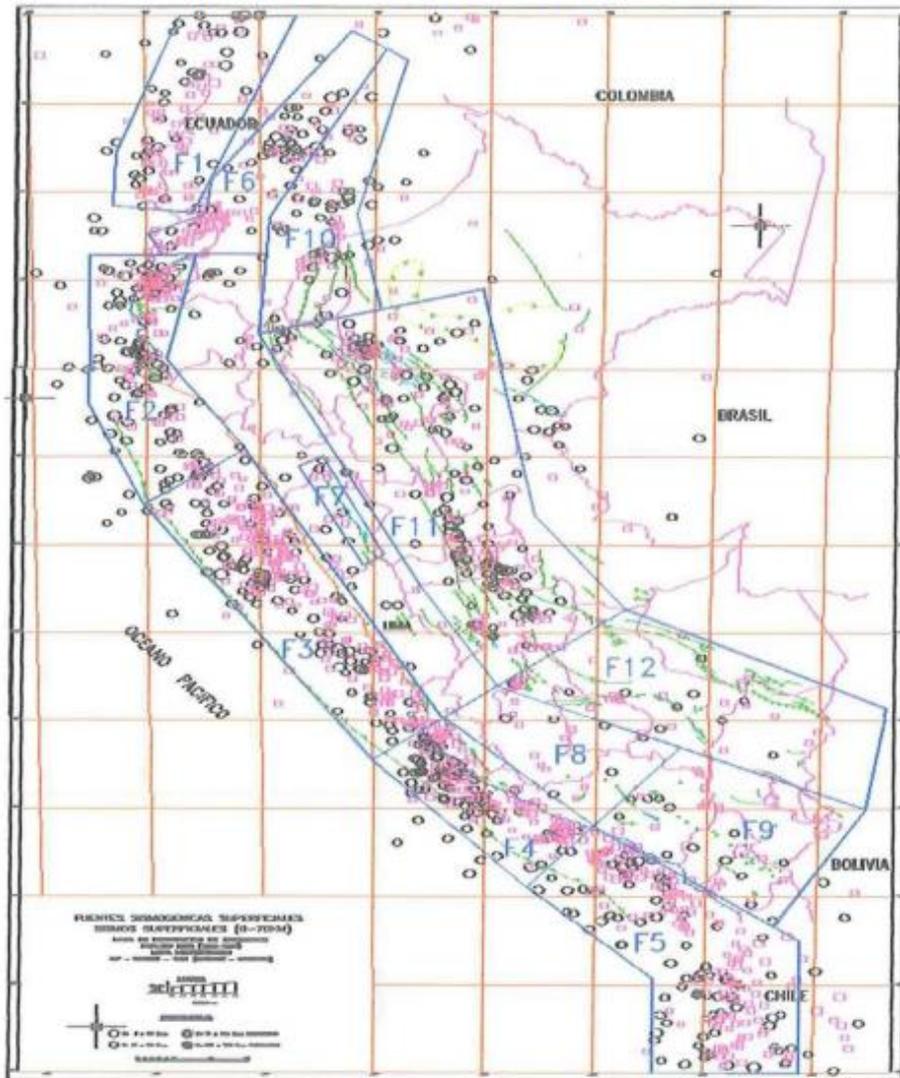
superficiales, sin estar asociadas a fallas activas.

TECNOLOGIA S.R.L.  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION  
Téc. *[Signature]*  
Téc. Andrés Ramos Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

*[Signature]*  
EDGAR JIMENEZ SRAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Ing. Edgar Jiménez Saavedra  
 INGENIERIA CIVIL  
 CIP: N° 227985

FIGURAN° 10  
 FUENTES SISMOGENICAS SUPERFICIALES Y CONTINENTALES



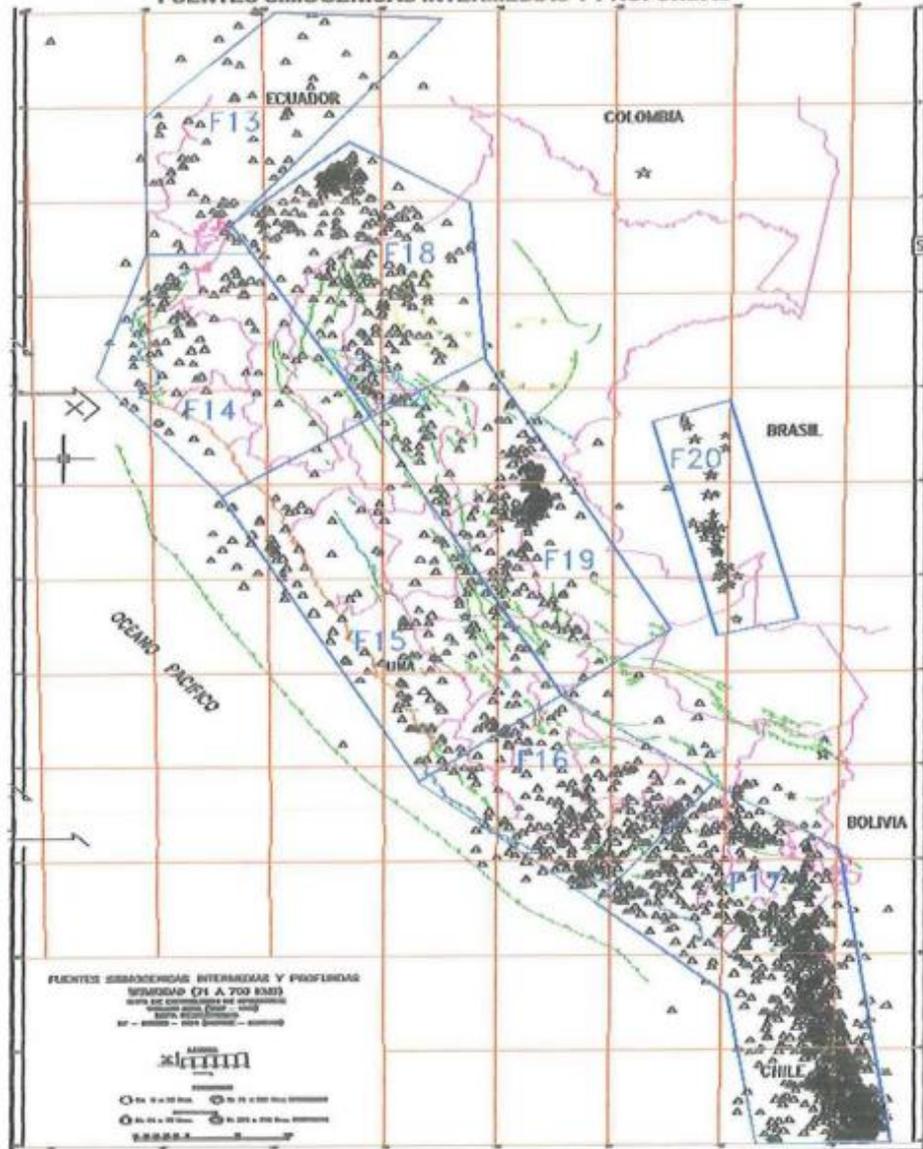
Fuente: Atva y Castigo, 1993.

  
 TERCERA EMPRESA  
 CONSULTORIA Y CONSTRUCCION  
 Téc. Ana María Ramírez  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
 EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 227985

Edgar Jiménez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985

FIGURA N°11  
FUENTES SIMOGENICAS INTERMEDIAS Y PROFUNDAS



Fuente: Atva y Castillo, 1993

TECNOLOGIA SURL  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION  
Téc. Angel Ramos Ramirez  
ESPECIALISTA EN PAVIMENTOS

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Edgar Jimenez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985

### 2.3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RECURRENCIA

---

El catálogo instrumental de sismos comienza a principios de siglo para la zona en referencia. La información existente hasta el año 1963 es incompleta, ya que no se cuenta con valores de magnitud de ondas de cuerpo, mb, y profundidad focal. Se decidió utilizar la información a partir de 1963 para la realización del análisis estadístico de recurrencia.

La recurrencia de terremotos se determina de acuerdo a la expresión de Richter3 (1958):

$$\text{Log } N - a - bM$$

Donde: N = número de sismos de magnitud M ó mayor por unidad de tiempo.

a,b = parámetros que dependen de la región.

La expresión anterior también se puede escribir como:

$$N = r_0 e^{bM}$$

Donde:  $TO = 10a$  es el número de sismos por unidad de tiempo con  $M > 0$

$$P = b \times \ln 10$$

. Los parámetros estadísticos de recurrencia para cada una de las fuentes sismogénicas se han calculado utilizando la magnitud M, definida por  $M = \max\{mb, ms\}$ . Se calculó la siguiente relación entre estas dos magnitudes, de manera de utilizar cualquiera de ellas para homogenizar la muestra de datos.

$$mb = 3.30 + 0.40 Ms \dots \text{ Ref. Alva y Castillo, 1993.}$$

En el análisis estadístico de los parámetros de recurrencia se utilizó el método de la máxima verosimilitud, considerando los datos de 1963 1992. Este método ajusta la recta al valor medio de los datos sobre la magnitud mínima de homogeneidad, incluida la máxima magnitud observada, normalizando el aporte que hacen los sismos de diferentes magnitudes. Esto hace que el valor de b refleje de mejor forma el estudio de

TECNOLOGÍA SUELO  
CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIÓN  
Téc. Anibal Ramos Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Edgar Jiménez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985

los esfuerzos de la región.

2 Elementary Seismology, Richter, Charles Francis W. IH. Freeman & Co., Inc. 1958, EUA. La tasa  $p$  es la tasa media anual de ocurrencia de eventos mayores o iguales que la magnitud mínima de homogeneidad. Para determinar la tasa  $p$  se utiliza una variación del diagrama de Gutenberg y Richter, que consiste en dibujar un número acumulativo de eventos mayores a una determinada magnitud versus el tiempo. De estos gráficos se puede determinar la magnitud mínima de homogeneidad ( $M_{min}$ ) y la  $tasap$ . La magnitud mínima de homogeneidad corresponderá al gráfico cuyo diagrama acumulativo versus tiempo muestre un comportamiento lineal monotónicamente creciente. La tasa  $p$  es la pendiente de dicha recta.

$M_{max}$  es la magnitud máxima probable que puede ser liberada como energía sísmica (McGuire, 1976). Para determinar esta magnitud se utiliza el siguiente criterio: el más grande evento que ha ocurrido en la fuente en el pasado, es el máximo sismo que se espera en el futuro.

Para determinar las profundidades representativas de los hipocentros en las zonas sismogénicas se hizo un trabajo estadístico de cálculo de frecuencias de sismos versus profundidad. El Cuadro N°3 presenta los parámetros de recurrencia utilizados para el caso de considerar las fuentes sismogénicas de las Figuras 10 y 11.

CUADRO N°3  
PARAMETROS DE RECURRENCIA DE LAS FUENTES SISMOGENICAS

FUENTE	Mmin	Mmax	BETA	TASA	PROFUNDIDAD Km
F3	3,0	8,0	1,2	7,22	30,60
F4	3,0	8,2	1,2	3,80	40,60
F5	3,0	8,2	1,2	4,70	60
F15	3,0	7,2	0,9	1,44	100
F16	3,0	7,2	1,6	3,05	115
F17	3,0	7,5	1,2	5,61	90, 125
F19	3,0	7,0	1,1	2,79	120, 160
F20	3,0	7,5	0,8	0,61	610
F8	3,0	7,0	1,3	0,82	65
F9	3,0	7,5	0,9	1,07	60
F11	3,0	7,1	1,1	8,21	40,60
F12	3,0	7,1	1,2	0,95	50

Fuente: Atva y Castillo, 1993.

TECNOLOGIA CIVIL  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION  
Téc. Ariel Soares Ramirez  
ESPECIALISTA EN BUELOS Y PAVIMENTOS

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Edgar Jimenez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985

### 2.3.8. LEY DE ATENUACIÓN

---

Se ha utilizado para los sismos de subducción la ley de atenuación de aceleraciones propuesta por Casaverde y Vargas (1980). Esta ley está basada on los registros de acelerógrafos de las componentes horizontales de diez sismos peruanos registrados en Lima y alrededores.

Es notoria la menor atenuación de los sismos peruanos en comparación con las atenuaciones de sismos en otras partes del mundo. Los sismos fueron registrados en acelerógrafos instalados en el local del Instituto Geológico en la Plaza Habich, el Instituto Geofísico, en la Avenida Arequipa; en Zárate, en la casa del Dr. Huaco, en Las Gardenias; y en La Molina, la ley es:

#### o ATENUACIÓN DE ACCELERACIONES

$$a = 68.7 e^{0.8Ms} (R + 25)^{-1.0}$$

Donde:

- a = aceleración en  $\text{cm/s}^2$
- Ms = magnitud de las ondas superficiales
- R = distancia hipocentral en km.

Es evidente que existe escasez de datos de registros de aceleraciones en el Perú. Los datos que se tienen son de la ciudad de Lima. Sin embargo, debe notarse que existe bastante dispersión en los datos de atenuación de energía sísmica con distancia hipocentral. La Figura 12 presenta la Ley de Atenuación de Aceleraciones utilizada en conjunción con las fuentes sísmogénicas de subducción superficiales.

TECNOLOGIA ENRI  
CONSEJO REGULATORIO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
  
Téc. Ángel Moisés Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

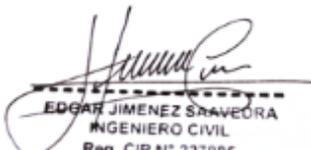
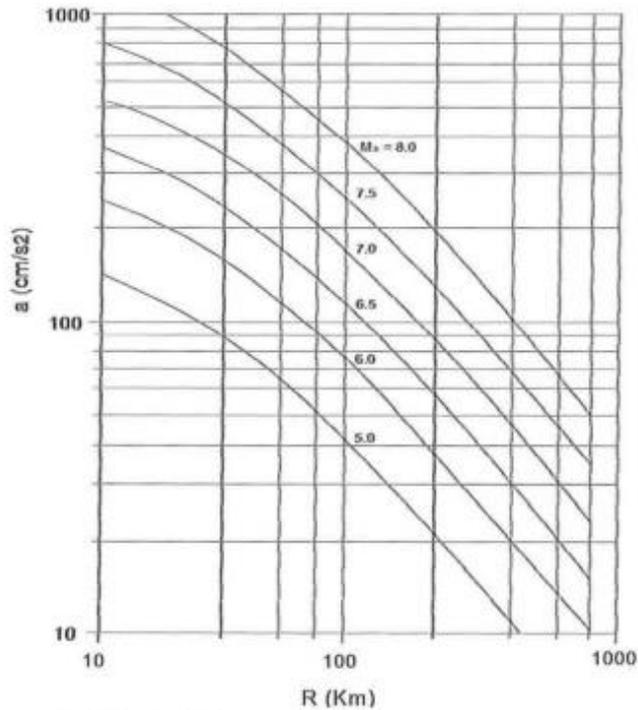
  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

FIGURA N°12  
LEY DE ATENUACIÓN PARA TERREMOTOS DE SUBDUCCIÓN



Fuente: Vargas, 1979.

$$a = 68.7 e^{0.2Ms} (R + 25)^{-1.0}$$

La Figura N°12 presenta la Ley de Atenuación de Aceleraciones utilizada en relación a las fuentes sismogénicas continentales. Para las fuentes continentales superficiales (F05 y F09) se ha utilizado la ley de atenuación de aceleraciones propuesta por R. McGuire (1974). Esta ley de atenuación fue deducida para la costa Oeste de los Estados Unidos, estando asociada a fallas continentales y su expresión es:

#### ATENUACIÓN DE ACELERACIONES

$$a = 472x 100.28Ms (R+25)^{-1.3}$$

TRONCALIA S.A.S.  
CONSTRUCTORA Y CONTRATADORA  
*[Firma]*  
Téc. Ana María Ramírez  
ESPECIALISTA EN VUELOS Y PAVIMENTOS

*[Firma]*  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Edgar Jiménez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985

que expresada en forma logarítmica resulta:

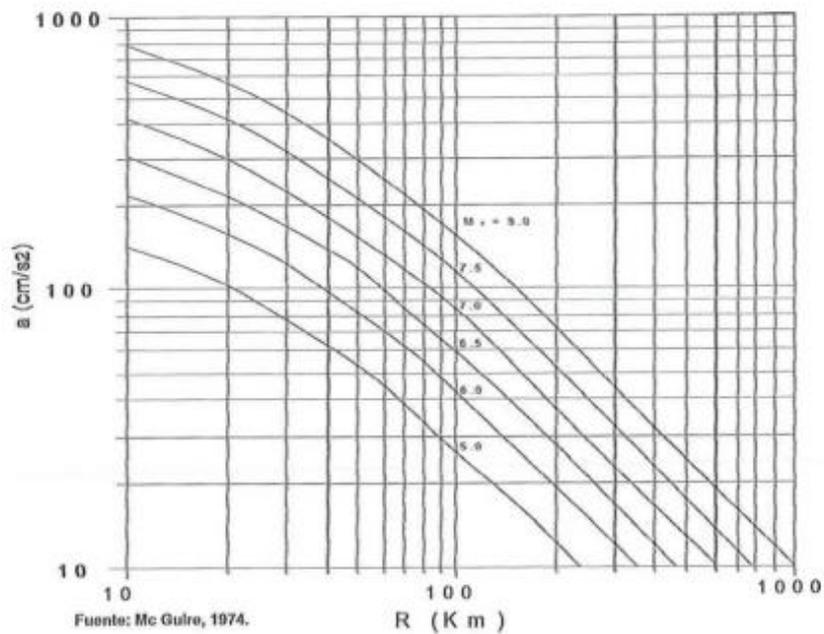
$$\ln a = 6.156 + 0.64M_s - 1.30 \ln (R+25)$$

Donde:

a = aceleración en  $\text{cm/s}^2$

$M_s$  = magnitud de las ondas superficiales R = distancia hipocentral en km.

FIGURA N°13  
LEY DE ATENUACIÓN PARA TERREMOTOS CONTINENTALES



$$a = 472 \times 100.28M_s (R+25)^{-1.3}$$

TRONCALPA S.R.L.  
CONSTRUCCIÓN Y FUNDACIÓN  
Téc. Anael Moisés Ramírez  
ESPECIALISTA EN BUELOS Y PAVIMENTOS

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

Edgar Jiménez Saavedra  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 227985

#### 2.4.-ANÁLISIS DE LICUACIÓN DE ARENAS

En suelos granulares, particularmente arenosos las vibraciones sísmicas pueden manifestarse mediante un fenómeno denominado licuefacción, el cual consiste en la pérdida momentánea de la resistencia al corte de los suelos granulares, como consecuencia de la presión de poros que se genera en el agua contenida en ellos originada por una vibración violenta. Esta pérdida de resistencia del suelo se manifiesta en grandes asentamientos que ocurren durante el sismo o inmediatamente después de éste. Sin embargo, para que un suelo granular, en presencia de un sismo, sea susceptible a licuar, debe presentar simultáneamente las características siguientes (Seed and Idriss):

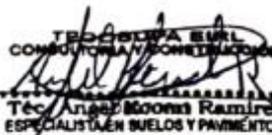
Debe estar constituido por arena fina a arena fina limosa.

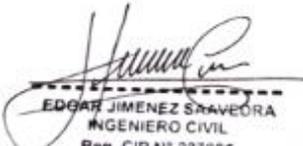
/ Debe encontrarse sumergida (capa freática).

/ Su densidad relativa debe ser baja.

f-----~ V

Se puede afirmar que el terreno de fundación en el área de estudio, se observan arenas limosas, arena mal gradada, hasta la profundidad excavada, de mediana compacidad a compacta y no habiéndose observado el nivel freático, por lo tanto, es poco probable la ocurrencia de Fenómenos de Licuación de arenas, pero se considera un mejoramiento del terreno de fundación, e

TEC. EDGAR SAAVEDRA  
COMPUTACIONAL Y CONSTRUCCIÓN  
  
Téc. Ángel Moisés Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

---

**CAPITULO III**

**ACTIVIDADES REALIZADAS**

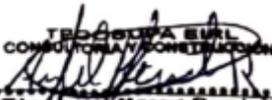
**3.1. -EXCAVACIÓN DE CALICATAS**

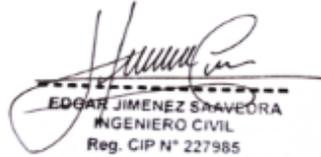
Con la finalidad de ubicar los puntos de excavación de las calicatas en el terreno, se realizó un reconocimiento de campo, determinándose la excavación de una (1) calicata, ubicada en el área a cimentar. La calicata se excavo a cielo abierto hasta la profundidad de 2.00m. en promedio.

En las calicatas excavadas, se realizó el muestreo de los horizontes estratigráficos y su correspondiente descripción. Así mismo se procedió a la obtención de muestras disturbadas para los ensayos granulométricos, peso específico, límites Atterberg, Humedad Natural, Corte directo, Compresibilidad del suelo, toma de muestras de suelos inalterados constituidos por monolitos que permitieron obtener los parámetros mediante ensayos de corte directo, consolidación unidimensional, peso volumétrico, etc. Posteriormente se realizó la descripción litológica de los diferentes horizontes.

**3.2. » DESCRIPCIÓN DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA**

Con la información obtenida mediante los análisis granulométricos, y observando el perfil estratigráfico de las calicatas, se ha establecido la siguiente columna estratigráfica:

TEC. CELIA BURL  
CONSULTORA Y CONSTRUCCIÓN  
  
Téc. Ángel Boonaa Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

CUADRO N°04  
DESCRIPCION DE LA COLUMNA ESTRATIGRAFIA DE CALICATAS  
CALICATA C-1

DE	A	DESCRIPCION LITO LOGICA
0.00	0.60	Arena mal gradada (SP) de color beige, de compacidad media a densa, con contenido ligero de humedad natural. De grano medio a fino. Presencia de carbonates.*
0.60	2.00	Arena mal gradada (SP) de color grisáceo, alterada, muy compacta, en proceso de formación tipo arenisca. Presenta pátina anaranjadiza y negruzca. Se observan oxidaciones ferruginosas. «

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. - MUESTREO DE SUELOS

La toma de muestras disturbadas se realizó para cada horizonte, así como en algunos casos de tipo compósito cuando las capas resultaban muy pequeñas en espesor. Las muestras fueron depositadas tanto en los boxees para ensayos de humedad natural como en bolsas plásticas para ensayos granulométrico, límites de Atterberg, peso específico, proctor modificado, etc.

TECNOLOGIA SUELO  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION  
Téc. Ana María Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

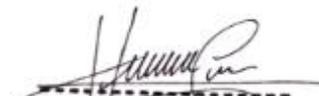
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

---

3.4. -TIPOS DE SUELOS

- a) **Arenas pobremente graduadas (SP)**. Presenta carbonates y compacidad media a densa, con contenido ligero de humedad natural.
  
- b) **Mezcla de arena limosa con arena mal gradada (SP-SM)**, de color blanquecino, de grano fino, de baja plasticidad, ligeramente húmeda, compacidad media a densa. Paredes de la calicata estables.

TECNOLOGIA S.R.L.  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION  
  
Téc. Ana María Ramos Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

## CAPITULO IV

### ANALISIS DE LA CIMENTACION

En el análisis de cimentación se debe considerar los parámetros de ángulo de rozamiento interno, compacidad del suelo, peso volumétrico, ancho del cimiento corrido y la profundidad de la cimentación. Así mismo en suelos arenosos deberá estudiarse los problemas de asentamientos relativos.

#### 4.1. - CAPACIDAD PORTANTE Y CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA DEL TERRENO

Llamada también capacidad última de carga del suelo de cimentación. Es la carga que puede soportar un suelo sin que su estabilidad sea amenazada. Para la aplicación de la capacidad portante, se aplica la teoría de Terzaghi para zapatas continuas de base rugosa en el caso de un medio friccionante o medianamente denso; también se hace extensivo para el caso de zapatas cuadradas.

Es necesario mencionar que de acuerdo a las excavaciones de calicatas y sondajes DPL se identificaron suelos del tipo: arena limosas calcáreas (SM) y arena mal gradada (SP) determinados como medianamente densos y con baja humedad natural.

A continuación, se realiza el análisis de la cimentación para diferentes profundidades teniendo en cuenta los parámetros obtenidos con el equipo de perforación DPL y los ensayos de laboratorio (Ver Cuadro de Capacidad Portante y Capacidad Admisible).

En suelos medianamente densos con valores de cohesión (C).

Para zapata continua:

$$Q_c = C \cdot N_c + 8 \cdot D \cdot N_q + 0.5 \cdot B \cdot N_q$$

Para zapata cuadrada:

$$Q_c = C \cdot N_c + 8 \cdot D \cdot N_q + 0.4 \cdot B \cdot N_q$$

Para Platea o Losa de Cimentación:

TECNOLOGIA CIVIL  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION  
Téc. Angel Morales Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

**Pi -11.98 Ncor. [1 + 0.33 (Df/B)] [Semm./25]**

**Donde:**

**Qc** = Capacidad Portante Kg/cm<sup>2</sup>

**6** = Peso volumétrico gr/cm<sup>3</sup>.

**Df** = Profundidad de cimentación (m).

**C** = Cohesión.

**Nc, N'q y N'g** = Factores de capacidad de carga

**Ncor** = N corregido para 0.30m. de penetración con SPT.

**B** = Ancho de la cimentación.

**N** = Numero de Penetración Standard

**Se** = Asentamiento

#### **CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA**

Es la capacidad admisible del terreno que se deberá usar como parámetro de diseño de la estructura. También se le conoce como "Carga de Trabajo" ó "Presión de Trabajo". (Cuadro de Capacidad Admisible).

$$Pt = Qc / Fs$$

**Donde:**

**Pt** = Presión de trabajo (kg/cm<sup>2</sup>) **Qc** = Capacidad de carga.

**Fs** = Factor de seguridad (3.0).

TECNOLOGIA CIVIL  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN  
Téc. ALBERTO RAMÍREZ RAMÍREZ  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

CUADRO N°12

TIPO DE ESTRUCTURA	Df m	B m	N	Sem.	Qc (q utt.) Kg/cm <sup>2</sup>	Pt (q adm.) Kg/cm <sup>2</sup>
PLATEA DE CIMENTACION	1.00	10.00	9	0.0250	3.34	1.11
	1.50	10.00	15	0.0250	5.65	1.89
	2.00	10.00	21	0.0250	8.05	2.68
	2.50	10.00	23	0.0250	8.95	2.98
	3.00	10.00	25	0.0250	9.87	3.29
	1.00	12.00	9	0.0250	3.32	1.11
	1.50	12.00	15	0.0250	5.61	1.77
	2.00	12.00	21	0.0250	7.96	2.65
	2.50	12.00	23	0.0250	8.83	2.94
	3.00	12.00	25	0.0250	9.73	3.24
	1.00	15.00	9	0.0250	3.31	1.10
	1.50	15.00	15	0.0250	5.57	1.86
	2.00	15.00	21	0.0250	7.88	2.63
	2.50	15.00	23	0.0250	8.72	2.91
	3.00	15.00	25	0.0250	9.58	3.19

Fuente: Elaboración propia.

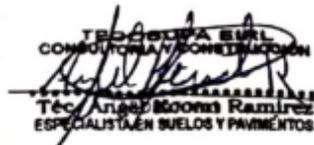
TECNOLOGIA SURL  
CONSEJORIA Y CONSULTORIA  
Téc. Angel Moisés Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

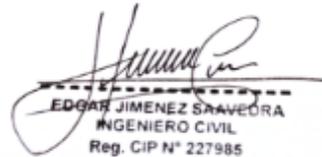
EDGAR JIMENEZ BRAVEDA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

CUADRO N°13

TOO DE ESTRUCTURA	Df m	B m	g tir/on <sup>3</sup>	c Kg/an <sup>2</sup>	f	H'c	r <sub>1</sub>	H'g	Qc Kg/cm <sup>2</sup>	Pt Kg/cm <sup>2</sup>
	1.00	1.00	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	1.53	0.51
	1.30	1.00	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	1.93	0.64
	1.50	1.00	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	2.19	0.73
	2.00	1.00	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	2.86	0.95
	2.50	1.00	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	3.52	1.17
	3.00	1.00	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	4.18	1.39
	1.00	1.30	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	1.59	0.53
	1.30	1.30	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	1.99	0.66
	1.50	1.30	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	2.25	0.75
	2.00	1.30	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	2.91	0.97
	2.50	1.30	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	3.58	1.19
	3.00	1.30	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	4.24	1.41
ZAFATAS AISLADAS	1.00	1.50	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	1.63	0.54
	1.30	1.50	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	2.03	0.68
	1.50	1.50	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	2.29	0.76
	2.00	1.50	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	2.95	0.98
	2.50	1.50	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	3.62	1.19
	3.00	1.50	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	4.28	1.43
	1.00	1.80	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	1.69	0.56
	1.30	1.80	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	2.08	0.69
	1.50	1.80	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	2.35	0.78
	2.00	1.80	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	3.01	1.00
	2.50	1.80	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	3.68	1.23
	3.00	1.80	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	4.34	1.45
	1.00	0.45	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	1.42	0.47
	1.30	0.45	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	1.82	0.61
	1.50	0.45	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	2.08	0.69
	2.00	0.45	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	2.75	0.92
	2.50	0.45	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	3.41	1.14
	3.00	0.45	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	4.07	1.36
	1.00	0.60	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	1.45	0.48
	1.30	0.60	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	1.85	0.62
	1.50	0.60	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	2.11	0.70
	2.00	0.60	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	2.78	0.93
	2.50	0.60	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	3.44	1.15
	3.00	0.60	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	4.10	1.37
	1.00	0.75	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	1.48	0.49
	1.30	0.75	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	1.88	0.63
	1.50	0.75	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	2.14	0.71
	2.00	0.75	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	2.81	0.94
	2.50	0.75	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	3.47	1.16
	3.00	0.75	1.66	0.000	30	16.0	8.0	3.0	4.13	1.38

Fuente; Elaboración propia.


  
**TRONCALVA S.R.L.**  
 CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES  
**Téc. Ángel Moisés Ramírez**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS


  
**EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 227985

#### 4.2. - CONDICIONES DE CIMENTACION

De acuerdo a los resultados de las investigaciones de campo, los ensayos de laboratorio, la clasificación de suelos, la capacidad portante, los resultados de cálculos geotécnicos y el criterio ingenieril del Consultor se concluye en las condiciones de cimentación para el edificio multifamiliar y se describe a continuación:

#### EDIFICIO MULTIFAMILIAR URB. LAS COLINAS DEL CHIRA, EN LA Mz. AC-10 SUBLOTE N°20(ADUS-SULLANA)

##### a) Descripción del suelo de cimentación.

El suelo de cimentación promedio está conformado predominantemente por arenas de grano medio a fino mal graduadas SP, de compactación media a muy densa, con bajo contenido de humedad, no influenciado por napa freática superficial.

##### b) Condiciones de cimentación.

En base a los resultados de campo y laboratorio se determinó que el sector del Edificio Multifamiliar, son terrenos relativamente estables, con ángulo de talud natural de 80° en las calicatas excavadas y de compactación relativa entre 40 - 60% en función a los valores de N del DPL.

En el Edificio Multifamiliar, se construirán estructuras superficiales a una profundidad de cimentación de 2.00m., siendo la capacidad admisible es de 0.98 kg/cm<sup>2</sup>, para zapatas aisladas de 2.00m. de lado y de 0.92 kg/cm<sup>2</sup> para cimientos corridos de 0.45m. de ancho a la misma profundidad. Para el caso de losas o plateas de cimentación de 10.00 de ancho la capacidad admisible es de 1.11 kg/cm<sup>2</sup> a la profundidad de cimentación de 1.00m.

##### c) Clasificación de los materiales de excavación.

Los suelos de arenas y arenas limosas encontrados en el subsuelo de cimentación, se clasifican como Material Común (MC), de compactación media y se puede realizar la excavación en forma manual.

TECNOLOGIA EIRL  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION  
  
Téc. Angel Moones Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

**Estabilidad de talud natural y de corte.**

Durante la excavación de las calicatas, hasta la profundidad de 3.00m., presenta bajo contenido de humedad natural y no se han presentado derrumbes de las paredes, habiéndose determinado que existen ángulos de corte natural subverticales de  $80^\circ$ , sin embargo por debajo de 2.00 m., es necesario la entibación de las zanjas según normas constructivas.

**d) Uso del material procedente de las excavaciones.**

Los suelos extraídos de las zanjas de excavación, mayormente se clasifican como arenas SP, que serán eliminados después de la cimentación de las estructuras superficiales que se han proyectado.

**i) Agresión química de los suelos al concreto.**

Los valores de los contenidos de cloruros, sulfates, sales solubles y carbonatos, son relativamente bajos, pudiéndose usar cemento tipo I en las obras auxiliares de concreto. Se han realizado los ensayos por contenido de cloruros, sulfates, sales solubles y carbonatos en el laboratorio.

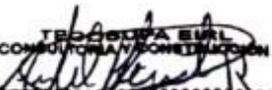
**g) Parámetros para diseño sismo - Resistente**

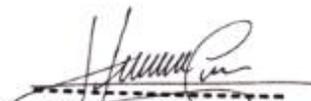
De la Norma Técnica de edificaciones E.030 para Diseño Sismorresistente se obtuvieron los parámetros del suelo en la zona de estudio:

**CUADRO N°14**

<b>Factores</b>	<b>Valores</b>
Parámetros de zona	Zona 3
Factor de zona	$Z(g) = 0.4$
Suelo Tipo amplificación del suelo	S-3
periodo predominante de vibración	$S = 1.4$
Sismico	$Tp = 0.9 \text{ seg}$
Uso	$C = 0.60$
	$U = 1.00$

Fuente: Elaboración propia.

TRONCALA S.A.S.  
CONSTRUCCIONES Y CIMENTACION  
  
Téc. Ana María Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

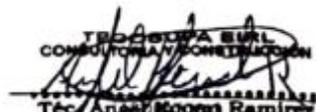
  
EDGAR JIMENEZ SOTAVEIRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

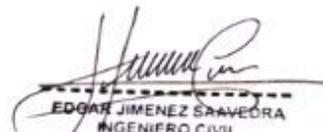
**h) Licuación de arenas**

En este sector los materiales encontrados, permite considerar como terrenos de regular estabilidad, por lo que es poco probable que ocurrirán fenómenos de licuación de arenas ante un sismo de gran magnitud, debido a que los suelos en el sector están constituidos por arenas mal graduadas SP y Arenas Limosas SM, medianamente compactas, sin presencia del nivel freático superficial, siendo los valores de N mayores de 20 hasta la referida profundidad y de acuerdo a la sismicidad de la zona no es probable la ocurrencia de sismos de grado 7 o 7.5

**i) Problemas especiales de la cimentación**

En el sector del Edificio Multifamiliar de la Mz. "N-3" Lte.7 Urb. LAS COLINAS DEL CHIRA (ADUS - SULLANA) - PIURA, los suelos están en estado medianamente compacto y no hay presencia del nivel freático, pero pueden ocurrir problemas de asentamiento en el fondo de la cimentación, por lo que deberá colocarse un sub cimiento o sub zapata de 0.20m. de espesor constituido por materiales de afirmado granular, debidamente compactado al 100% de la densidad seca máxima del proctor modificado del material a emplear.

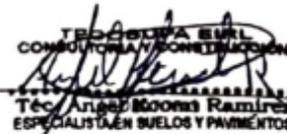
TEC. ASISTENTE EN  
CONSTRUCCIÓN Y CIMENTACIÓN  
  
Téc. Aracely Soares Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

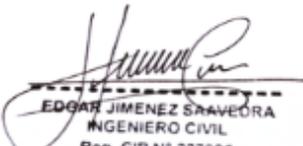
  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

---

## CONCLUSIONES

1. - El área donde se cimentará la infraestructura del Edificio Multifamiliar, se encuentra ubicada en una zona de materiales estables.
2. \* En el área del terreno donde se construirá el edificio Multifamiliar, en función a la densidad, ángulo de fricción interna ( $\gamma$ ), Cohesión ( $c$ ), grado de Compacidad, granulometría, etc. los suelos, son considerados del tipo friccionante a medianamente densos.
3. - Las condiciones de cimentación para el Edificio Multifamiliar se describe a continuación:
  - o El suelo de cimentación promedio está conformado predominantemente por arenas de grano fino, mal graduado SP, no plástico, color beige, de compacidad media a muy densa y poco contenido de humedad, no influenciado por capa freática superficial.
  - o En base a los resultados de campo y laboratorio se determinó que el sector del Edificio Multifamiliar, son terrenos relativamente estables, con ángulo de talud natural de  $80^\circ$  en las calicatas excavadas y de compacidad relativa entre 40 - 60% en función a los valores de  $N$  del DPL.
  - o En el Edificio Multifamiliar, se construirán estructuras superficiales a una profundidad de cimentación de 2.00m., siendo la capacidad admisible es de  $0.98 \text{ kg/cm}^2$ , para zapatas aisladas de 2.00m. de lado y de  $0.92 \text{ kg/cm}^2$  para cimientos corridos de 0.45m. de ancho a la misma profundidad. Para el caso de losas o plateas de cimentación de 10.00 de ancho la capacidad admisible es de  $1.11 \text{ kg/cm}^2$  a la profundidad de cimentación de 1.00m.
  - o Los suelos de arenas y arenas limosas encontrados en el subsuelo de cimentación, se clasifican como Material Común (MC).
  - o Durante la excavación de las calicatas, hasta la profundidad de 2.00m., presenta bajo contenido de humedad natural y no se han presentado derrumbes de las paredes, habiéndose determinado que existen ángulos de corte natural subverticales de  $80^\circ$ , sin embargo, por debajo de 2.00 m., es necesario la entibación de las zanjas según normas constructivas.

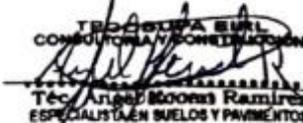
  
TECNOLOGIA S.R.L.  
CONSULTORIA Y CIMENTACIÓN  
Téc. Angel Moreno Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

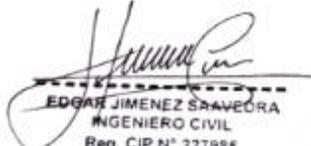
  
EDGAR JIMENEZ SRAVEDA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

- © Los suelos extraídos de las zanjas de excavación, mayormente se clasifican como arenas mal graduadas, que serán eliminados después de la cimentación de las estructuras superficiales que se han proyectado.
- o Los valores de los contenidos de cloruros, sulfates, sales solubles y carbonatos, son relativamente bajos, pudiéndose usar cemento tipo I en las obras auxiliares de concreto.
- © De la Norma Técnica de edificaciones E.030 para Diseño Sismorresistente se obtuvieron los parámetros del suelo en la zona de estudio:

<b>Factores</b>	<b>Valores</b>
<b>Parámetros de zona</b>	<b>Zona 4</b>
<b>Factor de zona</b>	<b>Z(g) = 0.4</b>
<b>Suelo Tipo</b>	<b>S —3</b>
<b>amplificación del suelo periodo</b>	<b>S = 1.4</b>
<b>predominante de vibración Sismico</b>	<b>Tp = 0.9 seg</b>
<b>Uso</b>	<b>C = 0.60</b>
	<b>U = 1.00</b>

- o En este sector los materiales encontrados, permite considerar como terrenos de regular estabilidad, por lo que es poco probable que ocurrirán fenómenos de licuación de arenas ante un sismo de gran magnitud.
- o En el sector del Edificio Multifamiliar, los suelos están en estado medianamente compacto a compacto y no hay presencia del nivel freático, pero pueden ocurrir problemas de asentamiento en el fondo de la cimentación, por lo que deberá colocarse un sub cimiento o sub zapata de 0.20m. de espesor constituido por materiales de afirmado granular, debidamente compactado al 100% de la densidad seca máxima del Proctor modificado del material a emplear.

  
 TÉCNICA SURL  
 CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN  
 T<sup>ec</sup> Angel Moreno Ramirez  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
 EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 227985

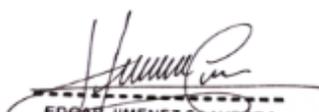
---

## RECOMENDACIONES

Para las construcciones proyectadas, las cimentaciones serán del tipo superficial de acuerdo a las características siguientes:

- a. - La profundidad mínima de cimentación medida a partir de la superficie libre del terreno, será de 1.00 m. para platea de cimentación de 10m. con capacidad admisible de 1.11 kg/cm<sup>2</sup>., 10m. de ancho. Para el caso de zapatas aisladas de 2.00m. de ancho es de 0.98 kg/cm<sup>2</sup> y para cimientos corridos de 0.45m. de ancho es de 0.92 kg/cm<sup>2</sup>.
  - b. "Es recomendable el uso de zapatas aisladas y deben estar interconectadas con vigas de cimentación.
2. - Los elementos del cimiento deberán ser diseñados de modo que la presión de contacto (carga estructural del edificio entre el área de cimentación) sea inferior ó cuando menos igual a la presión de diseño ó capacidad admisible.
  3. » El agua superficial que pudiera inundar la zona de los cimientos y del edificio mismo durante la construcción, deberá ser alejado, a fin de que su presencia no debilite la cimentación.
  4. - El contenido de sales solubles es moderado, por lo que deberá usarse cemento portland tipo I o Ms para el diseño del concreto.
  5. » Considerando que cíclicamente se presentan fuertes precipitaciones pluviales, es necesario diseñar sistemas de drenaje que eviten la infiltración de aguas y puedan originar asentamientos futuros y dañar las estructuras proyectadas.
  6. - Se recomienda cortar el material de relleno de 0.30m. De espesor en la parte superior del terreno, a fin de compactar el terreno de fundación, luego colocar 0.30 de material de afirmado.

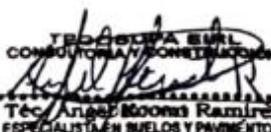
TECNICISTA CIVIL  
CONSTRUCTORA Y FUNDACION  
  
Téc. Angel Moisés Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDAMENTOS

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEORA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

7. » El material de préstamo de afirmado, debe reunir las características siguientes: Índice de plasticidad IP menor que 6%, Límite Líquido menor que 25% y Resistencia a la penetración de 0.1 " de 80 100% para los ensayos CBR. La compactación deberá realizarse mayor de 100% del Proctor Modificado del material de Base granular (balasto).

8. - Es necesario realizar las pruebas de densidad de campo, del material de afirmado para base, para comprobar la compactación.

9. - Para losa de cimentación y obras auxiliares, se deberá diseñar con materiales de agregados de la cantera Vico, Sojo y Cerro Mocho, con una dosificación de 210 kg/cm<sup>2</sup>, previa evaluación de los materiales, durante la fase constructiva.

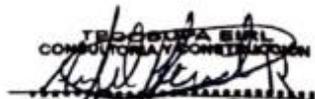
TRONCALPA S.R.L.  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCION  
  
Téc. Angel Moons Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

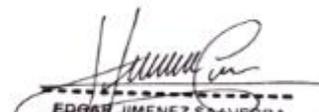
  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

---

## REFERENCIAS

- > Holmes A., (1976), Geología Física, Ediciones Omega S.A., Barcelona España
- > Lahce H., Frederic (1979), Geología Práctica, Ediciones Omega S.A., Barcelona, España
- > Mattauer M., (1976), Las Deformaciones de los Materiales de la Corteza Terrestre, Ediciones Omega S.A., Barcelona , España
- > Alfonso Rico y Hermilo del Castillo, La Ingeniería de los Suelos.
- > Silgado E. (1992), "Investigación de Sismicidad Histórica en la América del Sur en los Siglos XVI, XVII, XVIII y XIX", CONCYTEC, Lima, Perú.
- > Braja M. Das, "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica".

TECNOLOGIA SUEL  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN  
  
Téc. Angel Moisés Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

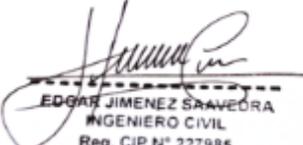
# PERFILES ESTRÁTIGRAFICOS

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

SOLICITA : Br. EDSER ANDERSON GONZALES CASTILLO  
 OBRA : DISEÑO COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERIA CONFINADA DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN EL SECTOR ADUS, SULLANA, PIURA, 2022.  
 UBICACIÓN : Mz AC-10 Sub lote N°20. Urb. LAS COLINAS DEL CI TIRA (ADUS - SULLANA)  
 MUESTRA : CALICATA - 01  
 FECHA : PIURA, MAYO DE 2022.

PROFUNDIDAD: 0.00 - 2.00m.

PROFUNDIDAD EN METROS	SUCS	ESPESOR	SIMBOLO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	OBSERVACIONES
0.00					
0.20	SP	0.60m		ARENA MAL GRADADA (SP), DE COLOR BEIGE, DE COMPACIDAD MEDIA A DENSA, CON HUMEDAD NATURAL LIGERA, DE GRANO MEDIO A FINO. PRESENCIA DE CARBONATO.	M-1
0.40					
0.60					
0.80					
1.00	SP	2.00 m		ARENA MAL GRADADA (SP) DE COLOR GRISÁCEO, ALTERADA, MUY COMPACTA EN PROCESO DE FORMACIÓN TIPO ARENISCA. PRESENTA PÁTINA ANARANJADIZO Y NEGRUZCA. SE OBSERVAN OXIDACIONES FERRUGINOSAS.	M-2
1.20					
1.40					
1.60					
1.80					
2.00					
2.20					
2.40					
2.60					
2.80					
3.00					

  
**EDGAR JIMENEZ SRAIVEORA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 227985

  
**INES MOOREN RAMIREZ**  
 TÉCNICO EN CONSTRUCCIÓN  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

# ENSAYO DE LABORATORIO

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

**ASTM D - 3080**

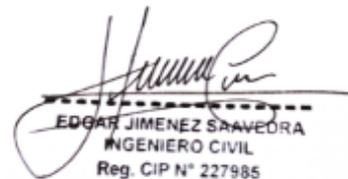
OBRA:	Diseño comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector Adus, Sullana, Piura, 2022				ING. RESP.	Edgar Jimenez Saavedra
MUESTRA:	1				TEC. RESP	Miguel Koomt
ESTRUCTURA:					HECHO POR:	Angel Koomt
MATERIAL:					FECHA:	20/05/2022

TIPO DE MUESTRA:	DISTURBADA	DENSIDAD:	1557 Kg/cm <sup>3</sup>	HUMEDAD:	24.00%
APARATO Nº: I	ANILLO Nº	VELOCIDAD:	0,0366 mm/min	ASTM	<b>GC</b>
DATOS DE ANILLO: CONSTANTE [C]=		0.0022 Kg/segmento	UN SEGMENTO [D]=		0.002 mm

HOR.DEFOR.	LECTURA AL	DEFOR. DE	DEFOR. HOR	TENSION DE	HOR.DEFOR.	LECTURA AL	DEFORM.DE	DEFORM.HOR	TENSION DE
DE ANILLO	DIAL DE	ANILLO	DE MUESTRA	CORTE	DE ANILLO	DIAL DE	ANILLO	DE MUESTRA	CORTE
Y MUESTRA	ANILLO	[2]*[D]	[1]-[3]	[2]*[C]	Y MUESTRA	ANILLO	[2]*[D]	[1]-[3]	[2]*[C]
mm	Nºsegmentos	mm	mm	Kn/m <sup>2</sup>	mm	Nº segmentos	mm	mm	KN/m <sup>2</sup>
	=	0.50		Kg/cm <sup>2</sup>		=	1.00		Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.00	0.000	0.000	<b>0.000</b>	0.00	0.00	0.000	0.000	<b>0.000</b>
0.50	37	0.074	0.426	<b>8.140</b>	0.50	59	0.118	0.382	<b>12.980</b>
1.00	65	0.130	0.870	<b>14.300</b>	1.00	89	0.178	0.822	<b>19.580</b>
1.50	94	0.188	1.312	<b>20.680</b>	1.50	141	0.282	1.218	<b>31.020</b>
2.00	117	0.234	1.766	<b>25.740</b>	2.00	193	0.386	1.614	<b>42.460</b>
3.00	159	0.318	2.682	<b>34.980</b>	3.00	243	0.486	2.514	<b>53.460</b>
4.00	180	0.360	3.640	<b>39.600</b>	4.00	271	0.542	3.458	<b>59.620</b>
5.00	192	0.384	4.616	<b>42.240</b>	5.00	289	0.578	4.422	<b>63.580</b>
6.00	192	0.384	5.616	<b>42.240</b>	6.00	284	0.568	5.432	<b>62.480</b>
7.00	190	0.380	6.620	<b>41.800</b>	7.00	280	0.560	6.440	<b>61.600</b>
	=	2.00		Kg/cm <sup>2</sup>					Kg/cm <sup>2</sup>
0.00	0.00	0.000	0.000	<b>0.000</b>					
0.50	92	0.184	0.316	<b>20.240</b>					
1.00	194	0.388	0.612	<b>42.680</b>					
1.50	263	0.566	0.934	<b>62.260</b>					
2.00	375	0.750	1.250	<b>82.500</b>	<b>ANGULO DE FRICCION Ø = 28.8 KN/m<sup>2</sup></b>				
3.00	487	0.974	2.026	<b>107.140</b>					
4.00	558	1.116	2.884	<b>122.760</b>	<b>COHESION C = 14.0 KN/m<sup>2</sup></b>				
5.00	603	1.206	3.794	<b>132.660</b>					
6.00	603	1.206	4.794	<b>132.660</b>					
7.00	558	1.116	5.884	<b>122.760</b>					

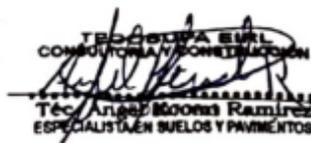
ANGULO DE FRICCION Ø = 28.8 KN/m<sup>2</sup>

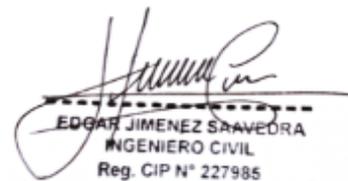
  
**Tecn. Angel Koomt Ramirez**  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 227985

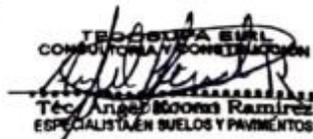


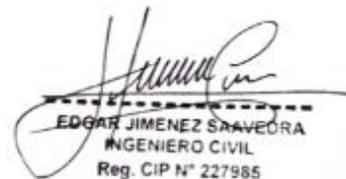
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO																					
OBRA:	Diseño comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector Adus, Sullana, Plura, 2022		ARCHIVO N°:																		
LUGAR:	Urb. Collinas del Chira Mz AC-10 sub lote N°20 (Adus-Sullana)	ING. RESP.	Edgar Jimenez Saavedra																		
MUESTRA:	2	TEC. RESP.	ANGEL KCOMT																		
PROFUNDIDAD:		FECHA :	20/05/2022																		
CIMENTACIÓN BLOQUES DE ANCLAJE EN OE - 07																					
CAPACIDAD DE CARGA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES																					
Ecuación de Terzaghi (1943) con factores de forma de Vesic (1973)																					
Fecha	20/05/2022																				
Identificación																					
Datos																					
Tipo de suelo	GC																				
IP	7.22																				
LL	25																				
Sistema de unidades	SI SI or E																				
Información de la fundación	SQ, CI, CO, or RE																				
Forma	SQ Cimentación cuadrada																				
B =	2.00 m																				
L =	1.00 m																				
Df =	2.00 m																				
Información del suelo	Carga permisible del muro																				
Parámetros de resistencia por corte general																					
c =	9.53 Kg/cm <sup>2</sup>																				
φ =	28.02 °																				
Parámetros por corte local																					
c =	6.35 Kg/cm <sup>2</sup>																				
φ =	19.53 °																				
Peso unitario y profundidad del nivel freático c/r a la superficie																					
γ =	19.95 kN/m <sup>3</sup>																				
Dwater =	1.00 m																				
Factor de seguridad	Fs = 3																				
		$q_{ult} = cN_c F_{cs} F_{cd} + q N_q F_{qs} F_{qd} + 0.5 \gamma_t B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d}$																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">TERZAGHI</th> </tr> <tr> <th>Valor</th> <th>Und</th> <th>Valor</th> <th>Und</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>q ult =</td> <td>540.71</td> <td>kPa</td> <td>5.52</td> <td>Kg/cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>q adm =</td> <td>180.24</td> <td>kPa</td> <td>1.84</td> <td>Kg/cm<sup>2</sup></td> </tr> </tbody> </table>		TERZAGHI				Valor	Und	Valor	Und	q ult =	540.71	kPa	5.52	Kg/cm <sup>2</sup>	q adm =	180.24	kPa	1.84	Kg/cm <sup>2</sup>
TERZAGHI																					
Valor	Und	Valor	Und																		
q ult =	540.71	kPa	5.52	Kg/cm <sup>2</sup>																	
q adm =	180.24	kPa	1.84	Kg/cm <sup>2</sup>																	
DONDE																					
Qu	=	Capacidad última de carga																			
q adm	=	Capacidad admisible de carga																			
FS	=	Factor de seguridad																			
y	=	Densidad natural																			
B	=	Ancho de la cimentación																			
L	=	Longitud de la cimentación																			
C	=	Cohesión																			
CARGA ADMISIBLE SEGÚN TERZAGHI		1.84 kg/cm <sup>2</sup>																			

  
 TÉCNICA SURL  
 CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN  
 Téc. Angel KCOMT Ramirez  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
 EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 227985

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO																			
OBRA:	Diseño Comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector Adus, Sullana, Piura, 2022		ARCHIVO N°:																
LUGAR:	Urb. Las colinas del Chira AC-10 Sublote N° 20 (Adus-Sullana)		ING. RESP. Edgar Jimenez Saavedra																
UBICACIÓN:			TEC. RESP. ANGEL KCOMT R.																
PROFUNDIDAD:			FECHA : 20/05/2022																
CIMENTACIÓN BLOQUES DE ANCLAJE EN OE - 07																			
CAPACIDAD DE CARGA PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES																			
Ecuación de Terzaghi (1943) con factores de forma de Vesic (1973)																			
Fecha	20/05/2022																		
Identificación																			
Datos																			
Tipo de suelo	GC																		
IP	7.25																		
LL	27.51																		
Sistema de unidades	SI SI or E																		
Información de la fundación	SQ, CI, CO, or RE																		
Forma	SQ Cimentación cuadrada																		
B =	2.00 m																		
L =	1.00 m																		
Df =	2.00 m																		
Información del suelo																			
Parámetros de resistencia por corte general																			
c =	14.00 Kg/cm <sup>2</sup>																		
φ =	25.00 °																		
Parámetros por corte local																			
c =	9.33 Kg/cm <sup>2</sup>																		
φ =	20.13 °																		
Peso unitario y profundidad del nivel freático c/a la superficie																			
γ =	20.01 kN/m <sup>3</sup>																		
Dwater =	1.00 m																		
Factor de seguridad	Fs = 3																		
		$q_{ult} = cN_c F_{cs} F_{cd} + qN_q F_{qs} F_{qd} + 0.5\gamma_r B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d}$																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">TERZAGHI</th> </tr> <tr> <th>Valor</th> <th>Und</th> <th>Valor</th> <th>Und</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>q ult =</td> <td>667.02</td> <td>kPa</td> <td>7.01</td> </tr> <tr> <td>q adm =</td> <td>229.01</td> <td>kPa</td> <td>2.34</td> </tr> </tbody> </table>		TERZAGHI				Valor	Und	Valor	Und	q ult =	667.02	kPa	7.01	q adm =	229.01	kPa	2.34
TERZAGHI																			
Valor	Und	Valor	Und																
q ult =	667.02	kPa	7.01																
q adm =	229.01	kPa	2.34																
DONDE																			
Qu	=	Capacidad última de carga																	
q adm	=	Capacidad admisible de carga																	
FS	=	Factor de seguridad																	
y	=	Densidad natural																	
B	=	Ancho de la cimentación																	
L	=	Longitud de la cimentación																	
C	=	Cohesión																	
CARGA ADMISIBLE SEGÚN TERZAGHI		2.34 kg/cm <sup>2</sup>																	


  
**TECNOLOGIA SUI**  
 CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN  
 Téc. Angel KCOMT R.  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS


  
**EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 227985

**DENSIDAD DE CAMPO (METODO CONO)**

ASTM D - 1556 AASHTO T - 191 MTC E - 114

<b>OBRA:</b>	Diseño Comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector Adus, Sullana, Plura, 2022	<b>ING. RESP.</b>	Edgar Jimenez Saavedra
<b>LUGAR:</b>	Urb. Las colinas del chira, Mz AC-10 Sublote N° 20 (Adus-Sullana)	<b>TEC. RESP.</b>	ANGEL KCOMT R.
<b>LADO:</b>		<b>HECHO POR</b>	ANGEL KCOMT R.
<b>TRAMO:</b>		<b>FECHA:</b>	20/05/2022
<b>MATERIAL:</b>		<b>OBS.</b>	

DESCRIPCION	UNIDAD				
<b>PROGRESIVA:</b>	km.				
<b>CAPA:</b>	No.	1			
<b>LADO:</b>					
<b>PROGRESIVA:</b>					
<b>REGISTRO</b>	No.	1			
1. PESO DEL FRASCO + ARENA	gr.	8445			
2. PESO DEL FRASCO + ARENA QUE QUEDA	gr.	2905			
3. PESO DE ARENA EMPLEADA (1-2)	gr.	5540			
4. PESO DE LA ARENA EN EL CONO	gr.	1905			
5. PESO DE LA ARENA EN LA EXCAVACION (3-4)	gr.	3635			
6. DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cm <sup>3</sup>	1.635			
7. VOLUMEN DE MATERIAL EXTRAIDO (5/6)	cm <sup>3</sup>	2223			
8. PESO DEL RECIPIENTE + SUELO + GRAVA	gr.	4690			
9. PESO DEL RECIPIENTE	gr.	202			
10. PESO DEL SUELO + GRAVA (8-9)	gr.	4488			
11. PESO RETENIDO EN LA MALLA 3/4"	gr.	618			
12. PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA	gr/cm <sup>3</sup>	2.540			
13. VOLUMEN DE LA GRAVA (11/12)	cm <sup>3</sup>	243			
14. PESO DEL FINO (10-11)	gr.	3870			
15. VOLUMEN DE FINO (7-13)	cm <sup>3</sup>	1980			
16. DENSIDAD HUMEDA (14/15)	gr/cm <sup>3</sup>	1.955			

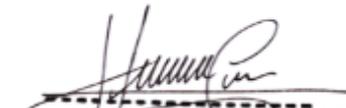
**CONTENIDO DE HUMEDAD**

PESO RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	gr.				
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.				
PESO DE AGUA (34-35)	gr.				
PESO DE RECIPIENTE	gr.				
PESO DE SUELO SECO	gr.				
CONTENIDO DE HUMEDAD SPEEDY	gr.	3.60			
17. CONTENIDO DE HUMEDAD (36/38)*100	%				

**RESULTADOS**

18. DENSIDAD HUMEDA	gr/cm <sup>3</sup>	1.955			
19. CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3.60			
20. DENSIDAD SECA	gr/cm <sup>3</sup>	1.887			
21. MAXIMA DENSIDAD SECA	gr/cm <sup>3</sup>				
22. OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%				
23. GRADO DE COMPACTACION (20/21*100)	%				

  
**TÉCNICO EN EL  
 CONTROL DE CALIDAD Y CONSTRUCCIÓN**  
 T<sup>EC</sup> Angel KCOMT R. Ramírez  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 227985

PROCTOR MODIFICADO													
NTP 339,141 ASTM D - 1557 MTC E - 116 - 1999													
<b>OBRA:</b>	Diseño comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el sector Adus, Sullana, Piura, 2022			<b>ING. RESP.</b>	Edgar Jimenez Saavedra								
<b>TRAMO:</b>				<b>TEC. RESP.</b>	Angel Kcomt								
<b>LUGAR:</b>	Urb. Las colinas del chira AC-10 Sublote N° 20 (Adus-Sullana)			<b>FECHA:</b>	16/05/2022								
<b>ESTRUCTURA:</b>	CAMINO DE ACCESO			<b>SUCS:</b>									
<b>CALICATA:</b>													
DETERMINACION DE LA DENSIDAD													
<b>MUESTRA</b>	<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>								
1. PESO MOLDE Y SUELO HUMEDO	gr	10746.00	11151.00	11272.00	11088.00								
2. PESO MOLDE	gr	6358.00	6358.00	6358.00	6358.00								
3. PESO SUELO HUMEDO (1) - (2)	gr	4388.00	4793.00	4914.00	4730.00								
4. VOLUMEN DEL MOLDE	cm	2120.00	2120.00	2120.00	2120.00								
5. DENSIDAD HUMEDA (3) / (4)	cm3	2.070	2.261	2.318	2.231								
6. DENSIDAD SECA (5) / (1+((12) / 100))	gr/cm3	2.000	2.135	2.166	2.045								
DETERMINACION DE LA HUMEDAD													
<b>DEPOSITO N°</b>	<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>								
7. PESO DE MOLDE Y SUELO HUMEDO	gr	500.00	500.00	500.00	500.00								
8. PESO DE MOLDE Y SUELO SECO	gr	483.05	472.23	467.20	458.25								
9. PESO DE MOLDE	gr	0.00	0.00	0.00	0.00								
10. PESO DE AGUA (7) - (8)	gr	16.95	27.77	32.80	41.75								
11. PESO DE SUELO SECO (8) - (9)	gr	483.05	472.23	467.20	458.25								
12. % DE HUMEDAD (10) / (11) * 100	%	3.51	5.88	7.02	9.11								
		<table border="1"> <tr> <td colspan="2">MAXIMA DENSIDAD SECA</td> </tr> <tr> <td><b>2.166</b></td> <td>gr/cm3</td> </tr> <tr> <td colspan="2">OPTIMA HUMEDAD</td> </tr> <tr> <td><b>7.04</b></td> <td>(%)</td> </tr> </table>				MAXIMA DENSIDAD SECA		<b>2.166</b>	gr/cm3	OPTIMA HUMEDAD		<b>7.04</b>	(%)
MAXIMA DENSIDAD SECA													
<b>2.166</b>	gr/cm3												
OPTIMA HUMEDAD													
<b>7.04</b>	(%)												

**TEC. OSCAR EURL**  
 CONSULTORIA Y CONSTRUCCION  
  
 Téc. Oscar Eurl Ramirez  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

**EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 227985

PROCTOR MODIFICADO					
NTP 339,141 ASTM D - 1557 MTC E - 116 - 1999					
<b>OBRA:</b>	Diseño comparativo entre el sistema aporticado y albañilería con confianza de una vivienda multifamiliar en el sector Adus, Sullana, Piura, 2022			<b>ING. RESP.</b>	Edgar Jimenez Saavedra
<b>TRAMO:</b>	Urb. Las colinas del chirra AC-10 Sublote N° 20 (Adus-Sullana)			<b>TEC. RESP.</b>	ANGEL KCOMT R.
<b>LUGAR:</b>				<b>FECHA:</b>	16/05/2022
<b>MUESTRA :</b>	1			<b>SUCS:</b>	
<b>CALICATA:</b>					
DETERMINACION DE LA DENSIDAD					
<b>MUESTRA</b>	<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1. PESO MOLDE Y SUELO HUMEDO	gr	10635.00	10988.00	11226.00	11107.00
2. PESO MOLDE	gr	6358.00	6358.00	6358.00	6358.00
3. PESO SUELO HUMEDO (1) - (2)	gr	4277.00	4630.00	4868.00	4749.00
4. VOLUMEN DEL MOLDE	cm	2120.00	2120.00	2120.00	2120.00
5. DENSIDAD HUMEDA (3) / (4)	cm3	2.017	2.184	2.296	2.240
<b>6. DENSIDAD SECA (5) / (1+(12) / 100)</b>	<b>gr/cm3</b>	<b>1.958</b>	<b>2.078</b>	<b>2.144</b>	<b>2.050</b>
DETERMINACION DE LA HUMEDAD					
<b>DEPOSITO N°</b>	<b>N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
7. PESO DE MOLDE Y SUELO HUMEDO	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
8. PESO DE MOLDE Y SUELO SECO	gr	485.25	475.74	466.94	457.58
9. PESO DE MOLDE	gr	0.00	0.00	0.00	0.00
10. PESO DE AGUA (7) - (8)	gr	14.75	24.26	33.06	42.42
11. PESO DE SUELO SECO (8) - (9)	gr	485.25	475.74	466.94	457.58
<b>12. % DE HUMEDAD (10) / (11) * 100</b>	<b>%</b>	<b>3.04</b>	<b>5.10</b>	<b>7.08</b>	<b>9.27</b>
		<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>			
		<b>2.144 gr/cm3</b>			
		<b>OPTIMA HUMEDAD</b>			
		<b>7.20 (%)</b>			

TRONCALFA EIRL  
 CONSULTORIA Y CONSTRUCCION  
  
 Téc. Angel Moora Ramirez  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 227985

**PROCTOR MODIFICADO**  
**NTP 339,141 ASTM D -1557 MTC E -116 -1999**

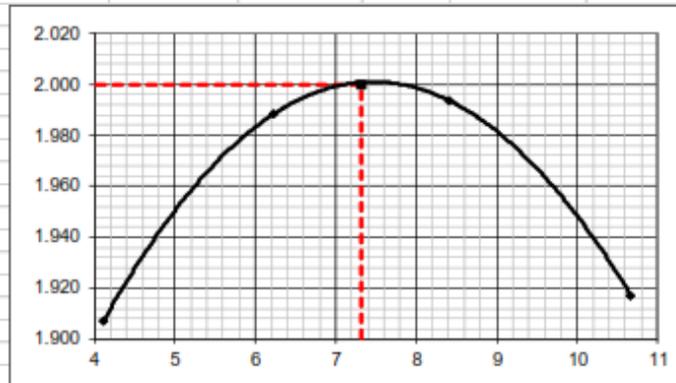
<b>OBRA:</b>	Diseño comparativo entre el sistema aporticado y albañilería con confianza de una vivienda multifamiliar en el sector Adus, Sullana, Piura, 2022	<b>ING. RESP.</b>	Edgar Jimenez Saavedra
<b>TRAMO:</b>	Urb. Las colinas del chira AC-10 Sub lote N° 20 (Adus-Sullana)	<b>TEC. RESP.</b>	ANGEL KCOMT R.
<b>LUGAR:</b>		<b>FECHA:</b>	16.05.22
<b>MUESTRA:</b>	2	<b>SUCS:</b>	
<b>CALICATA:</b>			

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

MUESTRA	N°	1	2	3	4
1. PESO MOLDE Y SUELO HUMEDO	gr	10567.00	10836.00	10940.00	10856.00
2. PESO MOLDE	gr	6358.00	6358.00	6358.00	6358.00
3. PESO SUELO HUMEDO (1) - (2)	gr	4209.00	4478.00	4582.00	4498.00
4. VOLUMEN DEL MOLDE	cm	2120.00	2120.00	2120.00	2120.00
5. DENSIDAD HUMEDA (3) / (4)	cm3	1.985	2.112	2.161	2.122
6. DENSIDAD SECA (5) / (1+((12) / 100))	gr/cm3	1.907	1.988	1.994	1.917

**DETERMINACION DE LA HUMEDAD**

DEPOSITO N°	N°	1	2	3	4
7. PESO DE MOLDE Y SUELO HUMEDO	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
8. PESO DE MOLDE Y SUELO SECO	gr	480.26	470.68	461.25	451.79
9. PESO DE MOLDE	gr	0.00	0.00	0.00	0.00
10. PESO DE AGUA (7) - (8)	gr	19.74	29.32	38.75	48.21
11. PESO DE SUELO SECO (8) - (9)	gr	480.26	470.68	461.25	451.79
12. % DE HUMEDAD (10) / (11) * 100	%	4.11	6.23	8.40	10.67



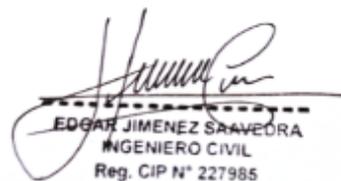
MAXIMA DENSIDAD SECA

**2.00** gr/cm<sup>3</sup>

OPTIMA HUMEDAD

**7.32** (%)

  
**TEC. ESPECIALISTA EN INGENIERIA CIVIL**  
**CONSULTORIA Y CONSTRUCCION**  
**Tec. Angel Moises Ramirez**  
**ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS**

  
**EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 227985**

## TESTIMONIO FOTOGRÁFICO

ELABORACION DE PROYECTO: "DISEÑO COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA APORTICADO Y ALBAÑILERIA CONFINADA DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN EL SECTOR ADUS, SULLANA, PIURA, 2022"



**FOTO N°01:** Vista panorámica de la zona de estudio, donde se observa los trabajos de excavación manual tipo calicata (C-1), en la cual se realizó para poder determinar el tipo de suelo, mediante muestreo y ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.

TECNOLOGIA SURL  
CONSULTORIA Y CONSTRUCCIÓN  
Téc. Angel Moreno Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL



**FOTO N°02:** Vista donde se observa al personal técnico alcanzando la profundidad de 1.25 metros en la Calicata (C-1).

TECNOLOGIA S.R.L.  
CONSEJO FOMENTO Y COMERCIALIZACIÓN  
*[Signature]*  
Téc. ~~Aracelis~~ ~~Moore~~ Ramirez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

*[Signature]*  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985



**FOTO N°03:** Vista donde se observa al personal técnico alcanzando la profundidad de 2.00 metros en la Calicata (C-1).

INGENIERIA CIVIL  
CONDUCCIÓN Y COORDINACIÓN  
Téc. *[Signature]*  
Téc. Ángel Moisés Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

*[Signature]*  
EDGAR JIMENEZ SAavedra  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985



**FOTO N°04:** Vista donde se observa al personal técnico aplicando el método del cono de arena para calcular la densidad natural del suelo, calicata (C-1)

TECNOLOGIA CIVIL  
CONDUCTORA Y CONSTRUCCION  
*[Signature]*  
Téc. Ángel Gómez Ramírez  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

*[Signature]*  
EDGAR JIMENEZ SAAVEDRA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 227985

# ANEXO. PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE VIVIENDA

