



**UNIVERSIDAD TÉCNICA AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

PROYECTO TÉCNICO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA:

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR
SOSTENIBLE EMPLEANDO MATERIALES AMIGABLES CON EL MEDIO
AMBIENTE EN LA PARROQUIA SALASACA”**

Autor: Edgar Adrián Cando Aldás

Tutor: Ing. Mg. Wladimir José Ramírez Cabrera

AMBATO - ECUADOR

Febrero - 2023

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE EMPLEANDO MATERIALES AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE EN LA PARROQUIA SALASACA”**, elaborado por el **Sr. Edgar Adrián Cando Aldás**, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1804775573, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente Proyecto Técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, febrero 2023



Ing. Mg. Wladimir José Ramírez Cabrera

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Edgar Adrián Cando Aldás**, con C.I. 1804775573, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema: **“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE EMPLEANDO MATERIALES AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE EN LA PARROQUIA SALASACA”**, así como también planos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2023



Edgar Adrián Cando Aldás

C.I. 1804775573

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, febrero 2023



Edgar Adrián Cando Aldás

C.I. 1804775573

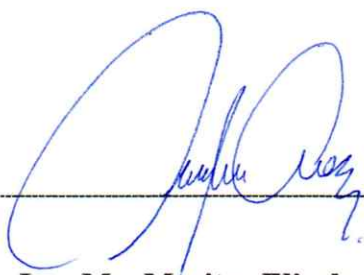
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

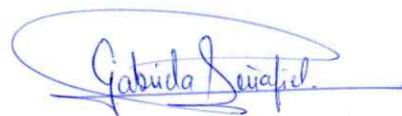
Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante **Edgar Adrián Cando Aldás**, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE EMPLEANDO MATERIALES AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE EN LA PARROQUIA SALASACA”**

Ambato, febrero 2023

Para constancia firman:



Ing. Mg. Maritza Elizabeth Ureña Aguirre
MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Mg. Lourdes Gabriela Peñafiel Valla
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por la nueva etapa que empieza en mi vida, agradezco a mis padres que siempre me apoyaron y me supieron guiar por un buen camino.

Agradezco a mis compañeros con los que compartí, gracias por su apoyo sin ellos no habría podido llegar hasta aquí.

Finalmente te agradezco mucho María Fernanda por todo el tiempo que compartimos siendo estudiantes, gracias por toda la ayuda brindada y por tu apoyo incondicional. Te amo.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPITULO I	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes investigativos	1
1.2 Tema del trabajo experimental	1
1.3 Antecedentes	1
1.4 Justificación	3
1.5 Fundamentación teórica	4
1.5.1 Generalidades	4
1.5.2 Vivienda sostenible	4
1.5.3 Materiales sostenibles.....	5
1.5.4 Edificación de adobe	7
1.5.5 Elementos estructurales	7
1.5.5.1 Cimentación	7

1.5.5.2	Sobrecimientos	7
1.5.5.3	Muro portante de adobe	8
1.5.5.4	Viga collar	8
1.5.5.5	Entrepisos	9
1.5.5.6	Techos	9
1.5.5.7	Arriostres	10
1.5.5.8	Refuerzo transversal y longitudinal	10
1.5.6	Cálculos de diseño	10
1.5.6.1	Prediseño	10
1.5.7	Peligrosidad sísmica	11
1.5.8	Diseño sismorresistente	13
1.5.9	Importancia de la ubicación	14
1.5.10	Diseño geométrico	14
1.5.11	Ensayo de Penetración Estándar	15
1.5.12	ETABS (Software estructural)	15
1.6	OBJETIVOS	16
1.6.1	Objetivo General	16
1.6.2	Objetivos Específicos	16
CAPITULO II		17
MARCO METODOLOGICO		17
2.1	Ubicación	17
2.2	Equipos y materiales	18
2.2.1	Materiales	18
2.2.2	Equipos	18
2.3	Tipo de investigación	18

2.3.1	Enfoque	18
2.3.2	Modalidad de investigación.....	19
2.3.2.1	Investigación experimental.....	19
2.3.2.2	Investigación bibliográfica	19
2.4	Hipótesis	19
2.5	Población o muestra:	19
2.5.1	Población.....	19
2.5.2	Muestra.....	20
2.6	Recolección de información:.....	20
2.7	Diseño de la investigación.....	20
2.8	Procesamiento de la información	20
2.8.1	Procedimiento del ensayo SPT	21
2.8.2	Ensayos de límites de Atterberg	21
2.8.3	Capacidad portante de suelo y velocidad de onda.....	22
2.8.4	Prediseño.....	23
2.8.4.1	Criterios para el dimensionamiento	23
2.8.4.2	Bloque de adobe	25
2.8.4.3	Cimiento y sobrecimiento.....	26
2.8.4.4	Muros portantes.....	27
2.8.4.5	Viga collar.....	31
2.8.4.6	Diseño del techo	31
2.8.5	Cuantificación de cargas.....	32
2.8.6	Modelado de la estructura de adobe	36
CAPITULO III.....		38
ANÁLISIS DE RESULTADOS		38

3.1	Estudio geotécnico	38
3.1.1	Ensayo Límite Líquido (LL%)	38
3.1.2	Ensayo Límite Plástico (LP%).....	41
3.1.3	Ensayo Penetración Estándar (SPT)	45
3.1.3.1	Determinación de la capacidad portante admisible del suelo.....	45
3.1.4	Análisis de los criterios para el dimensionamiento	45
3.1.5	Análisis de la carga sísmica.....	48
3.2	Modelación estructural en ETABS	49
3.2.1	Definición del espectro de respuesta sísmica.....	50
3.2.2	Definición del cortante basal estático	50
3.3	Análisis del comportamiento de los elementos estructurales de la vivienda	51
3.3.1	Análisis de la cimentación.....	51
3.3.2	Análisis de los muros.....	53
3.3.3	Comprobación por cargas verticales y horizontales de muros	53
3.3.3.1	Cargas verticales.....	53
3.3.3.2	Cargas horizontales	54
3.4	Análisis de resultados ETABS	58
3.4.1	Periodo de vibración.....	58
3.4.2	Torsión en planta.....	59
3.4.3	Derivas de piso	61
CAPÍTULO IV		64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		64
4.1	Conclusiones	64
4.2	Recomendaciones.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		66

ANEXOS	72
FOTOGRAFÍAS	72
PRESUPUESTO	73
PLANOS	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Factor de uso (U) y densidad según tipo de edificación	27
Tabla 2.	Factor de suelo (S).....	28
Tabla 3.	Coefficiente sísmico por zona sísmica.....	29
Tabla 4.	Detalle de carga viva	32
Tabla 5.	Peso de la celosía (madera de eucalipto) [32].....	32
Tabla 6.	Peso Muros.....	33
Tabla 7.	Peso Techo	34
Tabla 8.	Peso de la cimentación	34
Tabla 9.	Peso Total de la estructura.....	34
Tabla 10.	Coefficiente R para sistemas estructurales de ductilidad limitada.....	35
Tabla 11.	Propiedades físicas del adobe	36
Tabla 12.	Propiedades de la madera	37
Tabla 13.	Determinación Límite Líquido Muestra 1	38
Tabla 14.	Determinación Límite Líquido Muestra 2	39
Tabla 15.	Determinación Límite Líquido Muestra 3	40
Tabla 16.	Determinación Límite Plástico Muestra 1	41
Tabla 17.	Determinación Límite Plástico Muestra 2	42
Tabla 18.	Determinación Límite Plástico Muestra 3	43
Tabla 19.	Cálculos Ensayo SPT	45
Tabla 20.	Resumen de longitudes geométricas.....	47
Tabla 21.	Datos para el cálculo del espectro de diseño.....	48
Tabla 22.	Verificación de la Cimentación	52
Tabla 23.	Cálculo aproximado de muros	53
Tabla 24.	Resistencia a cargas verticales.....	54

Tabla 25.	Esfuerzos producidos por cargas laterales y verticales	55
Tabla 26.	Esfuerzos producidos en cada muro por cargas laterales y verticales en el X	56
Tabla 27.	Esfuerzos producidos en cada muro por cargas laterales y verticales en el Y	57
Tabla 28.	Período fundamental método 2	58
Tabla 29.	Verificación del periodo fundamental de la estructura	59
Tabla 30.	Factores de participación	59
Tabla 31.	Valores de ΔM máximos, expresados como fracción de la altura de piso.....	61
Tabla 32.	Límites para desplazamiento lateral de entrepiso	61
Tabla 33.	Derivas Inelásticas.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Vivienda sostenible de adobe	5
Figura 2.	Tierra reforzada de adobe	6
Figura 3.	Ejemplo esquemático de una viga collar	9
Figura 4.	Modelo geodinámico de Ecuador y sus placas asociadas	12
Figura 5.	Lugares inadecuados para construir.....	14
Figura 6.	Ubicación del sector Kinlly Urku.	17
Figura 7.	Límites Geométricos de muros y vanos.....	24
Figura 8.	Dimensión del bloque de adobe.....	25
Figura 9.	Detalle de cimentación	26
Figura 10.	Vista en planta - Distribución de muros	28
Figura 11.	Compresión diagonal o tracción indirecta:	29
Figura 12.	Refuerzo de carrizo para muros de adobe.....	30
Figura 13.	Viga collar para muros de adobe reforzado	31
Figura 14.	Detalle de cubierta de teja	32
Figura 15.	Vista en planta.....	33
Figura 16.	Vista Frontal.....	33
Figura 17.	Tipos de suelo según Límite Líquido % vs Índice Plástico%.	44
Figura 18.	Espectros de respuesta.....	49
Figura 19.	Espectro de respuesta sísmica NEC 2015	50
Figura 20.	Coefficiente de Corte Basal Espectro NEC-2015 dirección X.....	51
Figura 21.	Coefficiente de Corte Basal Espectro NEC-2015 dirección Y	51
Figura 22.	Área de cimentación.....	52
Figura 23.	Muros y área colaborante en el eje X ante fuerza sísmica horizontal.....	56
Figura 24.	Muros y área colaborante en el eje Y ante fuerza sísmica horizontal.....	57

Figura 25.	Modelación inicial.....	60
Figura 26.	Primer modo de vibración	60
Figura 27.	Segundo modo de vibración	61
Figura 28.	Derivas Inelásticas.....	62

RESUMEN

Con el fin de disminuir la contaminación ambiental generada por la producción de los materiales tradicionales empleados en la construcción, el presente trabajo tiene como objetivo diseñar estructuralmente una vivienda unifamiliar empleando materiales amigables con el medio ambiente específicamente de tierra reforzada y materiales de la zona.

Se realizó un estudio geotécnico en el lugar donde aplica el diseño de construcción mediante el ensayo SPT, obteniendo muestras de suelo que al ser analizadas mediante los ensayos correspondientes como: Límite líquido, límite plástico y granulometría, con lo que se conoció la calidad del terreno y tipo de suelo. En base a los datos obtenidos con los ensayos realizados se procedió a determinar la capacidad portante admisible del suelo.

Posteriormente después del análisis de las normas indicadas para el diseño: Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada, se determinó la geometría de la vivienda unifamiliar, las dimensiones de los muros, vanos, altura de piso, cimiento y sobrecimiento.

El modelamiento de la vivienda unifamiliar se realizó utilizando un software de diseño, donde se comprobó que la vivienda cumple con los parámetros especificados en la Norma NEC-SE-DS 2015.

Finalmente se elaboró los planos estructurales de la vivienda y se calculó el presupuesto de la misma.

Palabras clave: Vivienda unifamiliar, Vivienda sostenible, Adobe, Tierra reforzada, Sismorresistente, Desempeño estructural.

ABSTRACT

In order to reduce environmental pollution generated by the production of traditional materials used in construction, this paper aims to structurally design a single-family home using environmentally friendly materials, specifically reinforced earth and local materials.

A geotechnical study was carried out in the place where the construction design is applied through the SPT test, obtaining soil samples that, when analyzed through the corresponding tests such as: Liquid limit, plastic limit and granulometry, with which the quality of the land was known. and type of soil. Based on the data obtained from the tests carried out, the allowable bearing capacity of the soil was determined.

After the analysis of the norms indicated for the design: Norm E.080 Design and construction with subsequent reinforced earth, the geometry of the single-family home, the dimensions of the walls, openings, floor height, foundation and over-foundation will be modified.

The modeling of the single-family home was carried out using design software, where it was verified that the home complies with the parameters specified in the NEC-SE-DS 2015 Standard.

Finally, the structural plans of the house were prepared and its budget was calculated.

Keywords: single-family home, sustainable housing, adobe, reinforced earth, earthquake resistant, structural performance.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

1.2 Tema del trabajo experimental

“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE EMPLEANDO MATERIALES AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE EN LA PARROQUIA SALASACA”

1.3 Antecedentes

Desde hace tiempo el uso del acero, cemento, concreto y otros materiales han sido los más utilizados en la construcción de edificaciones; sin embargo, la obtención de estos materiales tradicionales provoca un impacto negativo al medio ambiente, puesto que, durante su proceso de producción se realizan una serie de actividades que provocan distintos tipos de contaminación, siendo una de estas la contaminación atmosférica y el gran consumo de energía que se necesita para su fabricación.

Por tal motivo se busca promover el uso de materiales amigables con el medio ambiente en la construcción de edificaciones, ya que son renovables y no generan ningún tipo de contaminación, además de que su producción resulta más económica.

Orjuela [1], en su investigación al respecto de la construcción de edificaciones sostenibles cómo una alternativa para programas de interés social establece las siguientes conclusiones principales:

- El uso de materiales no convencionales en la construcción de edificaciones proporciona condiciones seguras en los sistemas estructurales antes los movimientos sísmicos.
- La ventaja principal de las edificaciones sostenibles es disminuir el ahorro de energía, por tanto, la construcción de este tipo de edificaciones resulta más económica.
- Según las estadísticas y los estudios realizados en esta monografía, muestran que, por cada metro cuadrado de una construcción tradicional, existe hasta 120

kg de residuos, en comparación de las viviendas construidas con tecnologías sostenibles, que tan solo producen el 25% de residuos por construcción, logrando así generar un menor impacto ambiental.

Si bien es cierto que dentro de la categoría de materiales sostenibles existe una diversidad de alternativas; las cuales van desde madera, bambú, hasta residuos reciclados de caucho, agregados producto de demoliciones, vidrio reciclado e inclusive fibras naturales como algodón, corcho, coco, cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña de azúcar, etc., es muy poco lo que se conoce a nivel nacional sobre el diseño y construcción de viviendas sismorresistentes utilizando tierra reforzada, caso contrario a lo que sucede en países vecinos como Perú, en donde el tema se encuentra más desarrollado, al punto de que se puede encontrar como guía la Norma Técnica Peruana E.080 para el diseño y construcción con tierra reforzada.

La Norma Técnica Peruana E.080 se basa en el hecho de que las construcciones con tierra reforzada existentes tradicionalmente han presentado un deficiente comportamiento sísmico, ya que presentan un elevado peso y una baja resistencia, lo que a largo plazo se ha traducido en considerables pérdidas económicas y humanas. Por lo que, recopila una serie de criterios a considerar para el diseño y construcción con este material, de modo que los pilares fundamentales sean la resistencia, estabilidad y desempeño [2], [3].

Precisamente, Grados [4] desarrolló su trabajo de titulación, tomando como fundamento el hecho de que en el Perú el 47% de sus viviendas se han construido de manera artesanal a pesar la alta actividad sísmica que enfrentan en su territorio, algo en común con el Ecuador. Por lo que, con base en la norma anteriormente mencionada diseñó una edificación sismorresistente de un piso de tierra reforzada en el Centro Poblado Rinconada de Parihuana - Frías. Dejando de manifiesto la importancia de seguir y respetar los requisitos y criterios técnicos estipulados en la normativa de diseño vigente, así como de la realización de los respectivos estudios de mecánica de suelos, para obtener datos certeros de parámetros tales como resistencia del terreno, que permitan obtener un diseño con resultados confiables.

Por otro lado, al hablar de funcionalidad Kumar [5] indica en su artículo, que las edificaciones en tiempos modernos deben estar hechas para brindar un mejor servicio y

lograr mejorar nuestras vidas durante muchos años sin que se presenten fallas en su vida útil, optimizando el área de piso, sin necesidad de crecer del área de terreno de construcción y de esta forma poder conseguir un ahorro de dinero considerable. Como parte de esto surge también la necesidad de utilizar softwares de diseño y análisis, con el fin de ahorrar tiempo y de esta forma realizar el trabajo de construcción lo antes posible, con valores lo más exactos posibles.

En ese contexto, Abdullah et al. [6] mencionan que existen algunas diferencias entre un cálculo manual y un cálculo mediante un software, siendo la principal diferencia el hecho de que un cálculo manual es un sistema de análisis bidimensional, mientras que un software de diseño muestra un análisis tridimensional, por lo cual indican que debe existir una diferencia significativa entre ambos sistemas.

1.4 Justificación

El cantón Pelileo que forma parte de la parroquia Salasaca en la provincia de Tungurahua, se encuentra ubicado en la zona V reconocida por su alta peligrosidad sísmica, tanto así que es la segunda más activa del país, sólo después de la región costera. Precisamente, Pelileo tiene antecedentes de importantes eventos telúricos; sin embargo, uno de los más devastadores que aún vive en la memoria de sus habitantes fue el ocurrido el 5 de agosto de 1949 que destruyó completamente su entorno, dejando varios terrenos desaparecidos, grietas en el suelo y cambios permanentes en el paisaje [7].

Es así que en pleno conocimiento de la peligrosidad sísmica que enfrenta el cantón de Pelileo, en el año 2015 el entonces alcalde del cantón, el Dr. Manuel Caizabanda, firmó un convenio con la Escuela Politécnica Nacional (EPN) con el objetivo principal de construir edificaciones sismorresistentes en todas las parroquias del cantón. Esto mediante la conformación de una comisión mixta, integrada tanto por delegados del GAD de Pelileo como del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG-EPN). Por su parte el IG-EPN sería la encargada de llevar a cabo actividades relacionadas con estudios de frecuencias de suelos y de peligro sísmico, para en base a los resultados proponer los diseños adecuados de las edificaciones que se ajusten a los requerimientos necesarios, convirtiendo así a Pelileo en una ciudad segura y sismorresistente [8].

Esto sumado al hecho de que, cómo se ha mencionado, existe una gran problemática asociada a la utilización de ciertos materiales como el hormigón, acero, entre otros, para la construcción de viviendas, ya que consumen grandes cantidades de recursos naturales no renovables y generan un impacto negativo en el entorno. Mientras que, en el sector de Salasaca existe una gran cantidad de recursos sustentables como madera, barro, caña carrizo, arena, paja, piedra, entre otros que se pueden utilizar perfectamente como materiales de construcción para el diseño de una vivienda sostenible, como es el caso de la que se pretende diseñar en la presente investigación hecha a base de madera y tierra reforzada.

Finalmente, se ha dejado de manifiesto la necesidad que enfrenta el cantón Pelileo de contar con adecuados diseños sismorresistentes utilizando variantes a los materiales tradicionales, que permitan contribuir a la disminución de la contaminación ambiental, justificando el desarrollo de investigaciones como ésta.

1.5 Fundamentación teórica

1.5.1 Generalidades

Para el correcto desarrollo del presente proyecto de investigación, es imperativo el tratar ciertos conceptos y definiciones fundamentales, los cuales representan los pilares esenciales a tomar en cuenta, al momento de realizar un diseño estructural de una vivienda con materiales sostenibles utilizando el adobe como material principal.

1.5.2 Vivienda sostenible

Es toda aquella vivienda que se construyen pensando en el bienestar del medio ambiente y aprovechan todos los recursos disponibles de su entorno para reducir su consumo energético y el costo de construcción. Además, este tipo de viviendas al momento de su diseño, considera el impacto ambiental que generará durante su ciclo de vida. Para lograr este cometido, se deben considerar una serie de lineamientos que la componen, como la ubicación; los factores bioclimáticos (aparatos sanitarios, iluminación, almacenamiento de agua); que los distintos materiales utilizados en el proceso de construcción necesitan estar disponibles y emanar la menor cantidad de carbono [9].

Enfocándonos en Ecuador, la Constitución de la República dicta que es derecho de la población ciudadana el poder contar con una vivienda adecuada y digna. De esta manera, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda ha elaborado prototipos de viviendas sostenibles viables en cada región del país, tomando en consideración aspectos tanto de carácter cultural, como sociales y climáticos de cada región estudiada [10]. Por ejemplo, en el caso de la región sierra, específicamente en la provincia de Tungurahua, sector Salasaca es factible la construcción de una vivienda sostenible utilizando como material principal el adobe ya que existe gran cantidad de este material.

Figura 1. Vivienda sostenible de adobe



Fuente: Ulma Construction [11]

1.5.3 Materiales sostenibles

Los materiales sostenibles son aquellos que al momento de ser utilizados en la construcción y levantamiento de edificaciones, aportan de beneficios tanto ambientales como económicos al proyecto, y a su vez, satisfacer las necesidades requeridas por la vivienda para su óptimo funcionamiento sin comprometer a las futuras generaciones. Sin embargo, para que un proyecto de este tipo pueda considerarse exitoso, es necesario realizar una serie de estudios en los cuales se tomen en cuenta parámetros como el entorno, las condiciones ambientales, los aspectos culturales y las costumbres locales [12].

Se consideran sostenibles los materiales naturales o reciclados, materiales que no contengan elementos tóxicos, respetuosos con el medio ambiente, de procedencia local, y aquellos cuyo proceso de fabricación conlleva a una reducción del uso de recursos naturales.

- **Tierra reforzada**

La tierra reforzada es un material caracterizado por su bajo grado de contaminación ambiental, aparte de ser uno de los pioneros en la historia de la construcción y levantamiento de viviendas desde la antigüedad. Una de sus ventajas principales es su obtención de manera natural y simple, reduciendo de esta forma gastos por acarreo, derivando en un precio económico alcanzable por todo tipo de presupuesto. Además de esto, se considera un gran aislante térmico, acústico y de radiaciones electromagnéticas de frecuencias considerables [13].

Figura 2. Tierra reforzada de adobe



Fuente: Ulma Construction [11]

Gracias a su gran número de ventajas, este tipo de tierra ha sido utilizado desde el principio de los antiguos reinos, existiendo evidencia tangible de que en lugares como la Península Ibérica, fue aplicada por los locales gracias a los conocimientos en materiales tras pasados por los romanos, siendo explotado más adelante por la población árabe, quienes se destacaron por sus construcciones decorativas y su arquitectura [12].

1.5.4 Edificación de adobe

Este tipo de edificaciones está compuesto de los siguientes componentes estructurales: cimentación (cimiento y sobrecimiento), muros, entrepisos y techos, arriostres (verticales y horizontales), refuerzos y conexiones. Cada uno de los componentes debe diseñarse cumpliendo lo estipulado en la Norma peruana E.080, para evitar el colapso parcial o total de sus muros y techos, logrando el objetivo fundamental de conceder seguridad de vida a los ocupantes. [14]

1.5.5 Elementos estructurales

Los elementos estructurales son cada una de las partes que al agruparse o integrarse dan forma a una estructura o edificación, su principal función es la de recibir y transmitir las cargas y esfuerzos al suelo de cimentación [15], dentro de estos toman una gran importancia los siguientes elementos:

1.5.5.1 Cimentación

Los cimientos son uno de los tantos elementos que posee una edificación, éstos deben transferir las cargas de una estructura al suelo, así como también evitar que la humedad propia del terreno suba hasta los muros o paredes [4].

El cimiento debe estar asentado sobre un suelo natural firme libre de material orgánico, es de gran importancia debido que trasmite las cargas de la construcción al terreno, la capacidad portante del terreno debe ser capaz de adaptarse al peso de la estructura y ser un suelo estable, además se debe garantizar que presente una buena conexión entre la estructura y la cimentación [14].

Se puede utilizar los siguientes tipos de cimentación:

- Piedra grande compactada, se debe acomodar con piedras pequeñas.
- Albañilería de piedra con mortero de cemento o cal y arena gruesa.
- Concreto ciclópeo.

1.5.5.2 Sobrecimientos

Las funciones principales del sobrecimiento son: transmitir las cargas hasta el cimiento y protección del muro ante la ascensión capilar y la acción de la erosión.

El material utilizado para el sobrecimiento será:

- Concreto ciclópeo
- Albañilería de piedra con mortero de cemento o cal y arena gruesa.

1.5.5.3 Muro portante de adobe

Los muros son una especie de estructura utilizada para dividir un ambiente en dos áreas, al mismo tiempo que puede brindar seguridad y protección. Además de esto, una de sus funciones principales es la de soportar las cargas de la edificación [16].

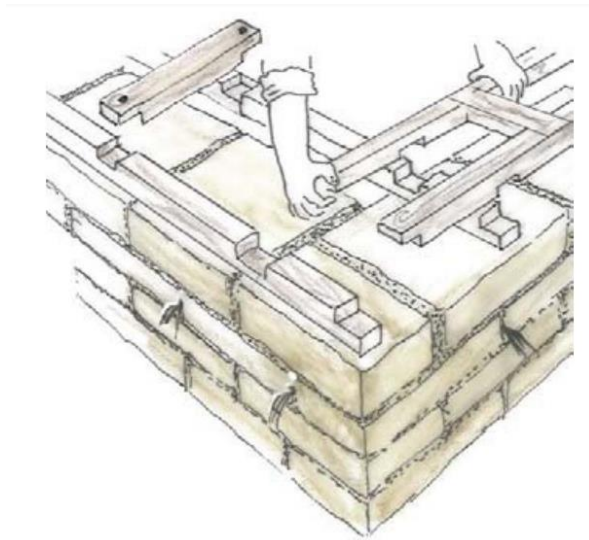
Los muros permiten garantizar un buen comportamiento sísmico de la estructura, también garantizan la resistencia y estabilidad. Para que los muros garanticen estas condiciones se debe utilizar los criterios de diseño siguientes:

- Se debe utilizar muros anchos para una mayor resistencia y estabilidad frente al volteo para lo cual el espesor de muro debe ser mínimo 40 cm [14].
- Todos los muros deben poseer arriostres verticales (contrafuerte o muros transversales), así como arriostramiento horizontal (entrepisos y techos) [14].
- Los vanos deben tener las proporciones y estar ubicados adecuadamente, además es recomendable que sean pequeños y centrados [14].

1.5.5.4 Viga collar

La viga collar tiene como misión mantener conectados los muros entre sí durante un sismo, además, es un componente estructural de uso obligatorio, que generalmente conectan a los entrepisos y techos con los muros. Adecuadamente rigidizados en su plano, actúan como elemento de arriostre horizontal [14].

Figura 3. Ejemplo esquemático de una viga collar



Fuente: Norma Técnica Peruana E.080 [14]

1.5.5.5 Entrepisos

Los entrepisos son estructuras que sirven para separar horizontalmente un piso de otro dentro de los diferentes niveles de una edificación y al mismo tiempo constituye el techo [17].

1.5.5.6 Techos

En cuanto a los techos se toma las siguientes consideraciones:

- Deben ser livianos y garantizar una distribución de carga en la mayor cantidad de muros posibles, con el fin de evitar concentraciones de esfuerzos en los muros. [14]
- Los materiales recomendados para construcción es madera, caña o fibras vegetales deben ser diseñados para resistir las cargas verticales y para transmitir las cargas horizontales (sísmicas) a todos los muros mediante las vigas collares superiores. [14]
- Los techos pueden ser inclinados a una o varias aguas. [14]
- Para el diseño se considerar las pendientes, considerando las características de aislamiento térmico, impermeabilidad y longitud de los aleros dependiendo de las condiciones climáticas de cada lugar. [14]
- Es necesario que se considere los aleros como parte de la protección del muro, ellos no deben ser menores de 50 cm ni mayores de 1 m. [14]

1.5.5.7 Arriostres

Los arriostres son elementos estructurales encargados de brindar a la estructura rigidez y estabilidad al limitar parcialmente las deformaciones y desplazamientos de la misma, capaces de soportar las fuerzas de tensión y distribuir las cargas laterales [18].

1.5.5.8 Refuerzo transversal y longitudinal

Todos los muros que integran la estructura deben poseer un refuerzo en sentido transversal y sentido longitudinal, para los refuerzos según la normativa E.080 establece las siguientes consideraciones:

- Se debe usar refuerzo en las dos direcciones (horizontales y verticales) con la finalidad de controlar los desplazamientos y sufrir colapsos parciales. [14]
- El techo de las edificaciones debe estar fijado adecuadamente al muro a través de una viga collar, el refuerzo debe estar fijado desde la cimentación a la viga collar. [14]
- En el caso que se utilice refuerzos tipo vegetal, en este caso la caña carrizo o caña brava de 25 mm de diámetro aproximado como refuerzo vertical y chancadas tipo carrizo como refuerzo horizontal. [14]

1.5.6 Cálculos de diseño

En ingeniería estructural, el cálculo de estructuras conlleva gran parte de la elaboración de una edificación, ya que en este se ven implicados todos los aspectos generales a tomar en cuenta en el momento de levantar todo el proyecto; desde los cimientos hasta el techo, todos estos elementos deben ser canalizados y comprobados para corroborar la resistencia y estabilidad de la estructura, asegurando una buena ejecución de obras. De esta manera, el análisis realizado a la edificación se ejecuta con el propósito de definir los efectos de las cargas, así como de las fuerzas internas y externas de la vivienda [19].

1.5.6.1 Prediseño

En función de cuál es el proyecto por construir, es necesario que exista una buena relación entre el diseño arquitectónico con el diseño y configuración estructural, es por ello que se debe tomar en cuenta un buen análisis y diseño estructural, permitiendo a la edificación una exactitud y coherencia en sus elementos estructurales y con ello lograr una armonía entre todo el conjunto arquitectónico.

- **Análisis estructural**

Dentro de la rama de análisis se percibe como la modelación de la estructura, juntamente con el cálculo de deformación y esfuerzos al cual se encuentra sometido cada elemento, el cual puede ir de la mano con herramientas computacionales, mismas que necesitan de una inquebrantable revisión, conforme avance el proyecto, constatando de esta forma el comportamiento real que presentan los materiales [20].

- **Diseño estructural**

La finalidad de un diseño estructural es brindar a una estructura la capacidad de ser segura conjuntamente con lo económico, logrando llenar una necesidad específica, al hablar de una edificación segura, obedece plenamente a la resistencia que posee la estructura a lo largo de su vida útil y con ello satisfacer consideraciones de orden económico, buscando siempre las mejores alternativas para un costo mínimo al cual se pueda acceder [21], [22].

Sus etapas se las puede distinguir como:

- a. Estructuración.
- b. Análisis.
- c. Dimensionamiento.

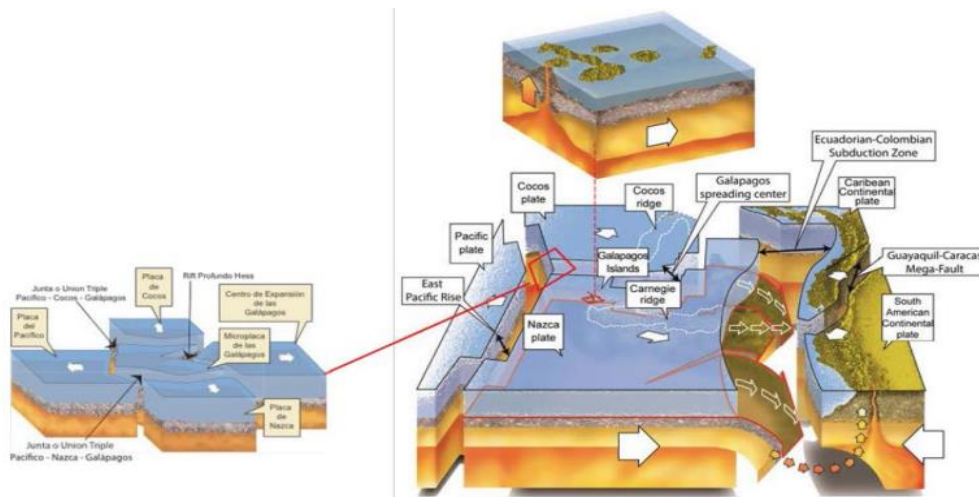
1.5.7 Peligrosidad sísmica

El cinturón de fuego del pacífico se define como una extensa cadena de placas tectónicas con una longitud de cuarenta mil kilómetros, la cual se encuentra ubicada en el inferior del océano pacífico; caracterizada por ser una zona con frecuente actividad sísmica y volcánica, ocasionando que países como Ecuador, Perú o Chile sea elevada la frecuencia de terremotos y sismos ocurridos en estos territorios. Este fenómeno es debido a que en una de las placas tectónicas que lo conforman ocurre la subducción, produciendo un choque entre dos placas lo que ocasiona el hundimiento en una de ellas, registrando un desplazamiento en dirección oriente con una velocidad de 61mm por año, siendo este fenómeno el causante de grandes tragedias como lo fue el mayor

terremoto registrado en la historia hasta la actualidad, ocurrido el 22 de mayo de 1960 en el sur de Chile, alcanzando una magnitud de 9.5 [23].

Para el caso de Ecuador, desde inicios del pasado siglo hasta la actualidad se han registrado un total de siete sismos de gran magnitud, con epicentros cercanos al lugar en donde ocurrió el gran terremoto de Chile anteriormente mencionado. De todos estos eventos, el presentado en el año 1906 con una magnitud de 8.8, entre la frontera Ecuador-Colombia, ocasionó una ruptura de aproximadamente 400-500 km, derivando en un Tsunami que produjo un centenar de muertes en la zona afectada. Siguiendo la tendencia, el último evento sísmico considerable fue el ocurrido en el año 2016 con epicentro en la provincia de Manabí, registrando 7.8 en la escala de Richter y ocasionando una ola de destrucción y vidas perdidas a su paso [23].

Figura 4. Modelo geodinámico de Ecuador y sus placas asociadas



Fuente: Martínez, J. [23].

Gracias a estos sucesos, la actividad sísmica en el territorio ecuatoriano se ha vuelto uno de los factores primordiales a tomar en cuenta para todos los diseños y cálculos estructurales que se realicen en el país, siendo considerada con la misma importancia que se le conceden a las cargas producidas por la gravedad. Las edificaciones deben ser capaces de soportar de manera óptima las solicitaciones producidas por magnitudes leves, moderadas y graves. Además de esto, se debe tener en cuenta el nivel de afectación midiendo la probabilidad de que se produzcan daños estructurales que deriven en un colapso total de la estructura [24].

Un sismo de gran magnitud es suficiente para producir fuerzas de inercia capaces de sobrepasar la carga más severa que pueda soportar la estructura en toda su vida útil; sin embargo, es muy pequeña la probabilidad de que este fenómeno tenga lugar. Ante este escenario, se busca establecer un comportamiento inelástico en todos los elementos que componen la edificación, en base a parámetros que den la facilidad de obtener la ductilidad requerida. Para que sea factible la obtención de un comportamiento dúctil, los encargados de diseñar la estructura se fijan especialmente en detalles como lo son la cuantía de esfuerzo longitudinal, anclaje de refuerzo y confinamiento del concreto comprimido; evitando los tipos frágiles de fallas [25].

Los aspectos a tener en cuenta para el levantamiento de una edificación sismorresistente dependerán netamente de la geometría y propiedades de los elementos que la componen, así como la influencia directa de los que no son estructurales.

1.5.8 Diseño sismorresistente

En concordancia con la normativa peruana E.030 [26], la filosofía del diseño para edificaciones sismorresistentes se rige por tres parámetros fundamentales a considerar, los cuales son:

- Evitar la pérdida de vidas humanas.
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- Minimizar los daños a la propiedad.

Esto nos dice que en las zonas en donde la frecuencia de terremotos es mayor, todo tipo de estructura debe de diseñarse previniendo los posibles eventos sísmicos de grandes magnitudes, evitando el colapso y la pérdida de vidas humanas en el mayor grado posible, o por lo mínimo logrando una estabilidad en la estructura que les proporcione el tiempo suficiente a los habitantes de poder evacuar hacia un sitio seguro [27].

Por otro lado, la normativa ecuatoriana NEC-15, en el capítulo titulado “Peligro Sísmico” [28], agrupa una serie de lineamientos que deben ser seguidos para asegurar un nivel de seguridad óptimo en las edificaciones. Siguiendo la norma, los diseños estructurales tienen una probabilidad de ocurrencia de un 10% en un periodo de 50 años, derivando en un tiempo de retorno de aproximadamente unos 475 años. Este reglamento afirma que un óptimo diseño sismorresistente sólo es posible si al diseñar la

estructura, esta cuenta con la capacidad de soportar fuerzas sísmicas que se le aplican, sumando a que las derivas del piso que se presenten durante el evento sean menores a las permisibles y la energía sísmica de deformación inelástica.

1.5.9 Importancia de la ubicación

Para la implantación de la vivienda se debe evitar la construcción en zonas cercanas a pantanos, ríos, lugares provenientes de rellenos, de la misma manera se debe evitar construir en zonas bajas, ni en terrenos con pendiente grandes.

Figura 5. Lugares inadecuados para construir



Fuente: El efecto trágico de las lluvias en las comunidades [24]

Las actividades iniciales para la construcción con adobe son las comunes o cualquier obra, las cuales son limpieza, nivelación y trazado.

1.5.10 Diseño geométrico

Para tener una buena estabilidad de la vivienda la forma de la planta es muy importante, es recomendable que el largo sea igual a su ancho, es decir presentes formas cuadradas, el problema más común que se presenta en este tipo de viviendas debido a un evento sísmico es por falla frágil llegando a generar las grietas en las esquinas como consecuencia provoca el colapso inmediato.

Las aberturas para puertas y ventanas se deben ubicar los más alejado de las esquinas de las paredes, por lo que es recomendable obedecer al esquema de distribución arquitectónica que se presenta en la siguiente figura:

1.5.11 Ensayo de Penetración Estándar

El ensayo de penetración estándar o más conocido como SPT, es uno de los ensayos más ocupados en el área de la ingeniería básicamente para ensayar suelos de terrenos en donde se necesita conocer la mecánica del suelo, la estratigrafía y el tipo de suelo, este ensayo se lo realiza a través de golpes que van perforando el suelo con un tubo aproximadamente de 60 cm de longitud el mismo que está compuesto de acero, este tubo en su extremo está dividido en forma longitudinal para que al momento de sacarlo sea de mejor facilidad observar y obtener la muestra de suelo. El equipo para ejecutar un SPT consiste en:

- Barras: Tres barras de acero se colocan en forma de trípode.
- Martillo: Golpea al tubo durante la penetración, importante tener en cuenta los números de golpes, ya que si sobrepasa los 100 golpes y no hay un avance de perforación se considera como un rechazo y se procede a detener el ensayo.
- Motor a gasolina: Se fija en la parte inferior en una de las barras, es importante su correcta colocación para un proceso correcto [29].

Los resultados que se obtienen con este ensayo son los números de golpes que se los entiende como la resistencia a la penetración [29]. Para este proyecto planteado son los principales datos a ocupar ya que se calcula la capacidad portante del suelo.

1.5.12 ETABS (Software estructural)

El programa Etabs es un software que ha revolucionado el análisis estructural en los últimos tiempos es uno de los programas más utilizados para el modelamiento de edificios, viviendas, etc. Ya que consta de herramientas mejoradas tanto para el modelamiento como para la visualización en 3D. Con el uso de este software se hace dimensionamientos de manera más fácil como de vigas, pilares, conexiones, muros y mampostería [30], una de las novedades de este programa es el análisis sísmico que se puede realizar a una estructura; es por eso que mediante el uso de este software se realizará el modelamiento de la vivienda unifamiliar sostenible con un diseño esquemático para un mejor detalle y demostración.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo General

- Desarrollar el análisis y diseño estructural de una vivienda unifamiliar sostenible de un piso en la parroquia Salasaca empleando materiales amigables con el medio ambiente.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar el diseño estructural de una vivienda unifamiliar sostenible utilizando normativas nacionales e internacionales.
- Realizar un estudio geotécnico para determinar las propiedades del suelo.
- Realizar el presupuesto de construcción.

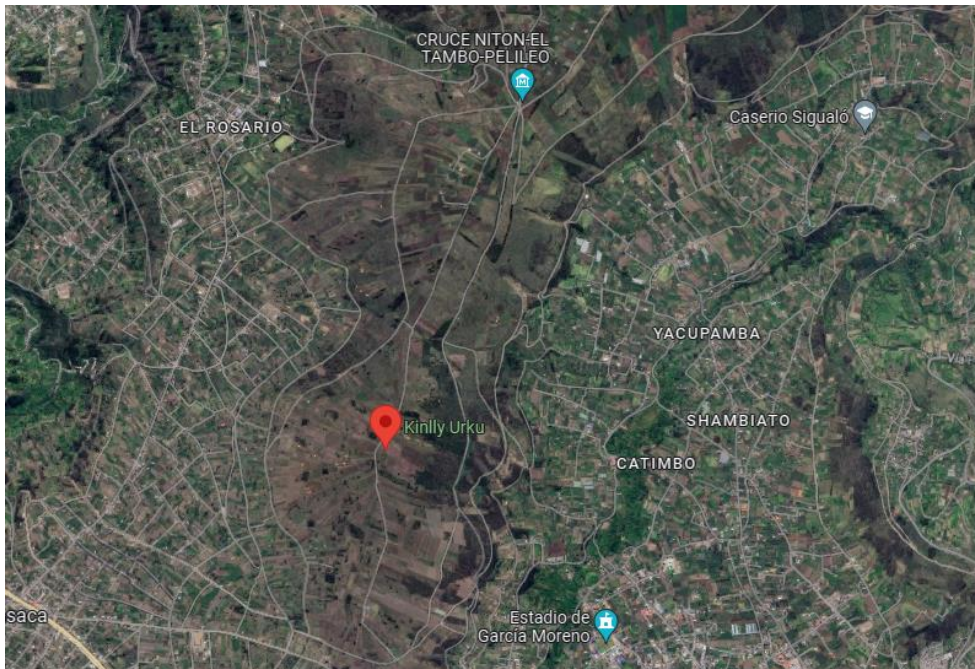
CAPITULO II

MARCO METODOLOGICO

2.1 Ubicación

El proyecto está ubicado en el sector Kinlly Urku de la parroquia Salasaca, cantón Pelileo comunidad que se encuentra en la provincia de Tungurahua. Cuyas coordenadas son: Este (UTMX): 771618,1, Norte (UTMY): 9854922, y se puede observar en la siguiente imagen tomada de Google Maps.

Figura 6. Ubicación del sector Kinlly Urku.



FUENTE: Google Maps.

Kinlly Urku es una loma de gran tamaño y se localiza a diez minutos de Cruce Nitón-El Tambo-Pelileo, este sitio se considera muy importante para la parroquia ya que se realiza rituales ancestrales y oraciones además de que posee grandes riquezas naturales como variedades de especies arboledas, plantas de páramo, etc. [31]. Considerándose así un lugar turístico de gran valor; es por eso que con este diseño del proyecto presente se pretende ser una valorable opción para la construcción de viviendas con el uso de materiales del propio lugar siendo una gran opción tanto en el ámbito económico como turístico para los habitantes del sector.

2.2 Equipos y materiales

2.2.1 Materiales

- Normas ecuatorianas y extranjeras
- Equipos de oficina
- Muestras de suelo
- Materiales de laboratorio

2.2.2 Equipos

- Laptop
- Software de diseño
- Google Maps
- Cámara Fotográfica
- Máquina de Casagrande
- Recipientes metálicos
- Balanza de sensibilidad
- Hormo regulable
- Equipo SPT: Motor a gasolina de 13 HP con arranque manual, Trípode telescópico con altura de 5 m, Pesa para golpeo de 63.5 kg, Polea de 2.5 Ton, Manila con longitud de 15 m, Diferencial de extracción de 2 Ton, Juego surtido de barras de perforación tipo AW.

2.3 Tipo de investigación

La investigación es de tipo analítica para estudiar el comportamiento de una vivienda unifamiliar de un piso estudiando el tipo de suelo, utilizando materiales como madera y tierra reforzada para el análisis, considerando La Norma Técnica Peruana E.080 para las construcciones con tierra reforzada.

2.3.1 Enfoque

El enfoque es cuali-cuantitativo ya que se debe realizar estudio geotécnico del suelo de la población de la Parroquia de Salasaca, un análisis del modelo de la vivienda

unifamiliar de un piso con los materiales y las especificaciones según la norma utilizando un software para el modelado.

2.3.2 Modalidad de investigación

2.3.2.1 Investigación experimental

Este tipo de investigación es muy importante porque las diferentes variables serán manipuladas por análisis y software para comparar la capacidad de la vivienda usando los materiales amigables con el medio ambiente para hacer una construcción sostenible, así como los costos que estos generan.

2.3.2.2 Investigación bibliográfica

En esta investigación se utilizará fuentes bibliográficas para poder definir las variables que se están midiendo, con el fin de obtener información de diferentes artículos que respalden y ayuden a sustentar la investigación. Las Normas Técnica Peruana para construcciones sismoresistentes y sostenibles son una de las principales fuentes bibliográficas que tomaremos en cuenta para realizar este estudio.

2.4 Hipótesis

En este estudio se aplicará la Norma Técnica Peruana (Diseño y construcción con tierra reforzada) para un diseño estructural de una vivienda en el Ecuador, específicamente en la población de Salasaca.

2.5 Población o muestra:

2.5.1 Población

La construcción de estructuras de adobe o tierra reforzada no es muy común en nuestro país en la actualidad, por lo que mediante este proyecto se incentiva el diseño y la construcción de las mismas, habiendo muchas fuentes de donde se puede obtener estos materiales evitando utilizar los materiales tradicionales, colaborando con el medio ambiente. Se hace uso de normas peruanas ya que no existe una normativa ecuatoriana propia de este material.

2.5.2 Muestra

Diseño estructural de una vivienda unifamiliar sostenible empleando materiales propios del sector como: adobe y madera de eucalipto.

2.6 Recolección de información:

Se estudiarán las Normas Técnicas Peruanas E.0.80 y la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), para construcciones con tierra reforzada a considerar para las especificaciones de la vivienda a diseñar.

Se realizarán varias salidas de campo en las que se tomara muestras y fotos del suelo, para realizar ensayos en donde se busca conocer la mecánica de suelos que existe en el sector y utilizar la norma para cumplir con los requisitos mínimos de esta.

2.7 Diseño de la investigación

La investigación que se realizará es de tipo técnico, ya que se debe diseñar, modelar y calcular las viviendas sostenibles en software utilizando las Normas Técnicas Peruanas como patrón para el modelado. Y se debe estudiar el tipo de suelo de la zona de Salasaca realizando un ensayo SPT.

2.8 Procesamiento de la información

Se realizarán planos en AutoCAD de la vivienda considerando que la Norma Técnica de Diseño y Construcción con tierra reforzada E.80 estipula muros anchos con un mínimo de 0.40m de espesor. Deben tener arriostres horizontales (entrepisos y techos) así como arriostres verticales (contrafuerte o muros transversales). El tipo de viga se llama viga collar que debe estar en la parte superior de cada muro fijada entre sí, entre otras especificaciones de dicha norma.

Se modelará la vivienda en el Software Etabs, considerando las dimensiones de los muros. Las fuerzas sísmicas horizontales se calcularán según la Norma Técnica de Diseño y Construcción con tierra reforzada E 0.80, y los asentamientos permisibles del terreno se obtendrán mediante el ensayo STP.

Utilizando las técnicas de cómputos métricos para el cálculo de materiales de una obra, se realizará el análisis de precios unitarios y presupuesto que se podría utilizar para

conocer cuánto se puede gastar en la construcción de estas viviendas sostenibles que usan materiales que no contaminan, de fácil acceso y económicos para la población.

2.8.1 Procedimiento del ensayo SPT

Se transportará el equipo SPT al lugar donde se realizará el ensayo con el fin de conocer las propiedades mecánicas del suelo, datos que se requieren para el diseño del proyecto. El procedimiento del ensayo de penetración estándar o SPT consiste en aplicar golpes con el martillo sobre el tubo de penetración, igualmente levantándolo con el cable manila, el primer intervalo va desde 0 – 50 cm siendo este la limpieza, luego se procede nuevamente a golpear con el martillo el tubo de penetración a una profundidad de 1 m para el primer tramo. Se realiza nuevamente 50 cm de limpieza y se procede a golpear con el martillo el tubo de penetración a una profundidad de 2 m, finalmente se realiza una limpieza de 50 cm más para proceder a la penetración del tercer tramo a una profundidad de 3 m, se contabiliza el número total de golpes en cada tramo.

Al finalizar el ensayo se toma la medida de la longitud de las muestras obtenidas de cada tramo, además se las reserva para los próximos ensayos requeridos.

El procedimiento de este ensayo se puede visualizar en la sección de ANEXOS 3 y 4.

2.8.2 Ensayos de límites de Atterberg

Límite líquido

Para la realización del ensayo de límite líquido se debe tamizar las muestras de suelo y ocupar la muestra que pasa por el tamiz #40, para cada tipo de muestra se ocupa 200 gr de la misma; se procede a humedecer la muestra con agua hasta llegar a una consistencia homogénea donde se la pueda amasar. Posterior a esto se aplica la muestra en la copa de casa grande hasta la marca indicada aplanándola con la espátula y separándola en dos partes con el acanalador. Finalmente se enciende la copa de casa grande y se procede a contabilizar los golpes hasta que las dos partes lleguen a unirse.

Se repite el ensayo hasta obtener una determinación entre 0-15, 15-30, 30-40 y 40-50, para lo que se debe modificar el contenido de agua en cada una y al final tomar muestras de 10 a 15 gr para calcular el contenido de humedad.

Límite plástico

Se preparan las muestras de suelo que pasan por el tamiz #40, para ser mezcladas con agua y realizar una combinación que sea posible de amasar. Se amasa la mezcla hasta que tenga una consistencia en donde se la pueda rolar hasta conseguir pequeños cilindros de diámetro de 3 mm sin que se agrieten. Se realiza este procedimiento en cada muestra de cada tramo y se los ingresa al horno para calcular contenidos de humedad.

2.8.3 Capacidad portante de suelo y velocidad de onda

Una vez obtenido los datos del ensayo SPT y límites de Atterberg, se procede al cálculo de capacidad portante del suelo y la velocidad de onda.

Para calcular la velocidad de onda se aplica la fórmula para arenas que es aplicable para el tipo de suelo del sector analizado, siendo la siguiente:

$$V_s = 96(N_{60})^{0.28}$$

Donde N_{60} es el número medio de golpes que se lo cálculo de acuerdo a la fórmula de la NEC 2015 que se presenta a continuación:

$$N_{60} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}}$$

Donde:

N_i = Número de golpes obtenidos en el ensayo de penetración estándar realizada in situ, incluyendo corrección por energía N_{60} , correspondiente al estrato i . El valor de N_i a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder de 100.

d_i = Espesor del estrato i , localizado dentro de los 30 m superiores del perfil.

Para la obtención de la capacidad portante del suelo se determina en base a los cálculos relacionados con la velocidad de onda mencionados anteriormente.

2.8.4 Prediseño

La propuesta de diseño sostenible está basada en una construcción con tierra reforzada de adobe, manteniendo el diseño sísmico tomando las especificaciones dadas por la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015 y por el Reglamento Peruano de edificaciones Norma E.080.

La vivienda será capaz de disipar la energía que provoca el sismo, por lo que se va a introducir a esta vivienda de adobe fuerza horizontal sísmica de tal forma que no llegue al colapso frente a la ocurrencia de un sismo severo. [14]

La vivienda unifamiliar sostenible va ser una residencia de un piso destinada para alojar a 5 personas, con tres habitaciones, dos baños, una cocina, sala y comedor, consta con las siguientes características:

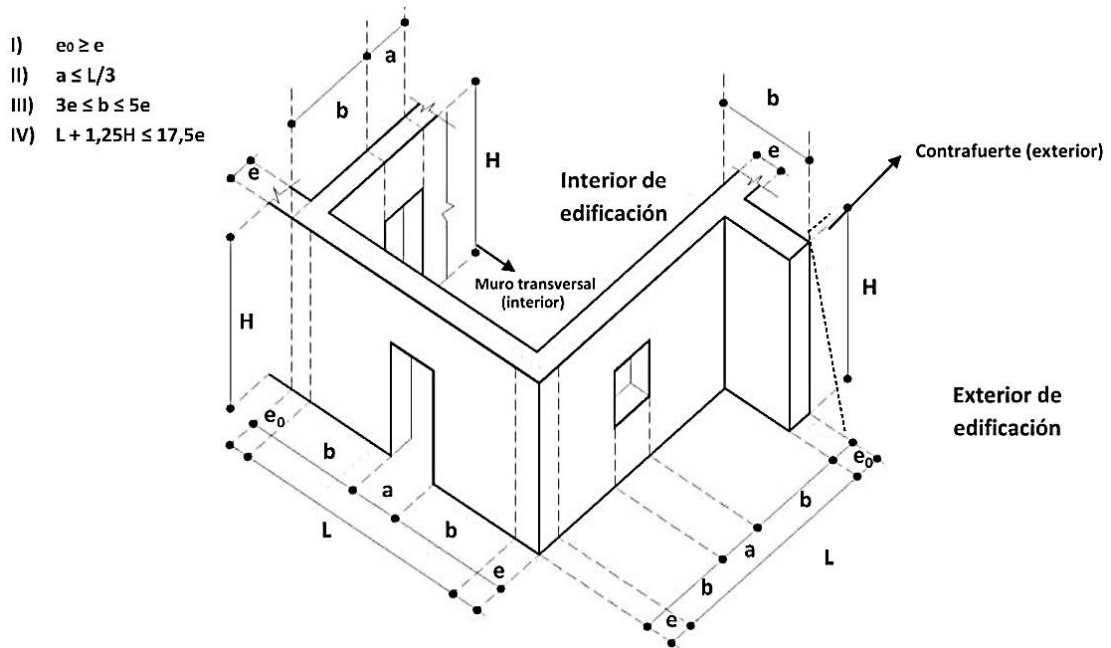
De un solo piso, teniendo 3.50 m de altura en la cumbrera

- Área del terreno: 180 m²
- Área libre : 63.50 m²
- Área construida: 110.4 m²

2.8.4.1 Criterios para el dimensionamiento

Los criterios establecidos por la Norma E.080, plantean los límites de grosor, esbeltez vertical y esbeltez horizontal, la altura máxima, distancias entre arriostres verticales y aberturas como se presente en la siguiente figura:

Figura 7. Límites Geométricos de muros y vanos



Fuente: Norma E0.80 Diseño y construcción con tierra reforzada [14]

Los cálculos correspondientes se realizarán en base a las siguientes fórmulas establecidas en la Norma Peruana siendo los siguientes:

Longitud del muro

$$L \leq 10 * e_{muro}$$

Altura del muro

$$H \leq 8 * e_{muro}$$

Verificación:

$$L + 1.25 * H \leq 17.50 * e_{muro}$$

Distancia entre vanos

$$a \leq \frac{L}{3}$$

Distancia de contrafuertes o arriostre vertical

$$3 * e_{\text{muro}} \leq b \leq 5 * e_{\text{muro}}$$

Esbeltez vertical ($\lambda_{V\text{maxima}} = 8$)

$$\lambda_V \leq \frac{H}{e}$$

Esbeltez horizontal ($\lambda_{H\text{maxima}} = 10$)

$$\lambda_H \leq \frac{L}{e}$$

Verificación de esbeltez

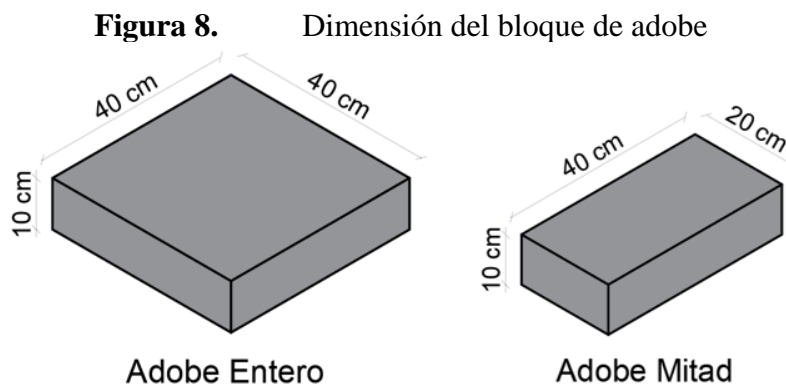
$$\lambda_H + 1.25 * \lambda_V \leq 17.50$$

2.8.4.2 Bloque de adobe

Para el diseño de la vivienda según las especificaciones de la Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada se toma en cuenta las siguientes condiciones:

- El bloque de adobe cuadrado no debe sobrepasar los 40 cm de lado, por razones de peso. [14]
- El bloque de adobe rectangular debe tener un largo igual a dos veces su ancho. [14]
- La altura del bloque de adobe debe medir entre 0.08 m y 0.12 m. [14]

Tomado las condiciones anteriores para el diseño de la vivienda se utilizará unidades o bloques de adobe de las siguientes medidas: el adobe entero de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 10 cm de altura, y el adobe mitad de 40 cm de largo por 20 cm de ancho y 10 cm de altura como se presenta en la siguiente figura:



Elaborado por: Egdo. Adrián Cando

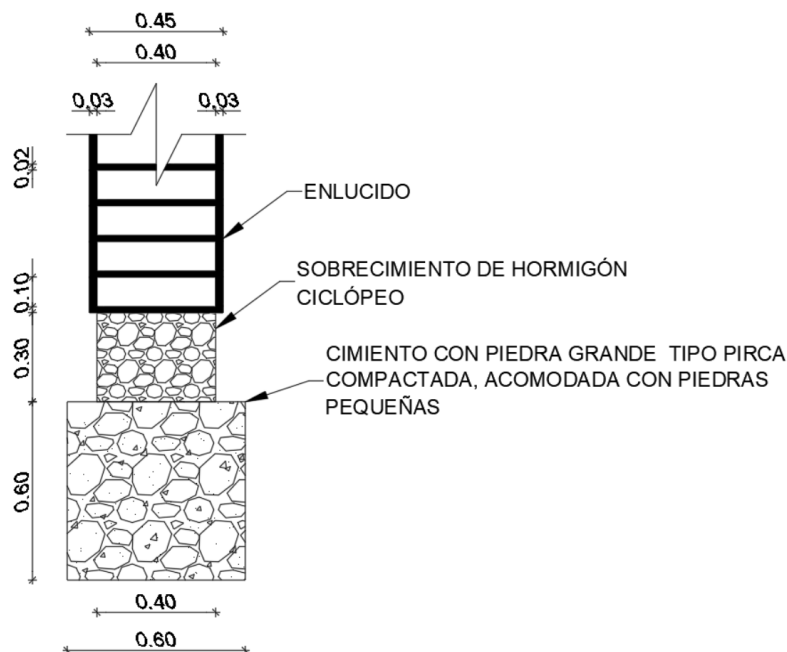
2.8.4.3 Cimiento y sobrecimiento

Para el cálculo de la cimentación se utiliza los valores del ensayo de estudio de suelos donde se obtuvo la capacidad portante del suelo con un valor de 10 kg/cm².

La norma E.080 para la cimentación establece una profundidad mínima de 60 cm medida desde el nivel del suelo natural y con un ancho mínimo de 60 cm acomoda con piedras pequeñas [14].

Para el sobrecimiento se tendrá una altura de 30 cm sobre el nivel del terreno, con un ancho de 40 cm, valores mínimos que establece la norma E.080 hecho de hormigón ciclópeo.

Figura 9. Detalle de cimentación



Fuente: Edgo. Adrián Cando

Para el análisis de la cimentación se lo realizará mediante la formula:

$$\sigma = \frac{W}{A}$$

Donde:

σ = esfuerzo transmitido por la estructura hacia el suelo

W = peso total de la estructura, que incluye el peso de la cimentación mayorado un 20%.

A = área total de cimentación

2.8.4.4 Muros portantes

Las dimensiones de los muros serán las mínimas planteadas en la norma E.080 como se indica en la sección 1.5.5.3 Muro portante de adobe.

Para el análisis de los muros la norma E.080 establece que la densidad de muros en la dirección de los ejes principales debe tener como mínimo el valor indicado en la siguiente tabla que depende de cada estructura, en el caso que sea posible todos los muros deben ser portantes y arriostrados.

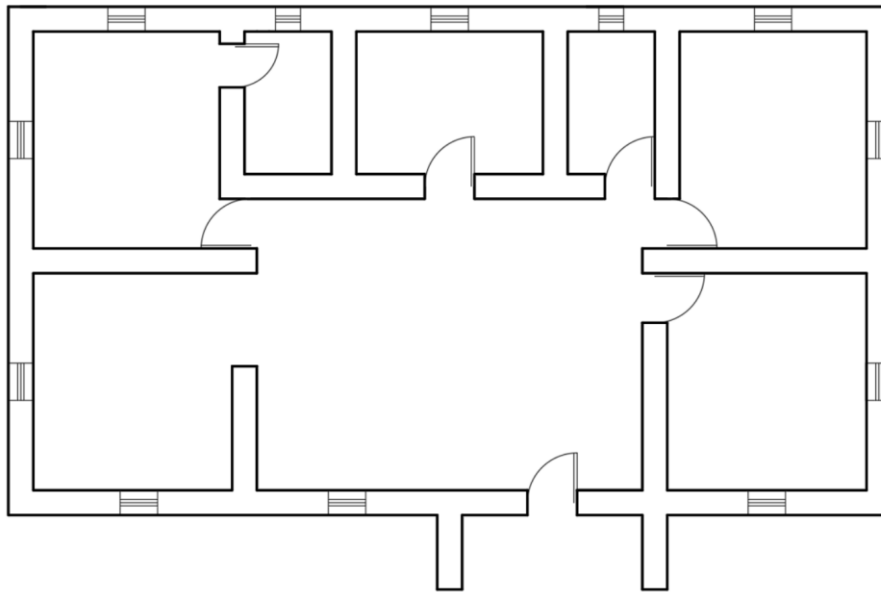
Tabla 1. Factor de uso (U) y densidad según tipo de edificación

Tipo de Edificaciones	Factor de uso	Densidad
NT A.030 Hospedaje NT A.040 Educación NT A.050 Salud NT A.090 Servicios comunales NT A.100 Recreación y deportes NT A.110 Transporte y Comunicaciones	1.4	15 %
NT A.060 Industria NT A.070 Comercio NT A.080 Oficinas	1.2	12 %
Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta	1.0	8 %

Fuente: Norma E0.80 Diseño y construcción con tierra reforzada

En la siguiente figura se presenta la distribución de los muros que se va a implementar en el proyecto.

Figura 10. Vista en planta - Distribución de muros



Fuente: Edgo. Adrián Cando

Comprobación de cargas horizontales y verticales de muros portantes

La fuerza sísmica horizontal en la base de las edificaciones de tierra reforzada de adobe se determina mediante la siguiente fórmula establecida en la norma técnica peruana E.080:

$$H = S * U * C * P$$

Donde:

S: Factor del suelo según lo indicado en la Tabla 24.

U: Factor de uso según lo indicado en la Tabla 21.

C: Coeficiente sísmico según lo indicado en la Tabla 25.

P: Peso total de la edificación, incluyendo carga muerta y el 50% de la carga viva

Tabla 2. Factor de suelo (S)

Tipo	Descripción	Factor de suelo (S)
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible > 0.3 Mpa o 3.06 kg.f/cm ²	1.0
II	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible > 0.1 Mpa o 1.02 kg.f/cm ²	1.4

Fuente: Norma E0.80 Diseño y construcción con tierra reforzada

Tabla 3. Coeficiente sísmico por zona sísmica

Zona Sísmica	Coeficiente Sísmico (C)
4	0.25
3	0.20
2	0.15
1	0.10

Fuente: Norma E0.80 Diseño y construcción con tierra reforzada

Para realizar la comprobación del muro analizado si resiste los esfuerzos actuantes, se utiliza la siguiente expresión:

$$f't = \frac{P}{2 * a * e_m}$$

Donde:

f't: Esfuerzo de tracción indirecta

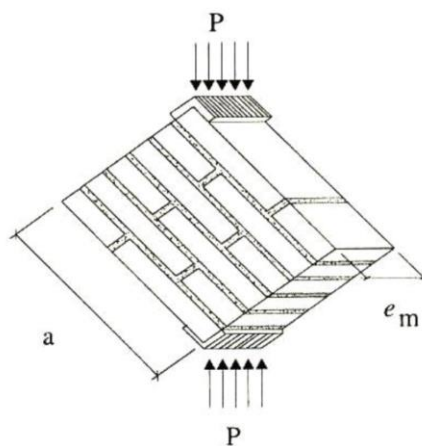
P: Fuerza sísmica horizontal

a: Longitud del muro

e_m: Ancho del muro

En la siguiente figura se indica la representación de las cargas para el cálculo del esfuerzo de tracción indirecta.

Figura 11. Compresión diagonal o tracción indirecta:



Fuente: Norma E0.80 Diseño y construcción con tierra reforzada

También se debe calcular los esfuerzos producidos por la combinación de carga verticales y horizontales utilizando la siguiente expresión:

$$f = \frac{W}{A} \pm \frac{6 * M}{b * L^2}$$

Donde:

f: Esfuerzo de tracción y compresión

W: Peso sobre la base del muro

A: Área de la base del muro

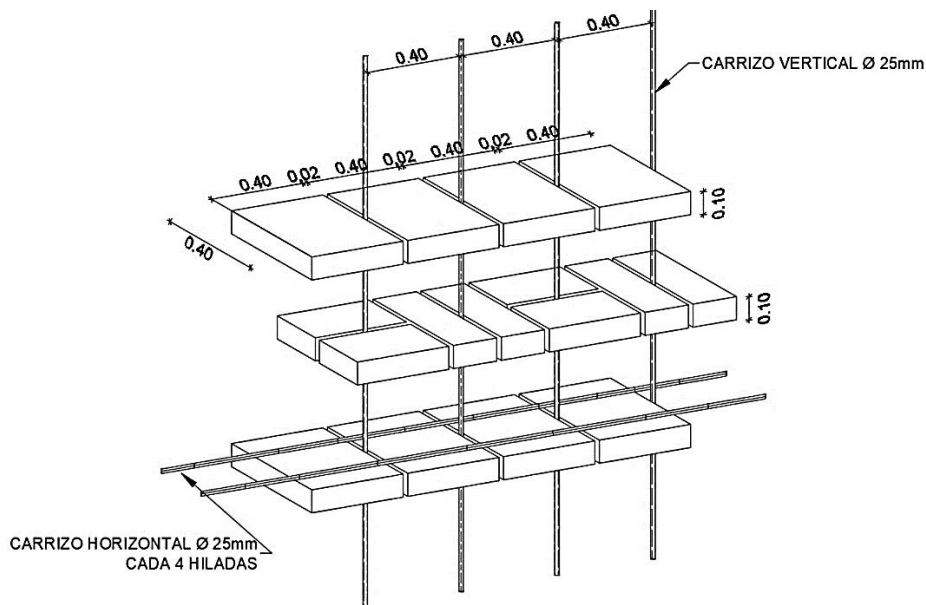
b: Espesor del muro

L: Longitud del muro

Diseño del refuerzo transversal y longitudinal

En la siguiente figura se presenta la distribución del refuerzo para muros de adobe, con un refuerzo longitudinal de 2.5 cm de diámetro y ubicados con un espaciamiento a cada 40 cm, y para el refuerzo transversal de carrizo en tiras a cada 4 hiladas.

Figura 12. Refuerzo de carrizo para muros de adobe

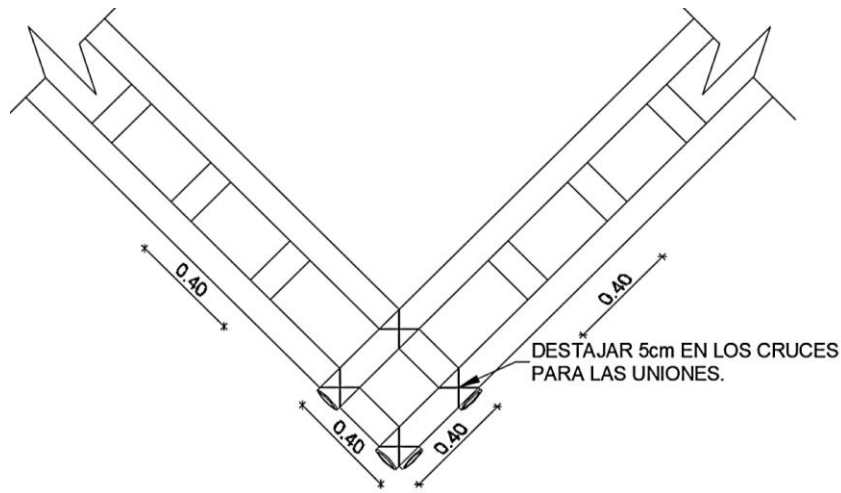


Fuente: Edgo. Adrián Cando

2.8.4.5 Viga collar

Para este proyecto se va a utilizar vigas formadas por dos secciones de eucalipto de 10 cm de diámetro, presenta una forma de escalera, que se coloca a cada orilla de la parte superior del muro y con un refuerzo transversal a cada 40 cm, como se presenta en la siguiente figura:

Figura 13. Viga collar para muros de adobe reforzado



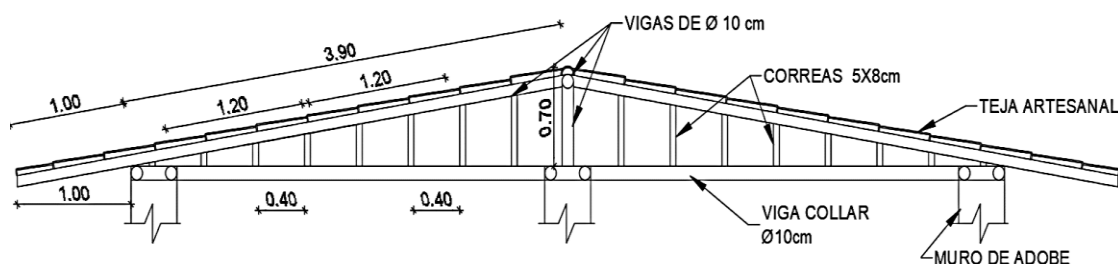
Fuente: Edgo. Adrián Cando

2.8.4.6 Diseño del techo

En este caso el techo será a dos aguas, con una pendiente del 30% y los aleros perimetrales tendrá una longitud de 1 m, con la finalidad de impedir que los muros sean humedecidos por el agua de la lluvia.

El sistema estructural del techo está conformado por viguetas de troncos de madera que se apoyan sobre la viga collar, las vigas de eucalipto de 10 cm de diámetro y 4,90 de longitud en el sentido transversal separadas a cada 4,75 m, mientras que en el sentido longitudinal se ocupa correas de 5x8 cm a cada 0.40 m, y se colocara un techo de teja artesanal de dimensiones 50x19 cm.

Figura 14. Detalle de cubierta de teja



Fuente: Edgo. Adrián Cando

2.8.5 Cuantificación de cargas

Carga viva

Para la asignación de la carga viva se toma los valores que se establece en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015 y en su capítulo de cargas no sísmicas, en la siguiente tabla se presenta los valores utilizados, en el cual se utilizará una carga viva de 200 kg/m².

Tabla 4. Detalle de carga viva

Ocupación o uso	Carga uniforme	Unidad
Oficinas	240	kg/m ²
Residencias unifamiliares y bifamiliares	200	kg/m ²
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	70	kg/m ²

Fuente: NEC-SE-CG, 2015.

Carga muerta

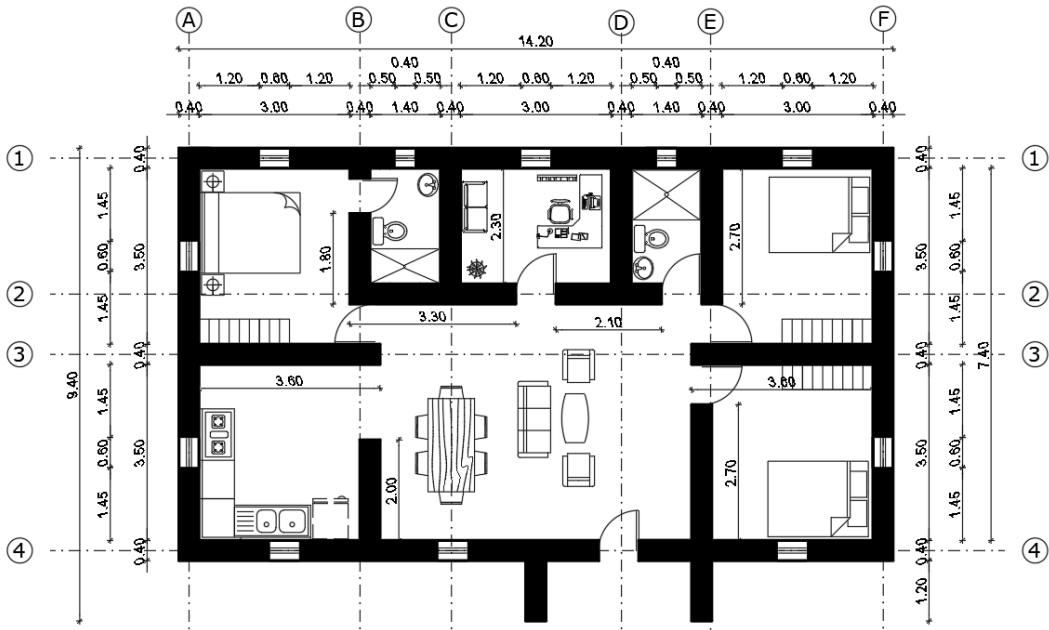
Para el cálculo de la carga muerta se suman todos los pesos de los elementos estructurales que actúan sobre la estructura, siendo los siguientes:

Tabla 5. Peso de la celosía (madera de eucalipto) [32]

Peso de la celosía:	Longitud (m)	Área (m ²)	Volumen (m ³)	Peso específico 0,79 T/m ³
Vigas de madera: 10 cm de diámetro	39,2	0,01	0,308	0,243
Correas de madera: 5x8 cm	340,8	0,004	1,653	1,306
Peso total (T)				1,55

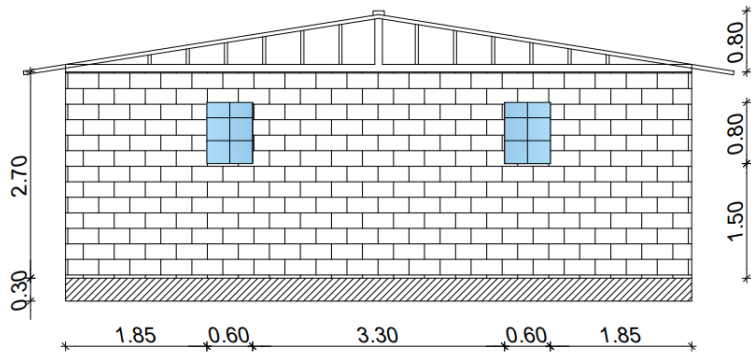
Fuente: Edgo. Adrián Cando

Figura 15. Vista en planta



Fuente: Edgo. Adrián Cando

Figura 16. Vista Frontal



Fuente: Edgo. Adrián Cando

De donde se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 6. Peso Muros

Muros		
Área de muros	27.84	m ²
Altura de muros	2.7	m
Volumen	75.17	m ³
Densidad	1600	Kg/m ³
Peso	120.27	T

Fuente: Edgo. Adrián Cando

Tabla 7. Peso Techo

Techo		
Área del techo	154.91	m2
Peso específico de la teja de barro	0.09	T/m ²
Peso de la celosía	1.55	
Peso	15.49	T

Fuente: Edgo. Adrián Cando

Tabla 8. Peso de la cimentación

Cimentación		
Área de cimentación	41.76	m2
Área de muros	27.84	m2
Altura de la cimentación	0.6	m
Altura del sobrecimiento	0.3	m
Vol. cimentación	25.06	m3
Vol. sobrecimiento	9.35	m3
Peso cimentación	60.13	T
Peso sobrecimiento	22.97	T
Peso total	83.10	T

Fuente: Edgo. Adrián Cando

Tabla 9. Peso Total de la estructura

Total		
Peso estructura	135.76	T
Peso total (incluida cimentación)	218.86	T

Fuente: Edgo. Adrián Cando

Carga sísmica

Para tomar en cuenta la carga sísmica se considera las especificaciones establecidas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS), para establecer esta carga se toma en cuenta las características del lugar donde se implantará la estructura y características del edificio.

Para el cálculo del cortante basal se considera la zona sísmica donde se encuentra la vivienda, para cual se utiliza la siguiente formula que se especifica en la NEC-SE-DS:
[33]

$$V = \frac{I * Sa}{R * \phi_p * \phi_e} * W$$

Donde

I: factor de importancia

Sa: aceleración espectral de respuesta elástica para diseño

R: factor de reducción de respuesta estructural

$\phi_p * \phi_e$: Factores de configuración estructural en planta y en elevación.

Para el definir el factor de reducción de respuesta estructural R se toma los valores establecidos en la NEC-SE-DS que depende del sistema estructural, como presenta en la siguiente tabla:

Tabla 10. Coeficiente R para sistemas estructurales de ductilidad limitada

Sistema Estructural	Materiales	Coeficiente R	Limitación en altura (número de pisos)
Pórticos resistentes a Momento	Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM , reforzado con acero laminado en caliente.	3	2(b)
	Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM , con armadura electro-soldada de alta resistencia.	2,5	2
	Acero Doblado en Frío	1,5	2 (b)
Muros Portantes	Mampostería No Reforzada y no confinada (c)	1	1
	Mampostería enchapada con malla de acero (a)	1,5	2(b)
	Adobe y Tapial reforzado	1,5	2
	Bahareque	1,5	2
	Mampostería Reforzada	3	2(b)
	Mampostería Confinada	3	2(b)
	Muro de hormigón reforzado	3	2(b)
Muros livianos de acero	1,5	2	

	Muro de mortero armado u hormigón armado con alma de poliestireno(a)	1,5	2(b)
--	--	-----	------

Fuente: NEC-SE-DS, 2015.

2.8.6 Modelado de la estructura de adobe

Se realiza el modelo estructural en el programa ETABS V2019, como se estableció en la sección anterior es una vivienda unifamiliar de un piso, los muros tienen espesores de 40cm y una viga collar conformada por dos maderas circulares de eucalipto, el techo se conforma por vigas y correas de madera sobre las cuales se colocan una cobertura de teja de barro.

En cuanto a las características de los materiales se va a utilizar dos tipos de materiales el adobe y la madera. El adobe no cuenta con una formula o expresión para el cálculo directo del módulo de elasticidad, para obtener dicho valor se debe hacer ensayos de laboratorio.

Según Aguilera & Quezada, 2017, el módulo de elasticidad para el adobe está dentro del siguiente rango que va desde 294.90 kg/cm² hasta 698.51 kg/cm², sin embargo, la norma peruana E.080 recomienda que, en el caso que no se cuente con resultados de ensayos experimentales, se considere un valor de 200 MPa = 2040 kg/cm². [34]

Propiedades del adobe

Para la asignación de las propiedades físicas del adobe se utiliza los que se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 11. Propiedades físicas del adobe

Propiedad	Valor
Peso	1.6 t/m ²
Módulo de elasticidad	2040 kg/cm ²
Coefficiente de Poisson	0.15
Coefficiente de expansión térmica	0.012 mm/m°C

Fuente: Diseño y construcción con tierra reforzada [14]

Propiedades de la madera

Para el modelo de la viga collar y la vigueta se utiliza madera de eucalipto. La madera presenta diferentes comportamientos debido a su composición en sus tres direcciones, los valores utilizados se describen en la siguiente tabla:

Tabla 12. Propiedades de la madera

Propiedad	Valor
Peso unitario	0.79 t/m ³
Masa unitaria	8.056 E-07 kg
Módulo de elasticidad	8701.15 MPa
Coeficiente de Poisson	0.4
Coeficiente de expansión térmica	0.000003 1/°C
	0.000025 1/°C
	0.000015 1/°C
Módulo de corte	3480.46 t/m ²

Fuente: Propiedades físicas y mecánicas de la madera [35]

CAPITULO III



ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 Estudio geotécnico

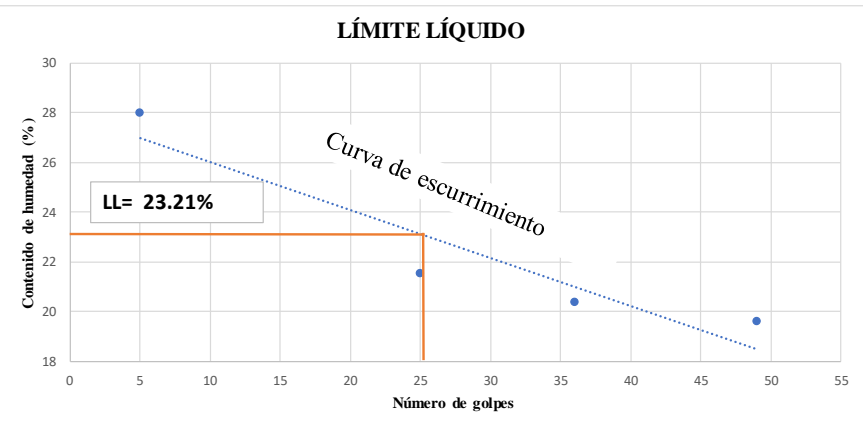
Para el siguiente proyecto se realizó un estudio geotécnico, mediante un ensayo de penetración estándar “SPT” para conocer la información del suelo, propiedades del terreno ya que es imprescindible para la realización del diseño propuesto. Este ensayo se realizó a una profundidad de 3 m, con lo cual se obtuvo tres muestras de suelo a 1 m, 2 m y 3 m respectivamente, posteriormente se realizó ensayos de límites de Atterberg, datos que son requeridos para determinar la capacidad portante admisible del suelo.

3.1.1 Ensayo Límite Líquido (LL%)

Tabla 13. Determinación Límite Líquido Muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILAR SOSTENIBLE EMPLEANDO MATERIALES AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE EN LA PARROQUIA SALASAKA								
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO MUESTRA 1								
UBICACIÓN:	Salasaka - Kinlly Urku							
ENSAYADO POR:	Egdo. Adrián Cando			FECHA:	31/10/2022			
NORMA:	AASHTO: T-90-70, ASTM: D-424-71, INEN: 691							
Muestra N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Intervalo de Golpes	0-15		15-30		30-40		40-50	
Recipiente N°	73	07AI	03AI	64	33A	25I	61	60
Peso muestra húmeda + recip (Wm + Wr) gr	19,72	18,29	14,81	14,16	25,48	26,53	17,92	21,95
Peso muestra seca + recip (W s+ Wr) gr	17,84	16,82	14,22	13,65	23,03	23,89	16,85	20,15
Peso del agua (Ww) gr	1,88	1,47	0,59	0,51	2,45	2,64	1,07	1,8
Peso del recipiente (Wr) gr	11,18	11,52	11,5	11,27	11,09	10,86	11,41	10,94
Peso muestra seca (Ws) gr	6,66	5,3	2,72	2,38	11,94	13,03	5,44	9,21
Contenido de humedad (W%)	28,23	27,74	21,69	21,43	20,52	20,26	19,67	19,54
Número de golpes	5		25		36		49	
Promedio del contenido de humedad (W%)	27,99		21,56		20,39		19,61	

LÍMITE LÍQUIDO





Elaborado por: Egdo. Adrián Cando

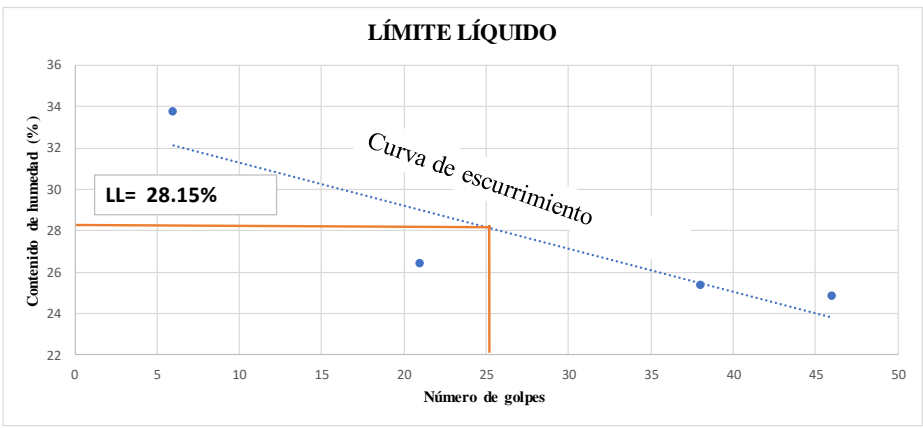
Análisis:

Según la Tabla 13 se obtuvo un valor del LL% de 23,21% de acuerdo a la curva de escurrimiento que depende del contenido de humedad según el intervalo de golpes dados a la muestra, donde se presencia una consistencia semisólida a sólida.

Tabla 14. Determinación Límite Líquido Muestra 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE EMPLEANDO MATERIALES AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE EN LA PARROQUIA SALASAKA								
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO MUESTRA 2								
UBICACIÓN:	Salasaka - Kinlly Urku							
ENSAYADO POR:	Egdo. Adrián Cando			FECHA:		31/10/2022		
NORMA:	AASHTO: T-90-70, ASTM: D-424-71, INEN: 691							
Muestra N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Intervalo de Golpes	0-15		15-30		30-40		40-50	
Recipiente N°	40	271	11	34	26A	8	66AI	18
Peso muestra húmeda + recip (Wm + Wr) gr	23,06	21,67	18,56	19,8	21,08	19,87	15,6	17,94
Peso muestra seca + recip (W s+ Wr) gr	20,03	18,88	17,07	18,01	19,07	18,16	14,67	16,66
Peso del agua (Ww) gr	3,03	2,79	1,49	1,79	2,01	1,71	0,93	1,28
Peso del recipiente (Wr) gr	11,09	10,59	11,43	11,24	11,21	11,38	10,91	11,54
Peso muestra seca (Ws) gr	8,94	8,29	5,64	6,77	7,86	6,78	3,76	5,12
Contenido de humedad (W%)	33,89	33,66	26,42	26,44	25,57	25,22	24,73	25
Número de golpes	6		21		38		46	
Promedio del contenido de humedad (W%)	33,78		26,43		25,40		24,87	

Número de golpes	Contenido de humedad (%)
6	33,89
21	26,43
38	25,40
46	24,87





El gráfico muestra la relación entre el número de golpes (eje X) y el contenido de humedad en porcentaje (eje Y). Se traza una curva de escurrimiento que conecta los puntos de datos. Una línea horizontal naranja indica el Límite Líquido (LL) establecido en 28,15%. Una línea vertical naranja marca el número de golpes correspondiente a este LL, que es 25.

Elaborado por: Egdo. Adrián Cando

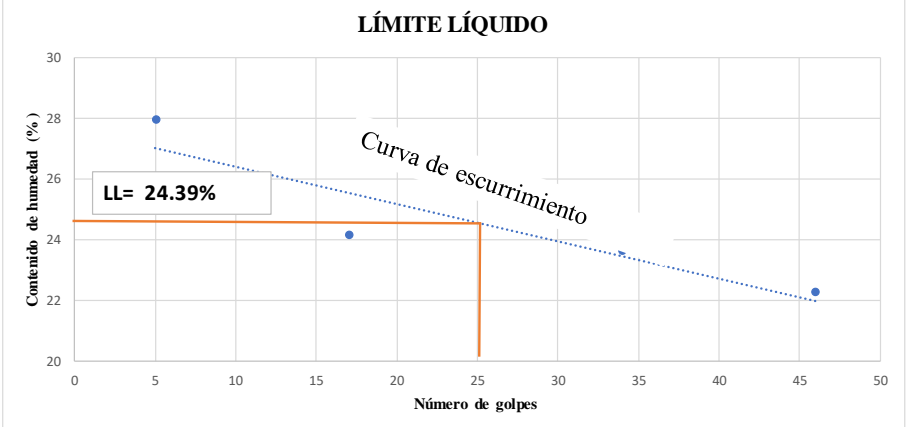
Análisis:

Según la Tabla 14 se obtuvo un valor del LL% de 28,15% de acuerdo a la curva de escurrimiento que depende del contenido de humedad directamente según el intervalo de golpes dados a la muestra, donde se presencia una consistencia semisólida a sólida.

Tabla 15. Determinación Límite Líquido Muestra 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR SOSTENIBLE EMPLEANDO MATERIALES AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE EN LA PARROQUIA SALASAKA								
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO MUESTRA 3								
UBICACIÓN:	Salasaka - Kinlly Urku							
ENSAYADO POR:	Egdo. Adrián Cando			FECHA:	31/10/2022			
NORMA:	AASHTO: T-90-70, ASTM: D-424-71, INEN: 691							
Muestra N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Intervalo de Golpes	0-15		15-30		30-40		40-50	
Recipiente N°	32I	12I	17	6	63	77	23	35
Peso muestra húmeda + recip (Wm + Wr) gr	18,07	21,35	19,59	19,15	20,56	21,12	20,97	22,71
Peso muestra seca + recip (W s+ Wr) gr	16,57	19,08	18	17,53	18,74	19,28	19,17	20,63
Peso del agua (W w) gr	1,5	2,27	1,59	1,62	1,82	1,84	1,8	2,08
Peso del recipiente (Wr) gr	11,19	10,98	11,41	10,83	11,09	11,44	11,12	11,27
Peso muestra seca (Ws) gr	5,38	8,1	6,59	6,7	7,65	7,84	8,05	9,36
Contenido de humedad (W%)	27,88	28,02	24,13	24,18	23,79	23,47	22,36	22,22
Número de golpes	5		17		34		46	
Promedio del contenido de humedad (W%)	27,95		24,16		23,63		22,29	

LÍMITE LÍQUIDO



Curva de escurrimiento

LL= 24.39%



Elaborado por: Egdo. Adrián Cando

Análisis:

Según la Tabla 15 se obtuvo un valor del LL% de 24,39% de acuerdo a la curva de escurrimiento que depende del contenido de humedad según el intervalo de golpes dados a la muestra, donde se presencia una consistencia semisólida a sólida siendo una consistencia óptima para un buen tipo de suelo.

3.1.2 Ensayo Límite Plástico (LP%)

Tabla 16. Determinación Límite Plástico Muestra 1



 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL </div> 					
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILAR SOSTENIBLE EMPLEANDO MATERIALES AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE EN LA PARROQUIA SALASAKA					
<u>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO MUESTRA 1</u>					
UBICACIÓN:	Salasaka - Kinlly Urku				
ENSAYADO POR:	Egdo. Adrián Cando	FECHA:	31/10/2022		
NORMA:	AASHTO: T-90-70, ASTM: D-424-59-74, INEN: 691				
Muestra N°	1	2	3	4	5
Recipiente N°	543E	200	P1	90	76
Peso muestra húmeda + recip (Wm + Wr) gr	11,76	11,58	11,43	12,35	11,28
Peso muestra seca + recip (Ws + Wr) gr	11,58	11,44	11,31	12,09	11,16
Peso del agua (Ww) gr	0,18	0,14	0,12	0,26	0,12
Peso del recipiente (Wr) gr	10,69	10,69	10,78	10,75	10,64
Peso muestra seca (Ws) gr	0,89	0,75	0,53	1,34	0,52
Contenido de humedad (W%)	20,22	18,67	22,64	19,4	23,08
Promedio del contenido de humedad (W%) (LP%)	20,8				
Índice Plástico (IP% = LL% - LP%)	2,41				

Elaborado por: Egdo. Adrián Cando

Análisis:

De acuerdo a la Tabla 16, se obtuvo un valor de 20,8% de Límite plástico con lo cual se puede calcular el índice plástico mediante la resta del límite líquido obtenido en la Tabla 1, menos el límite plástico en donde se obtiene un valor de 2,41%, mostrando correlaciones válidas entre los dos resultados, además que el análisis de plasticidad es acorde a un tipo de suelo óptimo no arcilloso ya que el índice de plasticidad es relativamente bajo.

Tabla 17. Determinación Límite Plástico Muestra 2



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILAR SOSTENIBLE EMPLEANDO MATERIALES AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE EN LA PARROQUIA SALASAKA					
<u>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO MUESTRA 2</u>					
UBICACIÓN:	Salasaka - Kinlly Urku				
ENSAYADO POR:	Egdo. Adrián Cando	FECHA:	31/10/2022		
NORMA:	AASHTO: T-90-70, ASTM: D-424-59-74, INEN: 691				
Muestra N°	1	2	3	4	5
Recipiente N°	58	R2	56	54	48
Peso muestra húmeda + recip (Wm + Wr) gr	7,45	7,25	7,3	7,42	7,73
Peso muestra seca + recip (W s+ Wr) gr	7,14	6,98	7,09	7,11	7,38
Peso del agua (Ww) gr	0,31	0,27	0,21	0,31	0,35
Peso del recipiente (Wr) gr	6,09	6,03	6,21	6,02	6,09
Peso muestra seca (Ws) gr	1,05	0,95	0,88	1,09	1,29
Contenido de humedad (W%)	29,52	28,42	23,86	28,44	27,13
Promedio del contenido de humedad (W%)	27,48				
Índice Plástico (IP% = LL% - LP%)	0,67				

Elaborado por: Egdo. Adrián Cando

Análisis:

De acuerdo a la Tabla 17, se obtuvo un valor de 27,48% de Límite plástico con lo cual se puede calcular el índice plástico mediante la resta del límite líquido obtenido en la Tabla 14, menos el límite plástico en donde se obtiene un valor de 0,67%, mostrando correlaciones coherentes entre los dos resultados, además que el análisis de plasticidad es apreciable para un tipo de suelo óptimo no arcilloso ya que el índice de plasticidad es relativamente bajo mucho más bajo que de la primera muestra.

Tabla 18. Determinación Límite Plástico Muestra 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILAR SOSTENIBLE EMPLEANDO MATERIALES AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE EN LA PARROQUIA SALASAKA					
<u>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO MUESTRA 3</u>					
UBICACIÓN:	Salasaka - Kinly Urku				
ENSAYADO POR:	Egdo. Adrián Cando	FECHA:	31/10/2022		
NORMA:	AASHTO: T-90-70, ASTM: D-424-59-74, INEN: 691				
Muestra N°	1	2	3	4	5
Recipiente N°	A2	71	44	47	24
Peso muestra húmeda + recip (Wm + Wr) gr	7,18	7,78	7,58	7,72	7,69
Peso muestra seca + recip (W s+ Wr) gr	6,97	7,48	7,29	7,4	7,46
Peso del agua (Ww) gr	0,21	0,3	0,29	0,32	0,23
Peso del recipiente (Wr) gr	6,13	6,23	6	6,08	6,25
Peso muestra seca (Ws) gr	0,84	1,25	1,29	1,32	1,21
Contenido de humedad (W%)	25,00	24,00	22,48	24,24	19,01
Promedio del contenido de humedad (W%)	22,95				
Índice Plástico (IP% = LL% - LP%)	1,44				

Elaborado por: Egdo. Adrián Cando

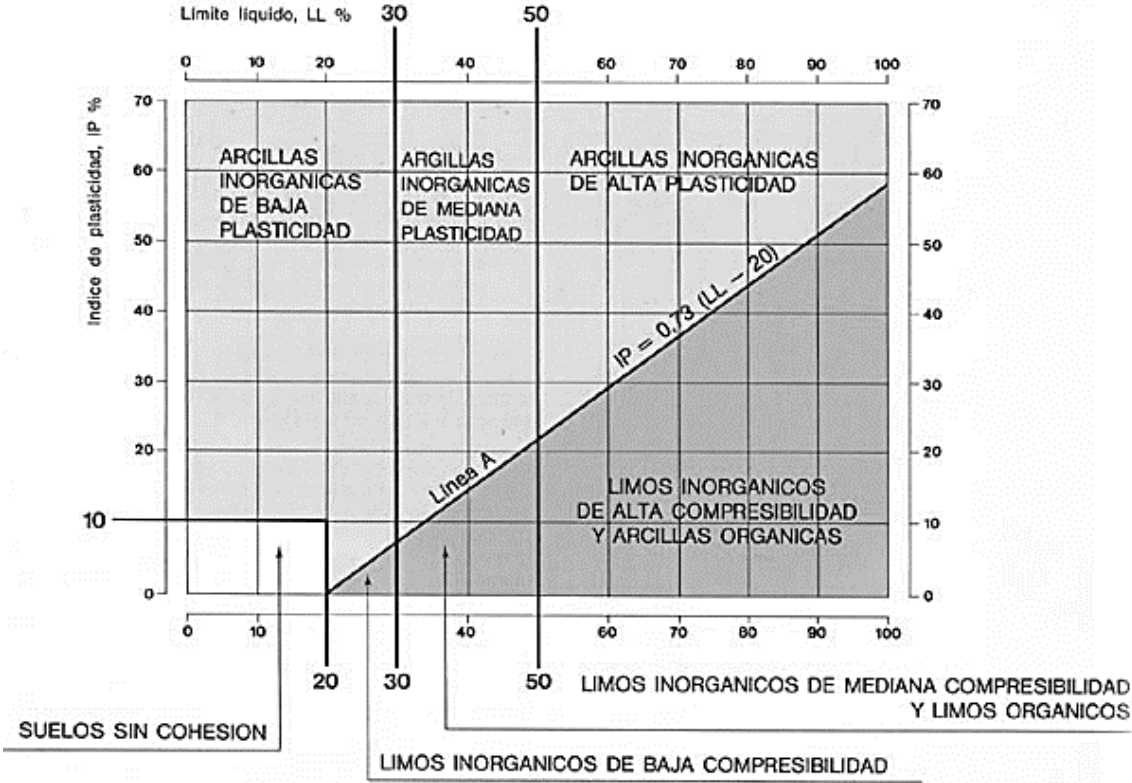
Análisis:

De acuerdo a la Tabla 18, se obtuvo un valor de 22,95% de Límite plástico con lo cual se puede calcular el índice plástico mediante la resta del límite líquido obtenido en la Tabla 15, menos el límite plástico en donde se obtiene un valor de 1,44%, mostrando correlaciones coherentes entre los dos resultados, además que el análisis de plasticidad es apreciable para un tipo de suelo óptimo no arcilloso ya que el índice de plasticidad sigue siendo relativamente bajo.

Análisis general de las muestras de suelo (Tipo de Suelo)

De acuerdo a cada uno de los análisis anteriores de cada muestra de suelo tanto de límite líquido e índice plástico que se ha ensayado, se verificó y se determinó que el tipo de suelo de donde se obtuvieron las muestras es de tipo limo inorgánico de baja compresibilidad en base la figura 18 presentado a continuación.

Figura 17. Tipos de suelo según Límite Líquido % vs Índice Plástico%.





Fuente: Carta de Plasticidad de Casagrande. Braja M. Das, 2001. [36]

3.1.3 Ensayo Penetración Estándar (SPT)

3.1.3.1 Determinación de la capacidad portante admisible del suelo

Tabla 19. Cálculos Ensayo SPT

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 						
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILAR SOSTENIBLE EMPLEANDO MATERIALES AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE EN LA PARROQUIA SALASAKA						
<u>CÁLCULOS</u>						
UBICACIÓN:		Salasaka - Kinlly Urku				
ENSAYADO POR:		Egdo. Adrián Cando		FECHA:		1/11/2022
ID. DE MUESTRA:		Sondeo 1				
NORMA:		ASTM D 1586				
PROFUNDIDAD (m)	N60	VELOCIDAD DE ONDA	CN	N1	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA	COHESIÓN
1,00	16,00	162,79	2,70	43,21	45,80	0,24
2,00	52,00	248,84	1,84	95,80	58,41	0,03
3,00	32,00	208,93	1,43	45,76	46,55	0,13
PROFUNDIDAD (m)	Peso específico	COHESIÓN	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA	Capacidad Ultima Tn/m2	Capacidad Admisible Tn/m2	
1,00	2,56	0,24	45,80	30,00	10,00	
2,00	2,48	0,03	58,41	98,00	34,00	
3,00	2,54	0,13	46,55	60,00	21,00	

Elaborado por: Egdo. Adrián Cando

Análisis:

De acuerdo a la Tabla 19, se visualizan los tres valores de la capacidad portante admisible siendo 10 Ton/m², 34,00 Ton/m² y 21,00 Ton/m² consecuentemente a 1 m, 2 m y 3 m de profundidad penetrado, en donde se opta por utilizar el primer valor de 10 Ton/m² a la profundidad de 1 m, ya que para el presente proyecto las cimentaciones serán diseñadas a una profundidad de 0,60 m, valor mínimo establecido en Reglamento Peruano de edificaciones Norma E.080. [14]

3.1.4 Análisis de los criterios para el dimensionamiento

Se analizó los criterios establecidos por la Norma E.080, respetando los límites de grosor, esbeltez vertical y esbeltez horizontal, la altura máxima, distancias entre arriostres verticales y aberturas acordes a la figura 7.

Longitud del muro

$$L \leq 10 * e_{muro}$$

$$L \leq 10 * 0.40 \text{ m}$$

$$L \leq 4.00 \text{ m}$$

Longitud a utilizar: **3.50 m**

Altura del muro

$$H \leq 8 * e_{muro}$$

$$H \leq 8 * 0.40 \text{ m}$$

$$H \leq 3.20 \text{ m}$$

Altura a utilizar: **2.70 m**

Verificación:

$$L + 1.25 * H \leq 17.50 * e_{muro}$$

$$3.50 + 1.25 * 2.70 \leq 17.50 * 0.40 \text{ m}$$

$$6.875 \leq 7.00 \text{ m } \mathbf{OK}$$

Distancia entre vanos

$$a \leq \frac{L}{3}$$

$$a \leq \frac{3.5 \text{ m}}{3}$$

$$a \leq 1.07 \text{ m}$$

Distancia entre vanos a utilizar: 0.80 m (Puertas)

Distancia entre vanos a utilizar: 0.60 m (Ventanas)

Distancia de contrafuertes o arriostre vertical

$$3 * e_{\text{muro}} \leq b \leq 5 * e_{\text{muro}}$$

$$3 * 0.40\text{m} \leq b \leq 5 * 0.40\text{m}$$

$$1.20 \text{ m} \leq b \leq 2.00 \text{ m}$$

Distancias de arriostre a utilizar: 1.20 m

Esbeltez vertical ($\lambda_{V\text{maxima}} = 8$)

$$\lambda_V \leq \frac{H}{e}$$

$$\lambda_V \leq \frac{2.70 \text{ m}}{0.40 \text{ m}}$$

$$\lambda_V \leq 6.75 \text{ OK}$$

Esbeltez horizontal ($\lambda_{H\text{maxima}} = 10$)

$$\lambda_H \leq \frac{L}{e}$$

$$\lambda_H \leq \frac{3.20 \text{ m}}{0.40 \text{ m}}$$

$$\lambda_H \leq 8.00 \text{ OK}$$

Verificación de esbeltez

$$\lambda_H + 1.25 * \lambda_V \leq 17.50$$

$$8.00 + 1.25 * 6.75 \leq 17.50$$

$$16.44 \leq 17.50 \text{ OK}$$

Tabla 20. Resumen de longitudes geométricas

	Muro	Ventana	Puerta	Valor permisible
Espesor (e)	0.40 m	-	-	Mayor a 0.40 m

Longitud (L)	3.50 m	-	-	Menor a 4.00 m
Altura (H)	2.70 m	-	-	Menor a 3.20 m
Distancia entre vanos (a)	-	0.60 m	0.80 m	Menor a 1.07 m
Distancia contrafuerte (b)	-	1.20 m	1.20 m	De 1.20 m a 2.00 m
Esbeltez vertical	6.75	-	-	Máximo 8
Esbeltez horizontal	8	-	-	Máximo 10

Fuente: Edgo. Adrián Cando

Análisis:

Como se puede visualizar en los cálculos realizados anteriormente cumplen con los parámetros que establece la normativa E.080, por lo que las dimensiones son aceptables para el diseño de la vivienda que se pretende realizar.

3.1.5 Análisis de la carga sísmica

Después de haber calculado la velocidad de onda y definido el tipo de suelo, se procedió a calcular el espectro de diseño.

Tabla 21. Datos para el cálculo del espectro de diseño

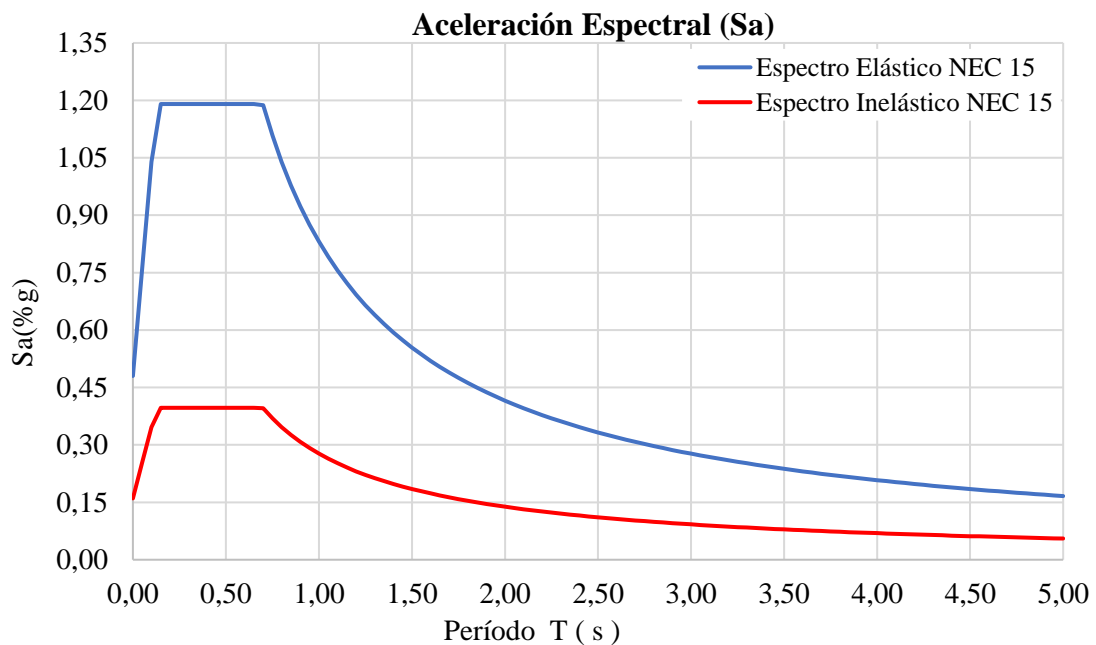
Sitio	SALASACA – KINLLY URKU		
Suelo	E		
S. Estructural	Muros portantes de adobe y tapial reforzado		
Uso	Vivienda Unifamiliar		
Vs	162.79 m/s		
DATOS PARA EL ESPECTRO ELÁSTICO			
Parámetros	Valor	NEC-SE-DS	Observaciones
Z (%g)	0.40	10.2	Factor de zona sísmica (Pelileo)
η	2.48	3.3.1	Valor ETA de ubicación
fa	1.14	3.2.2.a	Amplificación de las ordenadas de aceleración
fd	1.60	3.2.2.b	Amplificación de las ordenadas de desplazamientos
fs	1.90	3.2.2.c	Comportamiento no lineal de los suelos
r	1.50	3.3.1	Factor usado en el espectro de diseño elástico
DATOS PARA EL ESPECTRO REDUCIDO			
R	1.50	3.1.4. Tabla 3	Factor de reducción de resistencia sísmica
I	1.00	4.1 Tabla 6	Estructura especial
Φ_p	1.00	5.3.1. Tabla 9	Coefficiente de irregularidad en elevación

Φ_e	1.00	5.3.1. Tabla 9	Coeficiente de irregularidad en planta
hn (m)	3.50	6.3.3	Altura total de la edificación
Ct	0.049	6.3.3.a	Factor de dependencia del sistema estructural
α	0.75	6.3.3.a	Factor de dependencia del sistema estructural

CÁLCULOS			
Ta (s)	0.1407		Periodo de Vibración
To(s)	0.1269		Inicio de la meseta del espectro NEC 2015
Tc(s)	0.6981		Final de la meseta del espectro NEC 2015
Sa(%g)	1.1904		Aceleración elástica (sin reducir)
C (%g)	0.3968		Aceleración reducida
k	1.000		Factor de distribución de fuerzas

Fuente: Edgo. Adrián Cando

Figura 18. Espectros de respuesta



Fuente: Edgo. Adrián Cando

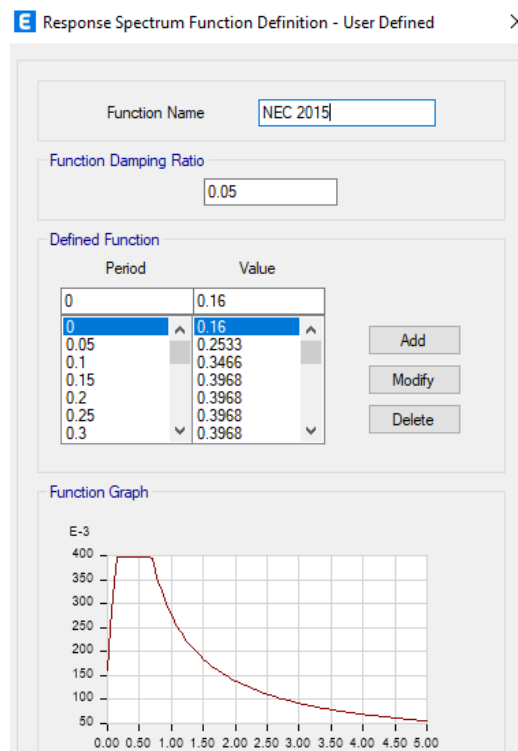
3.2 Modelación estructural en ETABS

El modelamiento de la vivienda se realiza en base los cálculos de las dimensiones establecidas en el punto 3.1.4, de igual forma se designó los valores propios de los materiales a utilizar para este tipo de diseño de vivienda sostenible que se encuentran en la tabla 8 y 9.

3.2.1 Definición del espectro de respuesta sísmica

Se designó el espectro en el programa ETABS 2019 tomando en cuenta los valores establecidos en la tabla 18 propuesto por la normativa ecuatoriana NEC 2015, el espectro se presenta en la siguiente figura:

Figura 19. Espectro de respuesta sísmica NEC 2015



Fuente: ETABS 2019

3.2.2 Definición del cortante basal estático

Con el valor del coeficiente calculado en la tabla 21, se ingresó en el programa para tomar en cuenta la carga sísmica estática en cada dirección de análisis.

Figura 20. Coeficiente de Corte Basal Espectro NEC-2015 dirección X

Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

Factors

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

Story Range

Top Story

Bottom Story

Fuente: ETABS 2019

Figura 21. Coeficiente de Corte Basal Espectro NEC-2015 dirección Y

Seismic Load Pattern - User Defined

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccentricity Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

Factors

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

Story Range

Top Story

Bottom Story

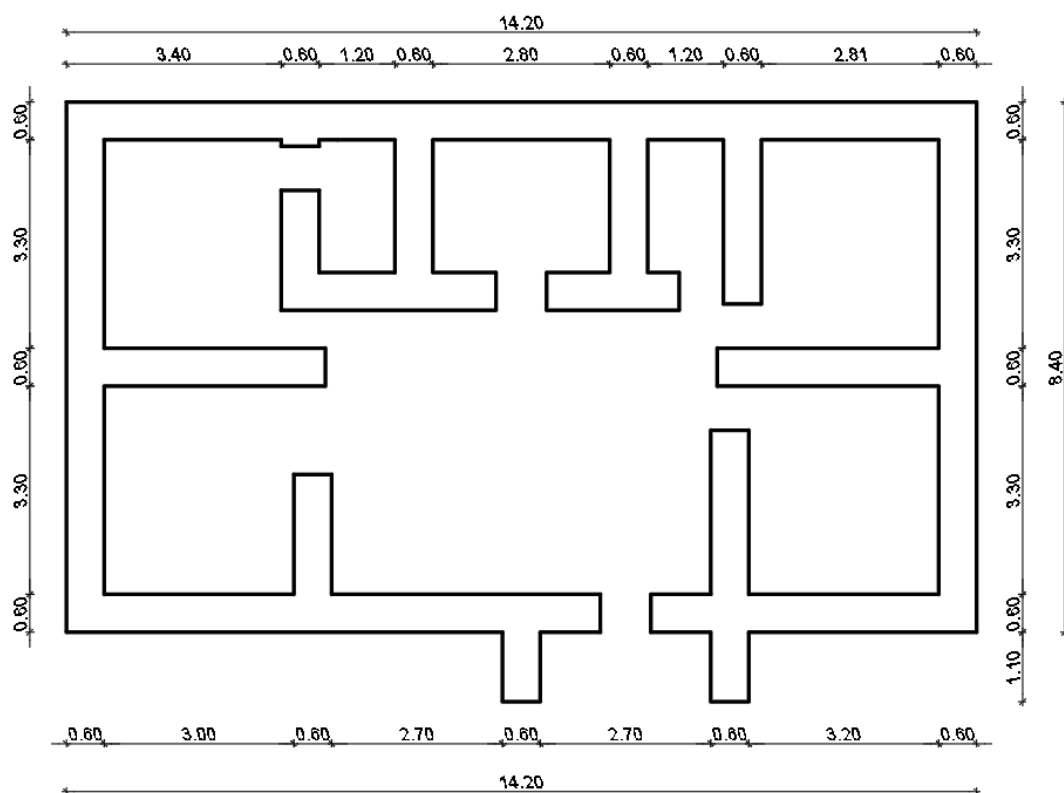
Fuente: ETABS 2019

3.3 Análisis del comportamiento de los elementos estructurales de la vivienda

3.3.1 Análisis de la cimentación

Una vez ingresadas las combinaciones de carga de servicio se escogió la combinación de carga más crítica, partiendo de los valores arrojados por el programa se calculó los esfuerzos transmitidos al suelo para verificar que las dimensiones elegidas son suficientes y así los esfuerzos no superen la capacidad portante del suelo. Este análisis se realiza en base a una viga de cimentación continua tanto para el eje X y el eje Y, y el cálculo de los esfuerzos se realizó en base a la expresión dada en el punto 2.8.4.3.

Figura 22. Área de cimentación



Fuente: Edgo. Adrián Cando

Tabla 22. Verificación de la Cimentación

CIMENTACIÓN		
Peso total estructura mayorada en un 20%	262.63	T
Área total de la cimentación	41.89	m ²
Esfuerzo transmitido por la estructura hacia el suelo	6.26	Ton/m ²
Resistencia de suelo	10.00	Ton/m ²
Altura de la cimentación	0.60	m
Ancho de la cimentación	0.60	m

Fuente: Edgo. Adrián Cando

Análisis:

En la tabla 22 se observa que los esfuerzos que se transmiten de la estructura al suelo es menor al esfuerzo admisible o capacidad portante del mismo, por lo que las medidas adoptadas cumplen con el requerimiento del esfuerzo permitido.

3.3.2 Análisis de los muros

Se determinó que los muros tengan una densidad mayor a lo establecido en la tabla 1 de acuerdo al tipo de edificación.

Tabla 23. Cálculo aproximado de muros

Cálculo aproximado de muros		
Área de construcción (A)	110.4	m ²
Ancho de muros	0.4	m
# de pisos (n)	1	
Densidad de muros en toda la estructura (d)	8	%
Área de pared necesario en toda la estructura (A*n*d)	8.83	m ²
Long de muros necesarios en cada eje	22.08	m
Long de muros construidas en X	41	m
Long de muros construidos en Y	28.6	m
Área de muros	27.84	m ²
Densidad de muros (mayor a 8%)	25.22	%

Fuente: Edgo. Adrián Cando

Análisis:

Según tabla 1 el Factor de uso (U) y densidad para el tipo de edificación está dentro de una vivienda unifamiliar por lo que la densidad mínima de paredes que debe existir es del 8%, con el valor calculado de la densidad en la tabla anterior se obtuvo un valor de 25.22%, cumpliendo con los requisitos de muros en cada eje y con la densidad mínima establecida en la norma E.080.

Sin embargo, para corroborar los resultados obtenidos, se procedió a comprobar la estabilidad por cargas verticales y horizontales en muros:

3.3.3 Comprobación por cargas verticales y horizontales de muros

3.3.3.1 Cargas verticales

Para verificar los resultados obtenidos, se procedió a comprobar la estabilidad por cargas verticales y horizontales en muros, en la tabla 8 se presenta el cálculo de la resistencia a cargas verticales de la estructura.

Tabla 24. Resistencia a cargas verticales

Cargas Admisibles		
Área en planta de muros	27.84	m ²
Resistencia a compresión adobe	10	Kg/cm ²
	100	t/m ²
Coficiente Reducc. Resp. Estructural	1.5	
Factor seguridad	3	
Q admisible = Resist. a compresión/(CR*FS)	22.22	T/m ²
W admisible = (Área * Q admisible)	618.67	T
Cargas Reales		
Peso total (CM)	135.76	T
CV	0.2	T/m ²
Área de construcción (A)	110.4	m ²
Peso total (CV)	22.08	T
W= 1.2*CM + 1.6*CV	198.24	T

Fuente: Edgo. Adrián Cando

Verificación

Cargas Reales < Cargas Admisibles

$$198.24 \text{ T} < 618.67 \text{ T OK}$$

Análisis:

Se comprueba que las cargas reales son menores a las admisibles como se presenta en la tabla anterior.

3.3.3.2 Cargas horizontales

Para verificar los resultados obtenidos, se procedió a comprobar la estabilidad por cargas horizontales en muros, para lo cual se realizó el cálculo de la resistencia de la estructura sometida a carga horizontal. Se considera que los muros con el eje paralelo al eje de la fuerza sísmica absorben el 100% de esta fuerza. [14]

En la siguiente tabla se muestra los cálculos realizados para obtener la fuerza sísmica horizontal y los esfuerzos de tensión generados.

Tabla 25. Esfuerzos producidos por cargas laterales y verticales

Resistencia a cargas Horizontales		
Cargas reales Muro 1 - dirección X		
CV	0.2	T/m ²
CM	1.82	T/m ²
Factor de suelo (S)	1.4	
Factor de uso (U)	1.0	
Coeficiente sísmico (C)	0.2	
Área colaborante muro	4.09	m ²
Altura de entrepiso (h)	2.7	m
P = CM + 0.5CV	7.85	T
Fuerza sísmica horizontal (H)	2.20	T
Espesor del muro em	0.4	T
Longitud del muro (a)	1.6	m
Esfuerzo de tracción f't (solo cargas horiz)	0.17	kg/cm ²
M =	5.94	T*m
Esf. de compresión f't (cargas horiz + vert)	4.71	kg/cm ²
Esf. de tracción f't (cargas horiz + vert)	-1.21	kg/cm ²

Fuente: Edgo. Adrián Cando

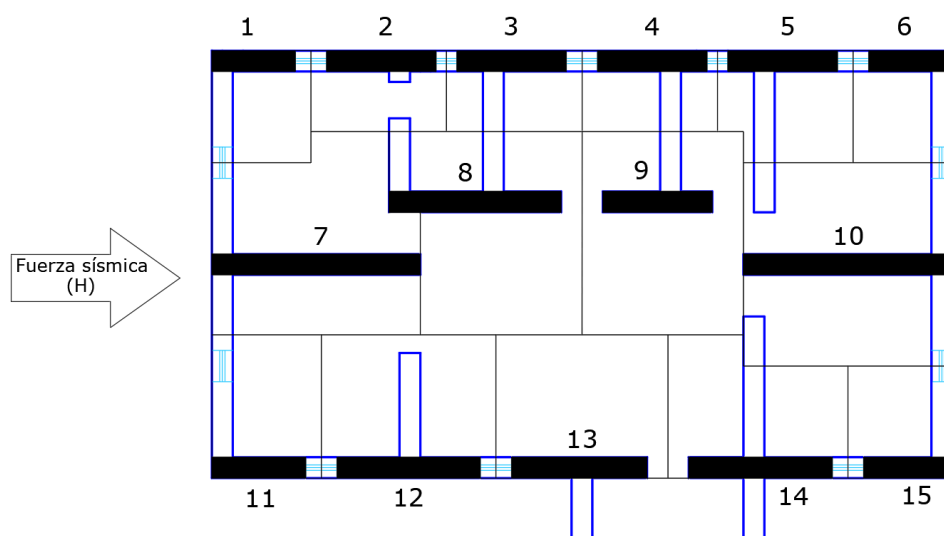
Análisis:

El esfuerzo admisible de compresión del adobe es de 10.2 kg/cm² y a tracción es de 1.5 kg/cm² [37], en base a la tabla anterior se obtuvo la resistencia del muro a compresión de 4.71 kgf/cm², también la resistencia de muros a tracción por flexión de 1.21 kgf/cm². Por lo tanto, se puede concluir que los esfuerzos producidos son menores a los esfuerzos admisibles.

En la tabla 26 y 27 se presenta los cálculos realizados para determinar los esfuerzos generados en los muros de cada eje por la acción combinada de las cargas laterales, verticales y también la tracción indirecta.

En las figuras 23 y 24 se muestran las áreas de aportación cada muro en cada dirección de análisis para el cálculo del peso que actúan sobre los mismos.

Figura 23. Muros y área colaborante en el eje X ante fuerza sísmica horizontal



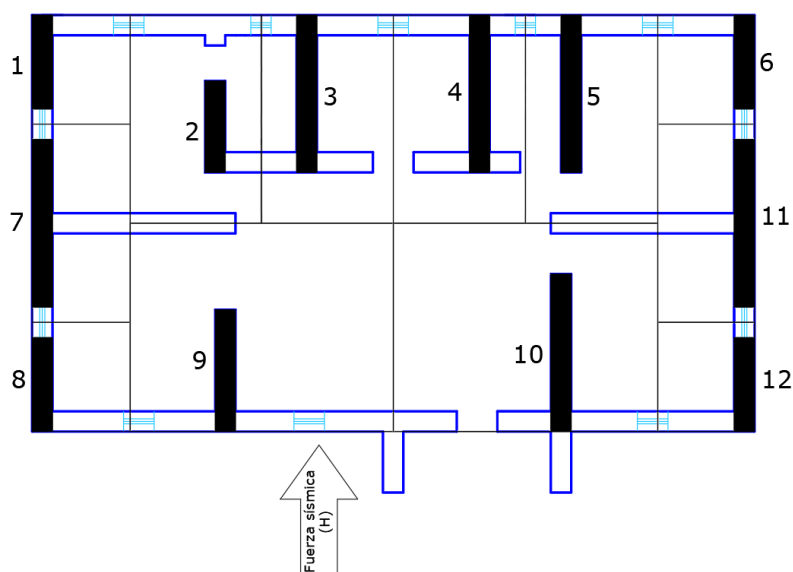
Fuente: Edgo. Adrián Cando

Tabla 26. Esfuerzos producidos en cada muro por cargas laterales y verticales en el eje X

Esfuerzos producidos en muros del eje X						Esfuerzos producidos (kg/cm ²)		
Muro #	L (m)	Espesor (m)	F. sísmica Repartida (H)	M (T*m)	W (T)	Esf1 (compresión)	Esf2 (tracción)	Tracc. Indirecta
1	1.60	0.4	2.20	5.94	7.85	4.71	-1.25	0.17
2	2.10	0.4	2.17	5.85	7.74	2.91	-1.07	0.13
3	2.10	0.4	2.17	5.86	7.75	2.91	-1.07	0.13
4	2.10	0.4	2.16	5.84	7.73	2.91	-1.07	0.13
5	2.10	0.4	2.85	7.69	10.18	3.83	-1.41	0.17
6	1.60	0.4	2.20	5.94	7.85	4.71	-1.25	0.17
7	4.00	0.4	7.27	19.64	25.98	3.46	-0.22	0.23
8	3.30	0.4	7.00	18.91	25.02	4.50	-0.71	0.24
9	2.10	0.4	6.49	17.53	23.19	8.73	-1.20	0.19
10	4.00	0.4	8.40	22.69	30.01	4.00	-0.25	0.24
11	1.80	0.4	3.11	8.39	11.10	5.43	-1.34	0.22
12	2.75	0.4	4.95	13.37	17.68	4.26	-1.04	0.23
13	2.60	0.4	4.88	13.18	17.43	4.60	-1.25	0.23
14	2.75	0.4	4.46	12.05	15.94	3.84	-0.94	0.20
15	1.70	0.4	2.32	6.26	8.28	4.46	-1.03	0.17

Fuente: Edgo. Adrián Cando

Figura 24. Muros y área colaborante en el eje Y ante fuerza sísmica horizontal



Fuente: Edgo. Adrián Cando

Tabla 27. Esfuerzos producidos en cada muro por cargas laterales y verticales en el eje Y

Esfuerzos producidos en muros del eje Y						Esfuerzos producidos (kg/cm ²)		
Muro #	L (m)	Espesor (m)	F. sis Repart (H)	M (T*m)	W(T)	Esf1 (compresión)	Esf2 (tracción)	Tracc Indirecta
1	1.85	0.4	2.23	6.02	7.96	3.71	-1.56	0.15
2	1.80	0.4	5.67	15.30	20.24	9.90	-1.27	0.19
3	3.10	0.4	5.70	15.40	20.37	4.05	-0.76	0.23
4	3.10	0.4	5.72	15.45	20.44	4.06	-0.76	0.23
5	3.10	0.4	5.73	15.47	20.47	4.07	-0.76	0.23
6	1.85	0.4	2.20	5.94	7.86	3.66	-1.54	0.15
7	3.30	0.4	4.04	10.92	14.44	2.60	-0.41	0.15
8	1.85	0.4	2.23	6.02	7.96	3.71	-1.56	0.15
9	2.40	0.4	11.41	30.80	40.74	9.50	-1.78	0.19
10	3.10	0.4	11.46	30.95	40.93	8.13	-1.53	0.46
11	3.30	0.4	3.99	10.77	14.25	2.56	-0.40	0.15
12	1.85	0.4	2.20	5.94	7.86	3.66	-1.54	0.15

Fuente: Edgo. Adrián Cando

Análisis:

El esfuerzo admisible de compresión del adobe es de 10.2 kg/cm², a tracción es de 1.5 kg/cm² y a tracción indirecta es de 0.25 kg/cm² [37], por lo tanto, con los valores calculados en las tablas anteriores se concluye que los esfuerzos generados son menores a los esfuerzos admisibles.

3.4 Análisis de resultados ETABS

Para la verificación de la estructura se realiza los chequeos que se especifica en la Norma Ecuatoriana NEC-SE-DS 2015, con la finalidad de que la vivienda presente un diseño óptimo y adecuado.

3.4.1 Periodo de vibración

Con la finalidad de tener una estructura rígida se analiza el periodo de vibración (T) de la vivienda, para lo cual se comparará el período que se obtiene del método 1 que se especifica en la Tabla 21 con el obtenido mediante el método 2.

En la siguiente tabla se presenta los modos de vibración con sus respectivos periodos:

Tabla 28. Período fundamental método 2

Modo	Periodo (seg)	UX	UY
1	0.103	0.03	0.00
2	0.062	0.00	0.00
3	0.051	0.01	0.00
4	0.040	0.00	0.01
5	0.040	0.00	0.02
6	0.039	0.00	0.00
7	0.038	0.00	0.00
8	0.036	0.00	0.00
9	0.035	0.00	0.01
10	0.035	0.00	0.00
11	0.035	0.00	0.01
12	0.031	0.00	0.00

Fuente: Edgo. Adrián Cando

El valor del periodo obtenido por el método 2 no debe ser mayor en un 30% al valor del periodo calculado por el método 1. [28]

Tabla 29. Verificación del periodo fundamental de la estructura

Método 1 (Ta)	0.141	Ta2 <=1.3Ta1
Método 2 (Ta)	0.103	CUMPLE
1.3*Ta1	0.183	

Fuente: Edgo. Adrián Cando

Análisis:

Como se observa en la tabla anterior, la vivienda cumple con el chequeo ya que el periodo obtenido del programa que corresponde al método 2 no supera el 30% del periodo determinado por el método 1.

3.4.2 Torsión en planta

Es importante verificar que no se produzca torsión en planta ya es una patología que produce bastante daño durante un evento sísmico, para lo cual se debe comprobar que los dos primeros modos de vibración de la vivienda presenten un comportamiento traslacional y en el tercer modo de vibración se espera que tenga un comportamiento torsional. [38]

Se calcula el porcentaje de torsión que se genera en cada modo de vibración con la siguiente formula que relaciona el giro en el sentido Z con el valor mayor de desplazamiento en las direcciones de análisis, y para comprobar este porcentaje no debe ser mayor al 30 % para que se presente un movimiento traslacional:

$$\%Torsión = \frac{R_z}{\max(U_x; U_y)} * 100$$

$$\%Torsión \leq 30\% (Traslacional)$$

Tabla 30. Factores de participación

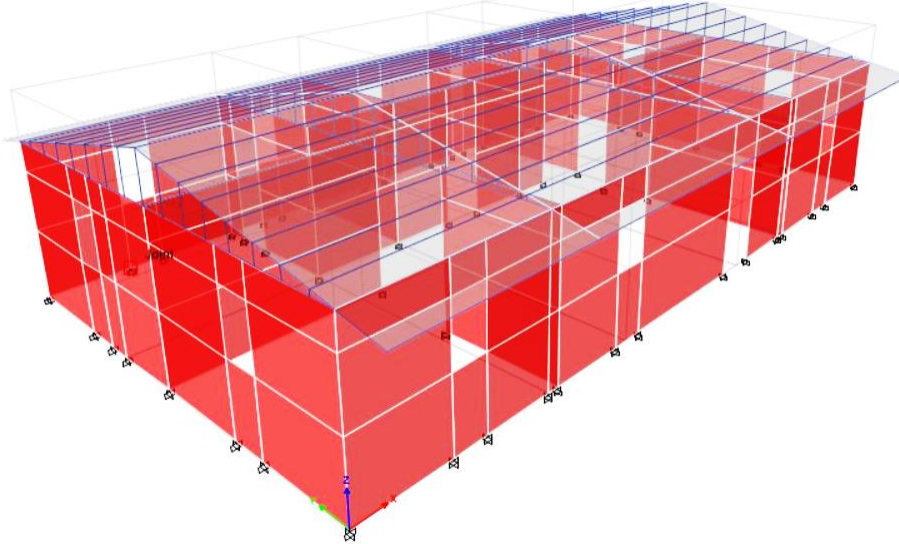
Modo	Ux	Uy	Rz	% Torsión	Observación
1	0.032	0.000	0.000	0.31	Ok traslacional
2	0.003	0.000	0.000	3.33	Ok traslacional
3	0.006	0.000	0.004	64.29	Torsional

Fuente: Edgo. Adrián Cando

Análisis:

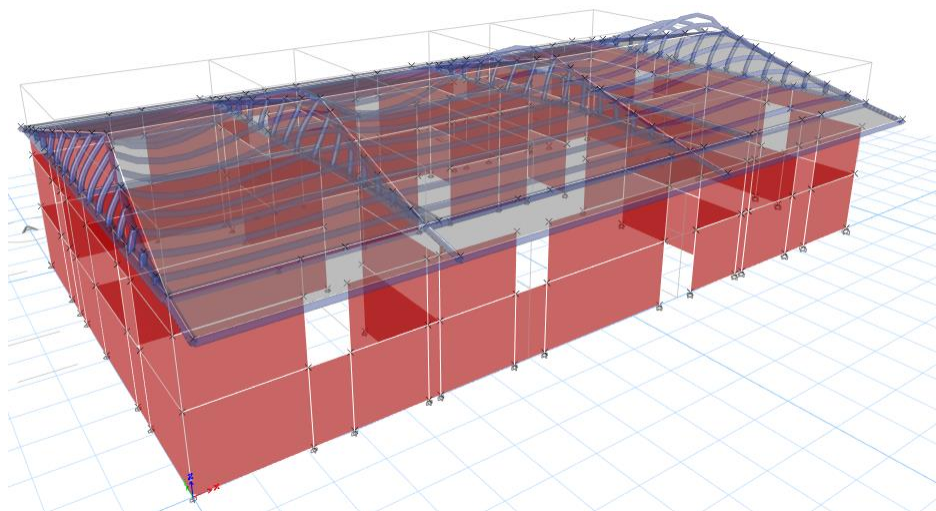
Como se calcula en la tabla 30 la vivienda presente un buen comportamiento en sus dos modos de vibración presentando un comportamiento traslacional e inferior al 30% de la participación rotacional permitida.

Figura 25. Modelación inicial



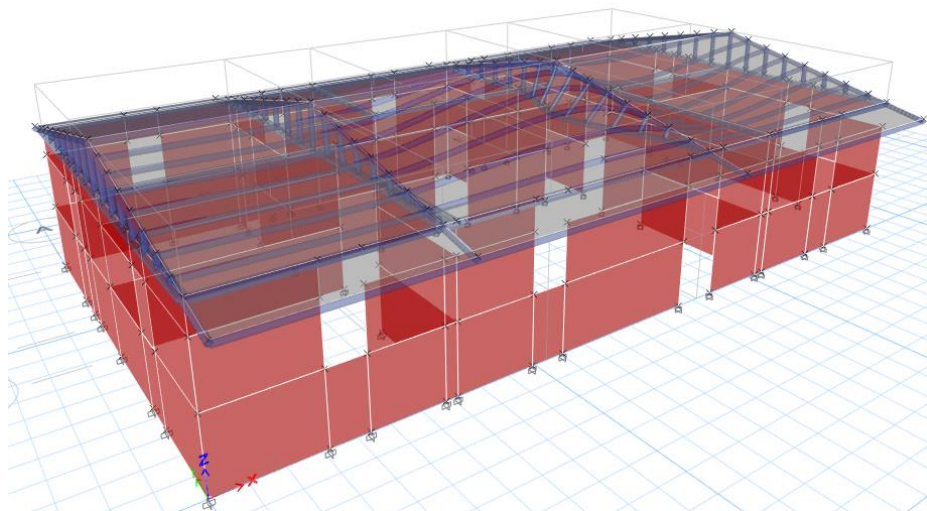
Fuente: ETABS 2019

Figura 26. Primer modo de vibración



Fuente: ETABS 2019

Figura 27. Segundo modo de vibración



Fuente: ETABS 2019

3.4.3 Derivas de piso

Las derivas de piso son desplazamientos laterales relativos de cada piso, la deriva máxima no debe superar a los límites de la deriva inelásticas establecidas en las tablas 31 y 32 según la norma ecuatoriana de la construcción NEC 2015 y la norma técnica peruana E.030 respectivamente, donde la deriva se expresa como un porcentaje de la altura de piso:

Tabla 31. Valores de Δ_M máximos, expresados como fracción de la altura de piso

Estructura de:	Δ_M máxima
Hormigón armado, estructura metálica y de madera.	0.02
De mampostería	0.01

Fuente: NEC-SE-DS 2015

Tabla 32. Límites para desplazamiento lateral de entrepiso

Material predominante	Δ_M máxima
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010

Fuente: NORMA TÉCNICA E.030, Diseño sismo resistente [39]

Para calcular la deriva máxima inelástica de cada piso se utiliza la siguiente fórmula que se expresa en función del desplazamiento por acción de las fuerzas laterales:

$$\Delta_M = 0.75 * R * \Delta_E$$

Donde:

Δ_M : Deriva máxima inelástica.

Δ_E : Desplazamiento obtenido en aplicación de las fuerzas laterales de diseño reducidas.

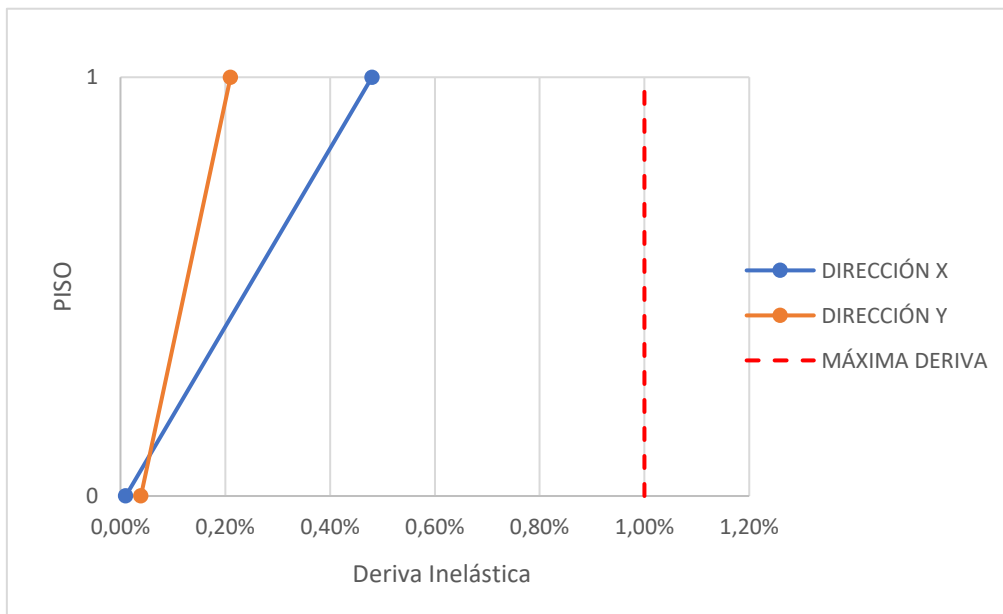
R: Factor de reducción de resistencia. Tabla 10.

Tabla 33. Derivas Inelásticas

Dirección X					
Nivel	Δ_E	Δ_M	%	Observación NEC-SE-DS 2015	Observación Norma E0.30
1	0,004837	0.48%	0.48%	< 1% Cumple	< 0.5% Cumple
0	0,000143	0.01%	0.01%	< 1% Cumple	< 0.5% Cumple
Dirección Y					
Nivel	Δ_E	Δ_M	%	Observación	Observación
1	0,002084	0.21%	0.21%	< 1% Cumple	< 0.5% Cumple
0	0,000437	0.04%	0.04%	< 1% Cumple	< 0.5% Cumple

Fuente: Edgo. Adrián Cando

Figura 28. Derivas Inelásticas



Fuente: Edgo. Adrián Cando

Análisis:

Como se puede observar en la tabla 33 y figura 28, las derivas inelásticas causadas por el cortante no supera el 1%, con un valor de 0.48%, por lo cual cumple con el máximo de 1.00% establecido en la norma ecuatoriana NEC 2015 y el máximo de 0.50% establecido en la norma peruana E.030 para este tipo de estructura.

Nota:

Como resultado final en la sección de ANEXOS se presenta los planos estructurales correspondientes al diseño de la vivienda unifamiliar sostenible, además, del análisis de precios unitarios.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

De acuerdo al estudio geotécnico realizado (ensayo SPT) se realizó ensayos de laboratorio a las muestras tomadas, siendo estos del límite líquido y límite plástico, en base a los resultados que se obtuvieron se determinó que el tipo de suelo es un limo inorgánico de baja compresibilidad, considerando a este un buen suelo para la construcción ya que al aplicar una carga a la masa del suelo no disminuye el volumen del mismo.

Por medio de un estudio geotécnico se determinó el valor de la capacidad portante admisible del suelo, mediante un ensayo SPT en el cual se obtuvo un valor de 10 T/m² a una profundidad de un metro, dato que se utilizó para los cálculos respectivos.

La mayoría de los materiales utilizados en el diseño de la vivienda unifamiliar son sostenibles tales como: tierra, paja, agua, caña carrizo, excepto el hormigón ciclópeo que será utilizado para el sobrecimiento, salvo de este los demás materiales antes mencionados son originarios del sector en donde se va a realizar el diseño de la vivienda, ya que una vez que la vivienda haya cumplido con su vida útil los materiales utilizados se pueden devolver a su estado natural sin afectar al medio ambiente.

Para el diseño de la vivienda se siguieron las especificaciones planteadas en la normativa peruana E.080 con lo cual se determinó las longitudes de los límites geométricos de los muros y vanos de acuerdo a los parámetros establecidos, además se utilizó 2 tipos de ladrillos de adobe el primero con dimensiones de 40cm x 40cm y el segundo con dimensiones de 40cm x 20cm con un refuerzo de caña carrizo de 2.5cm de diámetro para el diseño de los muros, brindando un mejor desempeño en la estabilidad y seguridad.

Para el diseño de la vivienda unifamiliar sostenible en el programa ETABS se investigó las propiedades físicas y mecánicas del adobe, madera y teja, materiales empleados en el diseño de la vivienda, datos requeridos para el ingreso de especificaciones de cada material en el programa, para realizar el modelado del mismo.

Se calculó la aceleración espectral siguiendo los parámetros de la norma ecuatoriana NEC-SE-DS, tomando en cuenta la ubicación del lugar y tipo de estructura, con lo cual se realiza la simulación sísmica a la vivienda en el programa ETABS, dando como resultado un buen comportamiento sismorresistente, ya que la deriva máxima inelástica en el eje X arroja un valor máximo de 0.48% y para la deriva máxima inelástica en el eje Y un valor de 0.21%, cumpliendo con las condiciones de deriva inelástica donde debe ser menor al 1% en el caso de la NEC 2015 y menor al 0.50% en el caso de la norma técnica peruana E.030.

Se determinó el presupuesto de construcción de la vivienda unifamiliar sostenible empleando tierra reforzada como material principal, con un total de \$29.324,94 dólares americanos, siendo económico este tipo de construcción a diferencia de las viviendas unifamiliares de hormigón armado que oscilan entre los \$40.000 a \$50.000 dólares esto considerando como un aporte económico a la sociedad turística del lugar por el bajo costo de este tipo de construcciones ya que casi todos los recursos son de origen natural, además de eso este diseño de vivienda puede tomarse como modelo para futuras construcciones aledañas ya que el lugar de implantación está ubicado en una zona turística del pueblo Salasaca.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda ingresar correctamente los datos de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales empleados para un correcto modelamiento de la estructura, además de utilizar los factores correspondientes de las normativas a seguir en base a los datos arrojados de los estudios de suelo y tipo de vivienda previamente realizados.

Basándose en las consideraciones básicas que impone la normativa peruana E.080, se relaciona la caracterización del peligro sísmico en las zonas sísmicas de cada país. Recomendando así diseñar edificaciones de tierra reforzada de hasta dos pisos en zonas sísmicas I, II y III, mientras que para edificaciones de hasta un piso en zonas sísmicas IV, V y VI, acorde a nuestra normativa técnica NEC-SE-DS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. Orjuela, «Diseño de una edificación sostenible para una vivienda de interés social,» Cundinamarca, 2020.
- [2] E. Marcos y J. Santos, «Propuesta de utilización del mortero reforzado con geomalla para viviendas unifamiliares de adobe en el distrito de Buenos Aires – Morropón – Piura – 2019,» Piura, 2020.
- [3] C. Tantaléan, «Desarrollo de un diseño estructural por esfuerzos de trabajo (DET) en viviendas de tapial de 1 piso,» Lima, 2018.
- [4] H. Grados, «Diseño sismorresistente de una edificación de tierra reforzada en el centro poblado Rinconada de Parihuana - Frías, 2017,» Piura, 2018.
- [5] K. Kumar, N. Lingeshwaran y S. Jeelani, «Analysis of residential building with STAAD. Pro & ETABS,» *materialstoday: PROCEEDINGS*, vol. 33, n° 1, pp. 1221-1228, 2020.
- [6] F. Abdullah, Z. Islam y M. Sabnam, «Comparative Study of Multistoried (G+3) Residential Building using ETABS Software and Manual Calculation,» *Journal of Structural Technology*, vol. 6, n° 2, pp. 1-7, 2021.
- [7] N. Quiroz y C. López, «Cambios socio económico y geográficos producidos en el cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua a raíz del terremoto del 5 de agosto de 1949,» Riobamba, 2022.
- [8] Escuela Politécnica Nacional, «La EPN contribuirá científicamente a la construcción de edificaciones sismoresistentes en Pelileo,» 25 Julio 2015. [En línea]. Available: <https://www.epn.edu.ec/la-epn-contribuira-cientificamente-a-la-construccion-de-edificaciones-sismoresistentes-en-pelileo/>. [Último acceso: 31 Julio 2022].
- [9] D. Valencia, «La vivienda sostenible, desde un enfoque teórico y de política pública en Colombia,» *Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 17, n° 33, pp. 39-56, 2018.
- [10] K. Aguilar, «Tecnologías eficientes en las instalaciones sanitarias aplicables a la normativa de arquitectura del Ecuador dentro del proceso edificatorio,» Valencia, 2017.
- [11] ULMA , «Edificaciones residenciales,» [En línea]. Available: <https://www.ulmaconstruction.com/es/proyectos/edificacion/edificaciones-residenciales>.
- [12] E. Moreira, «Construcciones sostenibles: materiales ecológicos en viviendas de interés

social (VIS) como aporte al hábitat urbano,» *DAYA. Diseño, Arte y Arquitectura*, n° 7, pp. 67-81, 2019.

- [13] M. Reyes, «Representación gráfica de planos en la bioconstrucción de una vivienda unifamiliar,» *Polo del Conocimiento*, vol. 5, n° 48, pp. 66-86, 2020.
- [14] SENCICO, «NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA,» *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES*, vol. I, n° 1, p. 32, 2020.
- [15] A. Garza, *Los criterios estructurales en la edificación básica*, Nuevo León: Facultad de arquitectura, 2020.
- [16] IngeGeek, «Tipos de muros utilizados en la construcción,» 15 Enero 2022. [En línea]. Available: <https://www.ingegeek.site/2022/01/15/tipos-de-muros-utilizados-en-la-construccion/>.
- [17] Panel y Acanalados, «Que es un entrepiso en la construcción,» 2019. [En línea]. Available: <https://panelyacanalados.com/blog/que-es-un-entrepiso/>.
- [18] M. Itzel, «¿Qué es un arriostre y sus tipos?,» 2021. [En línea]. Available: <https://aleph.org.mx/que-es-un-arriostre-y-sus-tipos>.
- [19] Structuralia, «Cálculo de estructuras: Aspectos generales que debes conocer,» 9 Marzo 2022. [En línea]. Available: <https://blog.structuralia.com/calculo-estructuras>.
- [20] J. Murcia, *Estructuras de hormigón armado y pretensado. Fundamentos para el análisis*, Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1987.
- [21] J. Novas, «Sistemas constructivos prefabricados aplicables a la construcción de edificaciones en países en desarrollo,» Madrid, 2017.
- [22] R. Riddell y P. Hidalgo, *Diseño Estructural*, Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile, 2018.
- [23] J. Martínez, J. León, E. Hernández, R. Rojas, J. Sánchez y R. Mina, «Amenaza sísmica, microzonificación sísmica y espectros de diseño de la ciudad de Pedernales, Manabí, Ecuador,» de *XXI Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Guadalajara, 2017.
- [24] M. Blanco, «Criterios fundamentales para el diseño sismorresistente,» *Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V.*, n° 27, pp. 71-84, 2017.

- [25] A. Lujan y V. Paraqueimo, «Propuesta de diseño estructural para edificio de aulas del Centro de Entrenamiento del Cuerpo de Bomberos del Municipio Valencia Edo. Carabobo,» Carabobo, 2018.
- [26] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Norma Técnica Estructuras E.030 Diseño Sismorresistente,» Dirección Nacional de Urbanismo, Lima, 2017.
- [27] M. Rodríguez, «Una revisión crítica de las normativas de diseño sismorresistente en el Perú: E.030 Sismo y E.060 Concreto Armado,» *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*, vol. 23, n° 1, pp. 47-71, 2018.
- [28] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, «NEC_SE_DS. Peligro sísmico. Diseño Sismo Resistente,» Cámara de la Industria de la Construcción, Quito, 2015.
- [29] E. d. p. d. r. c. SPT, «Academia,» 12 Noviembre 2022. [En línea]. Available: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31626350/ESTIMATIVOS-DE-PARAMETROS-DE-RESISTENCIA-CON-SPT-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1669921215&Signature=Zoo563Fk09egegUrnV32YPZ7I50Jy6VTcJfGcutj1zWKav-GFmdbOQk.
- [30] Civilmac, «Civilmac,» Construo Edu, 23 Agosto 2020. [En línea]. Available: https://www.software-shop.com/producto/etabs#:~:text=ETABS%20es%20un%20software%20revolucionario,modelado%20y%20visualizaci%C3%B3n%20en%203D.. [Último acceso: 12 Noviembre 2022].
- [31] G. P. Salasaka, «Gobierno Parroquial Salasaka,» Google, 19 Octubre 2018. [En línea]. Available: https://gobiernoparroquialsalasaka.gob.ec/. [Último acceso: 12 Noviembre 2022].
- [32] T. Suirezs, «Universidad Nacional de Misiones,» 14 Enero 2019. [En línea]. Available: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://editorial.unam.edu.ar/images/documentos_digitales/f5_978-950-579-154-5.pdf. [Último acceso: 20 Diciembre 2022].
- [33] NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, «CARGAS SÍSMICAS DISEÑO SISMO RESISTENTE,» *NEC-SE-DS*, vol. I, n° 1, p. 139, 2015.
- [34] L. Quishpe y A. Torres, «UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO,» 20 Junio 2022. [En línea]. Available: http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9635. [Último acceso: 5 Noviembre 2022].





- [35] A. Cárdenas, «Enciclopedia de la madera,» MADERAME, 1 Agosto 2022. [En línea]. Available: <https://maderame.com/enciclopedia-madera/eucalipto/>. [Último acceso: 5 Diciembre 2022].
- [36] A. Cousen, «Geotecnia,» 2 Enero 2001. [En línea]. Available: <https://geotecniafacil.com/limites-de-atterberg/#:~:text=A%20partir%20de%20diversos%20estudios,definen%20como%20de%20baja%20plasticidad..> [Último acceso: 28 Noviembre 2022].
- [37] D. Jiménez, «ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL,» 19 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19774?locale=en>. [Último acceso: 5 Noviembre 2022].
- [38] D. Jiménez, «Identificación de la condición de diafragma rígido o flexible a partir de instrumentación sísmica y modelacion de losas tipo shell o membrana en sistemas de resistencia lateral,» Medellín, 2017.
- [39] UTPL, «NORMA TÉCNICA E.030, DISEÑO SISMO RESISTENTE,» Ingeniería Sísmica , Lima, 2017.
- [40] P. Briones y J. Alvarez, «Comparación del modelamiento, análisis y diseño estructural en concreto armado utilizando los Software Etabs y Robot structural analysis, para un edificio de cinco niveles (cuatro pisos y un semisótano),» Juliaca, 2018.
- [41] E. Flores, «Modelación, Diseño Estructural Comparativo y Propuesta de Ampliación Vertical de la Edificación FLORES MENA, ubicada en la Ciudad de Quito-Ecuador, Sector Cofavi.,» Quito, 2018.
- [42] Real Academia Española, «estructura,» Asociación de Academias de la Lengua Española, 2021. [En línea]. Available: <https://dle.rae.es/estructura?m=form>. [Último acceso: 31 Julio 2022].
- [43] I. Pacheco, «Tipos de cimentación para una casa. Definición, ejemplos y características,» 27 Mayo 2017. [En línea]. Available: <https://about-haus.com/tipos-de-cimentacion/>. [Último acceso: 1 Agosto 2022].
- [44] El Oficial, «¿Cómo armar columnas de hormigón?,» 22 Agosto 2018. [En línea]. Available: <https://eloficial.ec/como-armar-columnas-de-hormigon/>. [Último acceso: 1 Agosto 2022].
- [45] J. Palaco y C. Rodriguez, «Influencia de la capacidad portante del suelo en el análisis y diseño de una edificación de concreto armado, Tacna, 2022,» Tacna, 2022.

- [46] J. Ordóñez, «Concreto II,» Agosto 2018. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/juorvi/losas-macizas-unidireccionales>. [Último acceso: 1 Agosto 2022].
- [47] A. Hernández, «Apuntes de Diseño de Losas de Concreto Armado,» 17 Marzo 2017. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/AntonioHernandezArellano/diseo-losas>. [Último acceso: 1 Agosto 2022].
- [48] Constructora PBG: Servicios de ingeniería y construcción, acabados, refuerzo, «Losa aligerada,» 10 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://zh-cn.facebook.com/ingenieriyconstruccionperu/posts/la-losa-aligerada-es-un-techo-de-concreto-armado-compuesto-de-piedra-chancada-ar/4119934011435370/>. [Último acceso: 1 Agosto 2022].
- [49] R. Salinas, «Modelamiento de estructuras mediante programas de computo. Uso del programa ETABS,» 2019.
- [50] A. Ramirez, «Recomendaciones para el modelado no lineal de losas planas de hormigón armado sometidas a derivas sísmicas con elementos tipo shell mediante el software comercial SAP2000,» Barcelona, 2020.
- [51] J. Alvear y J. Ruales, «Diseño por desempeño en edificios de hormigón armado, de acero estructural, y mixtos,» Quito, 2017.
- [52] IngeCivil, «Construcción de Sobrecimientos de Hormigón Ciclópeo,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.ingecivil.net/2020/07/28/construcción-de-sobrecimientos-de-hormigon-ciclopeo/>.
- [53] M. Belisario, «9 diferentes tipos de techos para tu casa,» 4 Agosto 2018. [En línea]. Available: https://www.homify.com.co/libros_de_ideas/5662870/9-diferentes-tipos-de-techos-para-tu-casa.
- [54] T. d. E. SAS, «Taller de Ensamble SAS: arquitectos en Bogotá,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.homify.com.co/foto/1698338/suite-de-madera-tde>.
- [55] P. De Almeida, «9 diferentes tipos de techos para tu casa,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.homify.com.co/foto/2379190/moradia-no-alandroal>.
- [56] ARCE S.A.S, «9 diferentes tipos de techos para tu casa,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.homify.com.co/foto/2581303/casa-el-abra>.

- [57] VICEMINISTERIO DE VIVIENDA Y DESARROLLO URBANO, CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON ADOBE PARA VIVIENDA, El Salvador: CRITERIOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION CON ADOBE, 2013.

ANEXOS

FOTOGRAFÍAS

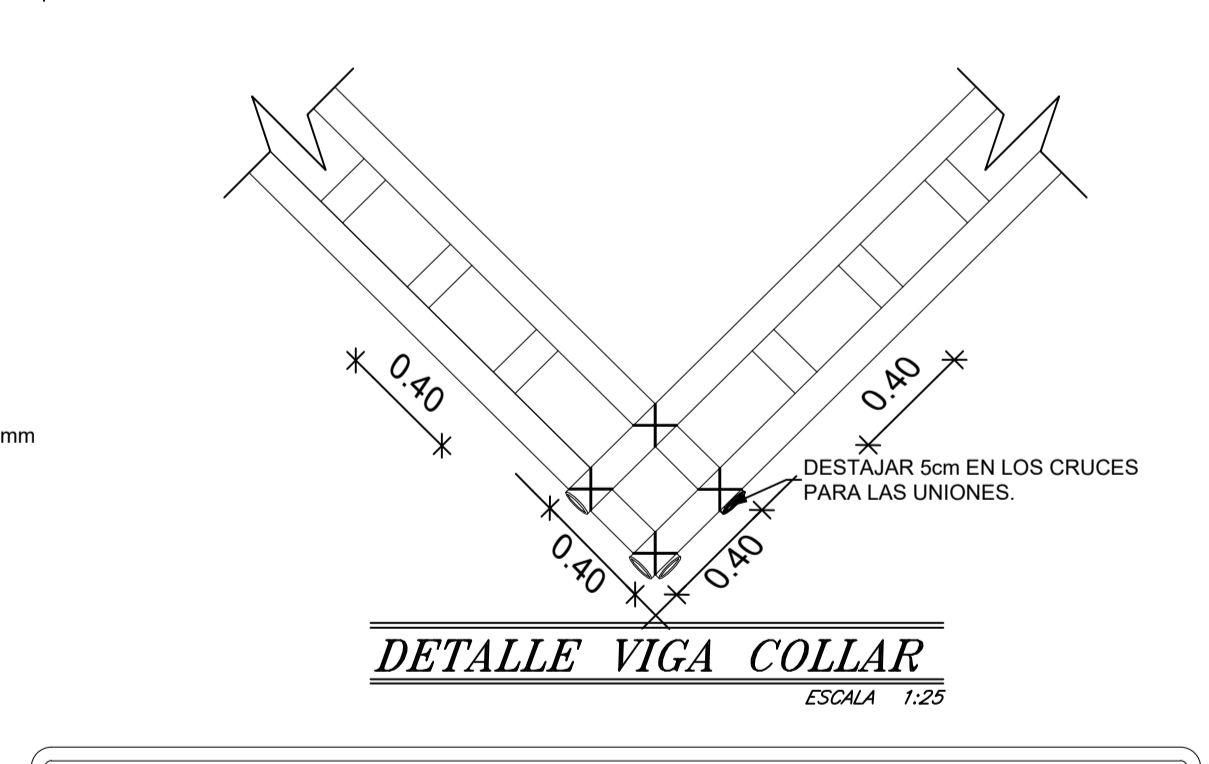
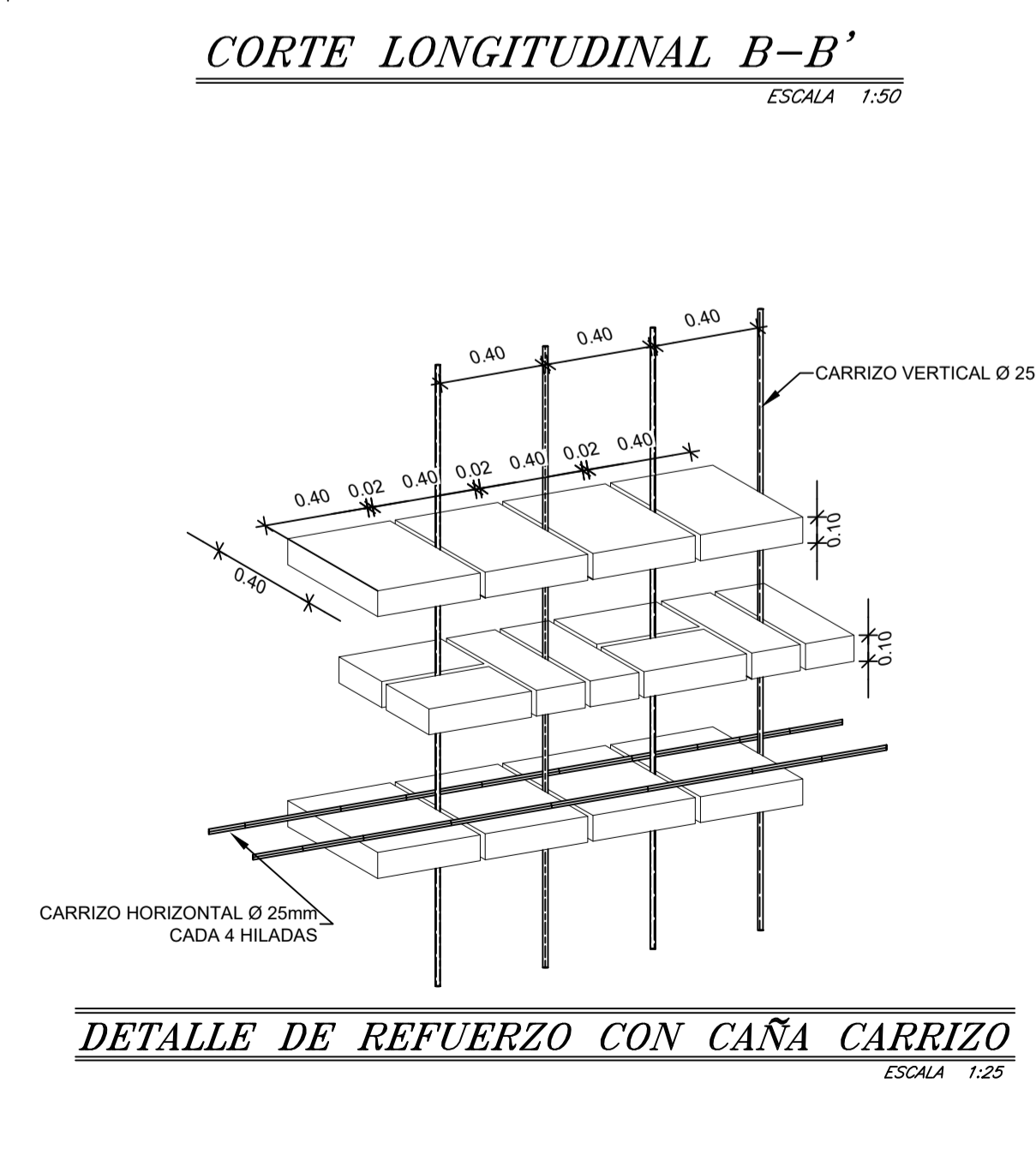
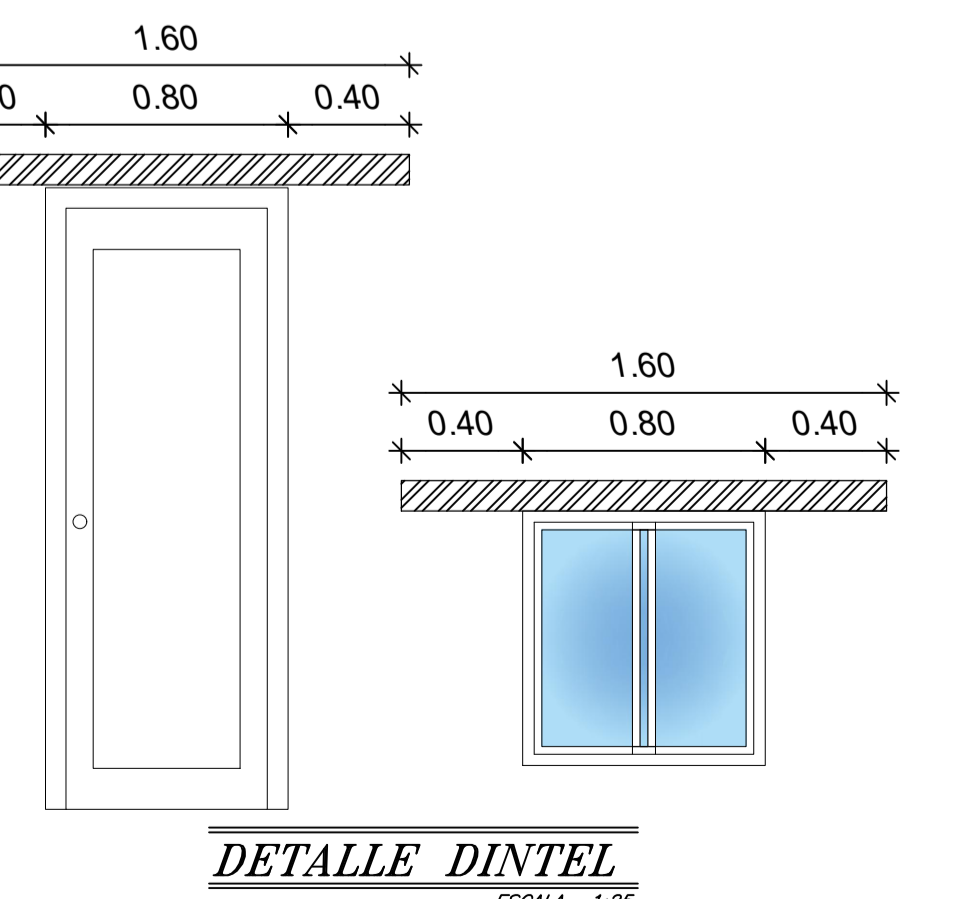
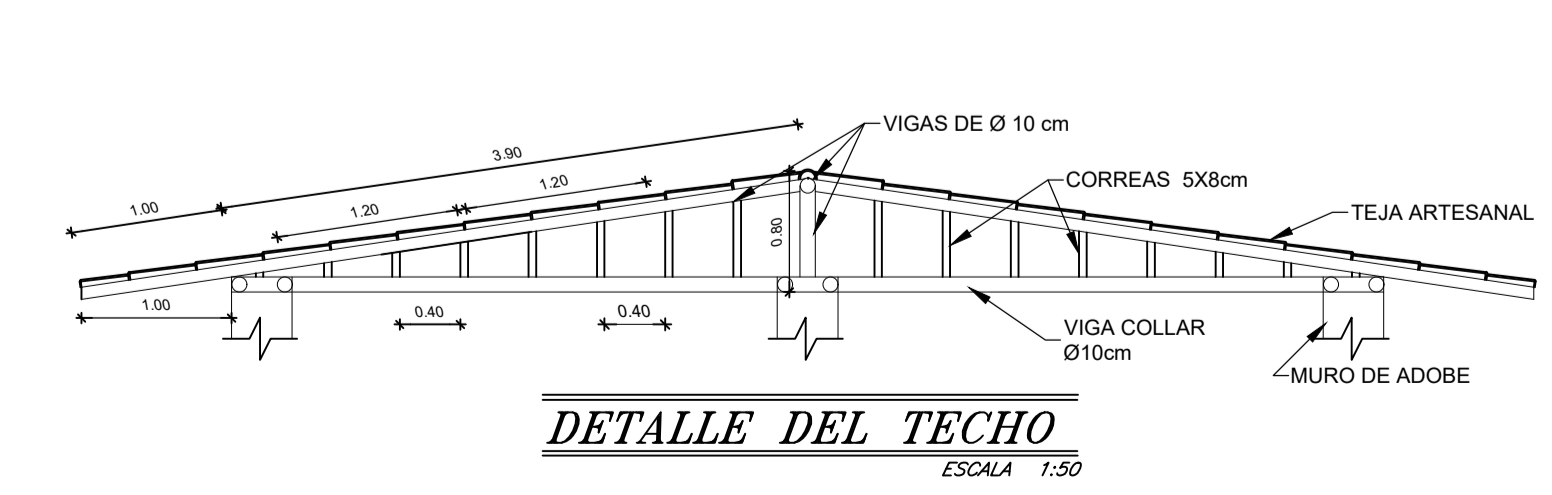
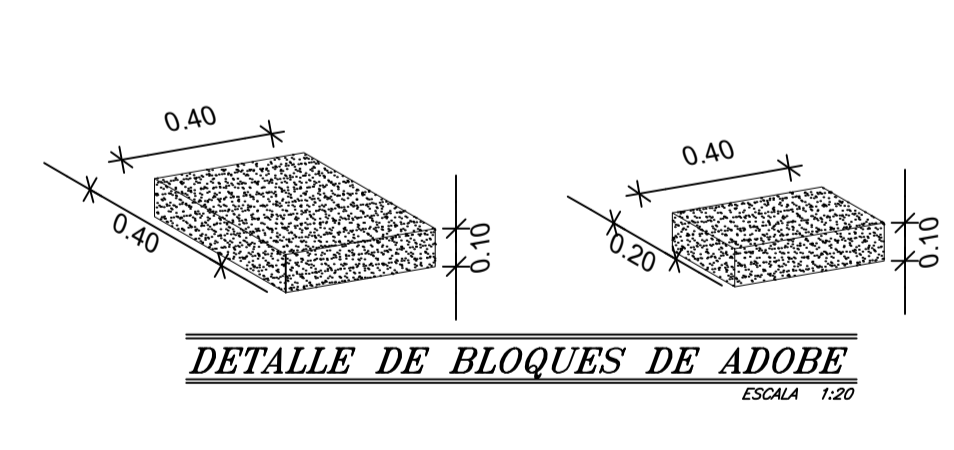
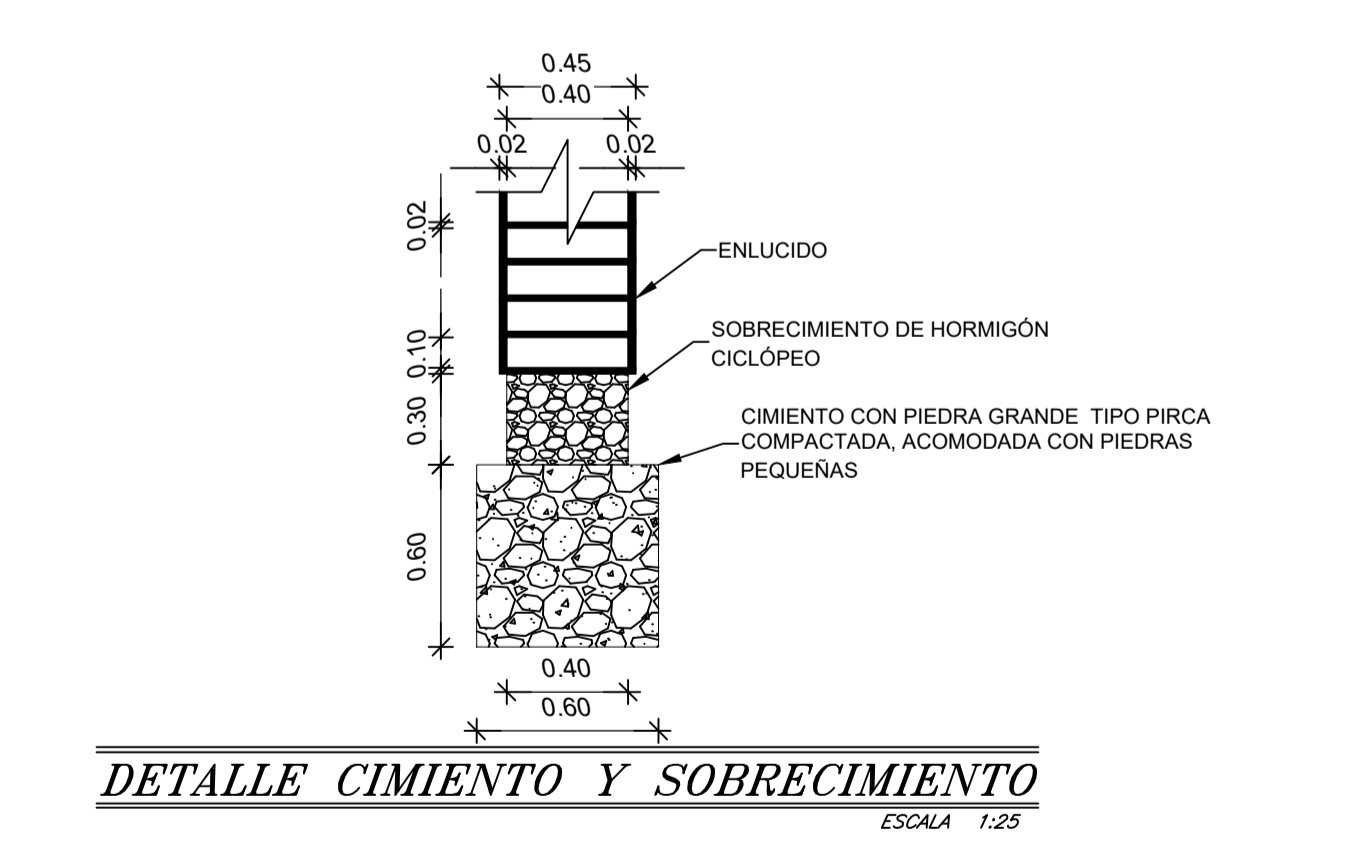
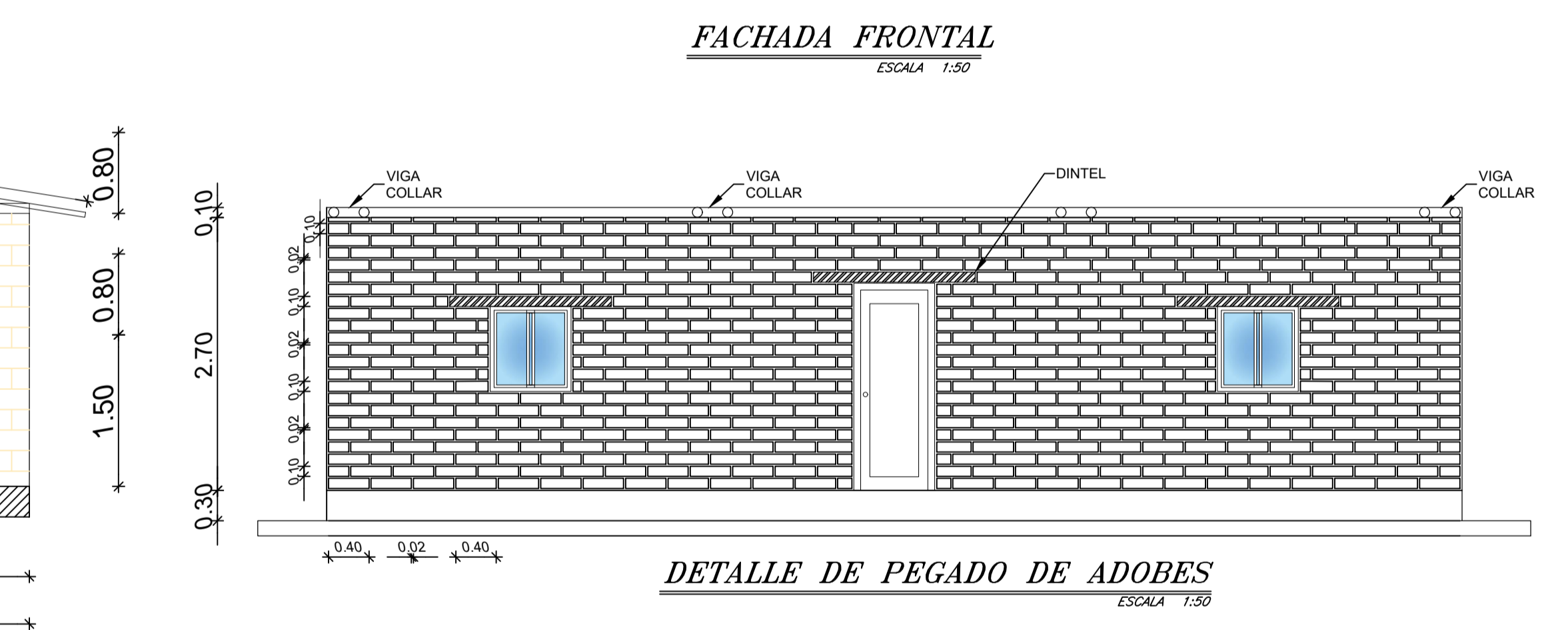
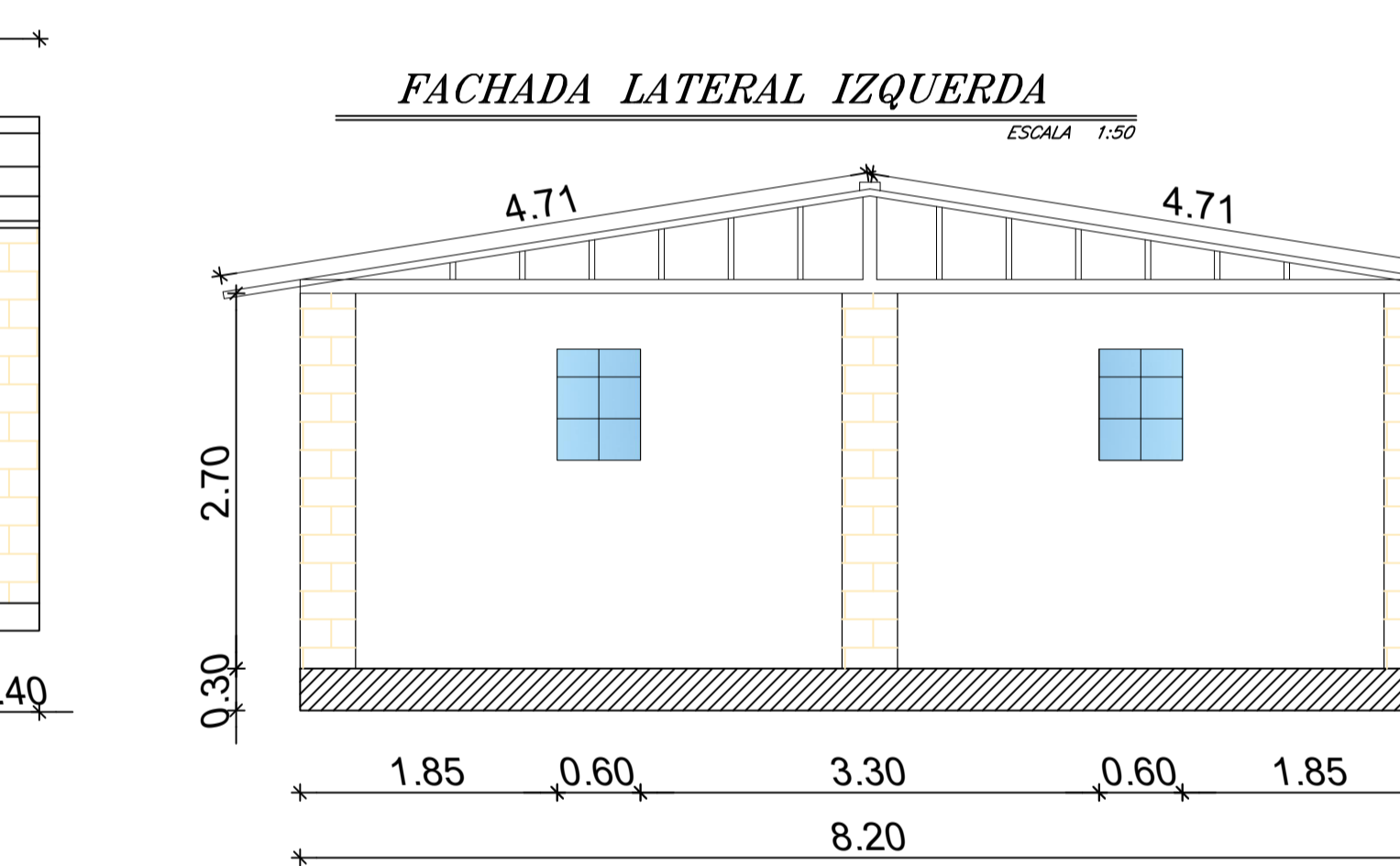
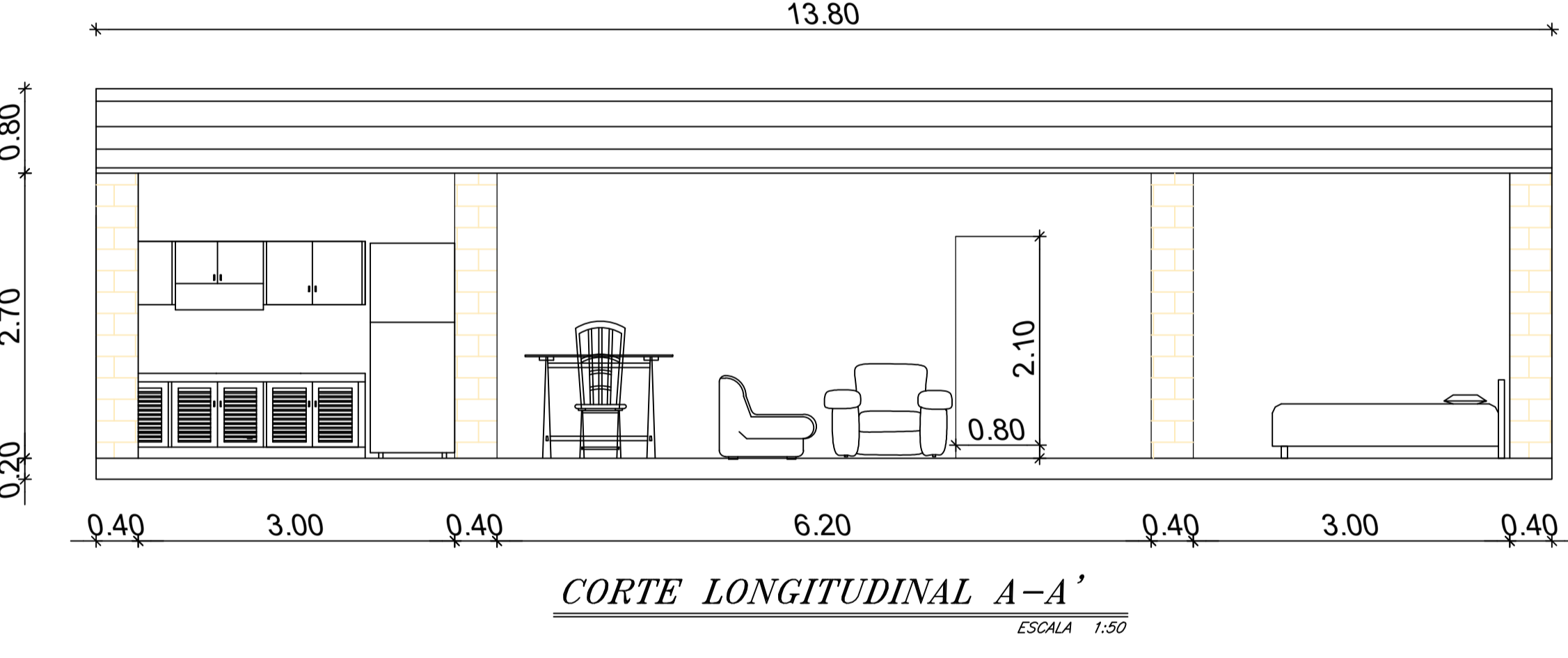
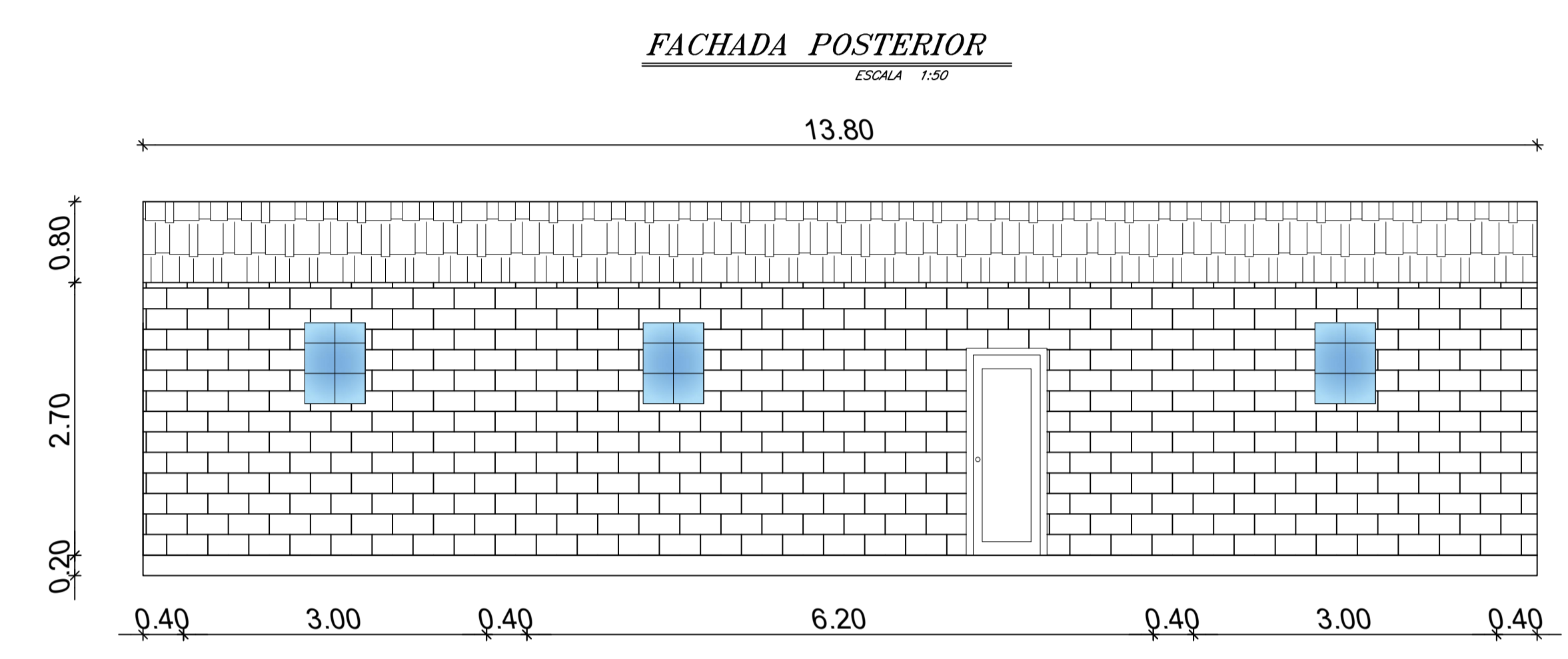
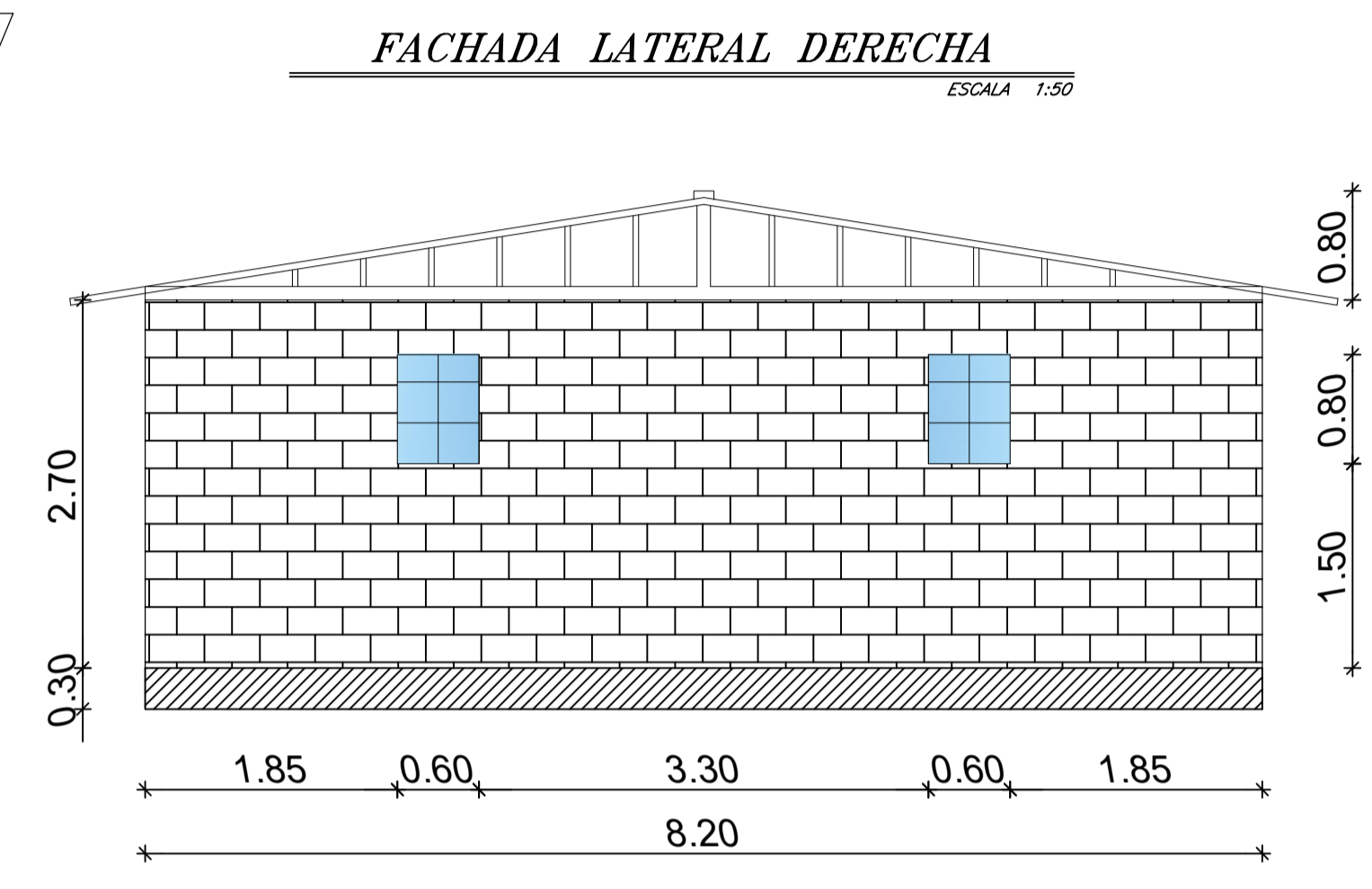
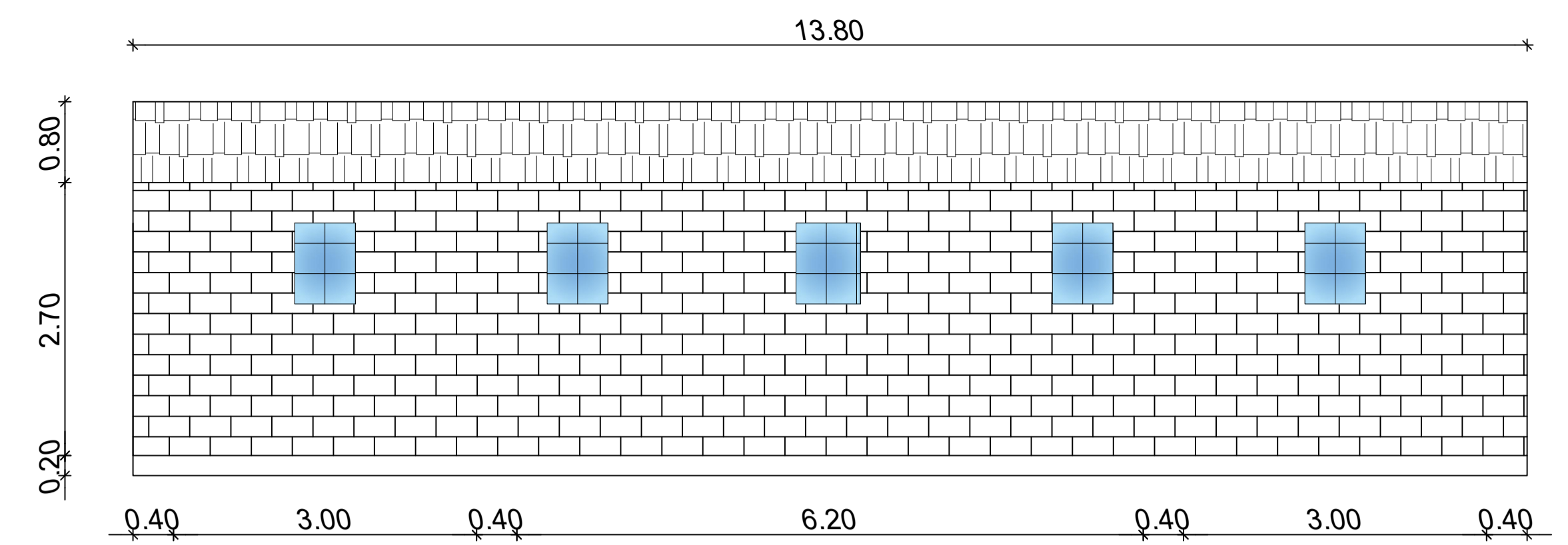
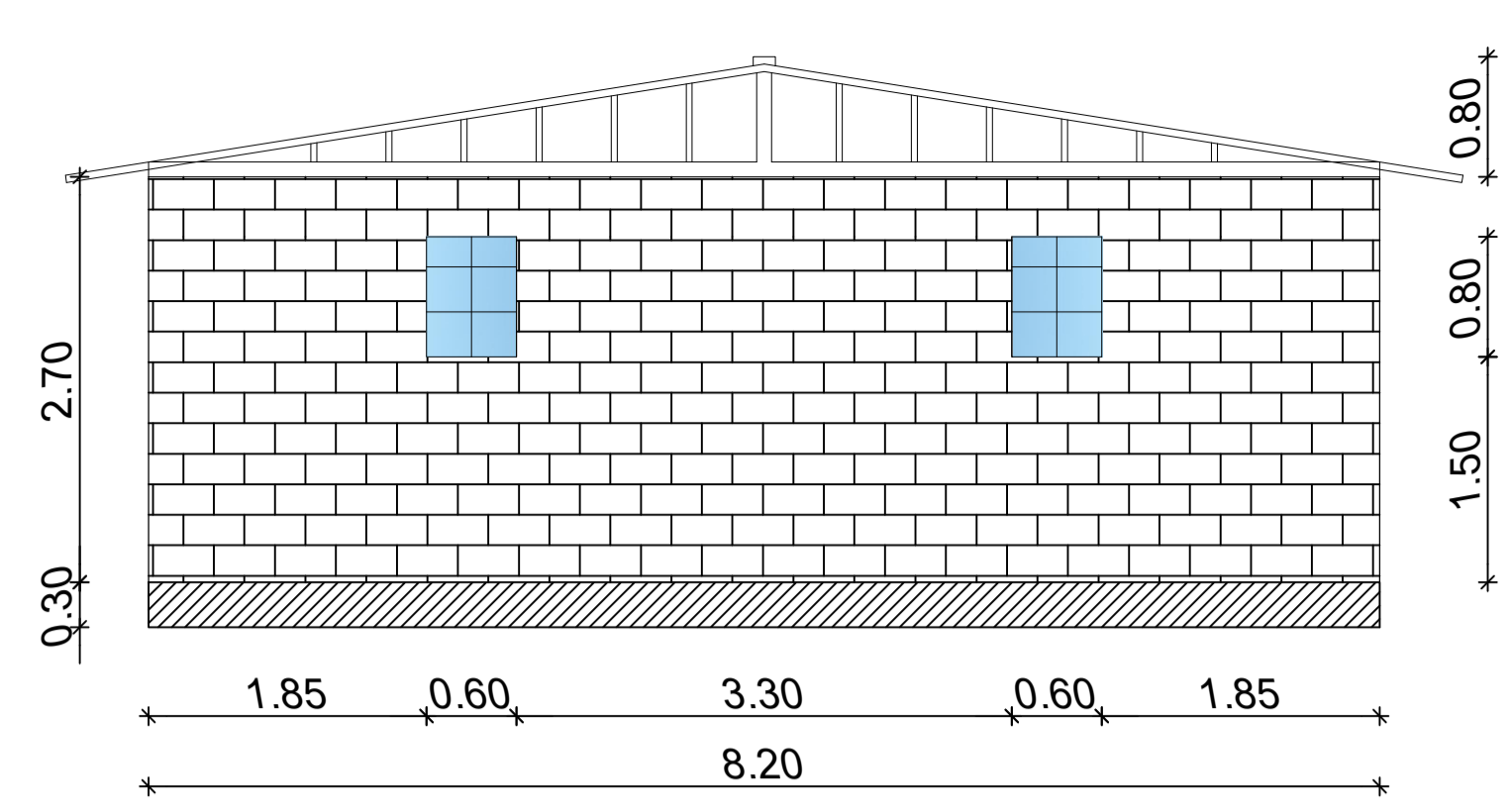
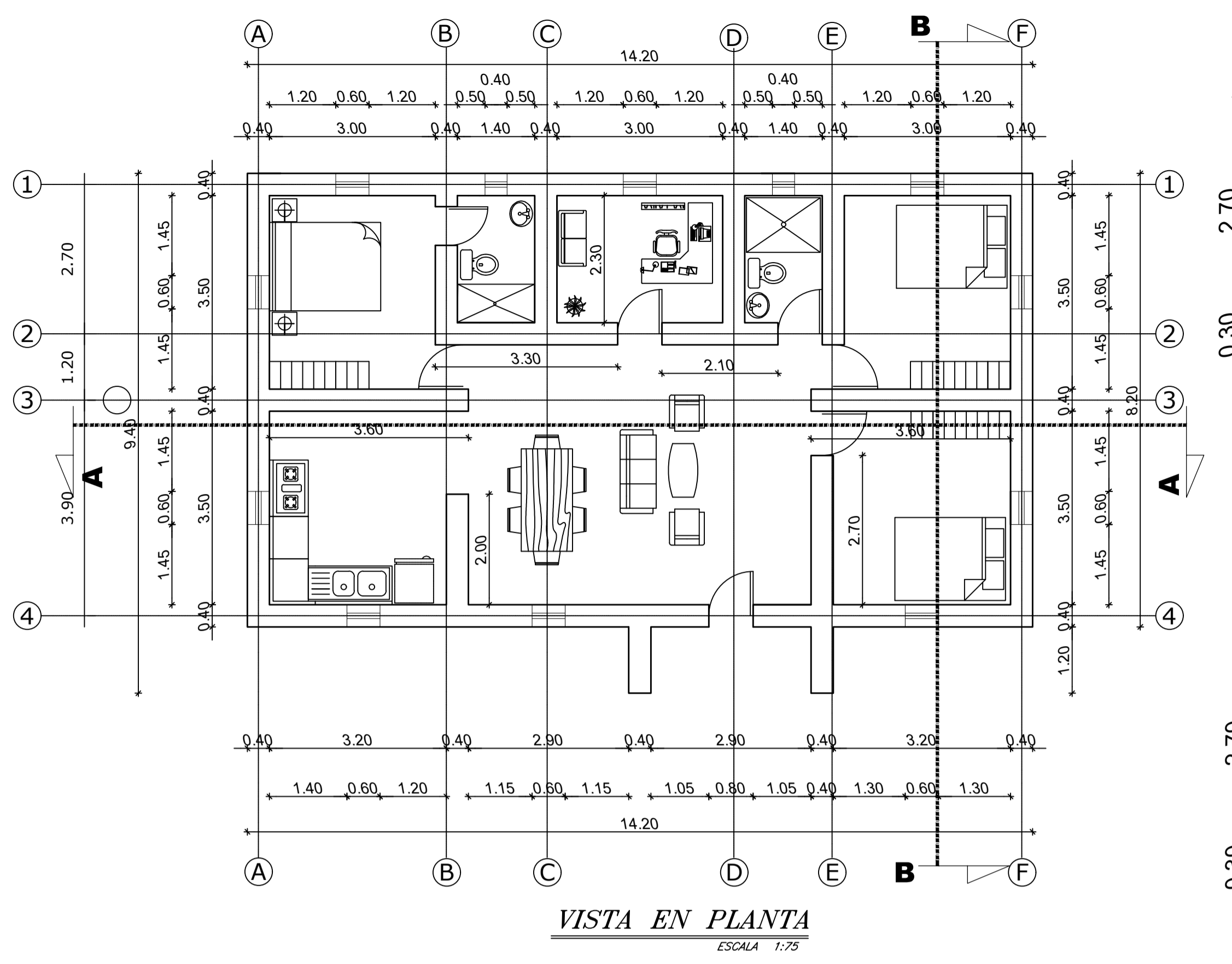
<p>Fotografía N° 1</p>	<p>Fotografía N° 2</p>
	
<p>Preparación de las muestras de suelo.</p>	<p>Realización de los ensayos para conocer los límites de Atterberg.</p>
<p>Fotografía N° 3</p>	<p>Fotografía N° 4</p>
	
<p>Estudio geotécnico del suelo. Ensayo SPT.</p>	<p>Toma de datos necesarios para el cálculo del ensayo SPT.</p>

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO CASA DE ADOBE					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
OBRAS PRELIMINARES					
1	Replanteo y Nivelación	m2	130,00	1,06	138,24
2	Excavación manual de cimientos	m3	17,52	11,33	198,51
ESTRUCTURA					
3	Cimiento con piedra grande tipo pirca compactada, acomodada con piedras pequeñas	m2	17,52	96,04	1.682,63
4	Sobrecimiento de hormigón ciclópeo 50%piedra 50% H.S(0,40x0,30)m	m2	8,76	96,04	841,32
5	Elaboración de bloque de adobe de resistencia al esfuerzo de 20 kg/cm	u	4.785,00	0,19	899,01
6	Carrizo para refuerzo de 2.88m de largo	ml	687,70	5,83	4.011,76
7	Muro de adobe (E=0,4m) con refuerzo de carrizo de ϕ 2.5cm@40cm	m2	197,10	13,68	2.696,33
8	Enlucido exterior	m2	197,10	11,47	2.261,64
9	Mortero tipo II arena+arcilla+lino+estabilizante	m3	36,00	19,26	693,27
10	Vigas de madera de 10x10 cm, incluye correas	ml	75,10	27,44	2.061,12
11	Colocación de malla electrosoldada	m2	25,10	20,20	507,13
ACABADOS					
12	CONTRAPISO H.S 180Kg/cm2 e=6cm	m2	98,12	19,69	1.932,14
13	PISO FLOTANTE 8mm	m2	33,00	22,14	730,60
14	PORCELANATO EN PISOS (COCINA)	m2	11,00	41,29	454,18
15	Puerta de madera de 1.00x2.10 lacada incluye cerradura	u	1,00	148,95	148,95
16	Puerta de madera de 0.60x2.10 lacada incluye cerradura	u	2,00	137,69	275,39
17	Puerta de madera de 0.80x2.10 lacada incluye cerradura	u	3,00	137,69	413,08
18	VENTANA DE ALUMINIO FIJA Y VIDRIO 4MM	u	12,00	30,97	371,58
19	ACCESORIOS DE BAÑO TIPO ADHESIVO BLANCO	jgo.	2,00	34,85	69,71
20	CERAMICA EN PARED (COCINA Y BAÑOS)	m2	20,00	19,75	394,93
21	PORCELANATO EN PISOS	m2	5,00	41,29	206,45
22	PINTURA CAUCHO PAREDES EXTERIORES, látex vinyl acrílico, incluye andamios	m2	44,38	3,04	134,90
23	PINTURA CAUCHO PAREDES INTERIORES, látex vinylo acrílico, incluye andamios	m2	31,05	3,04	94,38
CUBIERTA					

24	Teja artesanal	m2	128,47	16,00	2.054,93
25	Estructura de madera para cubierta	ml	45,78	73,53	3.366,33
PIEZAS SANITARIAS					
26	Lavadero de dos pozos inc. Accesorios	u	1,00	206,88	206,88
27	Lavamanos línea intermedia inc. Accesorios	u	2,00	115,29	230,57
28	Inodoro línea intermedia inc. Accesorios	u	2,00	132,48	264,96
29	Ducha sencilla y mezcladora	u	1,00	47,31	47,31
30	Rejilla de piso 2"	u	3,00	12,47	37,40
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					0,00
31	Puntos de AA PP Ø 1/2 "	pto	9,00	29,76	267,83
32	Puntos de AA SS Ø 2 " PVC	pto	7,00	29,88	209,17
33	Puntos de AA SS Ø 4 " PVC	pto	2,00	32,30	64,60
INSTALACIONES ELÉCTRICAS					0,00
34	Puntos de iluminación (incluye foco ahorrador)	pto.	13,00	41,37	537,75
35	Puntas de tomacorriente simple 110v	pto.	18,00	39,17	704,98
36	Caja de breaker inc. 2 disyuntores	u	1,00	114,98	114,98
				TOTAL	29.324,94

PLANOS



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

<p>REFUERZOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - HORIZONTAL CON CARRIZO Ø 25mm CADA 4 HILADAS. - VERTICAL CON CARRIZO Ø 25 mm @ 40cm. <p>VIGA COLLAR</p> <ul style="list-style-type: none"> - CIRCULARES DE EUCALIPTO DE Ø 10mm. - DESTAJES DE 5cm EN LOS CRUCES. - AMARRARLOS CON ALAMBRE #16 EN FORMA DE OCHO Y UNIR LOS TRONCOS CON CLAVOS DE 4". - RELLENAR LOS ESPACIOS VACÍOS CON BARRO. <p>ESPESOR DE JUNTA HORIZONTAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 cm <p>REVESTIMIENTO VERTICAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3 cm PARA PROTEGER LOS MUROS DE LA HUMEDAD. <p>NOTA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - LOS TRABAJOS SE REALIZARÁN CONFORME LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS EN LA NORMA E.080 CONSTRUCCIÓN CON TIERRA, PERÚ, 2017. 	<p>CIMENTACIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> - PIEDRA GRANDE TIPO PIRCA COMPACTADA, ACOMODADA CON PIEDRAS PEQUEÑAS. <p>SOBRECIMENTACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - HORMIGÓN CICLOPEO. <p>DINTELES</p> <ul style="list-style-type: none"> - SE COLOCARÁN EN PUERTAS Y VENTANAS QUE SOBRESALGAN 0.40 m A CADA LADO. <p>TECHO</p> <ul style="list-style-type: none"> - PENDIENTE DEL 15% COMO SE MUESTRA EN EL DETALLE. - DEBERÁN SER LO MAS LIVANAS POSIBLES.
---	---

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

NOMBRE DEL PROYECTO:
VIVIENDA UNIFAMILIAR DE UN PISO

UBICACIÓN:
SALASACA - KINLLY URKU

CONTENIDO:

- PLANTA ARQUITECTÓNICA.
- FACHADAS.
- CORTES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES.
- DETALLES DE CONSTRUCCIÓN
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PROYECTISTA ADRIÁN CANDO	TUTOR ING. WLADIMIR RAMIREZ
-----------------------------	--------------------------------

ESCALA INDICADAS	FECHA DICIEMBRE 2022	LAMINA: E-01
---------------------	-------------------------	------------------------