

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD INGENIERIA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil

**Estudio Comparativo Estructural entre una vivienda
unifamiliar de madera y adobe en el A.H. Pampa Dura
– C.P. Cambio Puente**

Autor:

Velásquez Pereyra, Walter Zócimo

Asesor:

Flores Reyes Gumercindo

CHIMBOTE - PERU

2020

INDICE GENERAL

INFORME DE INVESTIGACION	7
PALABRAS CLAVES.....	7
TITULO.....	8
RESUMEN DEL PROYECTO.....	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
I.1. Antecedentes y fundamentación científica	11
2. Justificación de la Investigación	47
3. Problema.....	48
4. Conceptuación y operacionalización de las variables	49
5. Hipótesis	51
6. Objetivos.....	51
II. METODOLOGÍA.....	52
Tipo y Diseño de Investigación.	52
Población y muestra.....	52
Técnicas e instrumentos de investigación.....	53
Procedimiento y Análisis de Información.....	55
III. RESULTADOS	115
Deformaciones con Adobe.....	115
Deformaciones con Madera	116
Esfuerzos en Adobe (kg. /cm ²).....	117
Esfuerzos en la Madera (kg. /cm ²)	118
Periodo de Vibración (modal 1).....	119
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	121
Deformaciones.....	121
Esfuerzos	122
Periodo de Vibración	123
V. CONCLUSIONES.....	124
VI. RECOMENDACIONES	126
VII. AGRADECIMIENTO	127
VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS	128
ANEXOS Y APÉNDICE	131

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. PALABRAS CLAVES	7
TABLA 2. KEY WORDS	7
TABLA 3. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	7
TABLA 4. DENSIDAD BÁSICA	16
TABLA 5. MÓDULO DE ELASTICIDAD (*)	16
TABLA 6. ESFUERZOS ADMISIBLES **	16
TABLA 7. ESPECIES AGRUPADAS	28
TABLA 8. FACTOR DE SUELO (S)	34
TABLA 9. TIPO DE EDIFICACIÓN Y FACTOR DE USO (U)	34
TABLA 10. CONCEPTUALIZACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DEL DISEÑO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR	49
TABLA 11. CONCEPTUALIZACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LA MADERA TORNILLO Y ADOBE	50
TABLA 12. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	53
TABLA 13. ESPECTRO DE DISEÑO HORIZONTAL	71
TABLA 14. DEFORMACIONES DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE ADOBE Y MADERA	116
TABLA 15. ESFUERZOS EN DIRECCIÓN EJE 2 – S22	117
TABLA 16. ESFUERZOS EN DIRECCIÓN EJE 1 - S11:	117
TABLA 17. ESFUERZO POR CORTE (SHEAR 12,13, 23, KG/CM ²)	117
TABLA 18. ESFUERZO POR CORTE (SVM)	117
TABLA 19. ESFUERZOS DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE ADOBE Y MADERA	118
TABLA 20. PERIODO DE VIBRACIÓN DEL ADOBE	119
TABLA 21. PERIODO DE VIBRACIÓN DE LA MADERA	120
TABLA 22. FICHA TÉCNICA DE LA MADERA TORNILLO (RNE E.010.MADERA)	131
TABLA 23. FICHA TÉCNICA DEL ADOBE (RNE E.080)	132
TABLA 24. FICHA TÉCNICA DE PRE DIMENSIONAMIENTO DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE ADOBE (RNE E.080)	133
TABLA 25. FICHA TÉCNICA DE LAS CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DEL TECHO LIVIANO	134
TABLA 26. METRADO DE CM	135
TABLA 27. METRADO DE CV	137

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DIRECCIONES ORTOGONALES DE LA MADERA.....	20
FIGURA 2. DIMENSIONES COMERCIALES Y REALES DE LA ESCUADRÍA (SECCIÓN TRANSVERSAL)	22
FIGURA 3. UNIONES ENTRE PIEZAS DE MADERA.....	23
FIGURA 4. ELEMENTOS DE UNIÓN	24
FIGURA 5. MURO ENTRAMADO.....	25
FIGURA 6. EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL DE MADERA ROLLIZA (MILES DE M3)	26
FIGURA 7. PRINCIPALES ESPECIES FORESTALES POR VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DE MADERA ROLLIZA (M3) – 2014 Y 2015.....	26
FIGURA 8. PARTICIPACIÓN DEL VOLUMEN DE PRODUCTOS MADERABLES EN LOS AÑOS 2005- 2015.....	27
FIGURA 9. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DE MADERA ASERRADA DE LAS PRINCIPALES ESPECIES FORESTALES POR (M3) – 2014 Y 2015	28
FIGURA 10. LIMITES GEOMÉTRICOS DE MUROS Y VANOS	32
FIGURA 11. EJEMPLO ESQUEMÁTICO DE UN TIPO DE VIGA COLLAR	33
FIGURA 12. DISCRETIZACIÓN CON ELEMENTO FINITO DE UNA BARRA	37
FIGURA 13. PLACA MALLADA PARA ANALISIS DE ELEMENTO FINITO	38
FIGURA 14. REPRESENTACIÓN DE UNA PLACA MEDIANTE UN CONJUNTO DE RESORTES	39
FIGURA 15. FUERZAS INTERNAS DE ELEMENTOS DE UNA MEMBRANA, UNA PLACA Y UNA CASCARA (SHELL)	41
FIGURA 16. WALL PIER FOR DESIGN CONDITION 1	42
FIGURA 17. DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN LA SECCION VERTICAL DE UNA VIGA DE ACOPLAMIENTO.....	43
FIGURA 18. DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN SHELL	44
FIGURA 19. DIAGRAMAS DE ESFUERZOS INTERNOS EN SHELL.....	45
FIGURA 20. DIAGRAMAS DE ESFUERZOS INTERNOS EN SHELL.....	46
FIGURA 21. PLANO DE DISTRIBUCION.....	58
FIGURA 22. ELEVACIÓN FRONTAL.....	59
FIGURA 23. CORTE A-A.....	59
FIGURA 24. PRESENTACIÓN DEL SOFTWARE	60
FIGURA 25. NUEVO MODELO.....	60
FIGURA 26. NUMERO DE EJES Y PISOS	60
FIGURA 27. DIMENSIONES ENTRE EJES.....	61
FIGURA 28. GRID DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR CONFIGURADA	61
FIGURA 29. DEFINICIÓN DE PROPIEDADES DEL ADOBE	62
FIGURA 30. DEFINICIÓN DE PROPIEDADES EN LA MADERA.....	63
FIGURA 31. DEFINICIÓN DE PROPIEDADES DEL MURO DE ADOBE.....	64

FIGURA 32. DESPLAZAMIENTOS DE LAS ESQUINAS DE ENTREPISO	67
FIGURA 33. CREACIÓN DE CARGAS PATRONES USANDO LOS COEFICIENTES SÍSMICOS	68
FIGURA 34. CARGA SÍSMICA-COEF. SÍSMICO EN EL EJE X	69
FIGURA 35. CARGA SÍSMICA-COEF. SÍSMICO EN EL EJE Y	69
FIGURA 36. ESPECTRO DE DISEÑO	72
FIGURA 37. NUEVA FUNCIÓN PARA EL ESPECTRO DE DISEÑO	72
FIGURA 38. BÚSQUEDA DEL BLOCK DE NOTAS CON “T” Y “ZUCS/R”	73
FIGURA 39. CONFIGURACIÓN DE LA FUNCIÓN DEL ESPECTRO DE DISEÑO	74
FIGURA 40. DEFINICIÓN DE CASO DE CARGA EN EJE X CON LA FUNCIÓN SÍSMICA.....	75
FIGURA 41. DEFINICIÓN DE CASO DE CARGA EN EJE Y CON LA FUNCIÓN SÍSMICA.....	75
FIGURA 42. MODOS DE VIBRACIÓN	76
FIGURA 43. PARÁMETROS DE MODOS DE VIBRACIÓN.....	76
FIGURA 44. MODELAMIENTO DE MUROS.....	77
FIGURA 45. MODELAMIENTO DE VANOS	78
FIGURA 46. SELECCIÓN DE LOS MUROS DE ADOBE MEDIANTE SUS PROPIEDADES	79
FIGURA 47. COMANDO PARA MESH.....	79
FIGURA 48. ASIGNACIÓN DE DATOS DEL MESH	80
FIGURA 49. HERRAMIENTA PARA LA VISUALIZACIÓN DEL MESH.....	80
FIGURA 50. ASIGNACIÓN DE EDGE CONSTRAINS	81
FIGURA 51. COMANDO DE EDICIÓN DE MUROS PARA QUITARLE EL ÁREA DE VANOS	82
FIGURA 52. ETIQUETAS PIERS Y SPANDREL.....	83
FIGURA 53. CONDICIONES DE EMPOTRAMIENTO	84
FIGURA 54. MODELADO DE LOS MUROS DE ADOBE	84
FIGURA 55. VIGAS DE ARRIOSTRE EN MUROS DE ADOBE.....	85
FIGURA 56. COMANDO PARA CONFIGURAR VIGAS DE ARRIOSTRE.....	86
FIGURA 57. DIMENSIONES DE LAS VIGAS DE ARRIOSTRE	87
FIGURA 58. HERRAMIENTAS DE DIBUJO PARA VIGAS DE ARRIOSTRE	87
FIGURA 59. DISTRIBUCIÓN DE VIGUETAS EN COBERTURA.....	88
FIGURA 60. COMANDO PARA LA ASIGNACIÓN DE CARGAS	90
FIGURA 61. PROCESO DE ASIGNACIÓN DE LA CARGA MUERTA	90
FIGURA 62. DIAGRAMA DE CARGAS MUERTAS EN EL EJE 1.....	91
FIGURA 63. PROCESO DE ASIGNACIÓN DE LA CARGA VIVA.....	91
FIGURA 64. DIAGRAMA DE CARGAS VIVAS EN EL EJE 1	91
FIGURA 65. COMANDO PARA LA ASIGNACIÓN DE COMBINACIONES DE CARGA	92
FIGURA 66. LISTA DE COMBINACIONES DE CARGA EN ETABS.....	93
FIGURA 67. CHECK MODEL EN LA ESTRUCTURA DE ADOBE	93
FIGURA 68. ESQUEMA CON REFUERZO DE CAÑA CARRIZO O CAÑA BRAVA PARA ADOBE	94

FIGURA 69. COMANDO PARA LA VISUALIZACIÓN DE EJES LOCALES	95
FIGURA 70. DIAGRAMA DE ESFUERZOS COMBO2-2, DIRECCIÓN S22	96
FIGURA 71. DIAGRAMA DE REFUERZO HORIZONTAL.....	98
FIGURA 72. DIAGRAMA DE REFUERZO VERTICAL	99
FIGURA 73. ESQUEMA DE DIFERENCIAL DE ÁREA	100
FIGURA 74. DIMENSIONES DE COBERTURA Y VIGUETA	101
FIGURA 75. IDEALIZACIÓN DE VIGUETA EN COBERTURA.....	102
FIGURA 76. ANGULO DE INCLINACIÓN DE LA VIGUETA	102
FIGURA 77. DISTRIBUCIÓN DE CARGAS EN VIGUETAS MÁS CRÍTICA.....	103
FIGURA 78. DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR EN VIGUETAS	103
FIGURA 79. DEFINICIÓN DE PROPIEDADES EN LA MADERA.....	105
FIGURA 80. ESPESOR DEL ENTABLADO DE MADERA.....	106
FIGURA 81. DEFINICIÓN DE LA SECCIÓN DEL PIE DERECHO.....	106
FIGURA 82. DEFINICIÓN DE LA SECCIÓN DEL ARRIOSTRE DIAGONAL	107
FIGURA 83. DEFINICIÓN DE LA SECCIÓN DE LA VIGA SOLERA	108
FIGURA 84. ENTABLADO ENTRE PIES DERECHOS.....	109
FIGURA 85. HERRAMIENTA PARA EDITAR EL ENTABLADO.....	109
FIGURA 86. MUROS SPANDREL.....	110
FIGURA 87. ENTRAMADO DE LOS MUROS DE MADERA	110
FIGURA 88. CHECK MODEL EN LA ESTRUCTURA DE MADERA	111
FIGURA 89. MODELADO DE LA ESTRUCTURA DE MADERA	111
FIGURA 90. SECCIÓN CRITICA PARA VERIFICACIÓN DE ESFUERZOS POR CORTE.....	114
FIGURA 91. DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES EN LA VIGA SOLERA MÁS CRITICA	114
FIGURA 92. MÁXIMO DESPLAZAMIENTO DE ENTREPISO - AD SEISMIC Y	115
FIGURA 93. PERIODO DE VIBRACIÓN DEL ADOBE.....	119
FIGURA 94. PERIODO DE VIBRACIÓN DE LA MADERA.....	120

INFORME DE INVESTIGACION

Tabla 1

Palabras Claves

Tema	Vivienda de madera y adobe
Especialidad	Construcción y Gestión de la Construcción.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2

Key Words

Topie	Wooden housing
Specialization	Construction and Construction Management

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3

Líneas de Investigación

Programa	Ingeniería Civil
Línea de Investigación	Construcción y Gestión de la Construcción
OCDE	Ingeniería y Tecnología Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería de la Construcción.

Fuente: Líneas de Investigación USP (2019)

Título

“Estudio Comparativo Estructural entre una vivienda unifamiliar de madera y adobe en el A.H. Pampa Dura – C.P. Cambio Puente”

Resumen del Proyecto

El presente trabajo busca comparar el diseño de la superestructura entre una vivienda unifamiliar de madera y adobe, orientados al Asentamiento Humano Pampa Dura, del Centro Poblado Cambio Puente, Distrito de Chimbote. El terreno de las viviendas de la zona de estudio presenta una topografía plana, con un área disponible por lote de 201.22 m², de 9.50 metros lineales por el frente, 9.35 metros lineales por el fondo y 21.35 metros lineales de largo. En el diseño se considerará el nivel socioeconómico y cultural del A.H. realizándose de 1 piso y presentando en su distribución los ambientes básicos de la zona como su corral, una sala-comedor, una cocina, servicios higiénicos, 3 dormitorios, lavandería y patio, El techo tendrá una inclinación de 3% máx. conformado por soportes de madera y será cubierto por calaminas, constituyendo un techo liviano. El material a utilizar en el 1er diseño estructural será la madera Tornillo que se encuentra en el Grupo C de acuerdo a la norma E.010 (madera) mientras que en el 2do diseño se trabajará con adobe teniéndose en cuenta lo descrito por la norma E.080 sobre diseño y construcción con tierra reforzada del RNE. El diseño de la vivienda unifamiliar consta de planos de Arquitectura y Estructura; en el aspecto arquitectónico se tomó en cuenta la norma A.010 y características urbanas propio de la zona, mientras que en el análisis estructural se utilizó el software Etabs para facilitar el dimensionamiento y conocer el comportamiento de la estructura, verificándose los esfuerzos y obteniéndose deformaciones de 2.460382 mm para la vivienda de adobe y de 6.220415 mm para la madera.

Abstract

The present work seeks to compare the design of the superstructure between a single-family wooden and adobe house, oriented to the Pampa Dura Human Settlement, of the Town Center Cambio Puente, District of Chimbote. The land of the houses in the study area has a flat topography, with an available area per lot of 201.22 m², 9.50 linear meters at the front, 9.35 linear meters at the bottom and 21.35 linear meters long. In the design, the socioeconomic and cultural level of the A.H. being made of 1 floor and presenting in its distribution the basic environments of the area such as its corral, a living room, a kitchen, toilets, 3 bedrooms, laundry and patio, The ceiling will have a slope of 3% max. made up of wooden supports and will be covered by corrugated sheets, constituting a light roof. The material to be used in the 1st structural design will be the screw wood found in Group C according to the E.010 standard (wood), while in the 2nd design it will be worked with adobe taking into account what is described by the E standard .080 on RNE Reinforced Earth Design and Construction. The design of the single-family house consists of plans of Architecture and Structure; In the architectural aspect, the A.010 standard and urban characteristics of the area were taken into account, while in the structural analysis the Etabs software was used to facilitate the dimensioning and know the behavior of the structure, verifying the efforts and obtaining deformations 2.460382 mm for adobe housing and 6.220415 mm for wood.

I. INTRODUCCIÓN

I.1. Antecedentes y fundamentación científica

Antecedentes.

Internacionales

Fernandez M. (2015). “La Madera Contralaminada Como Alternativa En Sistemas De Baja Energia Estructural”, tiene por objetivo dar a conocer la ventaja que se tiene del sistema constructivo con la madera contralaminada frente al de hormigón evaluándose principalmente su consumo de energía. En sus conclusiones nos redacta que realizo un modelamiento mediante elementos finitos donde encontró una mayor eficiencia por parte de la madera contralaminada frente al hormigón y así mismo presentando un ahorro de energía del 20% al 48%, Por otro lado, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) disminuirían entre el 51% a 60%.

Argüello F. (2015). “Prototipo De Vivienda De Bajos Recursos Con Material Reciclado (Modelación SAP, Caracterización De Los Materiales, Animación Virtual)”. Tiene como objetivo realizar el modelamiento de una vivienda de materiales reciclados como la madera, el plástico, etc. en el programa SAP, entre sus conclusiones redacta que los resultados arrojados por el software dan a conocer que la vivienda soportaría las cargas en un estado estático, a lo que se suma la reducción de costos por parte de los materiales a utilizar y la contaminación al medio ambiente.

Nacionales

Romero C. (2016). “Diseño De Una Vivienda De Madera De Dos Niveles Con El Sistema De Poste Y Viga”. Su objetivo principal es realizar el diseño de una vivienda unifamiliar utilizando la madera Huayruro, la cual pertenece al grupo B de acuerdo a la norma E.010. Entre sus principales conclusiones redacta que la madera es una buena opción para la edificación de viviendas por presentar adecuadas propiedades estructurales, así mismo cabe destacar que el diseño con madera presentaría un coste menor en comparación al hormigón y acero por lo cual se podría aumentar su uso en zonas de bajos recursos socioeconómicos.

Ordoñez, P y Lugo, Y. (2016). “Estructuras de Madera Aplicadas al Sector de Construcción en el Perú”, su objetivo principal es incentivar el uso de la madera en las edificaciones al demostrar adecuadas respuestas de la estructura antes cargas estáticas y dinámicas durante las pruebas realizadas experimentalmente, entre sus conclusiones presenta que la madera pino radiata puede ser usado con fines estructurales en la construcción ya que sus propiedades físico-mecánicas lo permiten, entre los reportes obtuvo un periodo de vibración de 0.086seg. en su modelamiento, Así mismo indican que otra alternativa con fines estructurales sería el uso de la Catahua al tener características similares a la especie Pino Radiata. Por otro lado, cabe resaltar de su anexo 1. que la madera tornillo puede ser utilizada en Pisos, estructuras, armaduras, vigas, columnas, carpintería de interiores. (Compendio de Información de 64 especies madereras en el Perú. Confederación Peruana de la Madera. CPM).

Becerra G. (2019). “Diseño Y Construcción Prefabricada Con Madera Y Tierra - Ensayo estático de carga lateral cíclica en un sistema mixto de madera y tierra alivianada”. Tuvo como objetivo dar a conocer y fomentar el uso de un sistema compuesto por madera y tierra alivianada en las viviendas de zonas urbanas debido a su bajo costo y validándolo estructuralmente. Entre sus conclusiones manifiesta la integración de los materiales presentando una alta rigidez durante el ensayo cíclico mediante uniones clavadas, así mismo resalta que los muros son capaces de soportar un 65% su peso, ante cargas laterales del 20% del mismo calculándose una rigidez lateral a 2mm de desplazamiento.

Santa María A. (2018). “Comportamiento dinámico de una estructura mixta de dos pisos compuesta por adobe y quincha”. Su objetivo principal es realizar un análisis dinámico a una vivienda de 2 pisos, donde el primero es de muros de adobe y el segundo es de quincha, para evaluar su comportamiento estructural y lograr encontrar una relación en la rigidez de los pisos k_1/k_2 . Su hipótesis consiste que cuando hay sistemas estructurales mixtos con adobe y quincha, la diferencia en su rigidez favorecerá a los muros de adobe, como bien se ha visto en múltiples construcciones anteriores en el centro de lima, en sus resultados obtuvo una deformación de 27.87 mm y un periodo de vibración de 0.154 segundos para el primer piso. Entre sus

conclusiones tenemos que mientras más diferencia haya en las rigideces de los pisos menor será la fuerza basal en los muros de adobe, encontrándose una relación adecuada de rigidez desde 4 a más entre k_1 y k_2 y determinándose una rigidez relativa óptima para disminución de los desplazamientos y fuerza basal entre 6 y 9.

Valle A. (2019). “Evaluación Experimental Del Comportamiento De Muros de Adobe Reforzados Con Cuerdas Sometidos A Carga Lateral Cíclica”. Tiene por objetivos disminuir los riesgos por sismo de las edificaciones de adobe mediante el uso de cuerdas como refuerzo, describiendo los ensayos realizados a los materiales y sus propiedades mecánicas. Entre sus resultados alcanzo un desplazamiento máximo de 12mm y de sus ensayos de murete demostró que sus esfuerzos estaban por encima del límite de la norma E.80, obtuvo un periodo de vibración de 0.11 seg. En su modelamiento. En sus conclusiones resalta que de los ensayos realizados en los muros de adobe obtuvo un $E=205$ MPa, $f'_m = 1.1$ MPa, y un módulo de corte de 92 MPa, así mismo indica que puede asumirse como $G=0.40 * E$ de acuerdo a la investigación de San Bartolomé & Quiun (2013)

Locales

Céspedes K. (2018). “Diseño arquitectónico de una Bodega Vitivinícola utilizando el adobe estabilizado, en Chimbote – 2017”. Entre sus objetivos tiene proponer el diseño de una Bodega Vitivinícola haciendo uso del adobe, en el Distrito de Chimbote, teniendo como resultado que el proyecto planteado utilizando el adobe estabilizado se ubicara cerca al C.P. Cambio Puente, Distrito de Chimbote, y será desarrollado a partir de una vía principal, la Prolongación Buenos Aires (Vía que conecta desde la ciudad de Chimbote a Cambio Puente), en donde el terreno actualmente está considerado como zona de parcelas agrícolas, y este también ya es parte de la zona de expansión urbana del Distrito de Chimbote, a su vez concluye que el diseño de la bodega vitivinícola es adecuado para la zona de estudio y muy importante el estar cerca de las zonas agrícolas que producirán la materia prima para posteriormente pasar por el proceso de la obtención del vino, además de la accesibilidad con la que cuenta esta ciudad.

Espinoza L. & Moreno J. (2018). “Análisis de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de adobe de dos niveles en el Jirón José Olaya, Huaraz - 2018”. Entre sus objetivos tiene Hallar el nivel de peligro en el que se encuentran las construcciones de adobe del Jr. José Olaya ante sismos. Entre sus conclusiones indica que al evaluar las viviendas de la zona de estudio con las fichas de INDECI se determinó que la zona de estudio presenta un nivel de vulnerabilidad muy alto. Así mismo de su Estudio topográfico obtuvo que se tiene pendientes desde 1.84% hasta -1.1.4%. A su vez se hizo unas encuestas a los propietarios sobre sus edificaciones donde indicaban que desconocían sobre los riesgos sísmicos y el uso adecuados de materiales de construcción así como la simetría en planta y elevación, el tipo de suelo,

Fundamentación Científica.

Vivienda. - cosas con que o en que se ha de vivir, “espacio cercado y protegido con diferentes tipos de materiales de construcción, con la finalidad de servir como hogar a los seres humanos” (Real Academia Española).

Vivienda Unifamiliar. - Espacio delimitado y acondicionado para que sea habitado por una familia, protegiéndolos de las condiciones climáticas de su entorno.

La Madera.

A) Reglamento Nacional de Edificaciones E.010 Madera:

La madera es un material de construcción que se encuentra en el tallo de los árboles; sus propiedades tal como la elasticidad y densidad varían de acuerdo al sitio de extracción y tipo de árbol, Principales Características de la madera:

Densidad Básica. - Es la proporción entre la masa seca de una porción de madera con el volumen en estado verde. Su unidad de medida es gr/cm³.

Esfuerzos Admisibles. - Son fuerzas aplicadas sobre un área del material de diseño, el cual puede soportarlas en un estado de servicio, dicho esfuerzo varia para cada tipo de grupo en el que está clasificada la madera de acuerdo a sus propiedades.

Madera Estructural o Madera para Estructuras. – Se denomina así a todo tipo de madera que es capaz de resistir cargas al pasar por ensayos, procesos y pruebas mecánicas de acuerdo a la Norma ITINTEC 251.104.

Módulo de Elasticidad Mínimo (E mín.). -Es el menor valor hallado en el ensayo de flexión de las diferentes especies de acuerdo a su clasificación por grupo, con un límite de exclusión del 5 %.

Módulo de Elasticidad Promedio (E Prom.). – Es el menor valor hallado al calcular el promedio de los valores obtenidos del ensayo a la flexión para las especies de cada grupo estructural.

Agrupamiento de la Madera. - El agrupamiento de las distintas especies de la madera se da en función de cuanta densidad básica alcance y en que magnitud logre resistir los esfuerzos a flexión, dichos grupos y valores son los siguientes:

Tabla 4

Densidad Básica

Grupo	Densidad Básica (g/cm ³)
A	≥ 0,71
B	0,56 a 0,70
C	0,40 a 0,55

Fuente: RNE E.010 (2006)

Tabla 5

Módulo de Elasticidad ()*

Grupo	Módulo de Elasticidad (E) MPa (kg/cm ²)	
	E mínimo	E promedio
A	9 316 (95 000)	12 748 (130 000)
B	7 355 (75 000)	9 806 (100 000)
C	5 394 (55 000)	8 826 (90 000)

Fuente: RNE E.010 (2006)

Los valores E son aplicables para elementos estructurales en compresión, tracción y flexión, siguiendo una dirección paralela a las fibras.

(*) Los valores del módulo de elasticidad son para madera húmeda, y a su vez pueden ser utilizados para madera seca.

Tabla 6

*Esfuerzos Admisibles ***

Grupo	Esfuerzos Admisibles MPa (kg/cm ²)				
	Flexión	Tracción	Compresión	Compresión	Corte
	fm	Paralela	Paralela	Perpendicular	Paralelo
		ft	fc //	fc	fv

A	20,6 (210)	14,2 (145)	14,2 (145)	3,9 (40)	1,5 (15)
B	14,7 (150)	10,3 (105)	10,8 (110)	2,7 (28)	1,2 (12)
C	9,8 (100)	7,3 (75)	7,8 (80)	1,5 (15)	0,8 (8)

Fuente: RNE E.010 (2006)

Cuando los esfuerzos admisibles sean en compresión se deberá tener en cuenta los efectos por pandeo, (**) los valores dados son para madera húmeda, los cuales también pueden ser utilizados para la madera seca.

Madera Aserrada De Uso Estructural. – recibe esta denominación la madera escuadrada la cual deberá ser capaz de soportar las cargas de diseño.

Diseño con Madera

Para poder diseñar con la madera, este material se definirá como homogéneo e isotrópico, por lo que sus propiedades serán analizadas en la dirección paralela y perpendicular a la fibra, para su clasificación dependerá de sus propiedades estructurales de acuerdo al registro de SENSICO basada en la Norma Técnica de Edificaciones E.101. Agrupamiento de Madera para Uso Estructural, resultando la agrupación en A, B y C como se muestra en el RNE norma E.010, y a su vez de donde nos guiaremos para el proceso de diseño.

Método de Diseño. – para el diseño con elementos de madera utilizaremos la Norma E.010 la cual nos indica que se deberá evaluar para cargas de servicio, es decir utilizando el método conocido como esfuerzos admisibles.

Cargas (RNE E.010, 2006). - Son fuerzas que se aplicarán a la estructura de forma distribuida y puntual, A si mismo las estructuras se deberán diseñar tomando en cuenta las siguientes cargas resultado de:

- a) Cargas Permanentes como el peso propio y cargas muertas.
- b) Cargas vivas o sobrecarga de servicio.
- c) Sobrecargas de vientos, sismos, nieve

Requisitos De Rigidez Y Resistencia. – Todos los muros de corte y diafragmas deberán ser diseñados para soportar el 100 % de las cargas aplicadas lateralmente, como el caso resultante de las fuerzas de sismo o viento y entre otros casos como el de

materiales almacenados o empuje de suelos, cuando los muros diseñados tengan una relación entre la altura y su longitud mayor que 2, no deberán ser considerados como muros de resistencia.

RNE E.010 (2010), Durante condiciones normales de servicio, tal sea el caso de sismos pequeños a moderados o sobrecargas de vientos habituales, se tendrá que verificar, que las deformaciones en los muros no superen a $h/1200$ (donde "h" representa la altura del muro).

La fuerza cortante resultante de la acción del sismo o viento se hallará de acuerdo a lo indicado por la Norma del RNE E.030 Diseño Sismo Resistente el cual nos indica procedimientos compatibles y desarrollados durante la buena práctica de la ingeniería para diferentes tipos de materiales en elementos estructurales. Así mismo, para el caso de edificaciones de uno o dos pisos se podrá utilizar el procedimiento simplificado que se presenta a continuación.

Condiciones Para La Verificación De La Capacidad De Muros Para Soportar Carga Lateral. - Esta sección es aplicable a viviendas o construcciones de uno o dos pisos, donde sus muros de corte soportan las cargas laterales, dichos muros de corte deberán estar ubicados en dos direcciones ortogonales, donde su espaciamiento será menor a 4 m para cada dirección. Así mismo la distribución de los muros deberá ser en lo más posible uniforme, teniendo una rigidez proporcional a las áreas de influencia.

B) Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino

Características físicas:

- Contenido de Humedad (CH): La presencia de agua en la madera se presenta en las siguientes 3 formas: agua higroscópica, agua libre y agua de constitución.
- Cambios Dimensionales: Muchas de estas variaciones se producen por el CH presente en la madera, ocasionando cambios en sus dimensiones.
- Densidad y Peso Específico: La proporción que se da entre la masa y el volumen de un elemento se denomina densidad y varía de acuerdo al CH. se puede distinguir 4 tipos de densidad para un elemento de madera:
 - Densidad Verde: es la proporción que hay entre el peso verde y su volumen verde de un elemento de la madera.
 - Densidad Seca: es la proporción que hay entre el peso seco al aire y su volumen seco al aire de un elemento de madera.
 - Densidad Anhidra: es la proporción que hay entre el peso seco (elemento de madera secado al horno) y su volumen seco (elemento de madera secado al horno).
 - Densidad Básica: es la proporción que existe entre el peso seco al horno y el volumen verde de un elemento de madera, (esta densidad es la más baja de las 4).

El peso específico es la proporción entre el peso de un elemento de madera a un nivel de contenido de humedad.

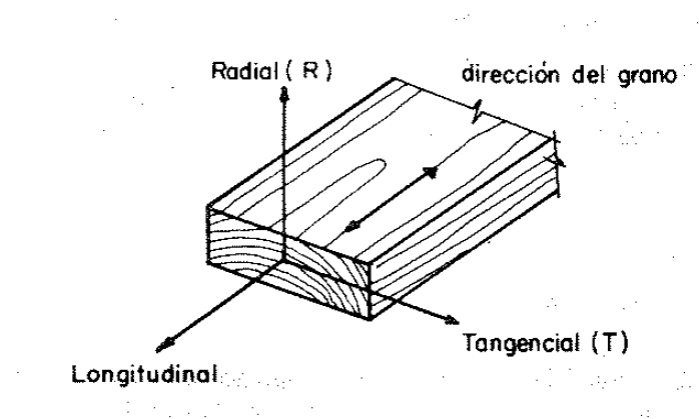
- Conductividad y Expansión térmica
- Absorción y Transmisión del sonido
- Conductividad eléctrica

Propiedades Resistentes de la Madera

En los elementos de madera se pueden identificar principalmente 3 direcciones que son ortogonales, entre dichas direcciones tenemos la radial, la tangencial y la longitudinal, mientras que en la practica se utilizan la dirección paralela o longitudinal y la perpendicular o transversal al grano.

Figura 1

Direcciones Ortogonales De La Madera



Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino (1984)

- Resistencia a la compresión Paralela
- Compresión perpendicular
- Resistencia a la tracción
- Resistencia al Corte
- Resistencia a la Flexión paralela al grano

Propiedades Elásticas de la Madera

Las propiedades elásticas que representan a un material son el módulo de Poisson, el módulo de corte y el módulo de elasticidad. Si consideramos la madera como un material ortotropico, este tendría 3 módulos de Poisson, 3 módulos de corte y 3 módulos de elasticidad, definidos y orientados a sus ejes ortogonales; Por otro lado desde un punto de vista de ingeniería la madera se podría considerarse homogéneo por lo que se podría asumir 3 tipos de módulos:

- Módulo de Elasticidad (E): este valor se puede obtener desde un gráfico esfuerzo - deformación elaborado de múltiples ensayos realizados bajo compresión paralela.
- Módulo de Corte o Rigidez (G): es la relación entre las distorsiones o deformaciones y los esfuerzos de cizallamiento o corte que los originan. La más común es la que ocurre en la dirección de las fibras.
- Módulo de Poisson (ν): esta referida a la relación que se obtiene entre deformación lateral y deformación longitudinal. Y normalmente se encuentra en el rango de 0.325 a 0.40 para elementos con una densidad de 0.5 gr/cm³

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)} \text{ (Fernández, 2015)}$$

Preservación

La preservación se refiere a una durabilidad natural que es la capacidad de la madera para resistir la pudrición, que es ocasionado por insectos, hongos y otros agentes que deterioran al material. Esta durabilidad también se puede incrementar usando procesos artificiales; como por ejemplo desde un secado hasta tratamientos especiales de preservación.

Comercialización de la madera

Para poder comercializar la madera primero ha de transformarla cortando longitudinalmente la troza del árbol para obtener piezas esbeltas rectangulares de sección transversal, para posteriormente cepillarlas y obtener caras y esquinas paralelos, perpendiculares y lisos, denominando a este producto final madera aserrada.

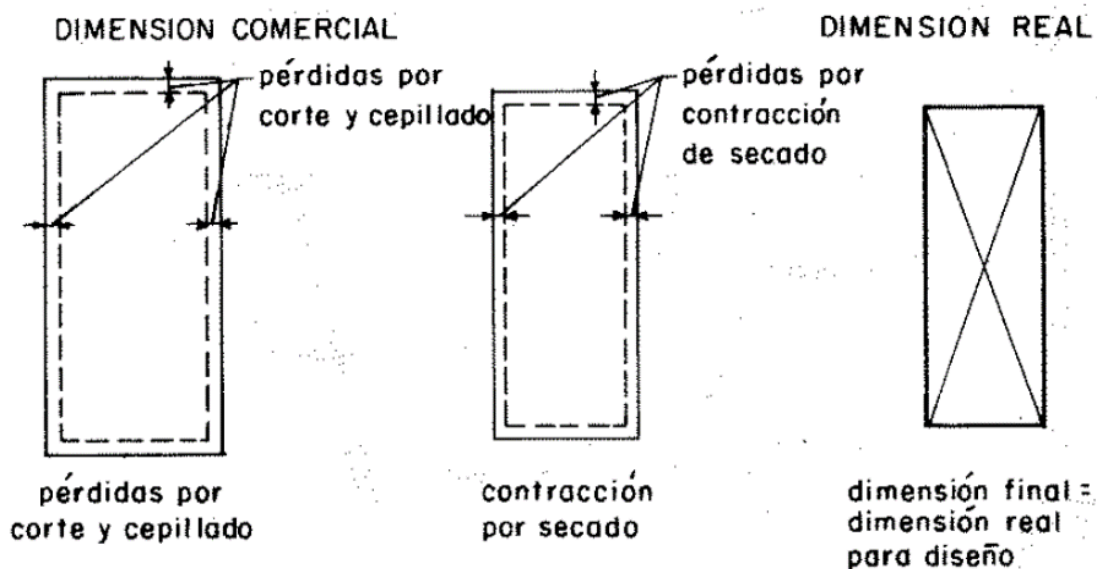
La madera aserrada se comercializa por mediante el volumen siendo la unidad de medida los metros cúbicos (m³); en varios países de la zona andina la unidad a utilizar es en pies tablares o pies cuadrados. La cotización de los tableros de madera es por metros cuadrado (m²) con diferentes espesores, mientras que las molduras se comercializan por metro lineal.

Dimensiones Comerciales y Reales

Durante el proceso de cortes y cepillado, las piezas de madera disminuyen las dimensiones en su sección transversal, modificando las medidas inicialmente dadas (denominadas nominales) de aquellas que presenta realmente. El comercio de la madera se genera mayormente en función de sus dimensiones iniciales.

Figura 2

Dimensiones comerciales y reales de la escuadría (sección transversal)



Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino (1984)

Las dimensiones reales para el diseño serán tomadas de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones y teniendo en cuenta el manual de diseño para maderas del grupo andino.

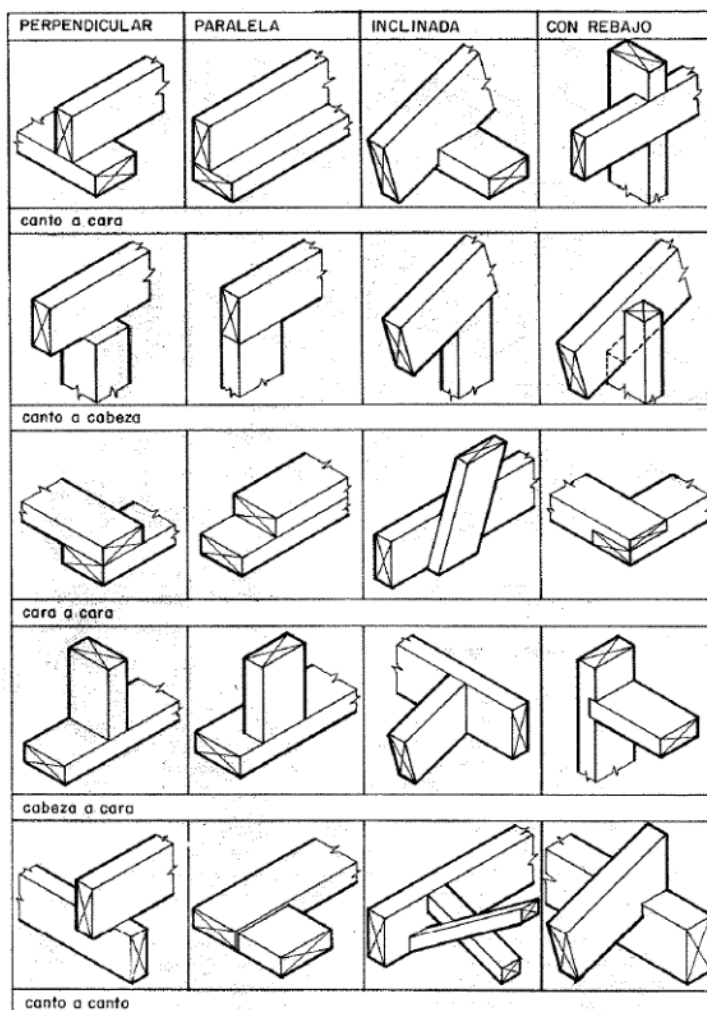
Uniones Estructurales

Los elementos de madera aserrada comúnmente son unidos con el fin de formar nuevos componentes que permitan la continuidad constructiva y transmisión de las fuerzas que se generan entre los elementos, los cuales deben permanecer fijas para mantener y conservar dichos conjuntos de elementos.

Las uniones entre elementos de madera pueden ocurrir por diferentes de sus lados o superficie, los cuales pueden ser de manera perpendicular, inclinada, paralela o con rebajo.

Figura 3

Uniones entre Piezas de Madera

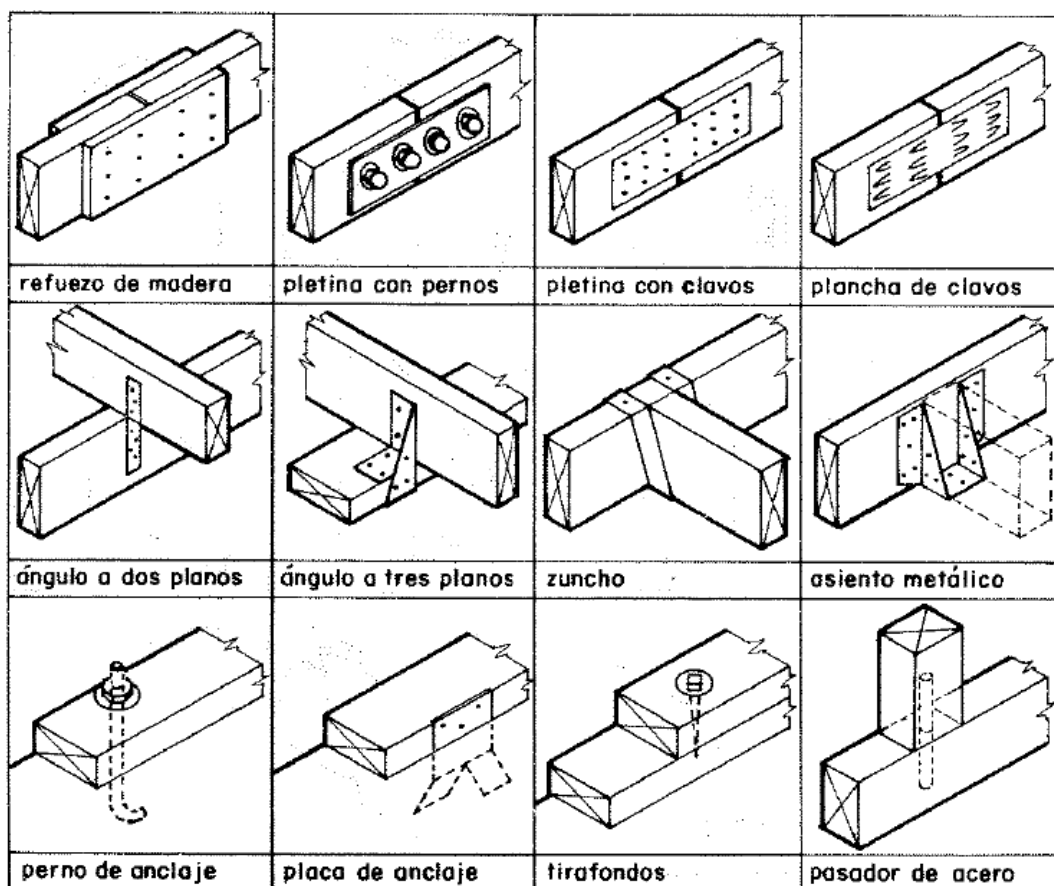


Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino (1984)

Los elementos o dispositivos que se usan para aumentar la rigidez de las uniones en las construcciones de madera se les denomina como elementos de unión, los más comunes son: pernos, clavos, zunchos, tirafondos, ángulos metálicos y pletinas, que a su vez también son utilizadas en uniones de madera con hormigón u acero.

Figura 4

Elementos de unión



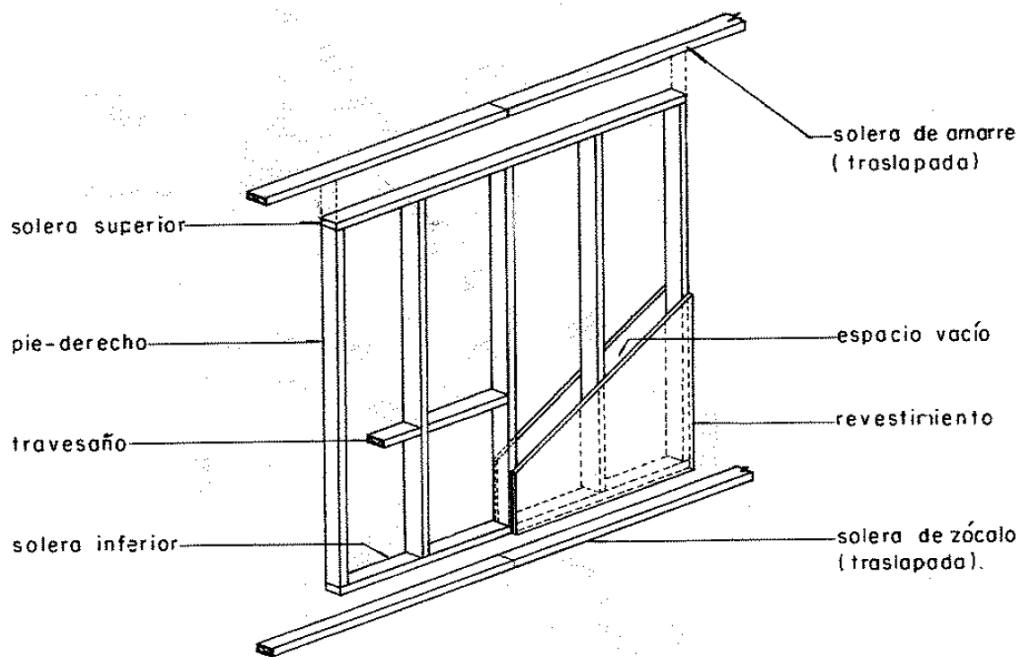
Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino (1984)

Sistema entramado

Este sistema está basado en el conjunto de elementos de piezas de madera de sección rectangular pequeña y con una gran esbeltez, colocados a una misma equidistancia entre sí, de tal manera que pueden usarse en muros, entrepisos, pisos, techos; a su vez este conjunto de elementos esta rigidizados (arriostrados) por viguetas con las mismas características y/o cubiertos por entablados de tal forma que se logre comportar y rigidizar como una caja o casco donde se distribuyen equitativamente las cargas actuantes.

Figura 5

Muro Entramado



Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino (1984)

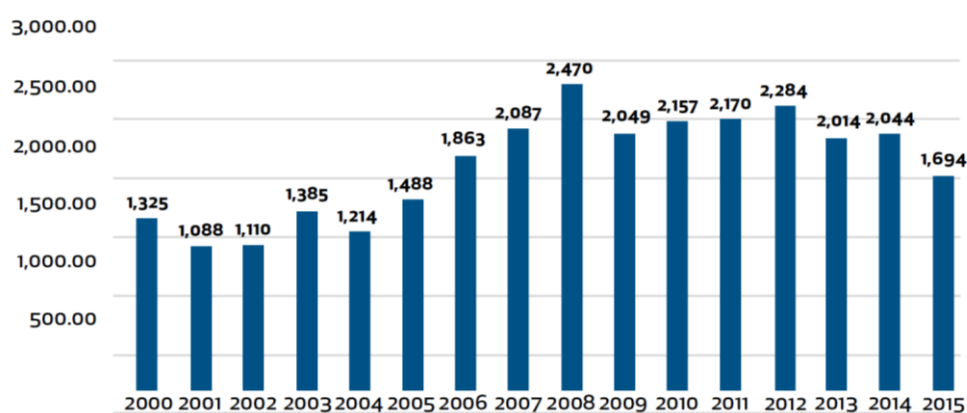
C) Volúmenes de producción de Madera en el Perú

Producción de Madera rolliza

En el ámbito de la producción de madera en el Perú, la madera rolliza ha alcanzado dos grandes momentos durante los años 2000-2015, resultando como el pico principal el año 2008, donde el nivel de productividad alcanzó los 2.4 millones de metros cúbicos de madera rolliza (FAO, 2018).

Figura 6

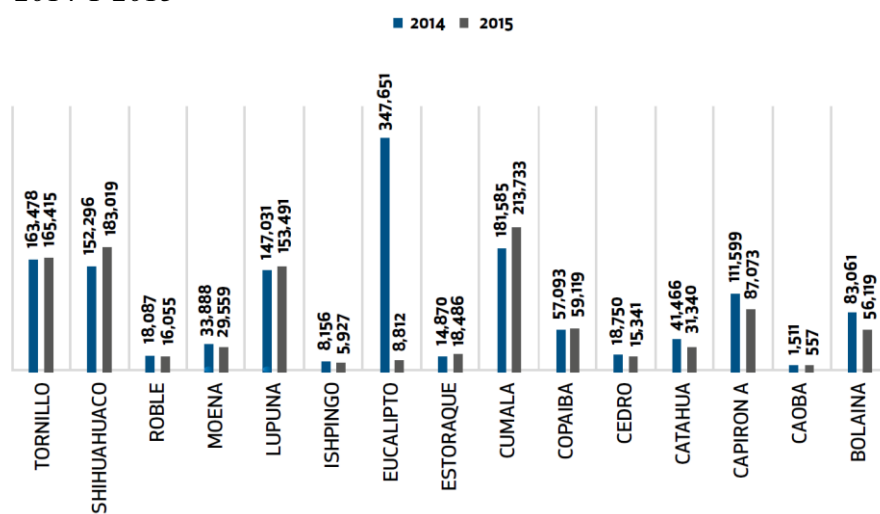
Evolución De La Producción Nacional De Madera Rolliza (Miles De M3)



Fuente: INEI. Sistema nacional para la toma de decisiones, con información de MINAGRI

Figura 7

Principales Especies Forestales Por Volumen De Producción De Madera Rolliza (M3) – 2014 Y 2015



Fuente: SERFOR. Dinámica forestal (2005-2015)

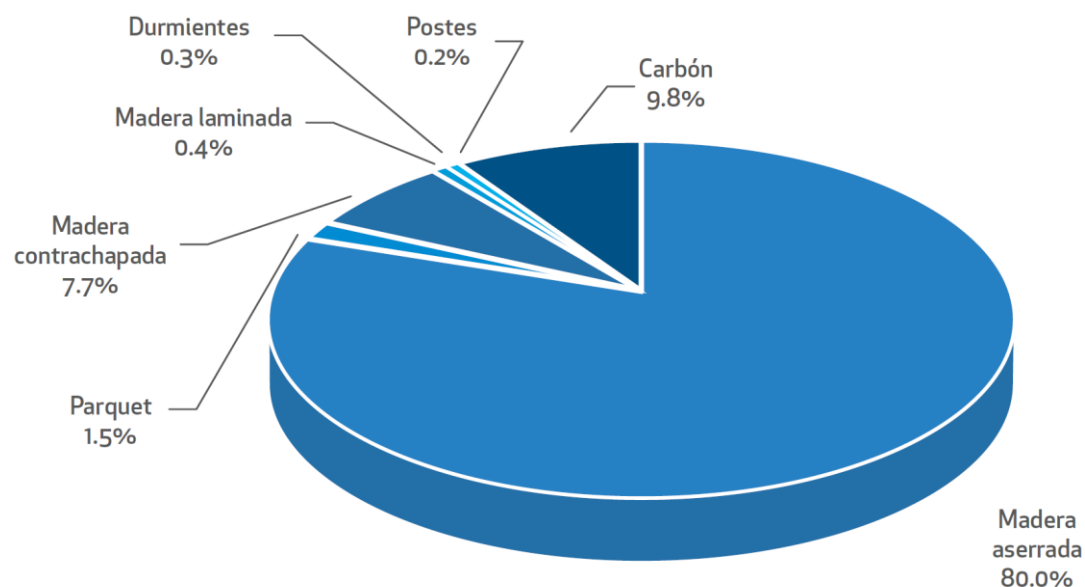
Producción de Productos Maderables

FAO (2018), En las primeras transformaciones de la madera tenemos a las chapas decorativas, madera laminada, parquet, triplay, madera aserrada, durmientes, postes, leña y carbón; para tener un análisis más preciso se excluirá al carbón, ya que su valor agregado es bajo mientras que el carbón está mayormente vinculado con la madera dura (madera de alta densidad) la cual no se registra comúnmente.

De acuerdo a los registros desde el año 2005 al año 2015, en este último se alcanzó los menores niveles de producción con un monto de 686,397 m³, donde la producción de todos los productos se ha mantenido proporcionalmente igual. A su vez se tiene información de que la madera aserrada representa un 80%, mientras que el carbón llegó a 9.8%, la madera contrachapada alcanzó 7.7%, por otro lado, el parquet llegó a 1.5%, madera laminada con 0.4%, postes y durmientes alcanzó un 0.5%.

Figura 8

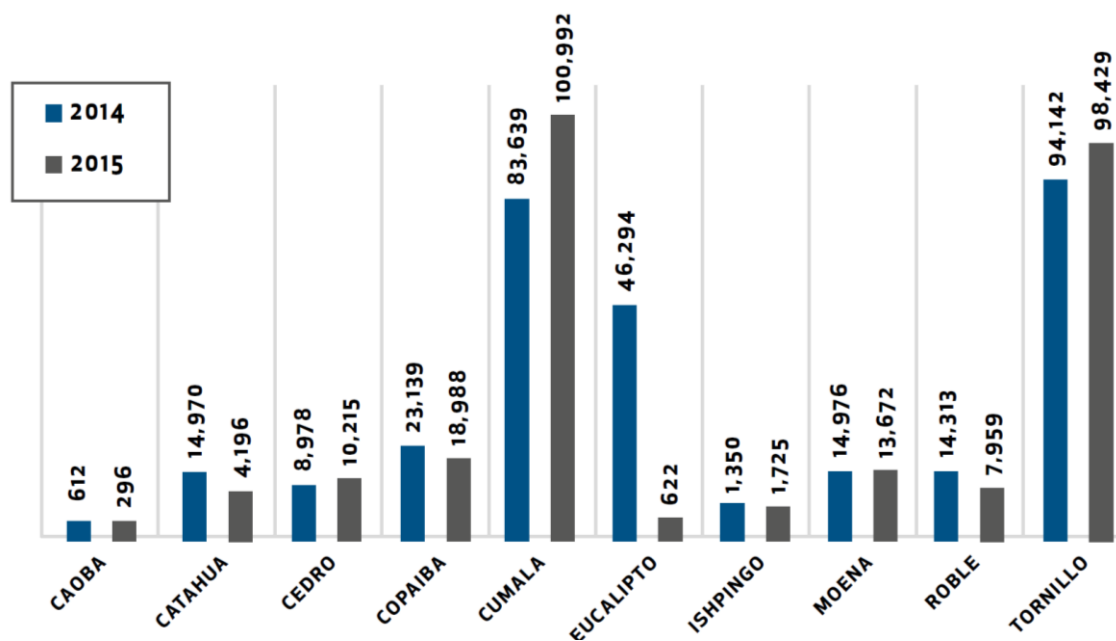
Participación del Volumen de Productos Maderables en los años 2005-2015



Fuente: SERFOR. Dinámica forestal (2005-2015)

Figura 9

Volumen De Producción De Madera Aserrada de las Principales Especies Forestales Por (M3) – 2014 Y 2015



Fuente: SERFOR. Dinámica forestal 2005-2015, información preliminar.

D) La Madera Tornillo

De las principales especies forestales se puede apreciar que la madera tornillo tiene una constante producción y un gran uso en la construcción en todo el Perú. La producción de madera aserrada de la especie “Tornillo” en el año 2014 fue de 94,142 m³ y para el año 2015 se tuvo una producción de 98,429 m³.

Tabla 7

Especies Agrupadas

	NOMBRE		GRUPO
	COMUN	CIENTIFICO	
23	TORNILLO	Credelinga Cateniformis	C

Fuente: RNE E.010 (2014)

El Adobe.

A) Reglamento Nacional de Edificaciones E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada

El adobe es la unidad principalmente de tierra cruda, a la cual se puede agregar arena gruesa o paja para incrementar su durabilidad y resistencia.

Contrafuerte. – Es un muro que tiene como función de arriostrar verticalmente los muros, colocándose de manera ortogonal a los mismos. Suele usarse el mismo material que los muros o utilizar un material compatible (como por ejemplo la piedra).

Densidad de muros. – Es la relación entre la sumatoria de las áreas transversales pertenecientes a los muros paralelos de cada eje principal ubicados en la planta de la construcción y el área total techada.

Esbeltez. – Es la proporción entre las dimensiones (largo o ancho) del muro y su espesor máximo. Existe dos tipos de esbeltez en muros: i) La esbeltez vertical(λ_v), Es la proporción entre la altura libre del muro y su espesor máximo, y ii) La esbeltez horizontal(λ_h), Es la proporción del largo efectivo con el espesor del muro.

Fisura o grieta estructural. Es la rajadura que presentan los muros de adobe producidas comúnmente por someterlas a cargas que no puede resistir dicho material, ya sea por acción de gravedad, accidentes, terremotos u otros. Estas rajaduras pueden llegar a atravesar los muros de extremo a extremo y pueden tener un espesor variable o invisible a la vista humano.

Grieta: para aberturas mayores a un milímetro(mm).

Fisura: para aberturas menor o igual a un milímetro(mm).

Muro. - Es un elemento arriostrado con estabilidad lateral, ya sea confinado con arriostre verticales y/o horizontales, a su vez también pueden incluir refuerzos.

Refuerzos. – Son elementos conformados por materiales con una alta resistencia a la tracción, que se utilizan para controlar el desplazamiento de muros en caso de presentar fisuras estructurales. A su vez se debe tener en cuenta que dichos refuerzos deben ser compatibles con el material de tierra, es decir, presentar baja

dureza y flexibles para no dañarlo, incluso para soportar las vibraciones durante sismos.

Carga: Es la fuerza o acciones que se producen por el peso de materiales de construcciones, efectos del medio ambiente, ocupantes y sus pertenencias, cambios dimensionales restringidos y movimientos diferenciales.

Carga Muerta: Esta comprendido por el peso de tabiques, dispositivos de servicio, equipos, peso propio de la edificación, entre otras cargas que sean permanentes y puedan variar su magnitud.

Carga Viva: Esta comprendido por el peso de los ocupantes, muebles, equipos y todo elemento movable a ser soportados en las edificaciones.

Consideraciones Básicas

- En zonas de suelos con inestabilidad geológica no debe realizarse construcciones de tierra reforzada y a su vez no deberán ubicarse en sitios en riesgo de avalanchas huaycos, inundaciones y aluviones.
- Las construcciones con tierra reforzada deberán ser de 1 piso para las zonas sísmicas 4 y 3, mientras que un máximo de 2 pisos cuando estén en las zonas 2 y 1 de acuerdo al Anexo N° 01 de la Norma E.030 Diseño Sismo resistente
- La cimentación de las construcciones de tierra reforzada deberá estar ubicada sobre suelos firmes, medianamente firmes, no se hará cimientos en suelos arcillosos, cohesivos blandos, granulares sueltos y se prohíben en suelos de arenas sueltas y con saturación de agua por peligros de licuefacción de acuerdo con la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.
- El proyecto arquitectónico, de una edificación con tierra reforzada deberá tomar en cuenta características estructurales señaladas en la Norma E.080
- El diseño estructural de las construcciones con tierra reforzada deberá considerar criterios de estabilidad, resistencia y comportamiento sismo resistente

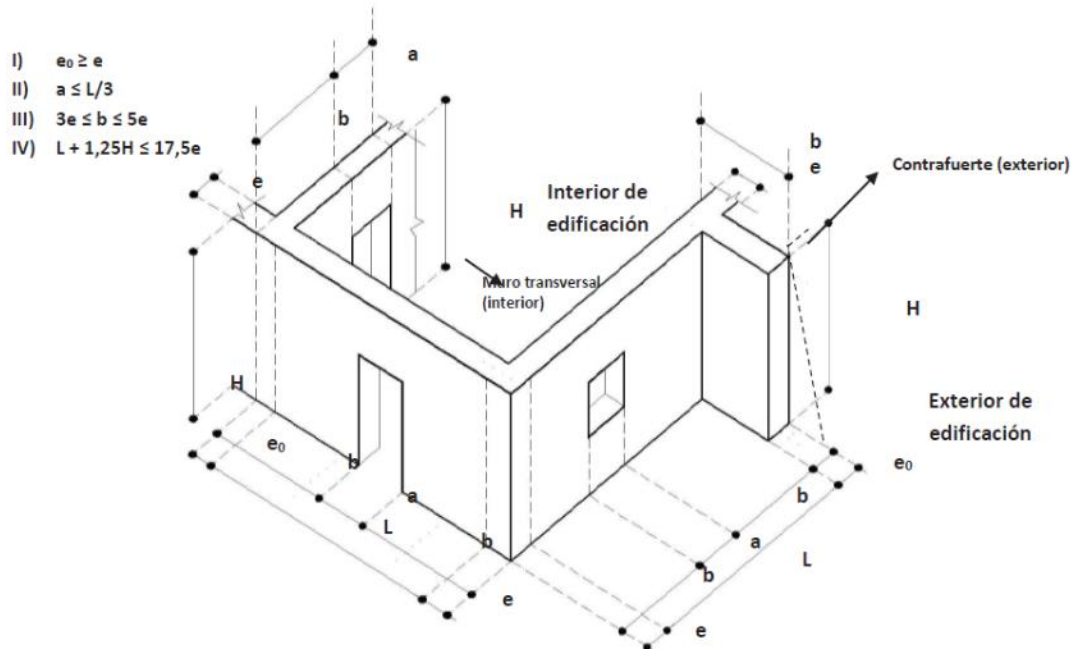
Criterios de configuración de las edificaciones de tierra reforzada

Las construcciones con tierra reforzada, deberán cumplir con los criterios de configuración a continuación:

- El ancho de muro mínimo será de 0.40m para asegurar su estabilidad y resistencia al volteo, con excepción del Esquema 3 del RNE E.080, donde se podrá utilizar muros con un espesor de 0.38m
- La densidad de los muros con tierra reforzada en los ejes principales deberá presentar valores mínimos señalados en la Tabla 9 - Factor de uso (U) y densidad según tipo de edificación. Así mismo la mayoría de ellos muros con tierra reforzada deben ser arriostros y portantes.
- Los muros deben presentar arriostros horizontales (techos y entrepisos) y arriostros verticales (muros transversales o contrafuerte) de acuerdo a la Figura 10.
- Presentar una planta simétrica con respecto a sus ejes principales
- La altura libre de muros (H), densidad, el ancho de los vanos (a), la distancia entre arriostros verticales (L), El espesor (e), así como los materiales y la técnica constructiva de una edificación con tierra reforzada, deberán ser aplicados de manera homogénea y continua. Los límites geométricos están establecidos en la Figura 10.
- Los vanos se deberán ubicar en el centro y en lo posible pequeños, así mismo dichas ubicaciones y proporciones serán de acuerdo a la Figura 10.

Figura 10

Limites Geométricos De Muros Y Vanos



Fuente: RNE E.080 (2017)

Nota 01: Los arriostres verticales (muro transversal o contrafuerte) pueden edificarse hacia el exterior o interior de la edificación, de acuerdo al criterio del responsable.

Nota 02: La inecuación IV es la relación entre la esbeltez vertical ($\lambda_v = H/e$) con su esbeltez horizontal ($\lambda_h = L/e$), de tal forma que se cumpla la inecuación $\lambda_h + 1.25\lambda_v \leq 17.5$.

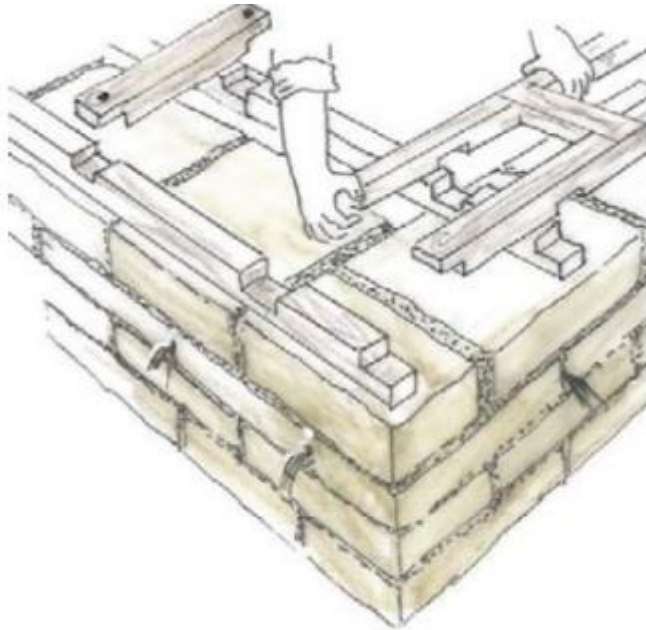
Nota 03: Los muros con tierra en general deben tener una esbeltez horizontal (λ_H) menor o igual a 10 veces el espesor del muro y una esbeltez vertical (λ_V) menor o igual a 6 veces el espesor del muro. Por otro lado, la esbeltez vertical puede llegar a una relación máxima de 8, si cumple con la Nota 02.

Nota 04: los contrafuertes pueden ser trapezoidal o recto, de ser el caso trapezoidal (línea segmentada en contrafuerte en el exterior del muro) la parte inferior medirá "b" y la parte superior que sobresale del muro deberá como mínimo medir "b/3".

Los muros con tierra reforzada deberán tener una viga collar como mínimo en la parte superior fijadas entre sí, similar a los refuerzos, y serán de un material de características compatibles con la tierra reforzada (madera, caña u otros).

Figura 11.

Ejemplo Esquemático De Un Tipo De Viga Collar



Fuente: RNE E.080 (2017)

Cálculo de fuerzas sísmicas horizontales

Los sismos generan una fuerza horizontal en la base de las construcciones con tierra reforzada, la cual se determina con la siguiente expresión:

$$H=S.U.C.P.$$

Donde:

S = Factor de suelo de acuerdo a lo indicado en la Tabla N° 08.

U = Factor de uso de acuerdo a lo indicado en la Tabla N° 09.

C = Coeficiente sísmico de acuerdo lo indicado en la Tabla N° 03 de RNE E.080.

P = Peso total de la edificación, la cual incluye carga muerta y el 50% de la carga viva.

Tabla 8*Factor De Suelo (S)*

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

Fuente: RNE E.080 (2017)

Tabla 9*Tipo De Edificación y Factor De Uso (U)*

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

Fuente: RNE E.080 (2017)

B) Manual de Construcción: Edificaciones Antisísmicas de Adobe

Definiciones

Adobe: Es el elemento compuesto principalmente por tierra sin cocer en forma de un bloque macizo, al cual se le puede agregar materiales como paja u otros, que sean compatibles y ayuden a incrementar la estabilidad.

Adobe Estabilizado: es el adobe más la incorporación de otros compuestos como cal, cemento, asfalto, etc. Con el objetivo de incrementar su estabilidad y su resistencia a la compresión ante el contacto con humedad.

Mortero: es un compuesto de barro con arena o paja u otros elementos como cal, cemento, asfalto, yeso, bosta, etc., que sirve para la unión de adobes.

Mortero Tipo I: es el mortero compuesto de suelo y aglomerantes como cal, cemento, asfalto. El contenido de agua será de acuerdo a la trabajabilidad y las cantidades dependerá de características específicas y granulométricas de los materiales a utilizar.

Mortero Tipo II: Es un compuesto que tendrá las mismas características y calidad de los elementos de adobe a utilizar y la cantidad de agua a emplearse dependerá de su trabajabilidad, a su vez. Las juntas verticales y horizontales no sobrepasarán los 2 cm y serán cubiertas en su totalidad.

Arriostre: En los muros de adobe los arriostres pueden ser horizontal o vertical y su función es impedir el desplazamiento libre de los mismos.

Esbeltez: es la proporción entre la altura libre de un muro y su espesor.

Vigas Collar o Soleras: Son componentes de las construcciones con tierra, donde su función es rigidizar y conectar los muros con los otros pisos o techos.

Dimensiones y Formas Recomendadas

De manera general los adobes pueden tener su planta rectangular o cuadrada y para casos donde existan encuentros donde sus ángulos difieren de 90° , dichas dimensiones se ajustarán de acuerdo a las proporciones siguientes:

- En adobes rectangulares, el ancho deberá ser aproximadamente la mitad del largo
- La proporción entre el largo y la altura del adobe deberá ser de 4 en 1.
- La altura del adobe a considerar deberá ser mayor a $h=8$ cm en lo posible.

Método del Elemento Finito

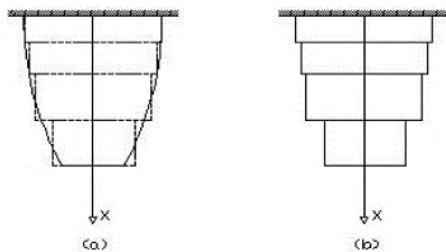
Del Castillo F., 2015. El método de los elementos finitos (FEM) tiene procedimientos numéricos para poder resolver sistemas de ecuaciones con derivadas parciales, establecer las ecuaciones de contorno, condiciones iniciales, solución aproximada de problemas continuos y está basada principalmente en la discretización del cuerpo (problema) en subdivisiones denominados “Elementos”, dichos elementos se encuentran entrelazados por una serie de puntos (nodos).

A) Principios Del Método Del Elemento Finito

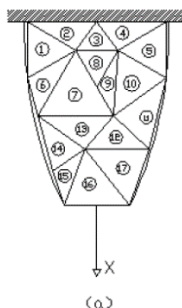
Tiene como principio resolver una estructura continua, dividiéndola en elementos pequeños las cuales están interconectadas mediante nudos; de tal forma que de un sistema con infinitos GL (grados de libertad) pasara a un sistema finido de GL lo que permite su modelamiento y su análisis con ecuaciones lineales o no lineales.

Figura 12

Discretización con elemento finito de una barra



Discretización con elemento triangulares



Fuente: Del castillo F., 2015

Para la discretización hay que elegir el elemento a utilizar para subdividir el conjunto de acuerdo a la precisión a analizar, como, por ejemplo:

Para elementos en 2 dimensiones tenemos: resortes, triángulos o polígonos

Para elemento en 3 dimensiones tenemos: cubos, hexaedro o tetraedros

B) Matriz de Rigidez

Las matrices de rigidez establecen una relación entre la deformación que sufre un elemento ante fuerzas de tensión; para desarrollarla se considera el término de energía:

$$U_e = \frac{1}{2} \int \sigma^T \epsilon A dx$$

Resultando

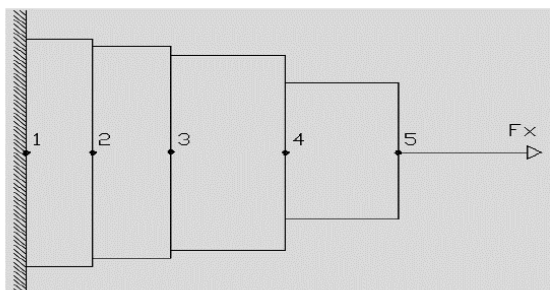
$$k_e = \frac{A_e E_e}{l_e} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$$

C) Ensamble de la Matriz de Rigidez

De la figura número 13, la pieza se encuentra en un sistema bidimensional y la función de análisis es el desplazamiento producto de la fuerza F a la que se encuentra sometida.

Figura 13

Placa Mallada Para Analisis De Elemento Finito

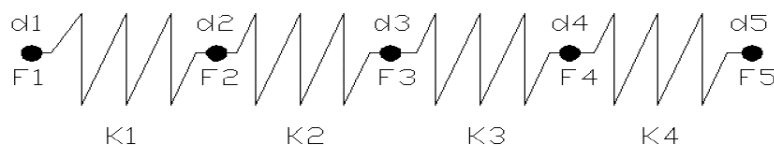


Fuente: Del castillo F., 2015

Para el análisis de una placa, cada una de sus secciones fue dividida y serán asumidas como un resorte, resultando que la placa sería un conjunto de resortes donde se relaciona la fuerza, rigidez y desplazamiento. (Figura 14)

Figura 14

Representación de una placa mediante un Conjunto de Resortes



Fuente: Del castillo F., 2015

Escribiendo las matrices de rigidez de cada elemento y agrupándolas, la representación de la matriz de rigidez de la placa sería:

$$\begin{bmatrix} k_1 & -k_1 & 0 & 0 & 0 \\ -k_1 & k_1 + k_2 & -k_2 & 0 & 0 \\ 0 & -k_2 & k_2 + k_3 & -k_3 & 0 \\ 0 & 0 & -k_3 & k_3 + k_4 & -k_4 \\ 0 & 0 & 0 & -k_4 & k_4 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \\ d_5 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \\ F_4 \\ F_5 \end{Bmatrix}$$

D) Esfuerzos y Deformación

Al aplicar fuerzas externas en diferentes puntos de un cuerpo, esto ocasiona desplazamientos, para el caso de 3 dimensiones:

$$s = u_i + v_j + w_k$$

de donde se tiene que w , v , u son los desplazamientos generados en las direcciones z , y , x respectivamente. Por lo tanto, su deformación lineal quedaría en función de sus desplazamientos de la siguiente manera:

$$\varepsilon_x = \partial u / \partial x, \quad \varepsilon_y = \partial v / \partial y, \quad \varepsilon_z = \partial w / \partial z$$

Al utilizar la regla de la cadena de diferenciación, tenemos:

$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial \xi}{\partial x}$$

$$\varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial \xi}{\partial y}$$

$$\varepsilon_k = \frac{\partial w}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial \xi}{\partial z}$$

La representación de sus esfuerzos son 6 componentes independientes:

$$\sigma = [\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{yz}, \tau_{xz}, \tau_{xy}]^T$$

Donde $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ son esfuerzos normales, mientras que $\tau_{yz}, \tau_{xz}, \tau_{xy}$ vienen a ser esfuerzos cortantes. Al aplicar las sumatorias para un cuerpo estático; $\Sigma F_x=0, \Sigma F_y=0, \Sigma F_z=0$, se obtendrán las siguientes ecuaciones de equilibrio:

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + f_x = 0$$

$$\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} + f_y = 0$$

$$\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + f_z = 0$$

E) Tipos de Elementos

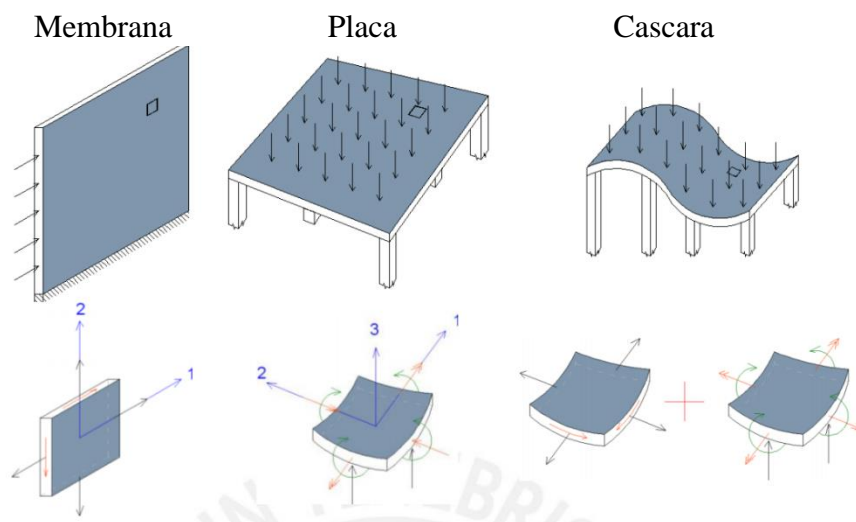
- Elemento Tipo Barra o Armazón: Son elementos que transmiten solo fuerzas axiales y por lo general presenta 3 GL de traslación y pueden estar ubicados en los planos z, y o x; se pueden utilizar en el diseño de estructuras como torres, edificios y puentes.
- Elemento Viga: Este tipo de elementos aportan resistencia a las fuerzas y a los momentos; su diferencia con el elemento tipo barra, es que logran soportar esfuerzos de flexión y torsión.
- Elemento tipo Membrana: Son aquellos formados por 3 o 4 nodos en un sistema tridimensional, su uso se basa en la modelación del objeto en tejidos o redes. De su definición se tiene que presenta grados de traslación infinitos, mientras que no

tiene GL de rotación. Este tipo de elemento solo admite las cargas en su mismo plano y la formulación de rigidez del plano.

- Elementos de brick o bloque: este tipo de elementos tienen ocho o seis nodos, algunos bloques reforzados pueden presentar nodos intermedios, Estos elementos presentan tres GL en traslación y ninguno de rotación.
- Elementos Tipo Placa: son aquellos para modelar paredes delgadas de contenedores o partes automotrices. Estos elementos presentan 3 o 4 nodos en un sistema tridimensional el cual contiene infinitos GL.

Figura 15

Fuerzas internas de elementos de una Membrana, una Placa y una Cascara (Shell)



Fuente: Taboada J. & De Izcue A. "Análisis Y Diseño De Edificios Asistido Por Computadoras"

Para el ámbito de la presente investigación la denominación de los elementos que se comportan como placas se les denomina losas mientras que a las membranas se les conoce placas, mientras que los elementos tipo de cáscara si son denominadas igual. (Taboada J. & De Izcue A)

Thin vs. Thick shells (CSI knowledge Base)

La inclusión de la deformación de corte transversal en el comportamiento de flexión de la placa es la principal diferencia entre la formulación de shell delgada y gruesa. La formulación de placa delgada sigue una aplicación de Kirchhoff, que descuida la deformación de corte transversal, mientras que la formulación de placa gruesa sigue a Mindlin / Reissner, que explica el comportamiento de corte. La formulación de placa gruesa no tiene efecto sobre el comportamiento de la membrana (en el plano), solo el comportamiento de flexión de la placa (fuera del plano).

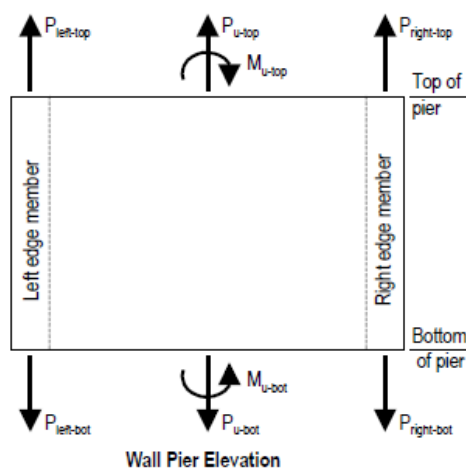
La formulación de placas gruesas también se recomienda en general porque tiende a ser más precisa, aunque ligeramente más rígida, incluso para problemas de flexión de placas delgadas en las que la deformación por corte es realmente insignificante.

Muros tipo Pier y Spandrel

Taboada J. & De Izcue A. (2009). Un muro tipo pier nos permite analizar los objetos de área que son verticales (tipo muro) o por un conjunto de objetos de área y líneas que sean verticales, a su vez nos permite obtener el diagrama de fuerzas sobre secciones horizontales.

Figura 16

Wall Pier for Design Condition 1

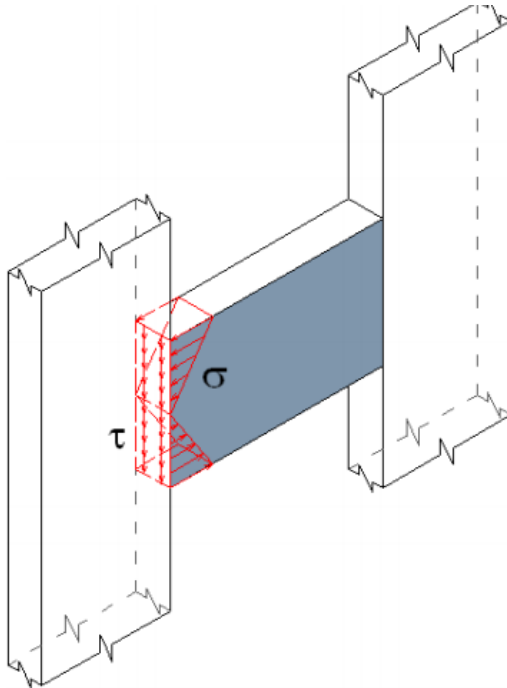


Fuente: Computers & Estructures, inc. (2016)

Taboada J. & De Izcue A. (2009). Un muro tipo spandrel puede estar copuesto por objetos de área en forma vertical (elementos de cáscara tipo muro) o por una combinación de objetos de área y de línea de manera horizontal.

Figura 17

Distribución de esfuerzos en la sección vertical de una viga de acoplamiento

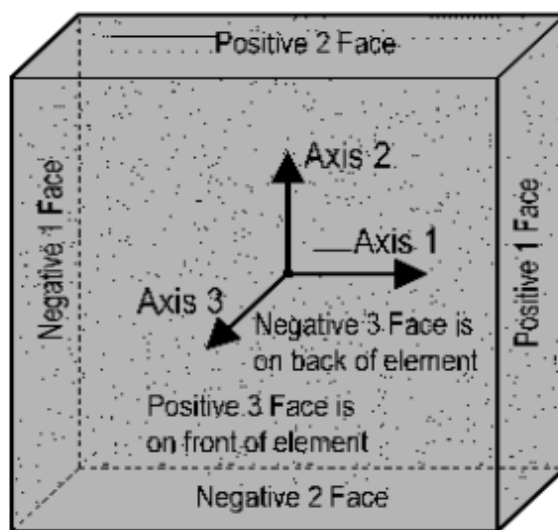


Fuente: Taboada J. & De Izcue A. (2009).

Etabs (2018), Las fuerzas internas del Elemento Shell son fuerzas por unidad de longitud actuando a lo largo del medio de la superficie del elemento shell (area object). Los esfuerzos internos del Elemento shell actúan en los lados del elemento shell (area object).

Figura 18

Distribución de Esfuerzos en Shell

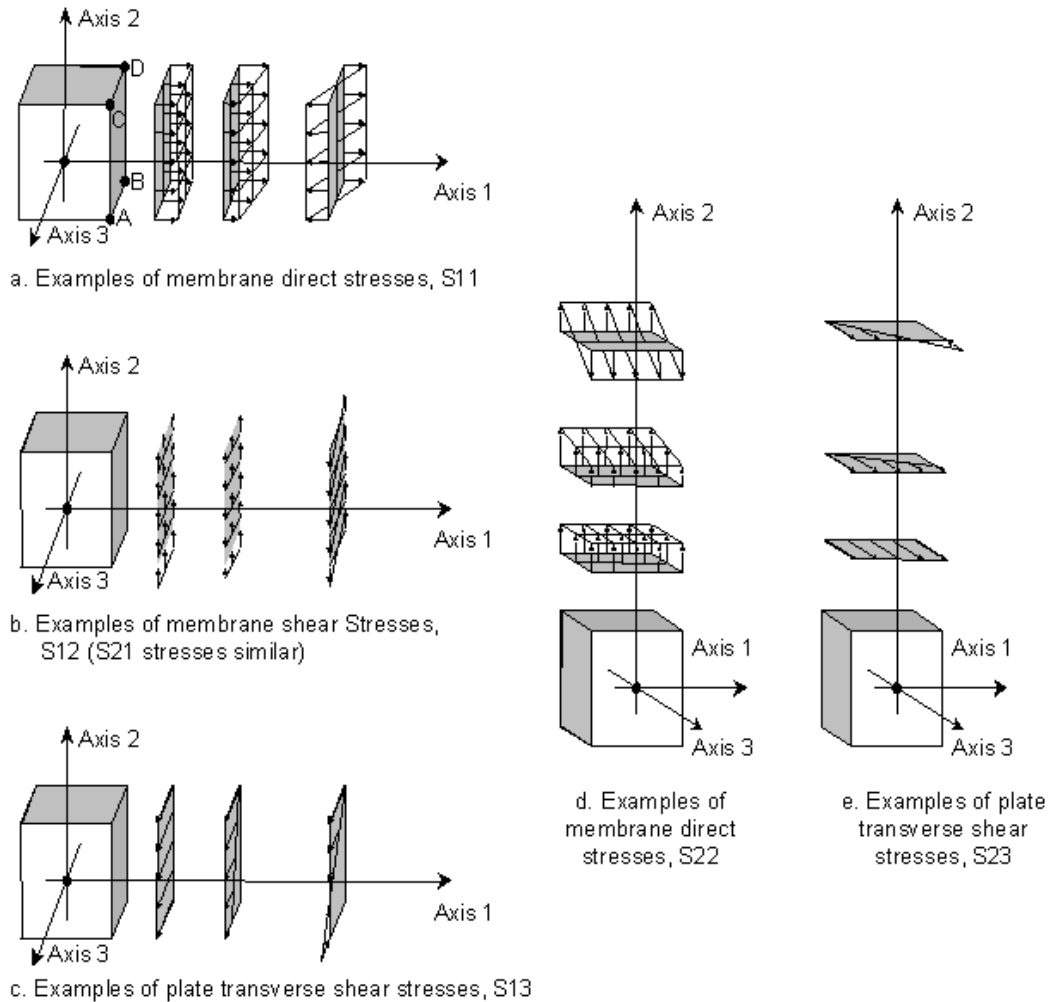


Fuente: Etabs (2018). De la sección help – Force/stress Diagrams

Así mismo se presenta como ocurren los principales esfuerzos:

Figura 19

Diagramas de Esfuerzos Internos en Shell

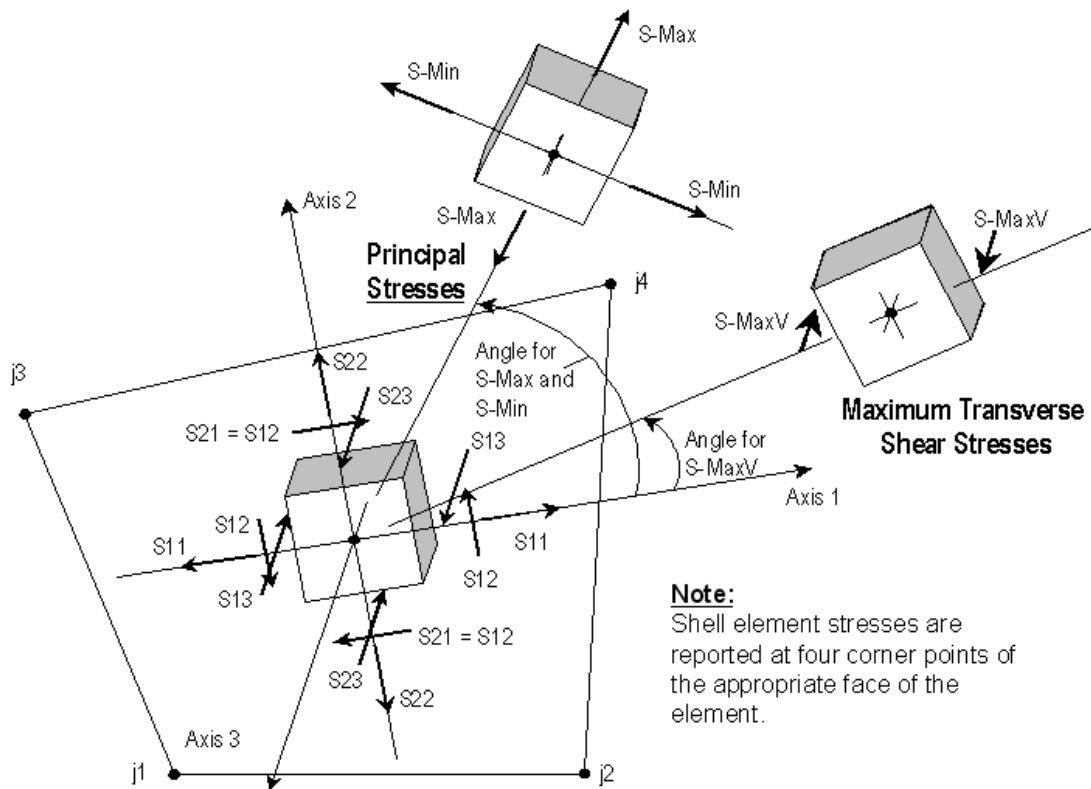


Fuente: Etabs (2018). De la sección help – Force/stress Diagrams

Dirección de los Esfuerzo Etabs (2018), como se muestra en la siguiente imagen hay una dirección para cada tipo de esfuerzo = F/A .

Figura 20

Diagramas de Esfuerzos Internos en Shell



Fuente: Etabs (2018). De la sección help – Force/stress Diagrams

2. Justificación de la Investigación

Esta investigación busca plantear un nuevo diseño de una vivienda unifamiliar utilizando como material estructural a la madera tornillo y al adobe dando a los pobladores del A.H. Pampa Dura. 2 alternativas para construir sus viviendas. Así mismo pretende identificar que material se comporta mejor ante fuerzas del sismo y generar conocimientos sobre estructuras antisísmicas.

FAO (2018), La madera es una materia prima en abundancia, “El Perú es un país de bosques”. Donde más del 50% de su territorio es cubierto por una masa boscosa. Por otro lado, la producción de madera alcanzo en el 2015: 1,7 millones m³ de madera rolliza; donde las especies principales aprovechadas son: lupuna, capirona, cumala, tornillo y capinuri. A su vez el volumen de productos maderables fue de 686,397 m³, teniendo un 80% de madera aserrada, 9.8% para el volumen en carbón y 1.5% (10,190 m³) para la producción de parquet. En cuanto a la madera Tornillo alcanzo un volumen de producción de madera rolliza de 163,478 metros cúbicos en el 2014 y de 165,415 metros cúbicos para el 2015. Por lo que al ser un recurso natural y tener una producción y exportación constante se puede acceder a él fácilmente.

El adobe es la unidad principalmente de tierra cruda, a la cual se puede agregar arena gruesa o paja para incrementar su durabilidad y resistencia, puede producirse artesanalmente de acuerdo con el manual de construcción. “edificaciones antisísmicas” del ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, por otro lado, en el distrito de Chimbote hay zonas donde se produce los adobes por lo que los pobladores del A.H pampa Dura podrían adquirir este material de construcción.

3. Problema

Planteamiento del Problema

Actualmente el A.H. Pampa – Dura, presenta muchas edificaciones de adobes, madera, Esteras, mientras que algunas de Concreto Armado. Las viviendas en este asentamiento humano son construidas sin un diseño previo y son realizadas artesanalmente. Por lo que ante sismos estas edificaciones se ven afectadas considerablemente.

Un aspecto importante en las construcciones del Asentamiento Humano pampa dura es su altura; alcanzando hasta los 2 pisos cuando son construidos de concreto armado y 1 piso cuando utilizan Adobe, madera y esteras.

Por otro lado, los costos de los materiales de construcción vienen elevándose desde el uso de las esteras hasta el concreto armado; así mismo la población del Asentamiento Humano viene siendo afectada por la pandemia “Covid-19” y, por ende, su economía. Por lo cual sus pobladores buscan un material estructural económico que les genere seguridad en sus viviendas.

Formulación del Problema

Teniendo en cuenta el uso actual de los materiales de construcción y la situación económica del A.H. Pampa-Dura, se propone el siguiente problema en la investigación:

¿En qué medida los esfuerzos y deformaciones de la madera tornillo y el adobe nos permitiría diseñar y comparar una vivienda unifamiliar para el A.H. Pampa Dura – C.P. Cambio Puente?

4. Conceptuación y operacionalización de las variables

Tabla 10

Conceptualización y Operacionalización del Diseño de Una Vivienda Unifamiliar

Variable	Definición de variable	Definición operacional	Indicador
Diseño estructural de una vivienda unifamiliar	Espacio físico delimitado y formado estructuralmente mediante un conjunto de métodos y técnicas para que sea habitado por una familia, protegiéndolos de las condiciones climáticas de su entorno.	Mediante la identificación de los parámetros urbanísticos se procede con la distribución de los espacios, y en conjunto con las propiedades de los materiales se realizará su modelamiento en el software “ETABS”. para verificar los esfuerzos y deformaciones de la vivienda unifamiliar.	Planos de arquitectura y estructura

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11*Conceptualización y Operacionalización de la Madera Tornillo y Adobe*

Variable	Definición de variable	Indicador
Madera Tornillo y Adobe	<p>La madera un material de construcción que se encuentra en el tallo de los árboles; sus propiedades tal como la elasticidad y densidad varían de acuerdo al sitio de extracción y tipo de árbol.</p> <p>El adobe es la unidad principalmente de tierra cruda, a la cual se puede agregar arena gruesa o paja para incrementar su durabilidad y resistencia; se utiliza en muros de albañilería asentados con mortero de barro.</p>	Propiedades de la madera y adobe: Modulo de elasticidad, densidad básica, resistencia a la compresión, etc.

Fuente: Elaboración propia

5. Hipótesis

Si utilizara la madera tornillo en elementos estructurales de una vivienda unifamiliar, y aplicamos el método de los elementos finitos entonces se obtendría esfuerzos y deformaciones por debajo de los admisibles, si de la misma forma aplicamos el proceso para una vivienda unifamiliar con elementos estructurales de adobe, entonces nos permitiría comparar e identificar el diseño más adecuado para una vivienda unifamiliar en el A.H. Pampa Dura – C.P. Cambio puente.

6. Objetivos

Objetivo General

- Desarrollar el Estudio Comparativo estructural entre una vivienda unifamiliar de madera y adobe en el A.H. Pampa Dura – C.P. Cambio Puente.

Objetivos Específicos

- Determinar los esfuerzos en las estructuras de madera y adobe en una vivienda unifamiliar típica
- Calcular las deformaciones en las estructuras de madera y adobe
- Hallar el periodo de vibración
- Diseñar las viviendas de madera y adobe.

II. METODOLOGÍA

Tipo y Diseño de Investigación.

Tipo de Investigación.

Aplicada, porque los resultados obtenidos del análisis estructural de la vivienda de madera y adobe servirán para compararlos e identificar cual es el material más adecuado que cumple con los esfuerzos y deformaciones admisibles para las viviendas unifamiliares en el Asentamiento Humano Pampa-Dura, C.P. Cambio Puente.

Enfoque de Investigación.

Cuantitativo, como indica Ramos (2015) la investigación cuantitativa se basa en la recopilación de datos para verificar las hipótesis haciendo uso de métodos estadísticas mediante la medición numérica, y empleando instrumentos de investigación.

Diseño de Investigación

Descriptivo, porque busco “caracterizar, expender, describir, presentar e identificar” (Ramos, 2015), los esfuerzos y deformaciones de una vivienda unifamiliar de madera tornillo y adobe.

Población y muestra

Población

Es el conjunto que incluye dichos elementos con las mismas características a estudiar; dicho de otra forma, es el colectivo del que se pretende describir o dar conclusiones.

Está conformado por todos los lotes del Asentamiento Humano Pampa Dura, del centro poblado cambio puente, Distrito Chimbote.

Muestra

Lo conforma el Lote número 16 de la manzana F con medidas 9.50 m de ancho y 21.35 m de largo, del plano de Lotización referencial presentado en Anexos.

Técnicas e instrumentos de investigación

Tabla 12

Técnicas e Instrumentos de Investigación

Técnica	Instrumento	Ámbito
Estadística descriptiva	<ul style="list-style-type: none"> - Gráficos, barras, distribución de frecuencias. - Medidas de Dispersión: rango, promedio, varianza, desviación estándar. - Fichas técnicas elaboradas de acuerdo al RNE 	<p>Grupo Descriptivo</p> <p>Diseño de la Vivienda unifamiliar de madera y adobe del A.H. Pampa Dura.</p>

Fuente: Elaboración propia

La estadística Descriptiva es el “colectivo de proceso específicos para estudiar las variables y verificar las hipótesis” (Supo, 2014, pag. 354), teniendo como instrumentos; gráficos, barras, medidas de tendencia central. (Media), distribución de frecuencias y Medidas de Dispersión: varianza, rango, desviación estándar, promedio.

Los instrumentos serán tomados con respecto a la distribución y modelación de la vivienda unifamiliar de madera tornillo y adobe.

Procedimientos para recolección de datos:

- Se llevará un registro de apuntes, para llevar un control de los procesos realizado para la vivienda unifamiliar de madera y adobe.
- Se realizará el plano de ubicación correspondiente
- Se definirá la distribución de la vivienda unifamiliar de madera y adobe
- Se creará sus modelamientos en Etabs.
- Se Comprobará los esfuerzos y deformaciones
- Se realizarán los planos de estructura

Con los datos obtenidos se elaborarán cuadros estadísticos que permitirán analizar, describir y comparar una vivienda unifamiliar de madera y adobe.

Evaluación de instrumentos:

Supo (2014), los instrumentos de una investigación se definen como el medio para recopilar información, Así mismo cualquier análisis de las investigaciones científicas usan instrumentos para recopilar data.

a) Validación

Supo (2014), para las investigaciones del tipo cuantitativas, la validación de los ensayos es fundamental, así mismo tiene una definición de múltiples dimensiones, que engloba muchos aspectos (concurrente, constructo, predictiva, contenido) y está referida a la garantía de los resultados correspondientes a la definición teórica.

En nuestro proyecto de investigación, el reglamento nacional de edificaciones y los antecedentes son las pruebas de validación, porque nos permitirá comparar procesos, medir y examinar resultados.

b) Confiabilidad

De acuerdo con Supo (2014), La confiabilidad nos indica el nivel de consistencia y exactitud de los instrumentos de medición; por otro lado Vara-Horna, A. (2008, p. 190). Define que "La confiabilidad esta relacionado con la congruencia y precisión. La confiabilidad es la capacidad de producir similares resultados al momento de repetir ensayos o aplicar instrumentos a una misma situación, objeto o sujeto".

En nuestro proyecto tendremos un plano de distribución de una vivienda unifamiliar al cual le asignaremos los elementos estructurales de madera y luego utilizaremos la misma distribución para el adobe, lo cual nos permitirá evaluar la misma dimensión y tener una mayor precisión al obtener nuestros datos con los instrumentos de investigación.

Procedimiento y Análisis de Información

Distribución de Frecuencias:

Según Lorenzo J. (2018), Las variables métricas pueden ser continuas si admiten cualquier valor, o bien discretas, en cuyo caso solo se admiten números enteros, estas variables suelen agruparse en intervalos de tal manera formando una tabla estadística.

De acuerdo con Salazar C. & Del Castillo S. (2018), La frecuencia es las veces que se repite un elemento en un conjunto de datos estadísticos. La frecuencia de clase, es la cantidad de elementos que se encuentran en dichas categorías excluyentes en una distribución de datos.

En las tablas de frecuencia se logra resumir y compactar diferentes tipos de datos, ya sean discretos, ordinales y nominales. Las distribuciones de frecuencia constarán principalmente de 2 columnas, la primera (izquierda) destinada para los valores (categorías) del análisis respectivo y la segunda (derecha) corresponde a la magnitud o cantidad (frecuencia de clase). Para variables continuas el proceso para la elaboración de una tabla de distribución de frecuencias será el siguiente:

1.- Hallar el rango de valores:

$$\text{Rango} = \text{Máximo} - \text{Mínimo}$$

2.- Se determina el número de categorías:

$$\text{N}^\circ \text{ De Categorías} = 1 + 3.3 * \text{Log}(N)$$

3.- Se calcula la amplitud (i):

$$\text{Rango} / (\text{N}^\circ \text{ Categorías})$$

4.- Se conforman los límites de cada categoría $\text{Mínimo} + i$

5.- Se define las categorías luego de establecer las frecuencias de clase para cada una de las mismas.

Media Aritmética o Promedio:

Según Lorenzo J. (2018), La media aritmética es la medida que más se utiliza para resumir información. Puede definirse como el valor equidistante de un conjunto de valores y por esta propiedad sería el dato que mejor representa al conjunto.

Matemáticamente el promedio se define como una sumatoria de todos los valores de la misma variable, y dividiéndola entre el total de casos. La fórmula conceptual que resume el cálculo es la siguiente

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x}{n}$$

\bar{x} : media o promedio aritmético

$\sum_{i=1}^n x$: indica la sumatoria de todos los valores de la variable

Varianza:

De acuerdo con Lorenzo J. (2018), busca expresar las variaciones en torno al promedio, Es de notar que el promedio es un valor que representa al conjunto de valores, los cuales pueden estar próximos o distantes de él. Mientras más cercanos entre si los valores originales, mayor será la proximidad de los mismos a su promedio y viceversa, La medida que expresa la distancia del conjunto de valores al promedio, se denomina varianza. Conceptualmente se define como el promedio de las diferencias cuadráticas entre la media y los valores originales. La fórmula que lo expresa es la siguiente:

$$var = \frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{n}$$

$\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2$: Es la sumatoria del cuadrado de las diferencias de todos los valores “x” y su media aritmética “ \bar{x} ”.

n= cantidad de casos.

var: Varianza

Desviación estándar:

Según Lorenzo J. (2018), nos dice que primero es importante comprender que la varianza está expresando la dispersión de los valores originales respecto del promedio, y por tanto indica que tan homogéneos son esos valores. Dado que esta medida de dispersión esta expresada por valores elevados al cuadrado, se reemplaza por otra medida llamada Desvío Estándar. La desviación estándar corresponde a la raíz cuadrada de su varianza y su interpretación es equivalente como medida de dispersión, pero con la particularidad de que los valores están en la misma unidad que la media. La fórmula que lo expresa es la siguiente:

$$de = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{n}}$$

$\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2$: Es la sumatoria del cuadrado de las diferencias de todos los valores “x” y su media aritmética “ \bar{x} ”.

n= cantidad de casos.

de: desviación estándar

Fichas Técnicas y Software

Las fichas técnicas elaboradas de acuerdo al RNE, para el pre-dimensionamiento se realizaron utilizando el software Microsoft Excel y para el modelamiento estructural se utilizó el software “Etabs”, Así mismo se presenta la Ficha técnica de la madera Tornillo, del Adobe y del pre dimensionamiento de la vivienda unifamiliar en Anexos.

– Descripción del modelo

La vivienda unifamiliar Lo conforma el Lote número 16 de la manzana F del Asentamiento Humano Pampa-Dura, consta de con un área disponible de lote de 201.22 m², de 9.50 metros lineales por el frente, 9.35 metros lineales por el fondo y 21.35 metros lineales de largo. En el diseño se considerará el nivel socioeconómico y cultural del A.H. realizándose de 1 piso y presentando en su distribución un ambiente para su corral, una sala-comedor, una cocina, servicios higiénicos, 3 dormitorios, lavandería y patio. El techo tendrá una inclinación de 12% máx. conformado por soportes de madera y será cubierto por calaminas, constituyendo un techo liviano. A continuación, se presenta la distribución de los ambientes, un corte y elevación frontal, así mismo los planos serán adjuntados en anexos.

El diseño de la vivienda unifamiliar se comenzó pre dimensionando con el material “adobe”, ya que posee más limitaciones en la longitud de los muros, de acuerdo con la norma E.080 del RNE se elaboró una ficha técnica de pre dimensionamiento y en conjunto con la norma de Arquitectura A.010 y TH.010 se realizó la distribución de sus Ambientes, dicho diseño será considerado para el modelamiento de la estructura de Madera Tornillo y para el Adobe.

Figura 21

Plano de Distribucion

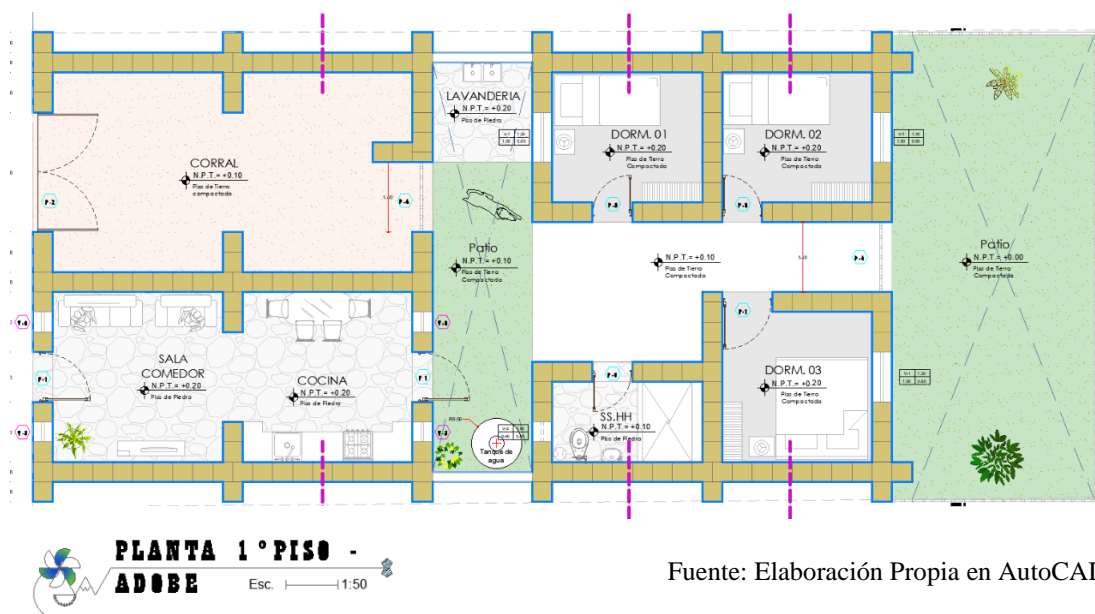
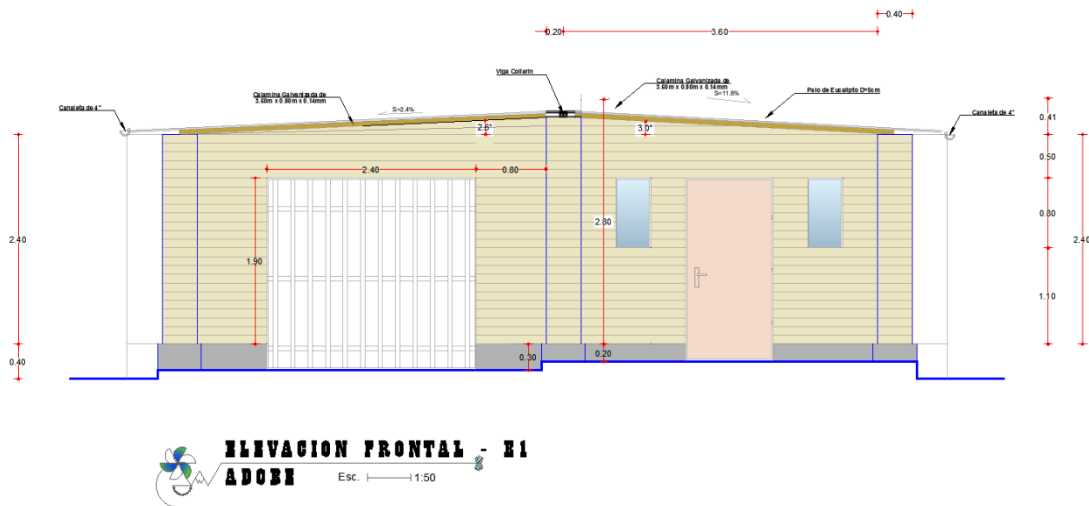


Figura 22

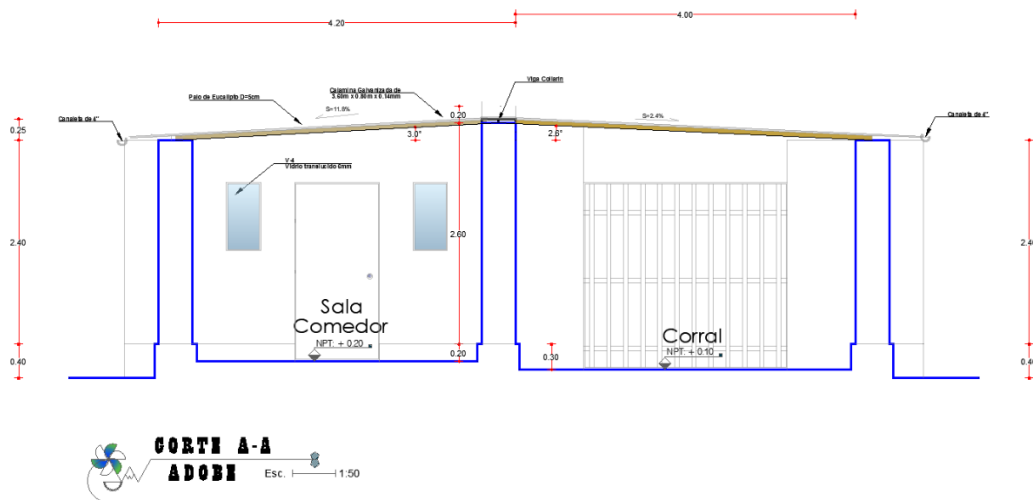
Elevacion Frontal



Fuente: Elaboración Propia en AutoCAD

Figura 23

Corte A-A



Fuente: Elaboración Propia en AutoCAD

– **Modelamiento de la vivienda unifamiliar en Etabs (Grid Only):**

Para realizar el modelamiento se utilizó el software “Etabs” en la versión 18.1.1 build 2148

Figura 24

Presentación del software



Figura 25

Nuevo Modelo

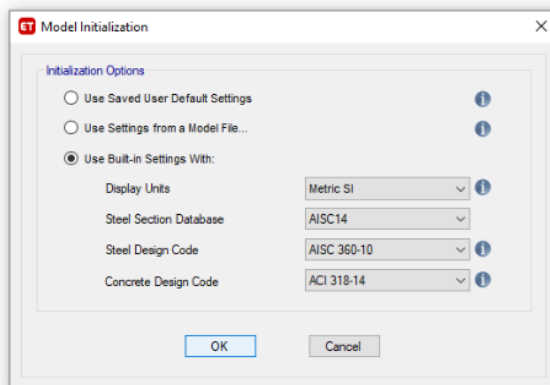


Figura 26

Numero de Ejes y Pisos

 The image shows the "Story Data" table in ETABS. The table has columns for Story, Height m, Elevation m, Master Story, Similar To, Splice Story, Splice Height m, and Story Color. The rows are Story 2.60, Story 2.40, Story 1.90m, and Base.

Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
Story 2.60	0.2	2.6	Yes	None	No	0	Green
Story 2.40	0.5	2.4	No	None	No	0	Cyan
Story 1.90m	1.9	1.9	No	None	No	0	Cyan
Base		0					

Figura 27

Dimensiones entre ejes

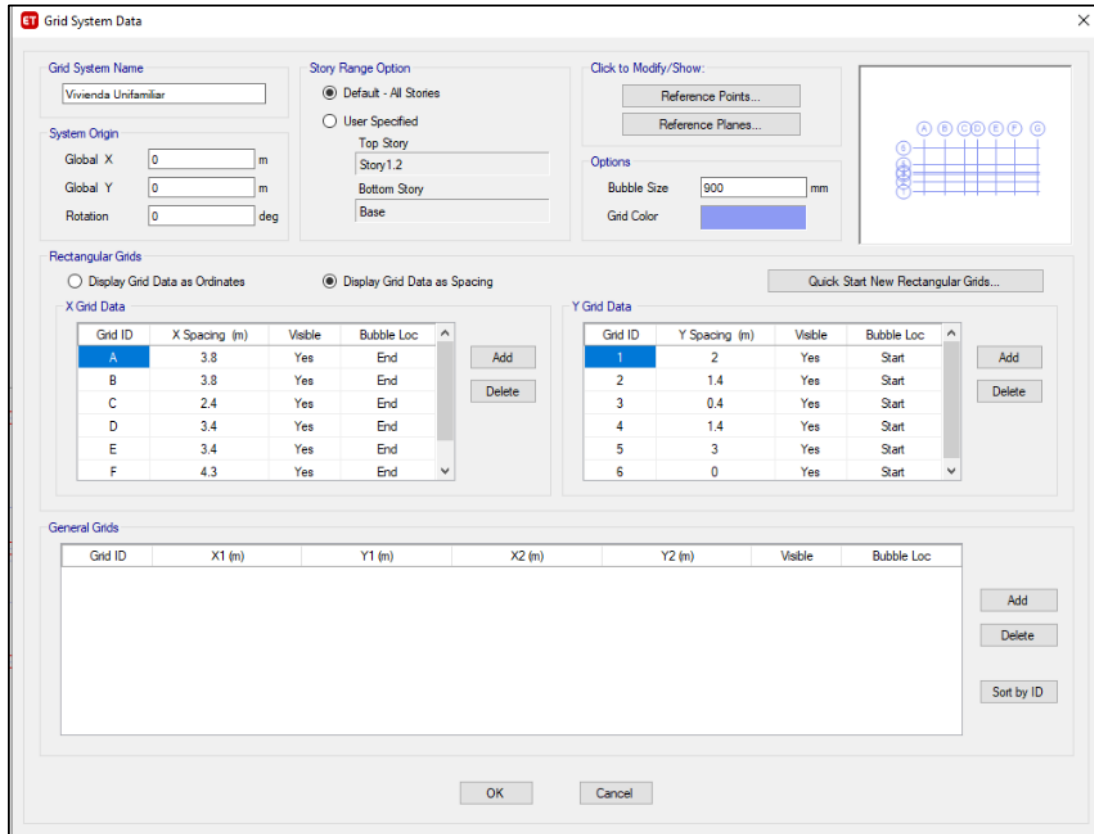
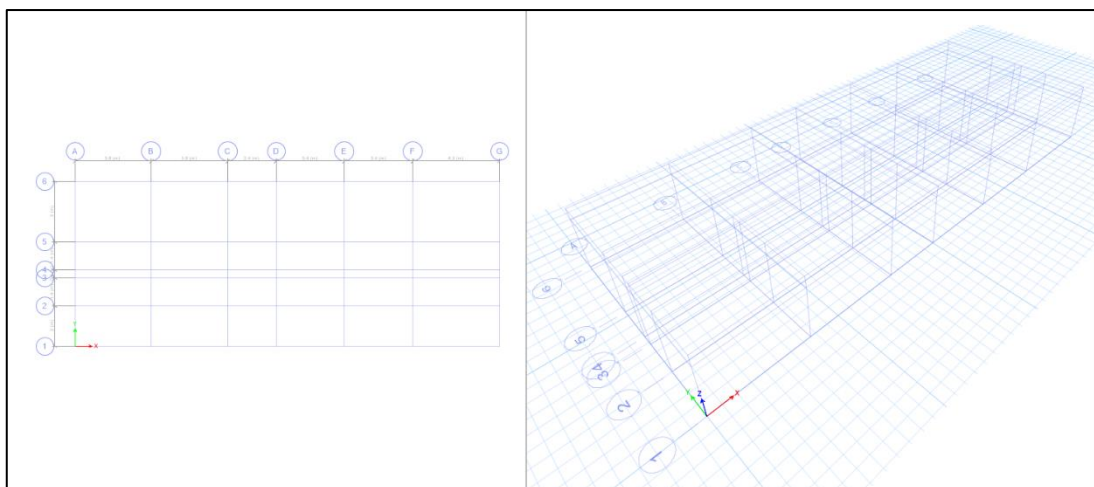


Figura 28

Grid de la Vivienda Unifamiliar Configurada



– Definimos Nuestros Materiales en Etabs

De las Fichas técnicas presentadas en anexos obtenemos los siguientes datos:

Para El Adobe:

Peso Específico : 1.60 gr/cm³ = 1600 kg/m³

Módulos de Elasticidad – Emin : 2040 kg/cm²

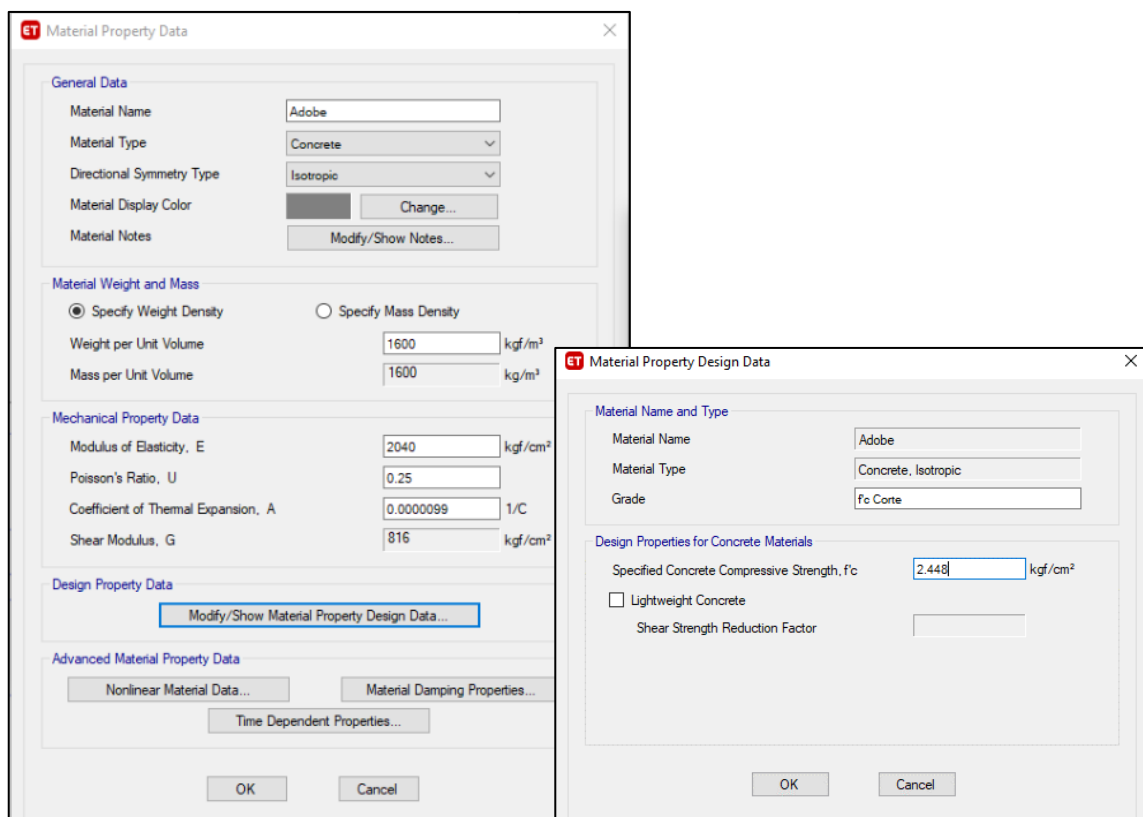
Módulo de Poisson : 0.25

Compresión de murete : 6.12 kg/cm²

Compresión de murete inc. F.C. : 2.448 kg/cm²

Figura 29

Definición de propiedades del Adobe



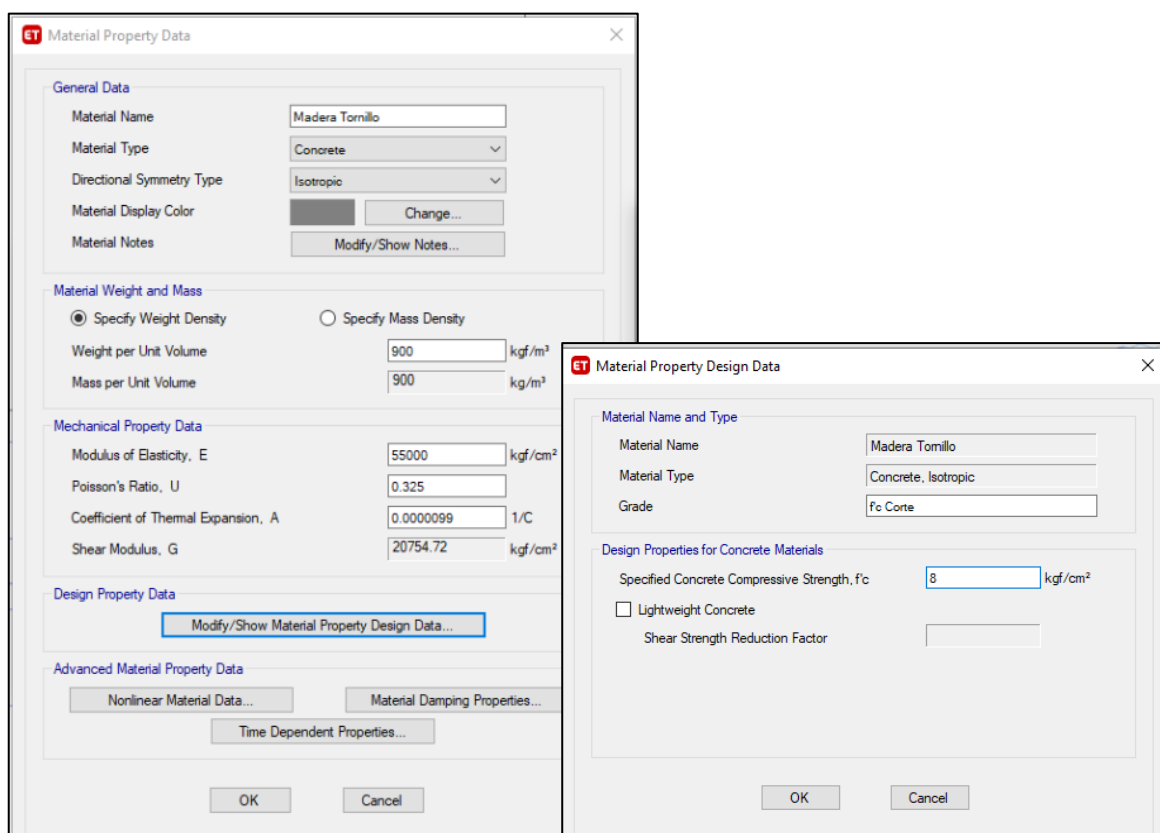
Antes de Ingresar las Propiedades de los materiales, cambiamos las siguientes unidades: las unidades de Fuerza a kgf, Esfuerzos a kgf/cm², Peso a kgf.

Para La Madera Tornillo (vigas collarín y de Arriostre):

Peso Específico	: 0.90 gr/cm ³ =900 kg/m ³
Módulos de Elasticidad – Emin	: 55000 kg/cm ²
Módulo de Poisson	: 0.325
Flexion	: 8 kg/cm ²

Figura 30

Definición de propiedades en la madera



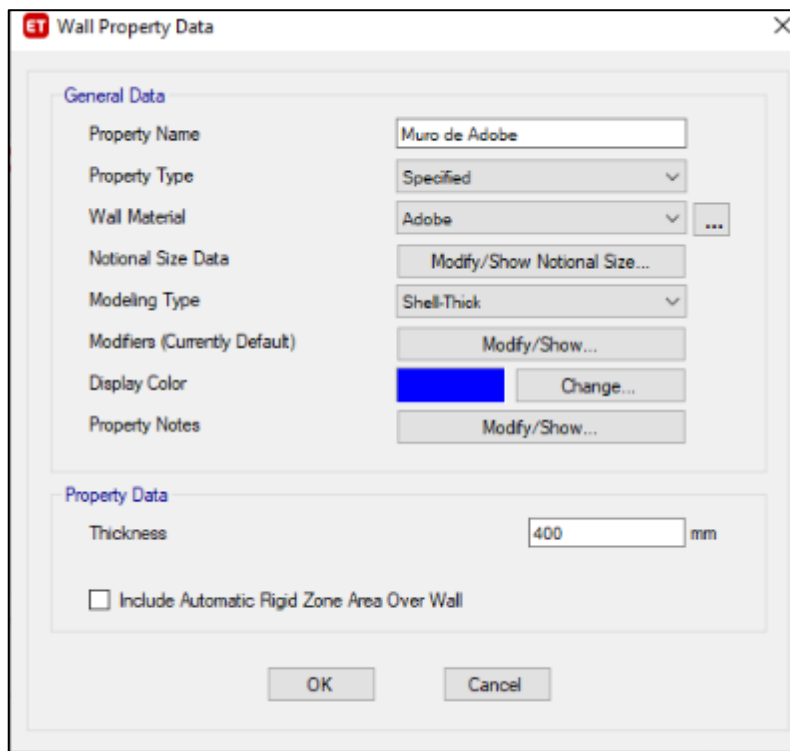
Antes de Ingresar las Propiedades de los materiales, cambiamos las siguientes unidades: las unidades de Fuerza a kgf, Esfuerzos a kgf/cm², Peso a kgf.

– Definimos las propiedades de la sección de los muros (Wall properties)

Nos vamos a Define, Section Properties y Wall sections; En “Wall Properties” y colocamos nuestras propiedades para el muro de adobe:

Figura 31

Definición de propiedades del muro de Adobe



– **Diseño Sismorresistente RNE E.030**

Análisis Estático

Fuerza Cortante en la base (Cortante Basal o porcentaje del peso total): Se determina con la siguiente fórmula

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

Hallamos cada parámetro:

Z: zonificación

El territorio peruano se encuentra dividido en 4 zonas, de acuerdo a la Figura N° 01 del RNE E.030 y para cada zona se tiene un factor Z según se indica en la Tabla N° 01 de la misma norma. De donde se puede definir:

A.H. Pampa dura - C.P. Cambio puente, distrito Chimbote se encuentra en la zona 4 y le corresponde un factor Z=0.45

U: Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso

Los diferentes tipos de estructuras están clasificados conforme a las categorías descritas en la Tabla N° 05 del RNE E.030, donde se asigna un factor U según la clasificación que se haga.

Las viviendas unifamiliares pertenecen al Grupo C (edificaciones comunes) al cual se le asigna un factor U=1.0

S: Parámetros de Sitio (S, TP y TL)

Corresponde al tipo de perfil que se asemeja a las condiciones locales, haciendo uso de los valores correspondientes al factor de amplificación del suelo “S” y de los períodos TP y TL descritos en las Tablas N° 03 y N° 04 de RNE E.030.

De acuerdo a lo descrito en el art. 4 del RNE E.080, Las construcciones con tierra reforzada se deberán cimentar en suelos firmes y medianamente firmes, y no se podrá hacerlo sobre aquellos suelos granulares sueltos, cohesivos blandos, ni arcillas expansivas, por lo que se considera un “perfil tipo S2: suelos intermedios”.

Obteniendo como factor $S=1.05$, $T_p=0.60$, $T_L=2.0$

C: Factor de Amplificación Sísmica

Empezaremos hallando el periodo fundamental de Vibración: El período de vibración fundamental en cada dirección se estima con la expresión siguiente:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

De donde:

C_T = su valor es 60 para construcciones de albañilería y a su vez para todas las edificaciones de concreto armado duales, muros de ductilidad limitada y de muros estructurales.

h_n : altura total de edificación en metros = $h_{muro} + h_{sc} = 2.80 + 0.30 = 3.10$

$$T = 0.0517 \approx 0.10$$

De acuerdo a las propiedades del sitio, el factor de amplificación sísmica se define:

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

R: Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas

El coeficiente “R” se obtiene de la multiplicación del coeficiente R_0 (hallado de los datos de la Tabla N° 07) y de los coeficientes I_a , I_p determinados de las Tablas N° 08 y N° 09 del RNE E.030

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

Para Albañilería armada o confinada se tiene un coeficiente básico de reducción

$$R_0 = 3$$

Las Estructuras Regulares son aquellas que, en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades detalladas en las Tablas N° 08 y N° 09; para este tipo de ocacion, el factor I_a e I_p es igual a 1,0. De acuerdo al RNe E.030

$$R = 3 \cdot 1 \cdot 1$$

$$R = 3$$

Verificación por Irregularidad Torsional Extrema (Del Análisis Realizado):

Norma E.030. El presente criterio sólo es aplicable en construcciones con diafragmas rígidos, siempre y cuando el máximo desplazamiento relativo de entrepiso sea mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11. (0.005)

$$0.75 \times R \times \text{Max Drift} (R=3), \text{ En X} = 0.000666, \text{ En Y} = 0.0026145$$

En el presente proyecto no se considera un diafragma rígido, de igual manera se realizará la verificación por exceder el 50% a modo de comprobación:

Para la dirección más desfavorable Y-Y combo2-2:

Figura 32

Desplazamientos de las esquinas de entrepiso

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Disp Y mm	Drift Y
Story2.40	7	16	Comb2-2	Combination	0.746	0.000274
Story2.40	7	16	Comb2-2	Combination	-0.712	0.000163
Story2.40	9	18	Comb2-2	Combination	0.758	0.000274
Story2.40	9	18	Comb2-2	Combination	-0.747	0.000172
Story2.40	10	22	Comb2-2	Combination	0.695	9.5E-05
Story2.40	10	22	Comb2-2	Combination	-0.772	0.000324
Story2.40	12	24	Comb2-2	Combination	0.477	0.00019
Story2.40	12	24	Comb2-2	Combination	-0.466	0.000204

$$\Delta \max = 0.000324$$

$$\Delta \max A1(\text{label } 7) = 0.000274$$

$$\Delta \max A6(\text{label } 10) = 0.000324$$

$$\Delta \max C1(\text{label } 9) = 0.000274$$

$$\Delta \max C6(\text{label } 12) = 0.000204$$

$$\Delta \text{prom} = 0.000269$$

$$\Delta \max = 0.000324 < 1.5 (\Delta \text{prom}) = 0.000404$$

De la condición planteado se determina que no hay irregularidad torsional Extrema, por lo que se verifica que tenemos una estructura regular con $I_a = I_p = 1.0$

Por lo tanto:

$$V = \frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1.05}{3} \cdot P$$

$$V = 0.394 P \text{ (RNE E.030)}$$

De acuerdo a E.0.80 la fuerza horizontal sísmica se obtiene:

$$H = S \cdot U \cdot C \cdot P$$

De la tabla N° 01, 02, 03 de la presente norma se tiene:

S=1.4 (suelo intermedio), U=1.0 (vivienda unifamiliar), C=0.25 (zona sísmica 4)

Resultando

$$H = 1.4 \times 1.0 \times 0.25 \times P$$

$$H = 0.35 P$$

Comparando los coeficientes sísmicos, tomamos el mayor; siendo $V=0.394 P$ y lo agregamos al Etabs en la dirección “X”, y en la dirección “Y”

Figura 33

Creación de Cargas Patrones usando los coeficientes sísmicos

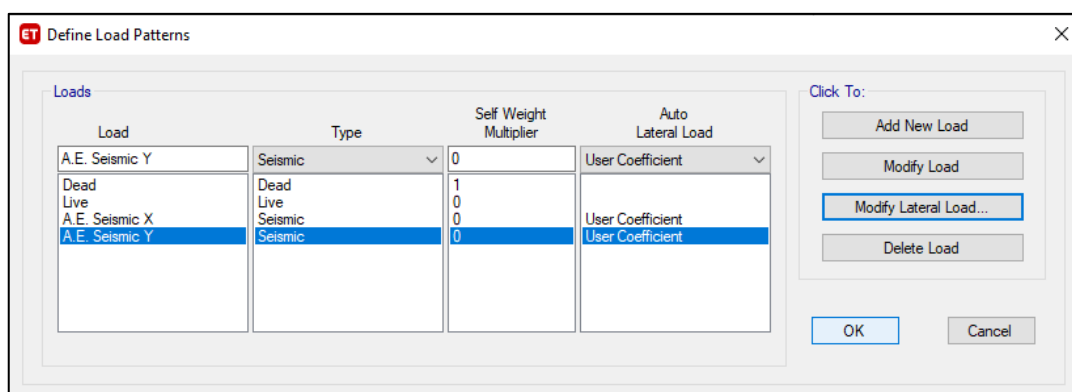


Figura 34

Carga sísmica-Coef. Sísmico en el Eje X

The dialog box 'Seismic Load Pattern - User Defined' is shown. It has a title bar with a red 'ET' logo and a close button. The main area is divided into three sections: 'Direction and Eccentricity', 'Factors', and 'Story Range'.
- 'Direction and Eccentricity': Contains four checkboxes. 'X Dir', 'X Dir + Eccentricity', and 'X Dir - Eccentricity' are checked. 'Y Dir', 'Y Dir + Eccentricity', and 'Y Dir - Eccentricity' are unchecked. Below these is a text input field for 'Ecc. Ratio (All Diaph.)' with the value '0.05' and an 'Overwrite...' button.
- 'Factors': Contains two text input fields. 'Base Shear Coefficient, C' has the value '0.394' and 'Building Height Exp., K' has the value '1'.
- 'Story Range': Contains two dropdown menus. 'Top Story' is set to 'Story1' and 'Bottom Story' is set to 'Base'.
At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Figura 35

Carga sísmica-Coef. Sísmico en el Eje Y

The dialog box 'Seismic Load Pattern - User Defined' is shown. It has a title bar with a red 'ET' logo and a close button. The main area is divided into three sections: 'Direction and Eccentricity', 'Factors', and 'Story Range'.
- 'Direction and Eccentricity': Contains four checkboxes. 'Y Dir', 'Y Dir + Eccentricity', and 'Y Dir - Eccentricity' are checked. 'X Dir', 'X Dir + Eccentricity', and 'X Dir - Eccentricity' are unchecked. Below these is a text input field for 'Ecc. Ratio (All Diaph.)' with the value '0.05' and an 'Overwrite...' button.
- 'Factors': Contains two text input fields. 'Base Shear Coefficient, C' has the value '0.394' and 'Building Height Exp., K' has the value '1'.
- 'Story Range': Contains two dropdown menus. 'Top Story' is set to 'Story1' and 'Bottom Story' is set to 'Base'.
At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Análisis Dinámico

De acuerdo al RNE E.030 (2018), Todo tipo de estructura puede ser diseñada utilizando los resultados obtenidos de análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado.

Aceleración Espectral:

Las direcciones horizontales se pueden analizar utilizando un espectro inelástico de pseudoaceleraciones indicado a continuación:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

Del análisis estático tenemos:

Z=	0.45
U=	1.00
S=	1.05
Tp=	0.60
TL=	2.00
R=	3.00

Para determinar el espectro de aceleraciones usaremos valores de T desde 0 a 10, y de esta manera determinar C, con las formulas a continuación:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)$$

Tabla 13*Espectro de Diseño Horizontal*

T(periodo)	C	ZUCS/R
0.0	2.500	0.39375
0.1	2.500	0.39375
0.2	2.500	0.39375
0.3	2.500	0.39375
0.4	2.500	0.39375
0.5	2.500	0.39375
0.7	2.143	0.33750
0.9	1.667	0.26250
1.0	1.500	0.23625
1.2	1.250	0.19688
1.4	1.071	0.16875
1.6	0.938	0.14766
1.8	0.833	0.13125
2.2	0.620	0.09762
2.6	0.444	0.06990
3.0	0.333	0.05250
3.4	0.260	0.04087
3.8	0.208	0.03272
4.2	0.170	0.02679
4.6	0.142	0.02233
5.0	0.120	0.01890
5.4	0.103	0.01620
5.8	0.089	0.01405
6.2	0.078	0.01229
6.6	0.069	0.01085
7.0	0.061	0.00964
7.4	0.055	0.00863
7.8	0.049	0.00777
8.2	0.045	0.00703
8.6	0.041	0.00639
9.0	0.037	0.00583
9.4	0.034	0.00535
9.8	0.031	0.00492
10.0	0.030	0.00473

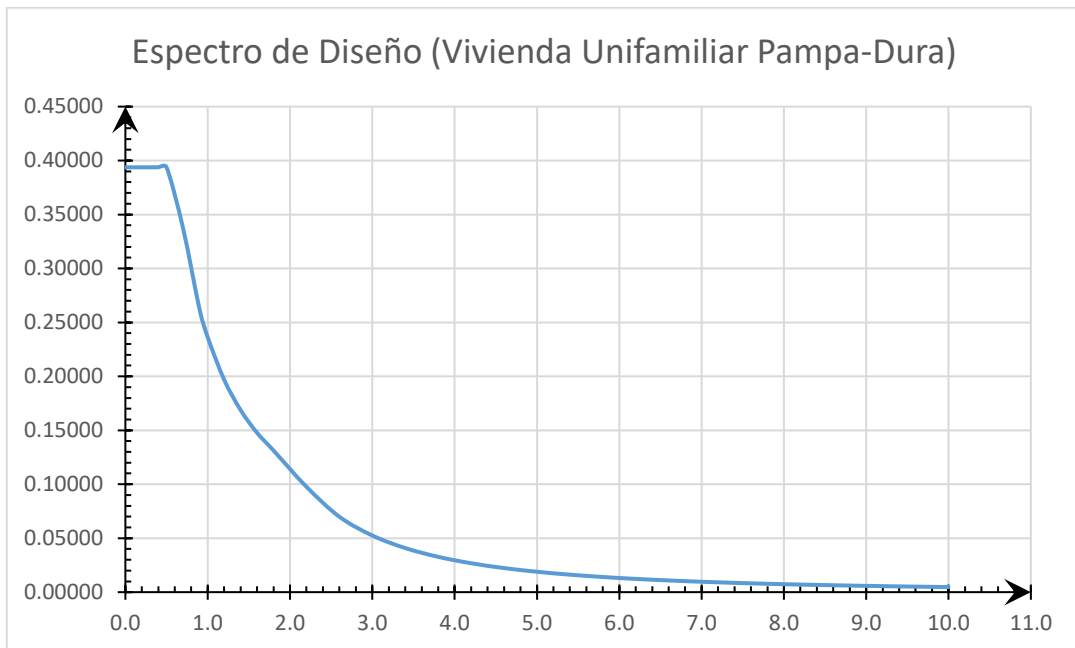
Fuente: Elaboración propia

Se creará un block de notas con los datos de la columna “T” y “ZUCS/R”

De la tabla 13 se considera los periodos vs ZUCS/R para lo siguiente:

Figura 36

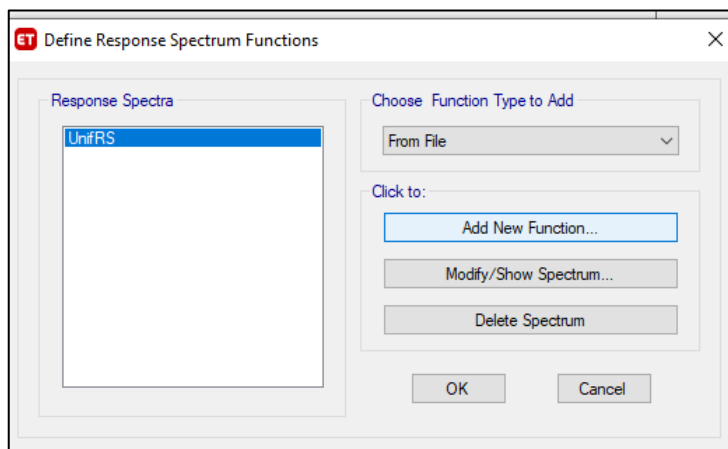
Espectro de Diseño



Ahora pasamos Los valores al Etabs, “define, functions, Response Spectrum”

Figura 37

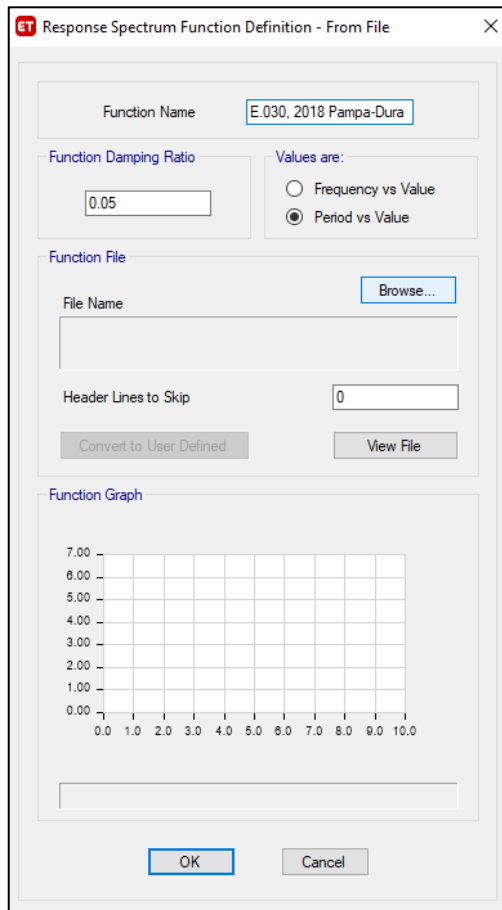
Nueva función para el espectro de Diseño



Luego damos click en Add New Function, Asignamos un nombre y buscamos el archivo.

Figura 38

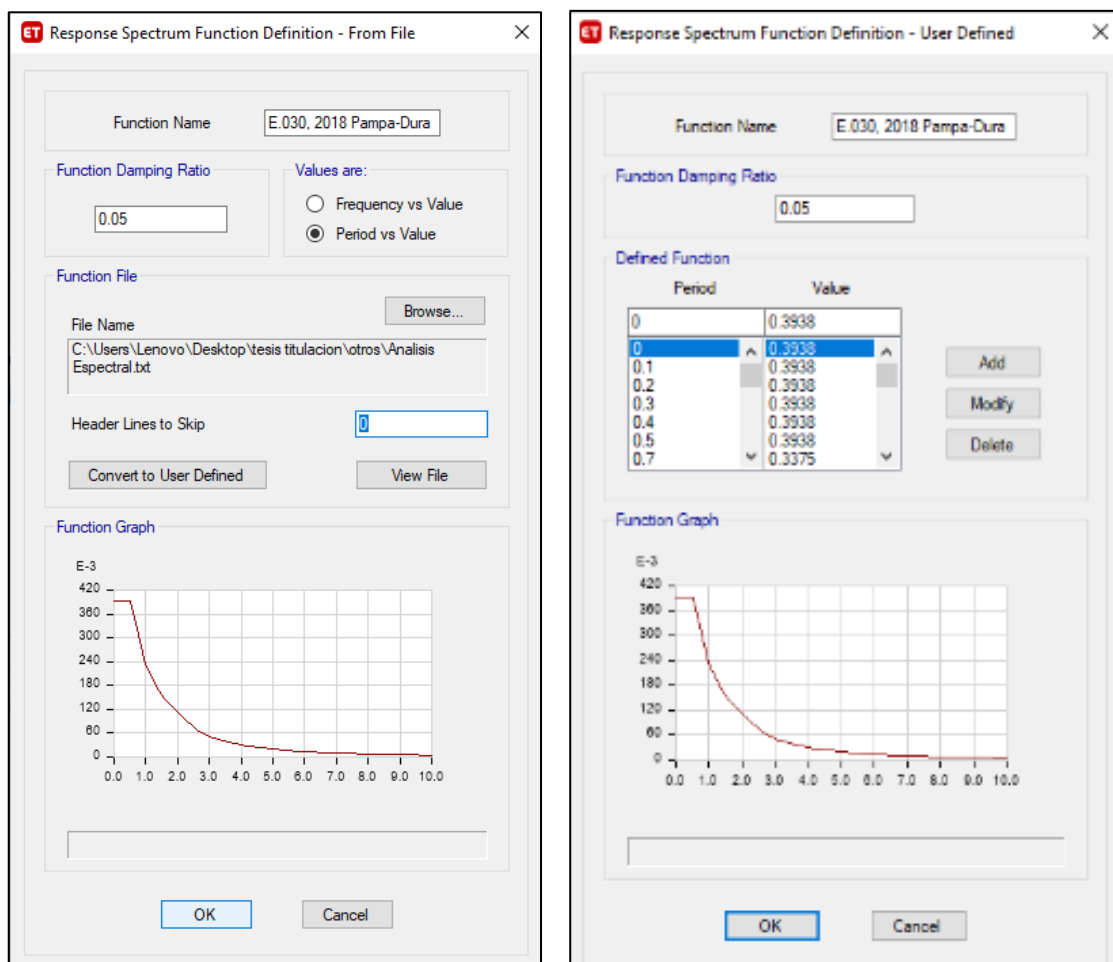
Búsqueda del block de notas con “T” y “ZUCS/R”



Verificamos que empieza en 0, click en “convert to User Defined” y luego damos en ok:

Figura 39

Configuración de la función del Espectro de Diseño



Una vez seleccionado el espectro de aceleraciones creado, damos click en ok, ok.

Ahora establecemos los casos de Cargas Dinámicas.

Nos vamos a Define, Load Cases, Add New Case y llenamos los datos siguientes para el análisis dinámico en el eje X, seleccionamos nuestro espectro, CQC (combinación cuadrática completa). A su vez la norma E.030 en el numeral 29.5 nos permite considerar una excentricidad accidental de 0.05.

Figura 40

Definición de caso de Carga en Eje X con la función sísmica

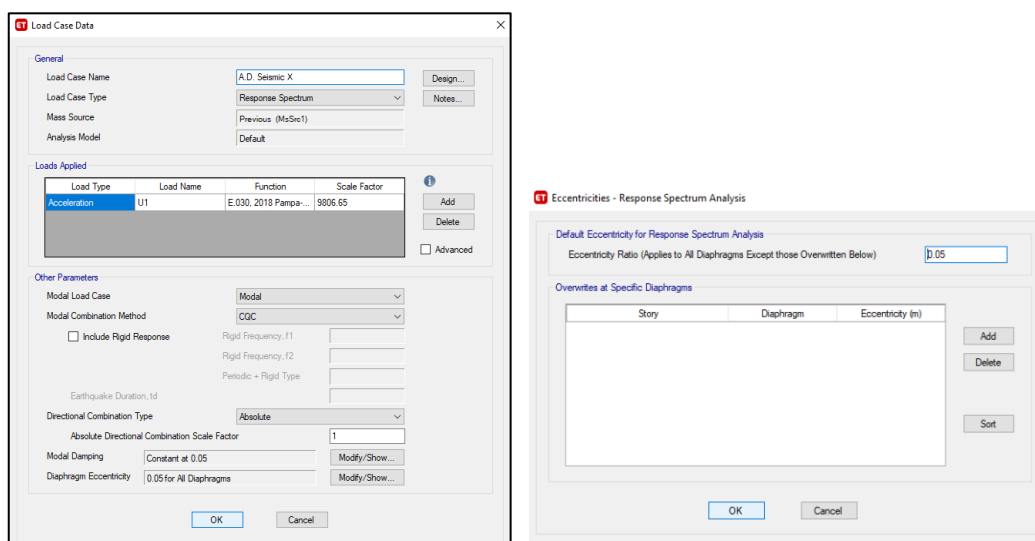


Figura 41

Definición de caso de Carga en Eje Y con la función sísmica

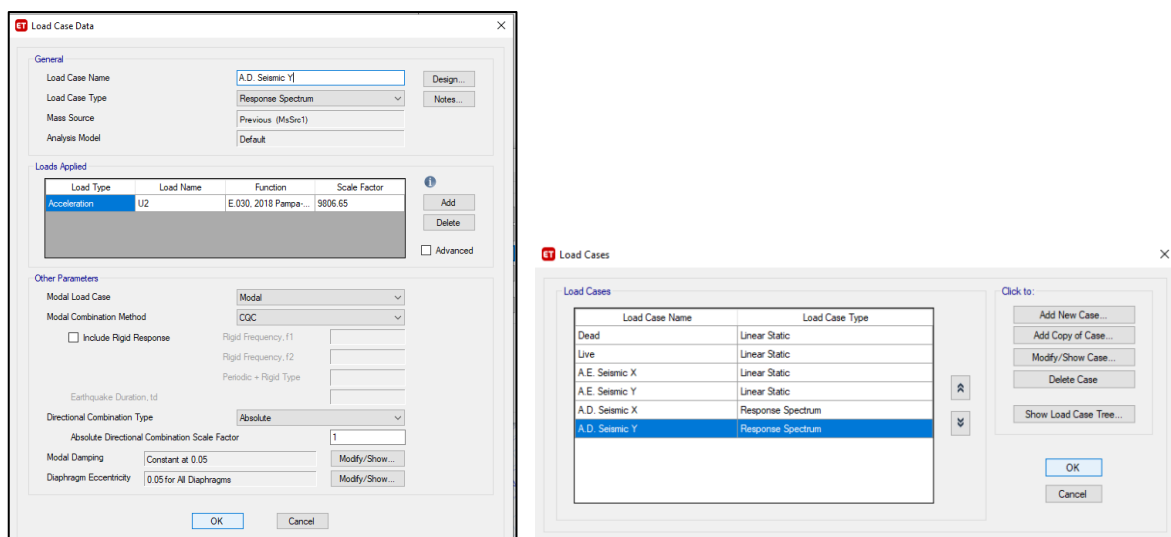


Figura 42

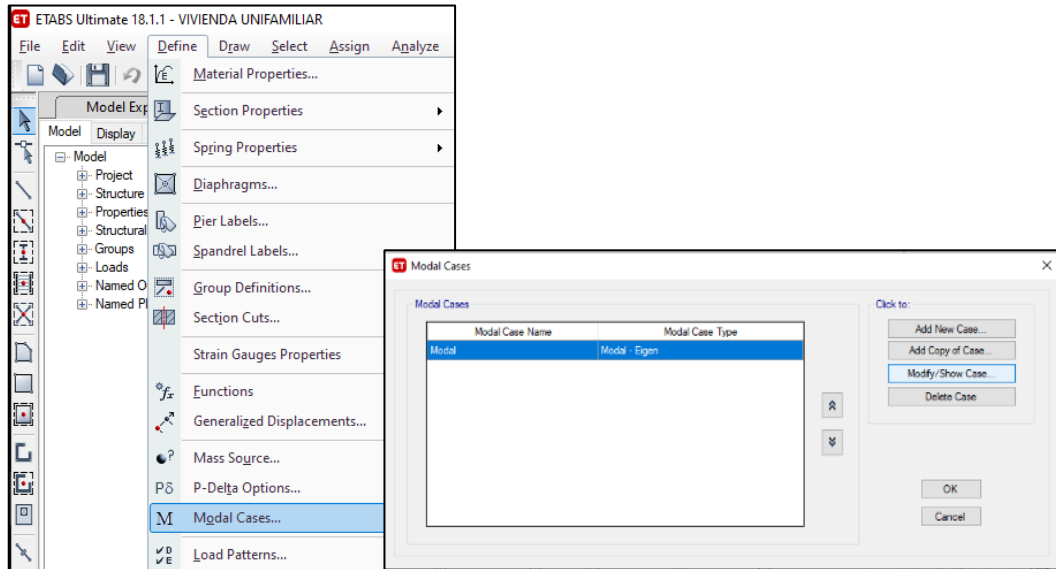
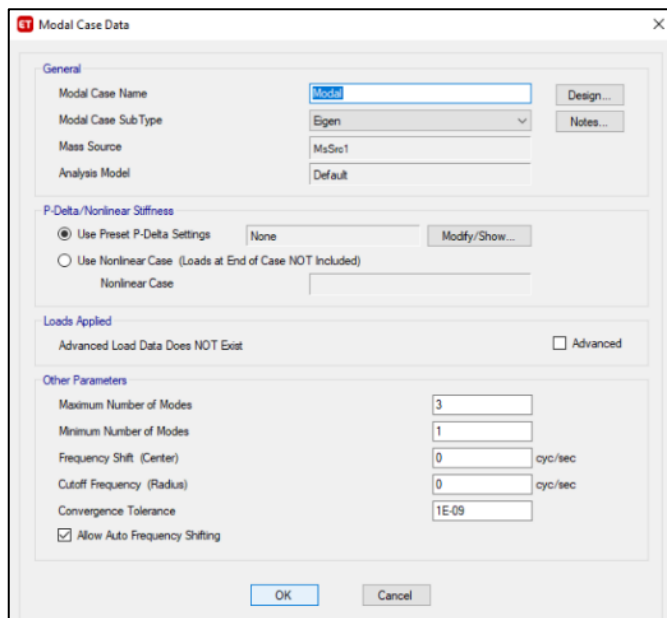
Modos de Vibración

Figura 43

Parámetros de Modos de Vibración

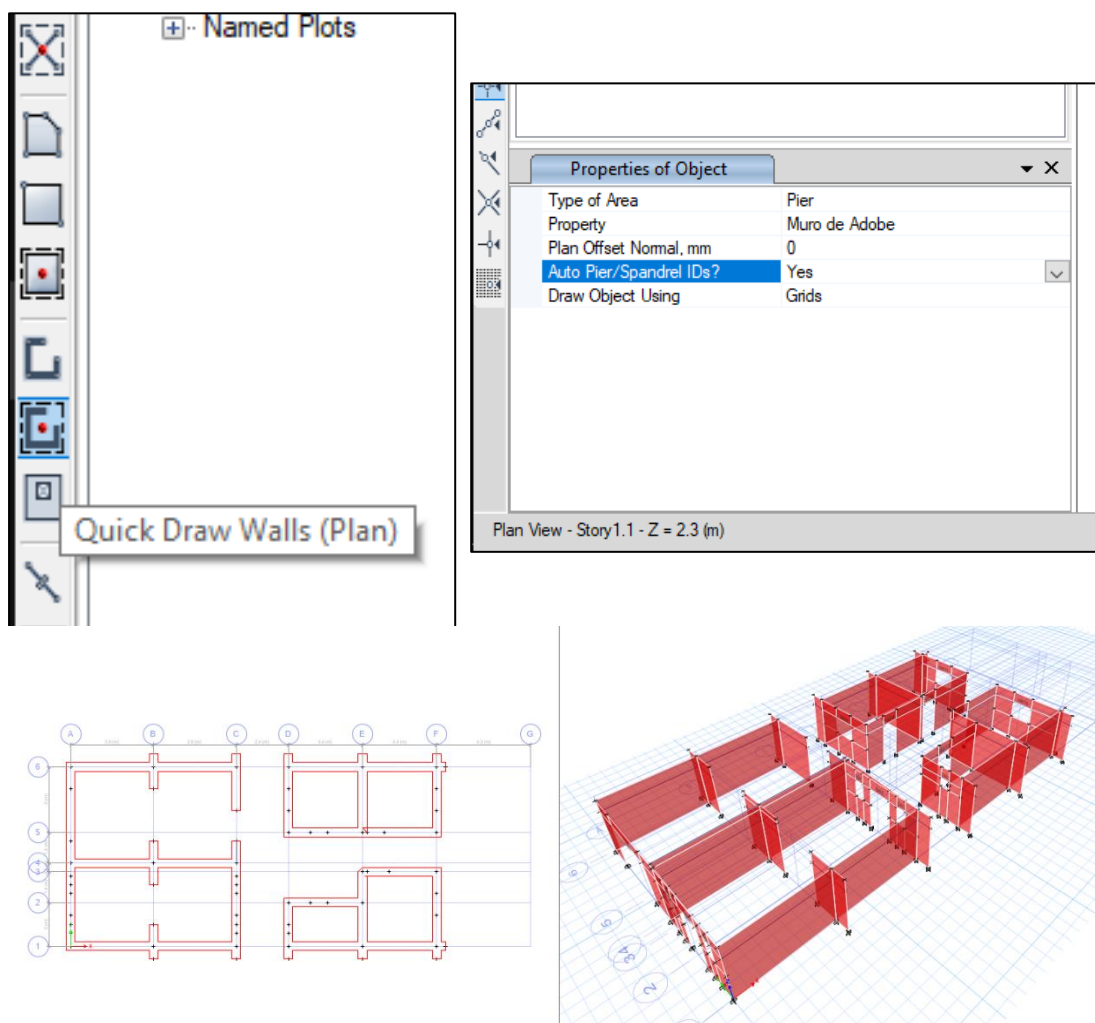
– **Modelamiento de la estructura (muros, openings, Meshing, Piers & Spandrels, Joints, cobertura liviana,)**

Modelamiento de Muros:

se realizarán con las herramientas Quick Draw Walls (plan), Draw walls (plan), Draw floor/wall (plan, elev, 3D).

Figura 44

Modelamiento de Muros

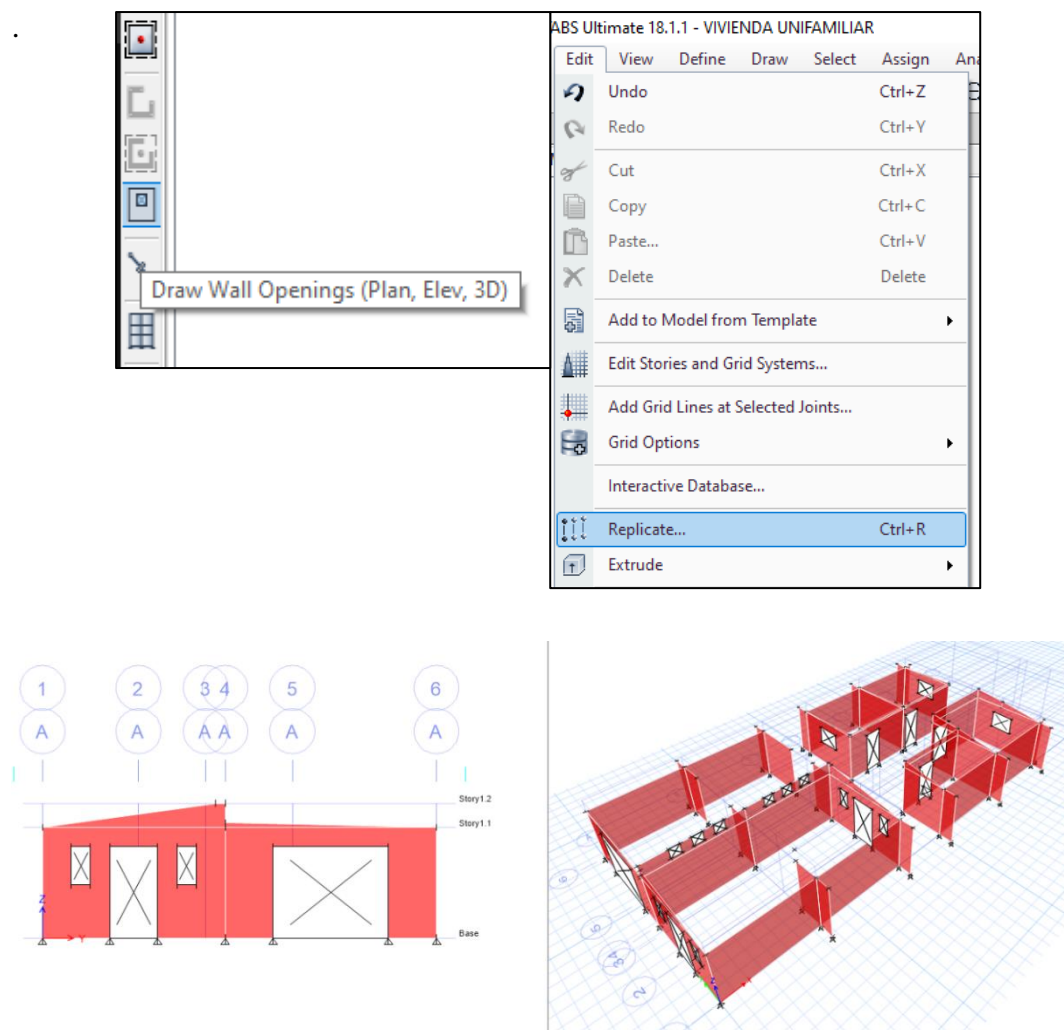


Este es el resultado de graficar los muros en una 1era etapa, posteriormente se adiciona un pequeño contrafuerte cerca del eje 5 y C para controlar las deformaciones como se verá más adelante.

Modelamiento de vanos: Se realizarán con la herramienta Draw Wall Openings (plan, Elev, 3D)

Figura 45

Modelamiento de Vanos



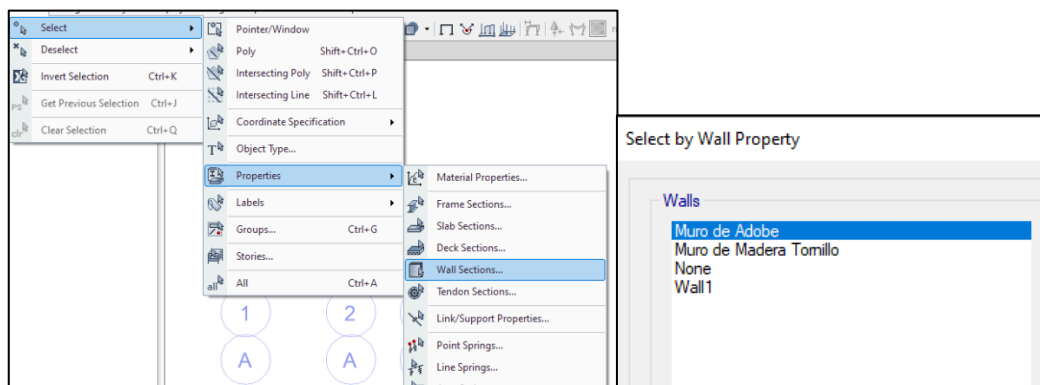
Así mismo se utilizará el comando “Replicate” para copiar los vanos que son iguales en distintos muros.

Meshing (Discretización):

Primero haremos una selección por sus propiedades

Figura 46

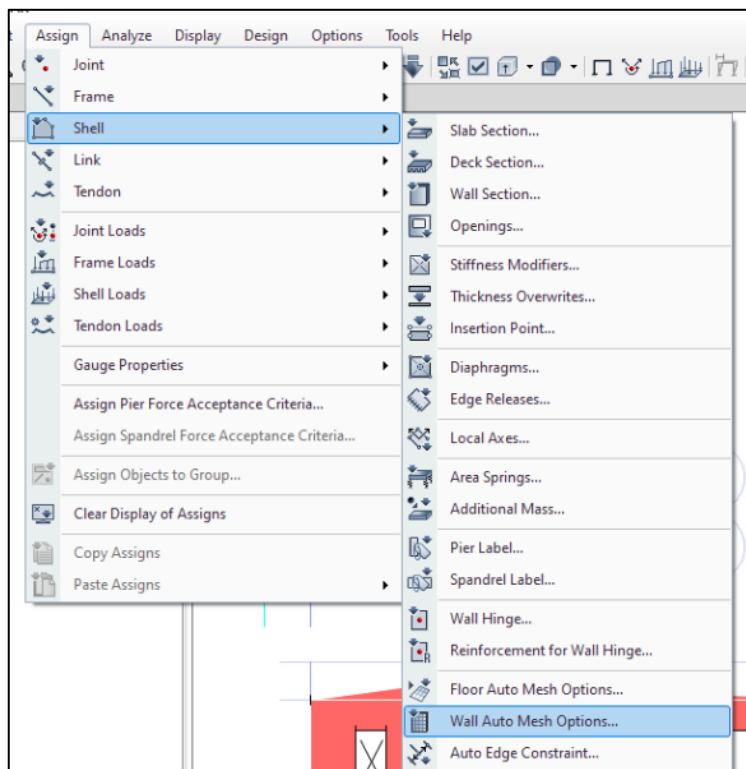
Selección de los muros de adobe mediante sus Propiedades



Ahora realizamos la discretización:

Figura 47

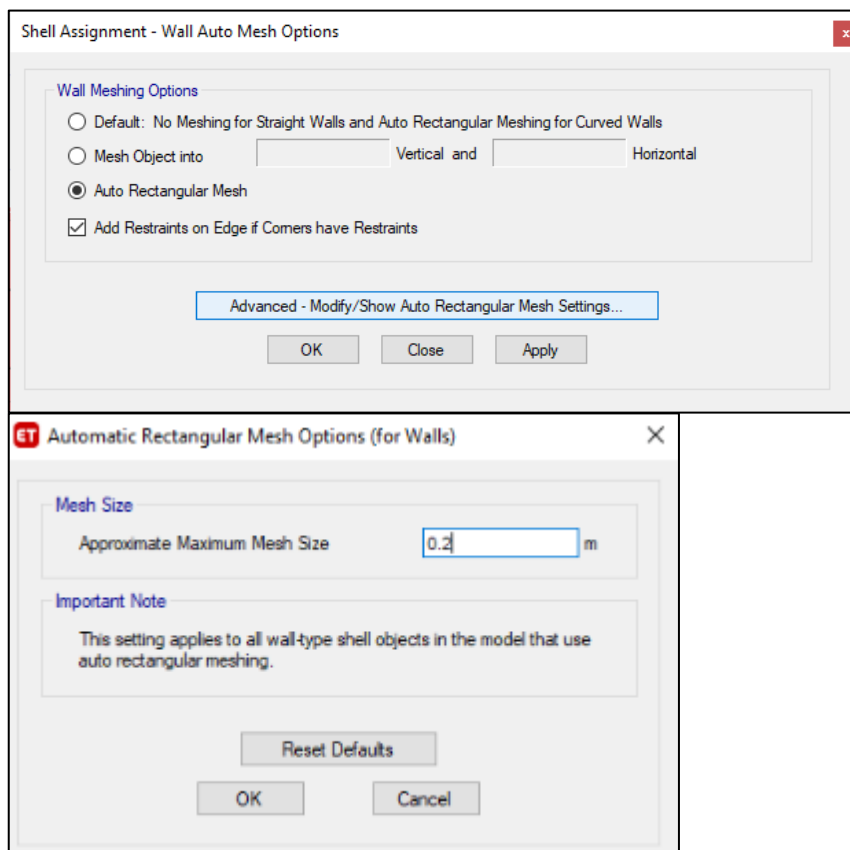
Comando para Mesh



Ahora ingresamos las dimensiones de la discretización, para nuestro caso cada 0.2 para una mejor visualización.

Figura 48

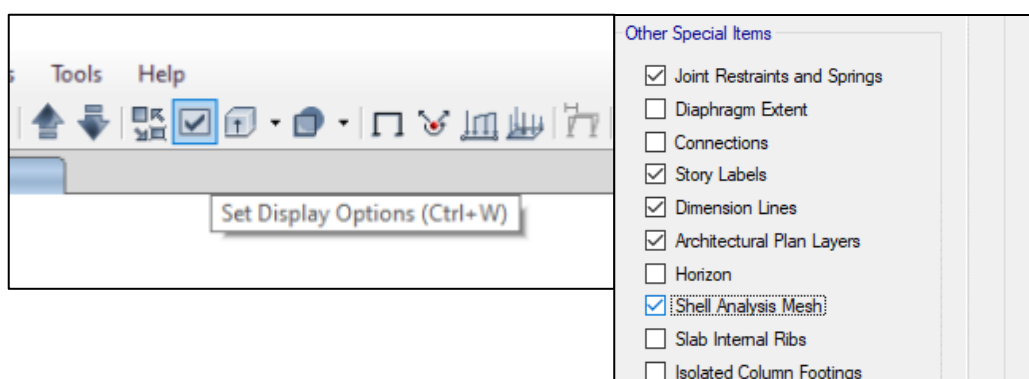
Asignación de datos del Mesh



Para su visualización nos dirigimos a “Set Display Options y luego en la pestaña general activamos Shell Analysis Mesh

Figura 49

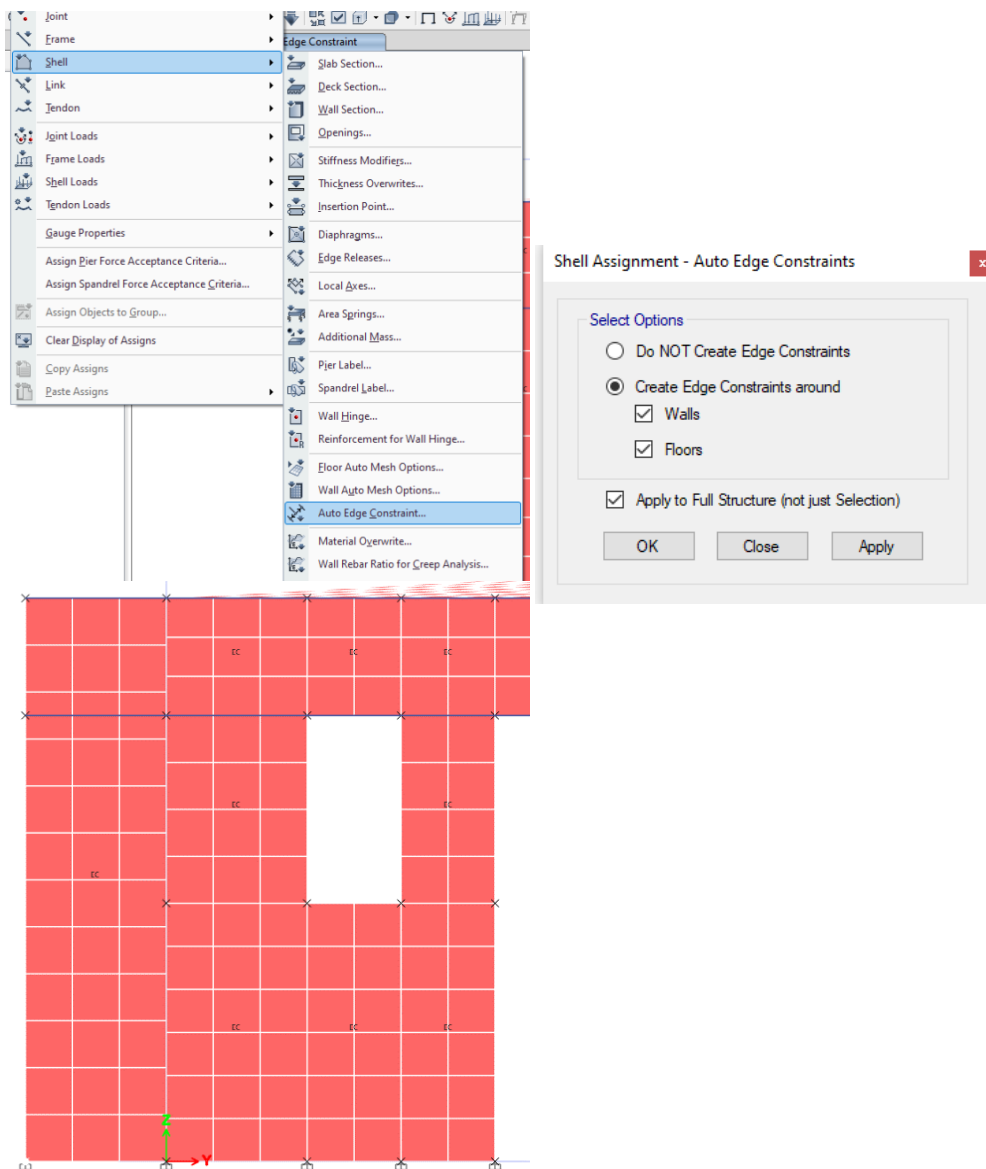
Herramienta para la visualización del Mesh



Asignamos el auto edge constraints, que se utiliza cuando se generan auto mesh de acuerdo a la medida asignada y no coincide, para que trabaje como si estuviera unido los muros.

Figura 50

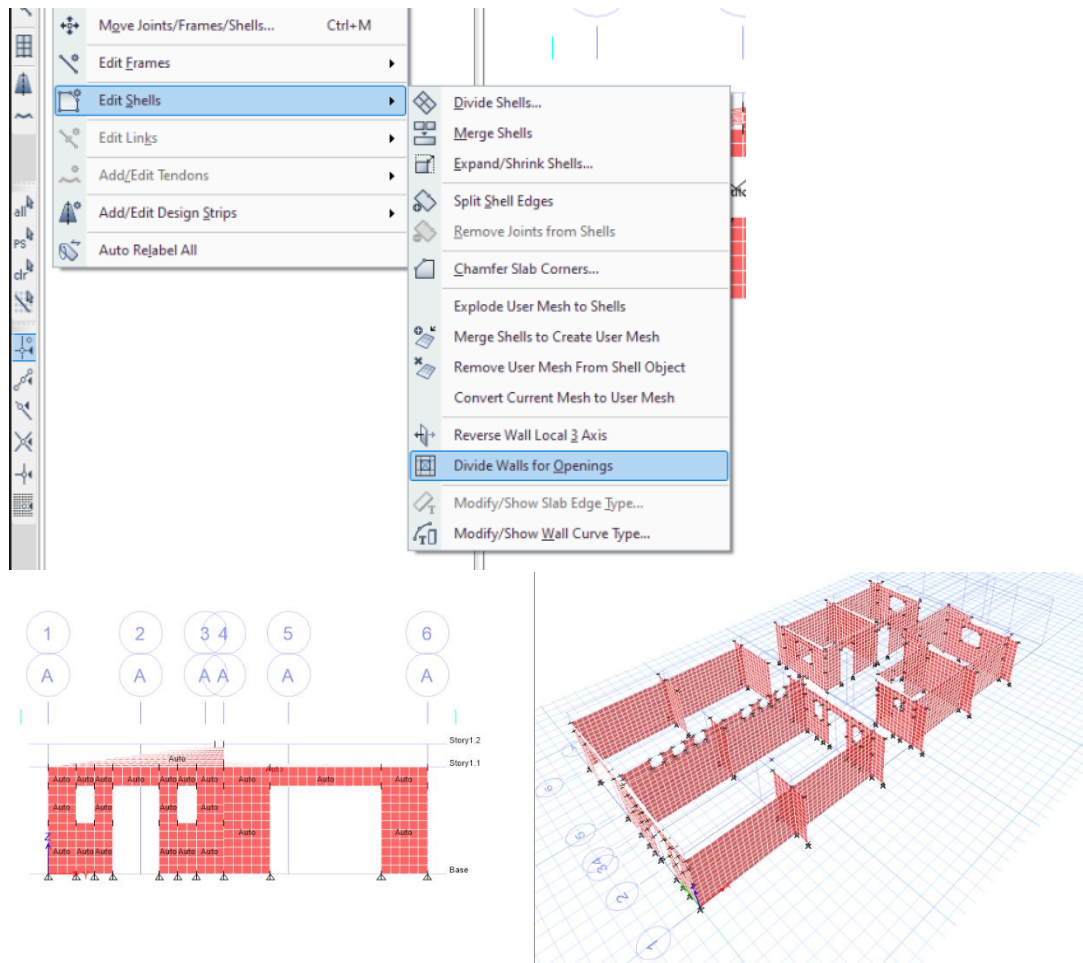
Asignación de Edge Constrains



Ahora editaremos los muros para quitarles la sección de los vanos (opening): damos click en el muro que contiene los vanos y no vamos a Edita, Edit Shells, Divide Walls for opening, de esta manera se eliminara esa sección de muro automáticamente.

Figura 51

Comando de Edición de muros para quitarle el área de vanos

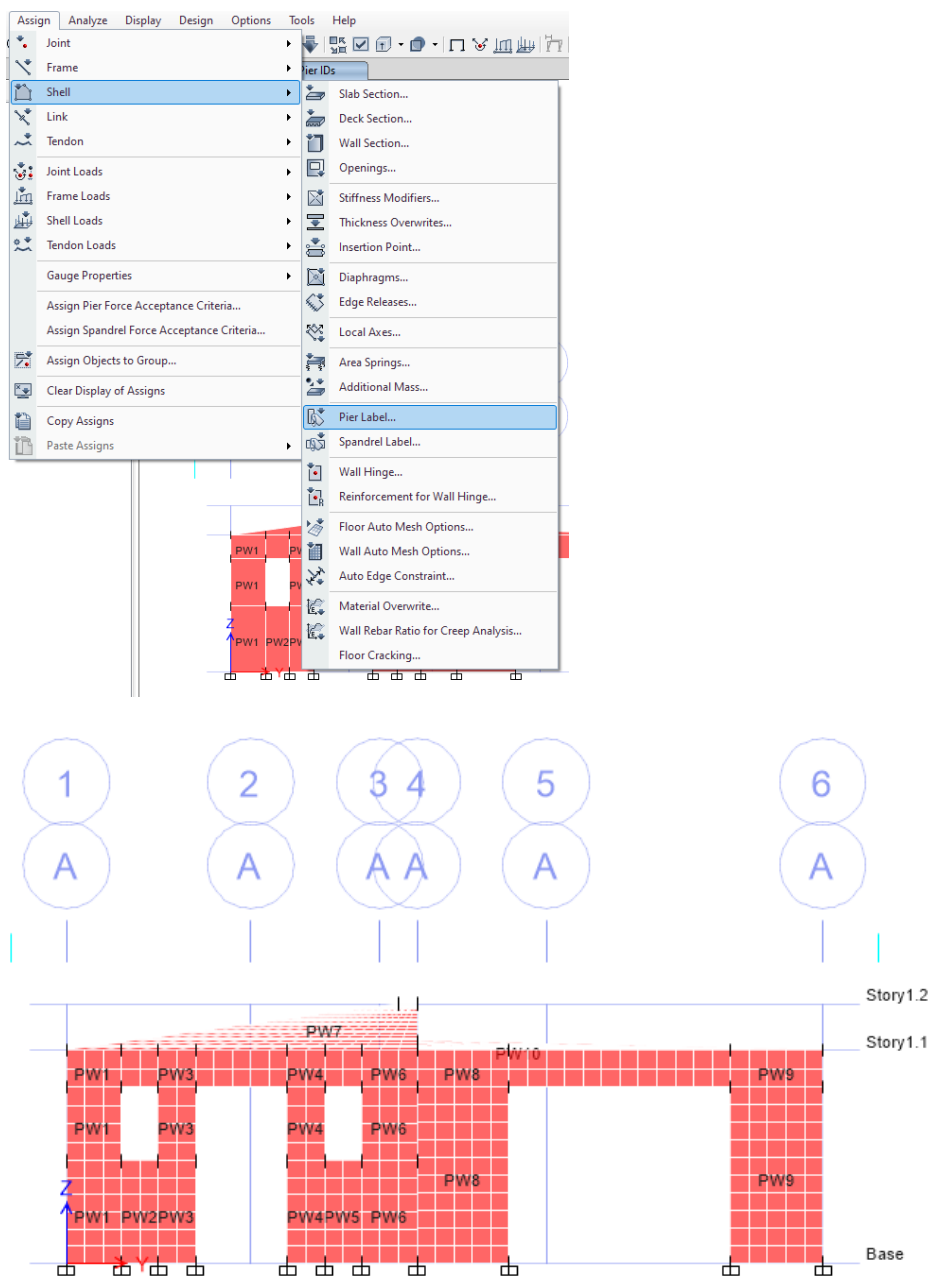


Uso de muros tipo Pier y Spandrel:

Se utilizará tipo pier para transmitir las cargas y momentos tanto en la parte superior como inferior, y serán del tipo spandrel los muros que se encuentran por encima de vanos para que transmitan los esfuerzos de forma horizontal (hacia los costados).

Figura 52

Etiquetas Piers y Spandrel

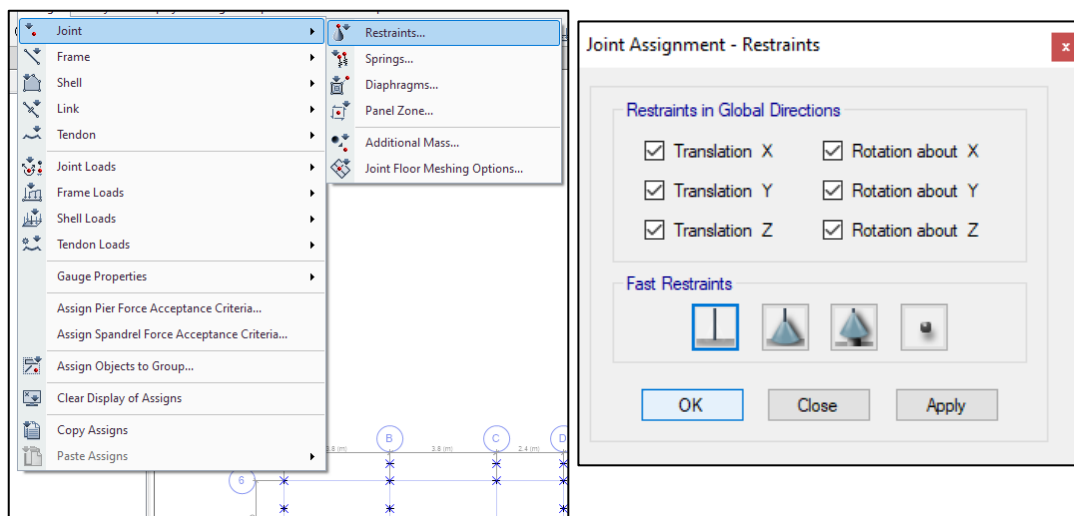


Joint:

Las restricciones que tendrán en la base serán de tipo empotrado, seleccionamos las uniones de la base, Assign , joint, restraints, y restringimos el desplazamiento en X,Y y Z.

Figura 53

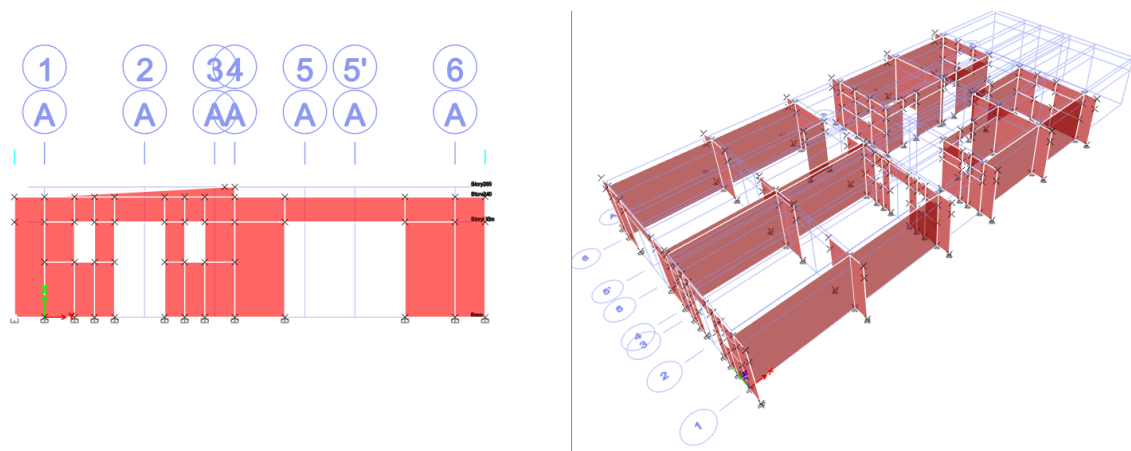
Condiciones de Empotramiento



Empotramiento y visualización del modelamiento final de muros de adobe incluidos contrafuertes y vanos (edge constraints)

Figura 54

Modelado de los muros de Adobe

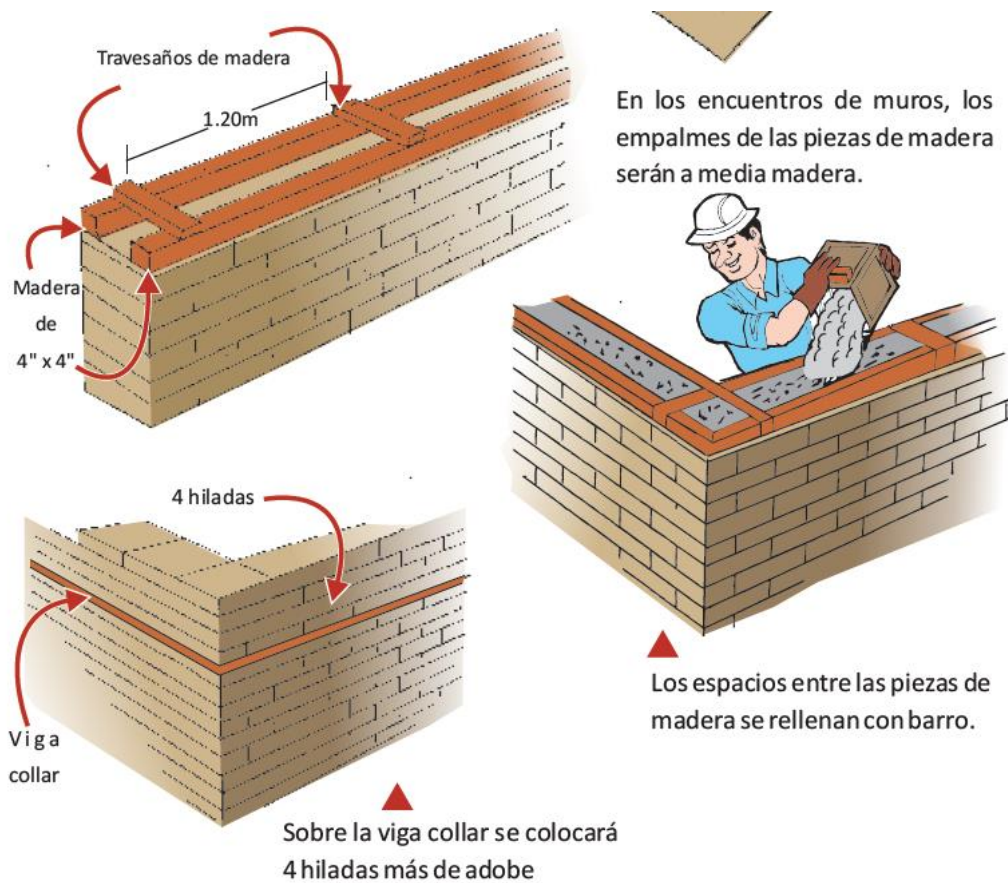


Vigas de Arriostre:

Los arriostres se darán en la Viga Collar y en la Viga solera, los cuales tendrán las mismas dimensiones de acuerdo al Manual de Construcciones. “Edificaciones Antisísmicas de adobe” (2010).

Figura 55

Vigas de Arriostre en muros de Adobe



Fuente: Edificaciones Antisísmicas de adobe (2010).

Para el Análisis en el Etabs, la viga collar tendrá el mismo espesor del muro (40cm) por una altura de 5cm (ya que se considerará como una viga solida); e igualmente para la viga solera, la cual estará ubicada en este caso a 5 hiladas por encima de la viga collar. (y a 7 hiladas en el muro del eje 4). Para la presente investigación la viga collar pasara por la parte superior de los vanos, es decir por la altura del dintel.

Definimos sus propiedades de sección

Figura 56

Comando para configurar Vigas de Arriostre

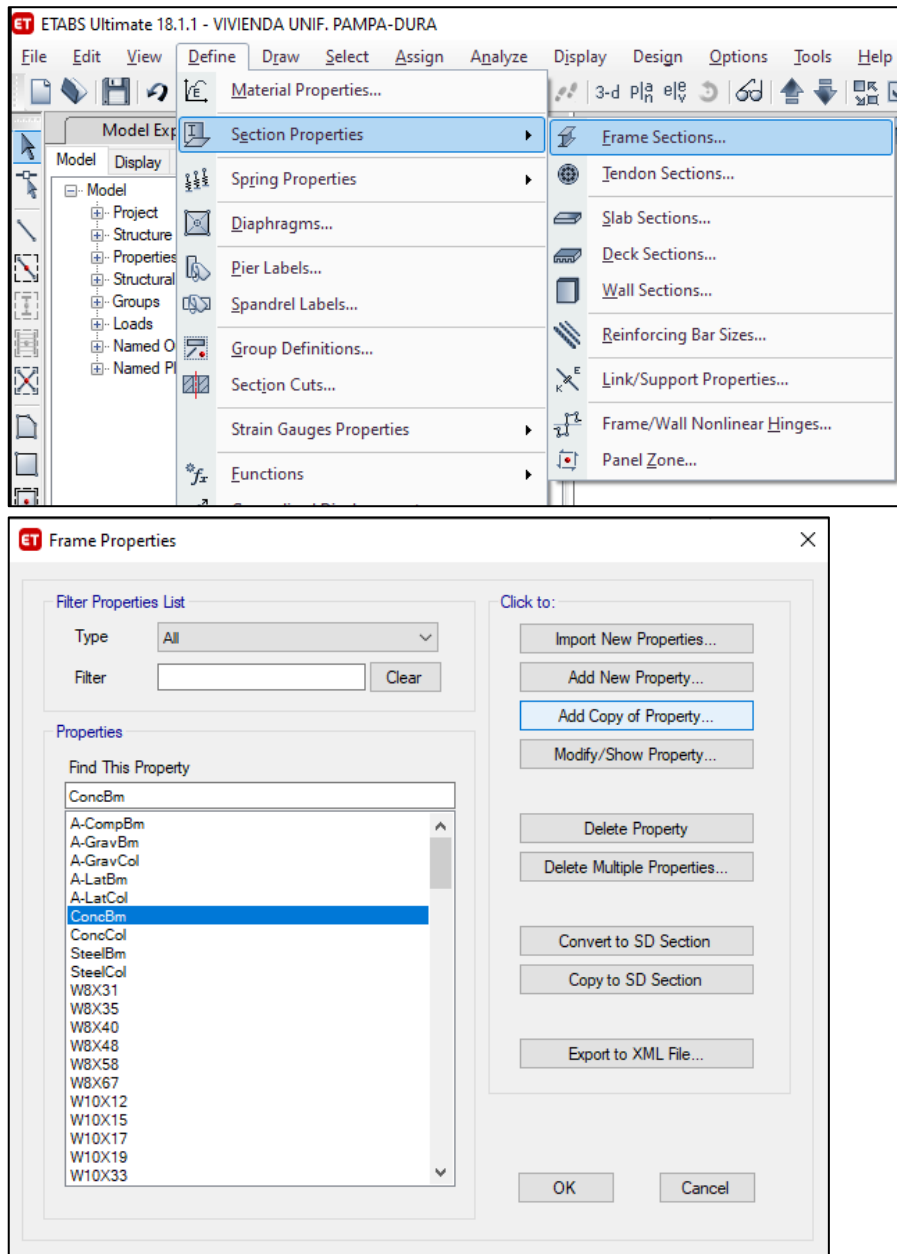
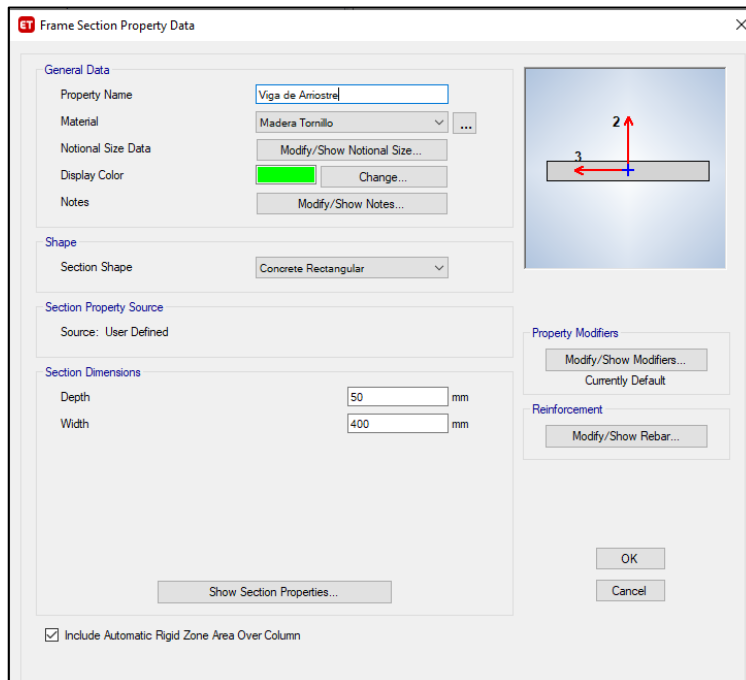
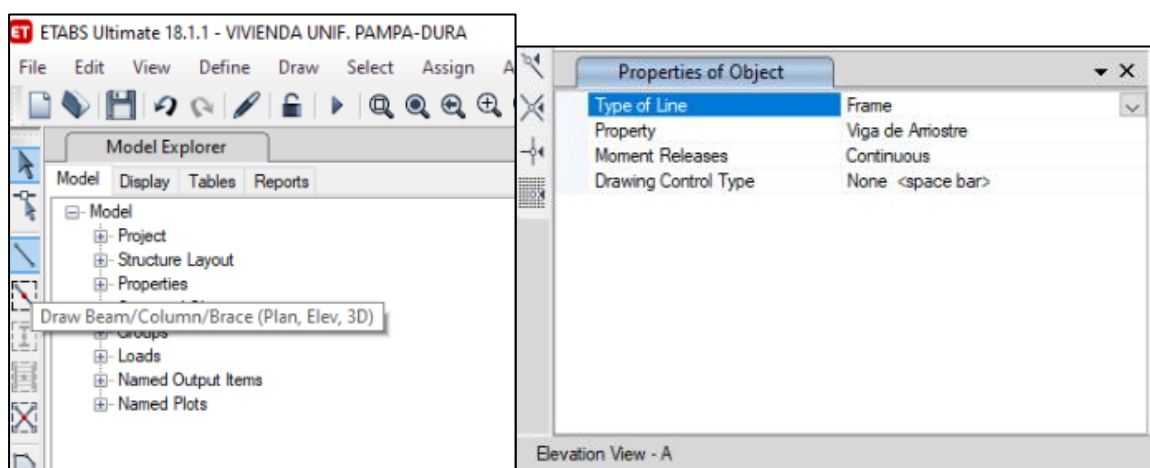


Figura 57*Dimensiones de las Vigas de Arriostre*

Luego seleccionamos nuestra sección creada y click en ok.; Ahora dibujamos nuestra viga de arriostre con la siguiente herramienta:

Figura 58*Herramientas de dibujo para Vigas de Arriostre*

Para facilitar la colocación de las vigas, moveremos los niveles de planta a un plano de 1.90 m, repetimos el proceso para 2.40m y 2.60 m:

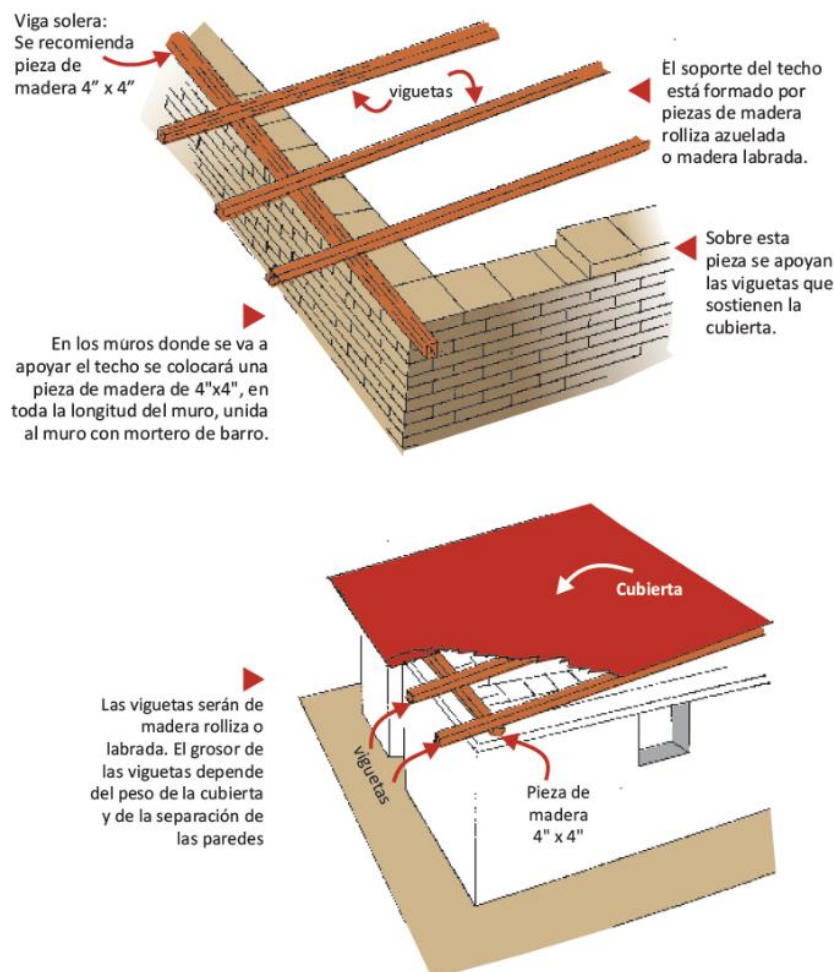
– Cargas

De acuerdo Manual de Construcciones. “Edificaciones Antisísmicas de adobe” (2010). Las coberturas (techos) en su mayoría deben ser livianos, de tal forma que sus cargas se distribuyan en la mayoría de muros, para evitar esfuerzos concentrados sobre los muros; a su vez, deben estar fijados adecuadamente a los muros a través la viga solera.

Las coberturas (techos) deben estar modelados de tal forma que no generen empujes laterales en los muros, por acción de la gravedad; de modo que las coberturas (techos) livianos no aporten fuerzas distribuidas horizontalmente entre muros.

Figura 59

Distribución de viguetas en cobertura



Fuente: Edificaciones Antisísmicas de adobe (2010).

Tendremos Carga muerta de techo y carga viva de techo, cuyos metrados de las cargas asignados en los muros serán adjuntados en anexos:

Carga Muerta (RNE-E.020, Art. 3).

Los pesos reales se determinarán mediante un análisis o utilizando los datos mencionados en los catálogos y diseños de los proveedores.

Para una cobertura liviana compuesta por Calamina y palos de eucalipto tenemos que la carga muerta:

La calamina indicada en el plano tiene un área de cobertura =2.88m² y un peso de 3.35 kg, entonces la carga muerta sería =1.163 kg/m².

Peso de Calamina :	3.35	kg
Longitud (m) :	3.6	m
Ancho (m) :	0.8	m
viguetas de Eucalipto :	4	"
D=	0.1016	m
Área	0.00810732	m ²
P. Espec.	1000	
Peso Aprox. =	8.11	kg/m

Carga Viva del Techo (RNE E.020, Art. 7).

Para coberturas (techos) livianos de planchas plegadas u onduladas, calaminas, material plástico, fibrocemento, etc.; para cualquier pendiente, 30 kgf/m² (0,30 kPa).

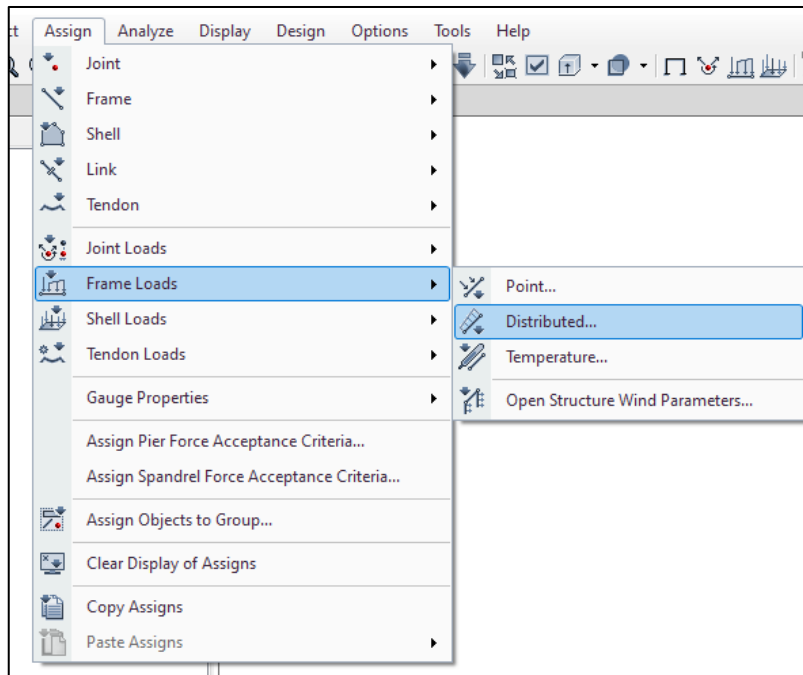
Para el presente proyecto se considerará la CV actuante sobre los muros de acuerdo a las áreas de los ambientes

Asignamos la CM y CV:

Seleccionamos la viga collar y procedemos a asignar la carga muerta (Dead)

Figura 60

Comando para la Asignación de cargas



Realizamos el mismo proceso para los demás ejes:

Figura 61

Proceso de Asignación de la Carga Muerta

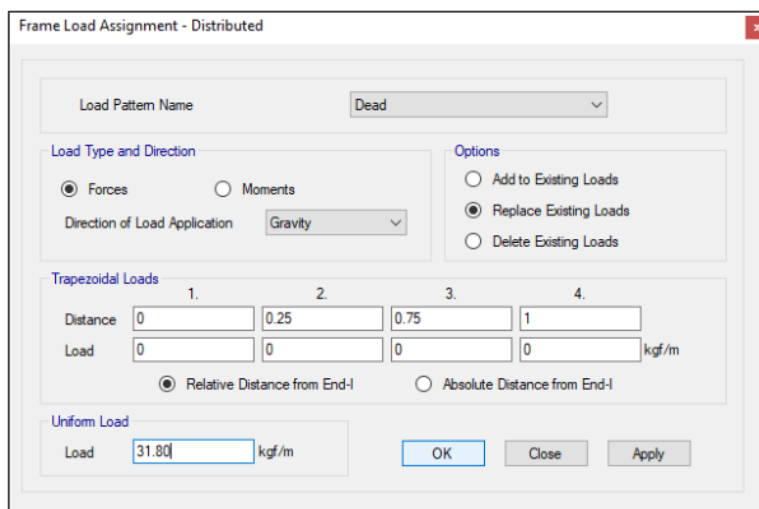
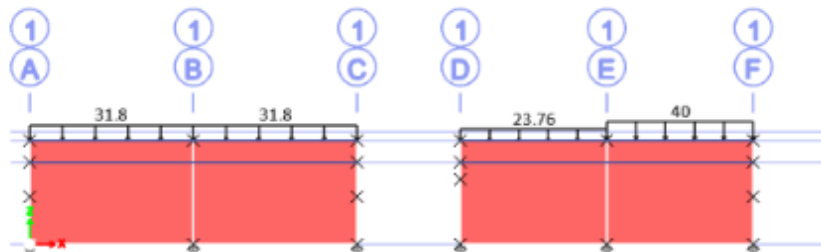


Figura 62*Diagrama de Cargas Muertas en el Eje 1*

Ahora Asignamos la Carga Viva (Live)

Figura 63*Proceso de Asignación de la Carga Viva*

Frame Load Assignment - Distributed

Load Pattern Name: Live

Load Type and Direction: Forces Moments
 Direction of Load Application: Gravity

Options: Add to Existing Loads Replace Existing Loads Delete Existing Loads

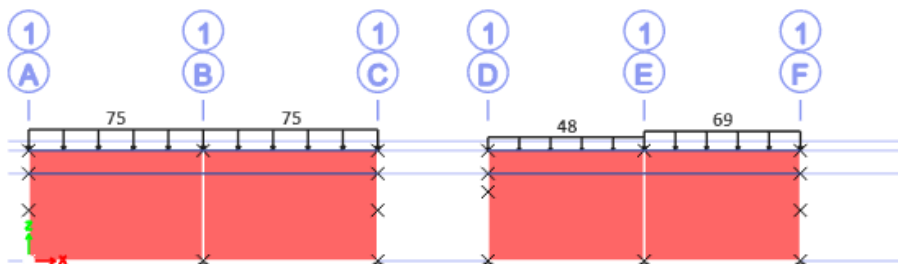
Trapezoidal Loads:

	1.	2.	3.	4.
Distance	0	0.25	0.75	1
Load	0	0	0	0

Relative Distance from End-I Absolute Distance from End-I

Uniform Load: Load: 63 kgf/m

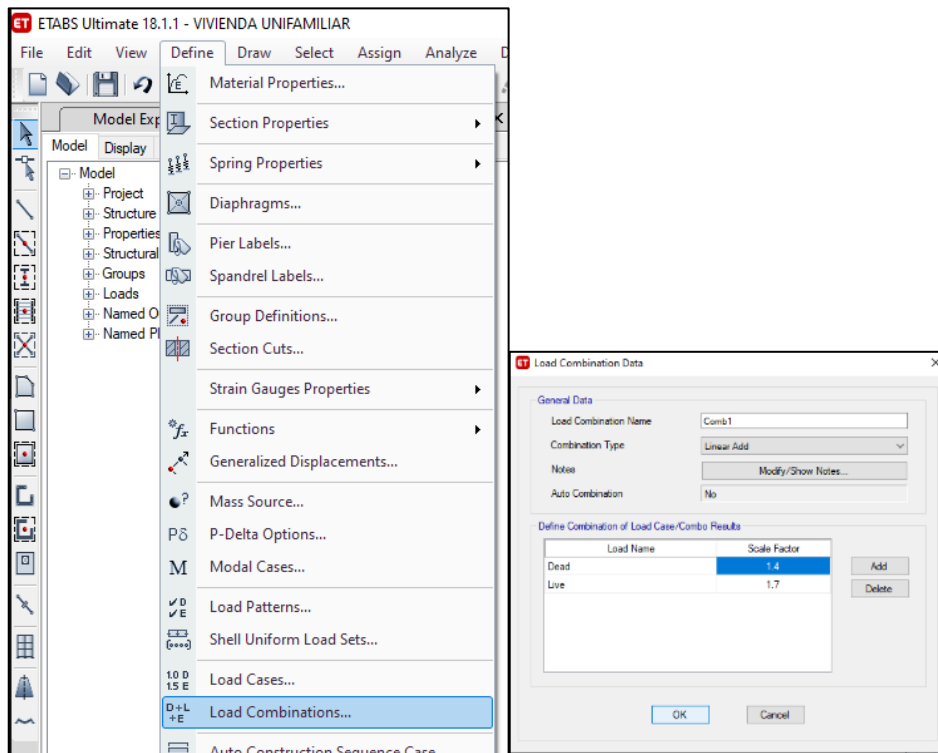
Buttons: OK, Close, Apply

Figura 64*Diagrama de Cargas Vivas en el Eje 1*

Combinaciones de Carga

Figura 65

Comando para la asignación de combinaciones de carga



Definimos todas las combinaciones de acuerdo al RNE E.060

Combinación 1:

$$1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

Combinación 2.1:

$$1.25 \text{ CM} + 1.25 \text{ CV} + \text{CSX}$$

Combinación 2.2:

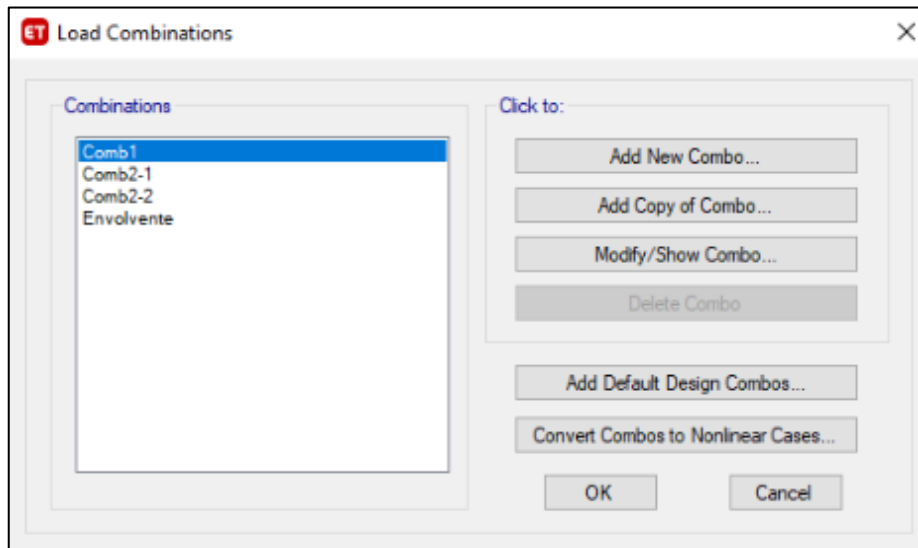
$$1.25 \text{ CM} + 1.25 \text{ CV} + \text{CSY}$$

Combinacion Envoltente:

También se adiciono el combo envoltente para la comprobación de la estructura la cual tomara todas las combinaciones de carga anteriores.

Figura 66

Lista de Combinaciones de carga en Etabs

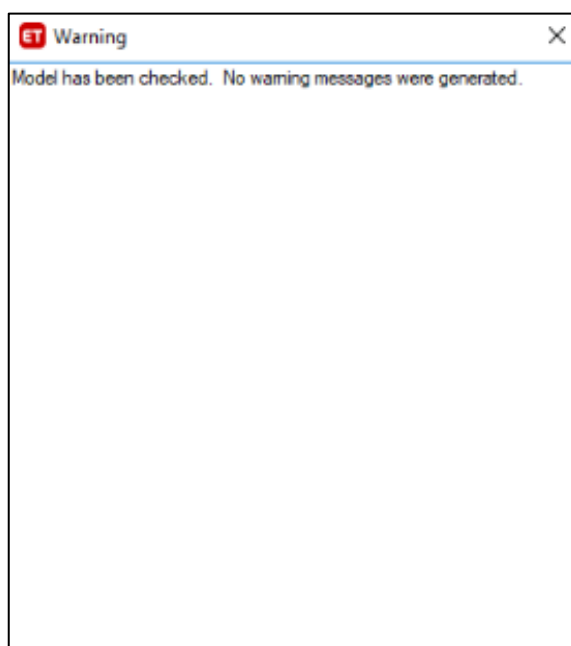


Para este modelo de vivienda, no contemplará diafragmas ya que no podrá comportarse de manera rígida en conjunto.

Ahora antes de “RUN” el modelo le damos en “Check”

Figura 67

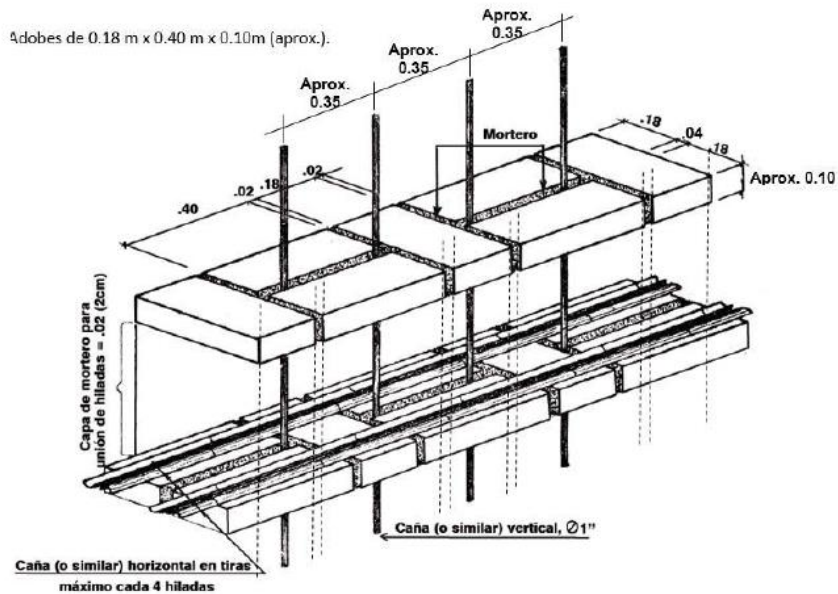
Check Model en la estructura de Adobe



– Diseño de Refuerzo

Figura 68

Esquema con Refuerzo de caña Carrizo o Caña brava para Adobe



Fuente: RNE E.080

De acuerdo a la Norma E.080 La resistencia ultima por tracción de muros sometidos a flexión, es de $1.42 \text{ kgf/cm}^2 = 0.14 \text{ MPa}$.

Al ser Los Esfuerzos obtenidos del análisis mayor al del muro, se planteará un refuerzo con caña carrizo.

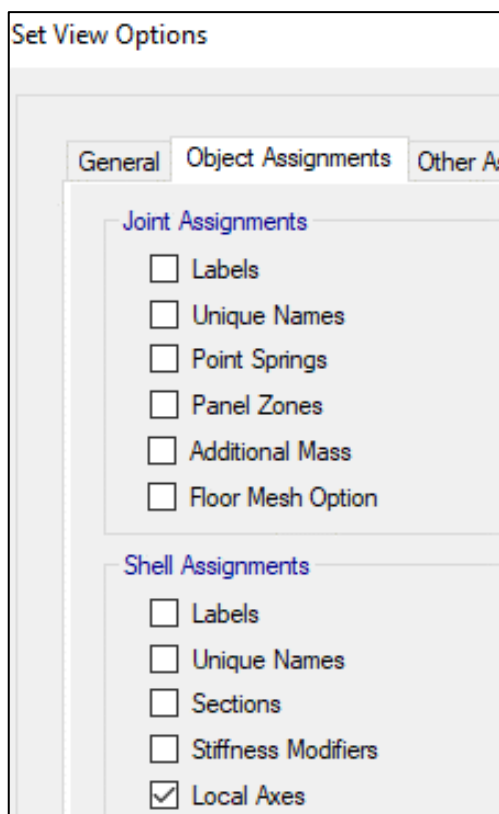
Del Art. 8.5 de la norma E.080, la resistencia ultima en las cañas son las siguientes:

- Guadua: Resistencia última $1020 \text{ kgf/cm}^2 = 100 \text{ MPa}$.
- Caña Brava o Carrizo: Resistencia última $408 \text{ kgf/cm}^2 = 40 \text{ MPa}$.

A fin de obtener los Esfuerzos Activamos los Ejes Locales para elementos shell, para identificar la dirección de los esfuerzos.

Figura 69

Comando para la Visualización de Ejes Locales



Ejes Locales:

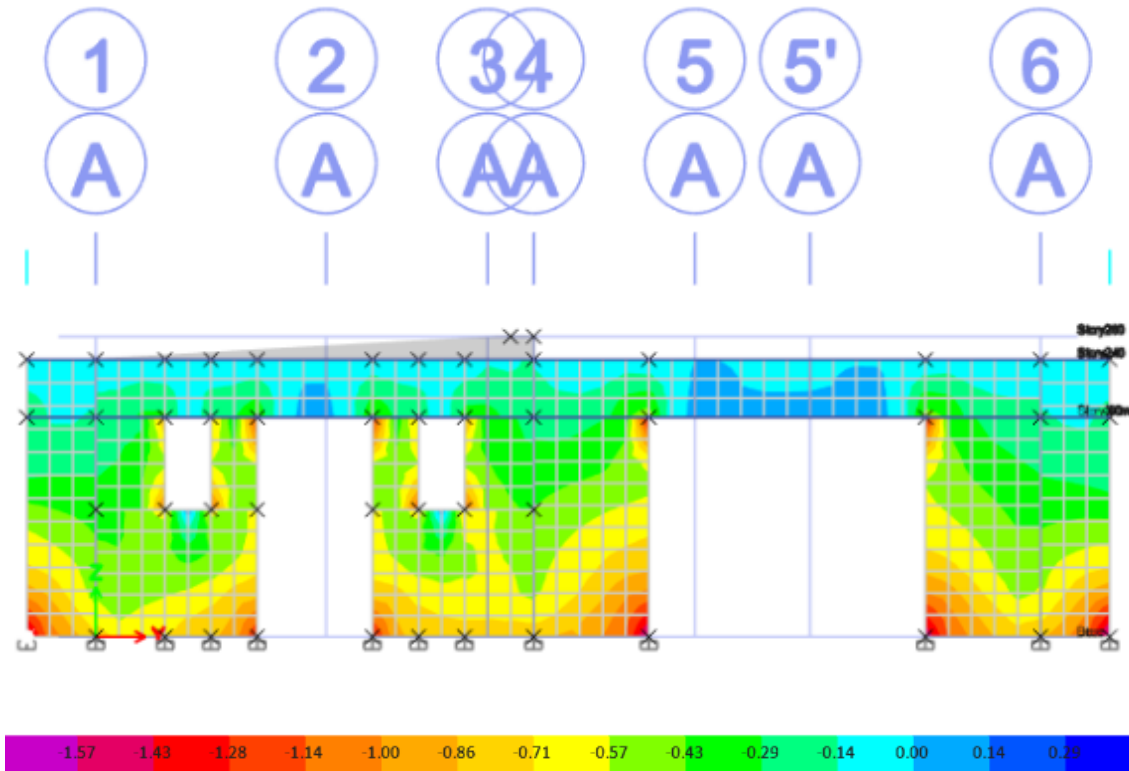
Color Rojo – Eje 1

Color Verde – Eje 2

Color Azul – Eje 3

Figura 70

Diagrama de Esfuerzos combo2-2, dirección S22



Como se puede apreciar en el diagrama en la dirección S22, los mayores esfuerzos se producen en la base (compresión) y en los vértices en zonas de vanos, zona central de los muros (tracción).

Para tal efecto al comprobarse que los esfuerzos generados en el adobe para la dirección S11 y S22 en compresión – sobrepasan el admisible, pero están por debajo de la resistencia última a tracción, entonces se diseñara el refuerzo.

Como el Esfuerzo máximo soportado por la caña es superior al requerido por la estructura en cada cm², se procede con el diseño.

Paso 1: Identificamos el esfuerzo máximo en la dirección del Eje 1, y el Eje 2 (ejes locales del Shell).

S11 máx.= 2.90 kg/cm²

S22 máx.= 2.88 kg/cm²

Para Eje 1-1 (refuerzo Horizontal):

Determinamos el esfuerzo a soportar el Carrizo o Caña Brava:

$$S_{11} \text{ max.} = 2.90 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{\text{muro min}} \text{ (tracción o compresión)} = 1.42 \text{ kg/cm}^2$$

$$S^* = S_{11} - S_{\text{muro}} = (2.90 - 1.42) = 1.48 \text{ kg/cm}^2$$

Ahora Determinamos la Fuerza Total sobre la cara 1 del Muro:

$$\text{Área 1} = 240 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} = 9600 \text{ cm}^2$$

$$\text{Fuerza 1 (F1)} = S^* \times \text{Área 1} = 14,208 \text{ kg}$$

Hallamos el área de Refuerzo de Carrizo o Caña Brava se necesita para la cara 1:

$$S_{\text{carrizo}} = 408 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{Area de Carrizo (AcT)} = \frac{F1}{S_{\text{carrizo}}} = \frac{14,208 \text{ kg}}{408 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$\text{Area de Carrizo (AcT)} = 34.82 \text{ cm}^2$$

En la norma E.080, nos recomienda usar un diámetro de 1"

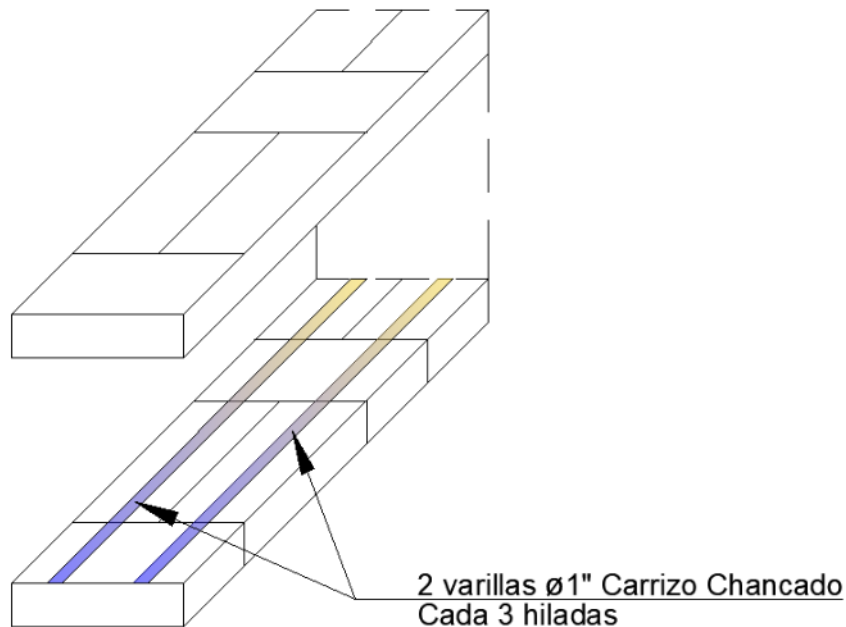
$$A_c (1 \text{ } \emptyset \text{ 1"}) = 5.10 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ } \emptyset \text{ 1" } = \frac{(AcT)}{A_c (1 \text{ } \emptyset \text{ 1"})}$$

$$\# \text{ } \emptyset \text{ 1" } = \frac{34.82}{5.10} = 6.82$$

$$\# \text{ } \emptyset \text{ 1" } = 8 \text{ varillas de carrizo (mínimo)}$$

De acuerdo a este resultado se tendría que poner cada 5 hiladas y por recomendación en la norma correspondería cada 3 hiladas en promedio

Figura 71*Diagrama de Refuerzo Horizontal*Para Eje 2-2 (refuerzo Vertical):

Determinamos el esfuerzo a soportar el Carrizo o Caña Brava:

$$S_{22} \text{ max.} = 2.88 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_{\text{muro min}} \text{ (tracción o compresión)} = 1.42 \text{ kg/cm}^2$$

$$S^* = S_{22} - S_{\text{muro}} = (2.88 - 1.42) = 1.46 \text{ kg/cm}^2$$

Ahora Determinamos la Fuerza Total sobre la cara 1 del Muro:

$$\text{Área 2} = 62 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} = 2480 \text{ cm}^2$$

$$\text{Fuerza 2 (F2)} = S^* \times \text{Área 2} = 3620.80 \text{ kg}$$

Hallamos el área de Refuerzo de Carrizo o Caña Brava se necesita para la cara 1:

$$S_{\text{carrizo}} = 408 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{Area de Carrizo (AcT)} = \frac{F2}{S_{\text{carrizo}}} = \frac{3620.80 \text{ kg}}{408 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$\text{Area de Carrizo (AcT)} = 8.87 \text{ cm}^2$$

En la norma E.080, nos recomienda usar un diámetro de 1"

$$Ac (1 \text{ } \emptyset \text{ 1"}) = 5.10 \text{ cm}^2$$

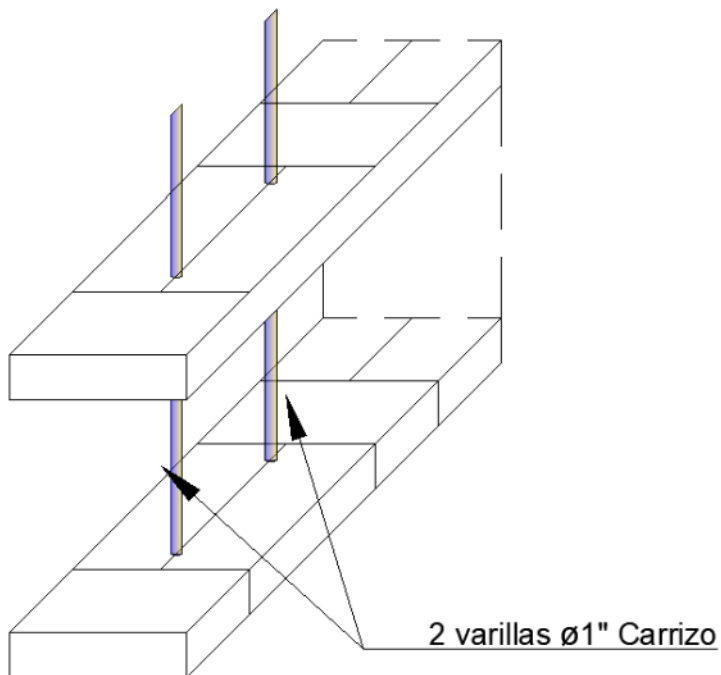
$$\# \text{ } \emptyset \text{ 1"} = \frac{(AcT)}{Ac (1 \text{ } \emptyset \text{ 1"})}$$

$$\# \text{ } \emptyset \text{ 1"} = \frac{8.59}{5.10} = 1.74$$

$$\# \text{ } \emptyset \text{ 1"} = 2 \text{ varillas de carrizo (mínimo)}$$

Figura 72

Diagrama de Refuerzo Vertical

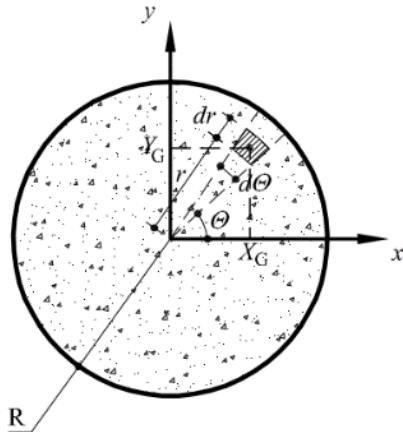


– Diseño de Viguetas en Techo

Empezamos Analizando las dimensiones de la Vigueta Circular:

Figura 73

Esquema de Diferencial de Área



Fuente: Chiumenti M. (2012). “Momentos de Inercia”

Momento de Inercia (I_x):

$$I_x = \frac{\pi r^4}{4} = \frac{\pi D^4}{64}$$

Distancia desde La orilla más alejada de la sección hasta el mismo eje de análisis (x):

$$c = Y_G = r = \frac{D}{2}$$

Módulo de Sección (Z):

$$Z = \frac{I}{c} = \frac{\pi D^3}{32}$$

Idealizamos La Vigueta y lo analizamos por flexión

$$\frac{M * c}{I} = \frac{M}{Z} = \frac{32 * M}{\pi D^3} < f_m = 150 \text{ kg/cm}^2$$

Carga Muerta = 1.163kg/m²

Carga Viva = 30 kg/m²

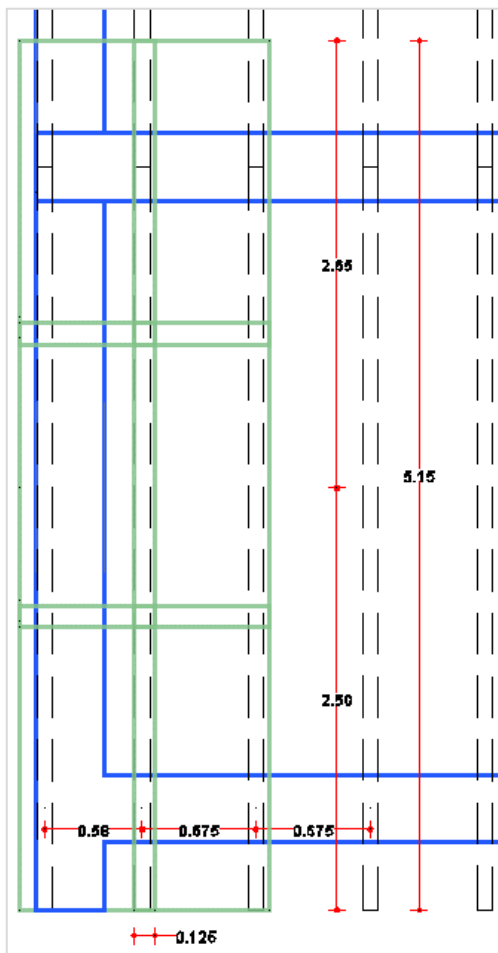
La vigueta con la longitud más grande tiene las siguientes características

Long. =5.15m

Ancho Tributario = 0.675+0.125 = 0.80m

Figura 74

Dimensiones de Cobertura y vigueta



$$W = 31.163 * 0.80 = 24.930 \text{ kg/m (sentido de gravedad)}$$

Figura 75

Idealización de Vigueta en cobertura

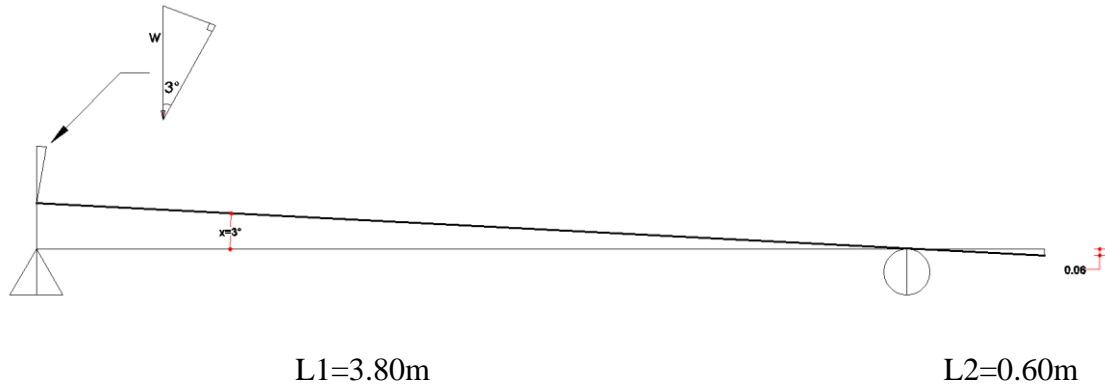
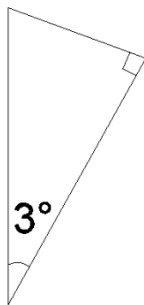


Figura 76

Angulo de inclinación de la Vigueta

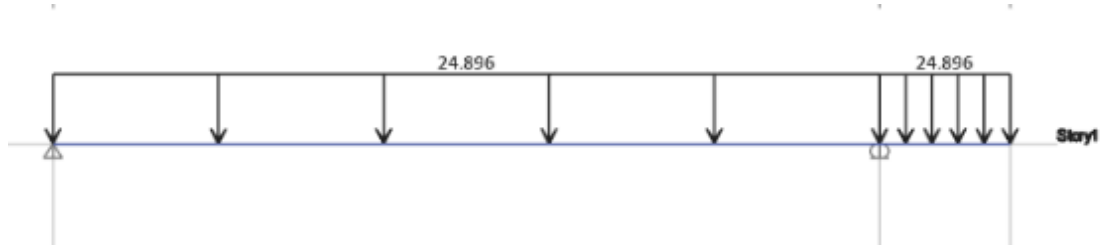
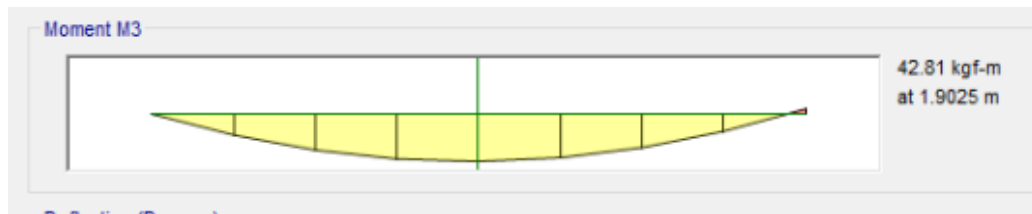


$$W_{\perp} = \cos(3^\circ) * W$$

$$W_{\perp} = 24.896 \text{ kg/m}$$

$$L1' = 3.805 \text{ m}$$

$$L2' = 0.601 \text{ m}$$

Figura 77*Distribución de Cargas en Viguetas más crítica***Figura 78***Diagrama de Momento flector en Viguetas*

Reemplazamos en la ecuación:

$$\frac{32 * M}{\pi D^3} < f_m = 150 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{32 * 42.81 \text{ kg} \cdot \text{m} * 100 \text{ cm/m}}{\pi (D \text{ cm})^3} < f_m = 150 \text{ kg/cm}^2$$

Para diferentes secciones se tienen los siguientes esfuerzos:

$$4'' = 41.58 \text{ kg/cm}^2$$

$$3'' = 98.56 \text{ kg/cm}^2$$

$$2'' = 332.62 \text{ kg/cm}^2$$

De acuerdo al manual de construcción “edificaciones antisísmicas de Adobe”, nos recomienda utilizar una sección de 4”.

– **Modelamiento de la estructura de Madera**

Para el presente proyecto con madera se utilizarán muros de corte, es decir sistemas de entramado de madera y para su diseño usaremos en parte la información que nos brinda la tabla 8.6.8. de la norma E.010 Madera:

Entramado:

Para un entramado tipo 2, el cual tiene un espaciamiento del pie derecho de 40 cm

Pie Derecho y solera (frame):

Las medidas de los pie derecho y soleras serán de 0.40m x 0.65m en una primera fase (2" x 3"). Tomadas referencialmente del estudio realizado por el “manual de diseño para maderas del grupo andino” con unas columnas medianeras y centrales de 0.65mx0.65m (3" x 3"). En una segunda fase para mejorar esfuerzos y desplazamientos se consideraron todos los pies derechos de (3" x 3").

Entablado (Shell):

El entablado a Utilizar será solo por el exterior y sin machihembrar, las tablas serán colocadas de forma horizontal y adheridas al pie derecho, tendrán un espesor de 2cm x 19cm, donde los clavos a utilizar por tabla serán de 2x63mm de acuerdo a la norma E 0.10. Madera.

Análisis en Etabs:

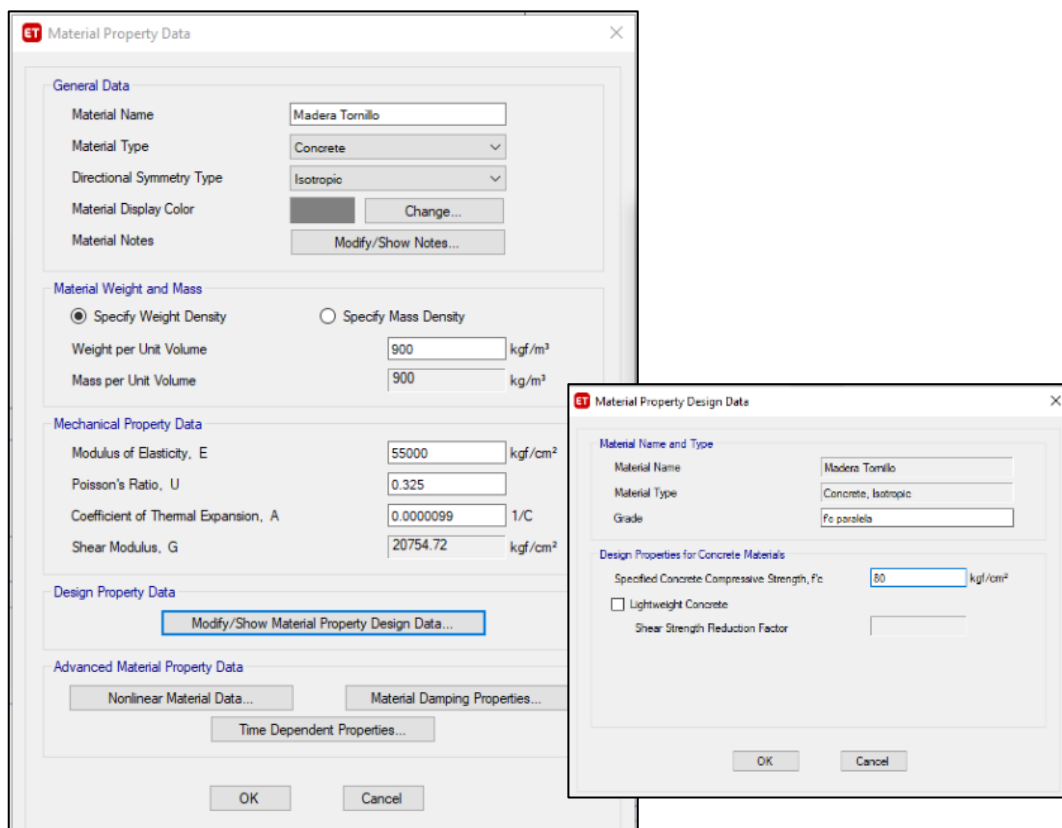
Para nuestro análisis los pie derecho y viga solera serán tomados como frame, y el entablado como Shell de acuerdo a Ordoñez, P y Lugo, Y. (2016). Definimos nuestro material como se hizo para la estructura de adobe, pero asignando la resistencia a la compresión paralela para la madera.

Para La Madera Tornillo (pie derecho, solera y entablado):

Peso Específico	: 0.90 gr/cm ³ =900 kg/m ³
Módulos de Elasticidad – Emin	: 55000 kg/cm ²
Módulo de Poisson	: 0.325
Flexión	: 80 kg/cm ²

Figura 79

Definición de propiedades en la madera



Antes de Ingresar las Propiedades de los materiales, cambiamos las siguientes unidades: las unidades de Fuerza a kgf, Esfuerzos a kgf/cm².

En “Wall Properties” colocamos nuestras propiedades para el entablado de Madera Tornillo (Shell thin – modificando el shell existente en el trabajo).

Figura 80

Espesor del entablado de madera

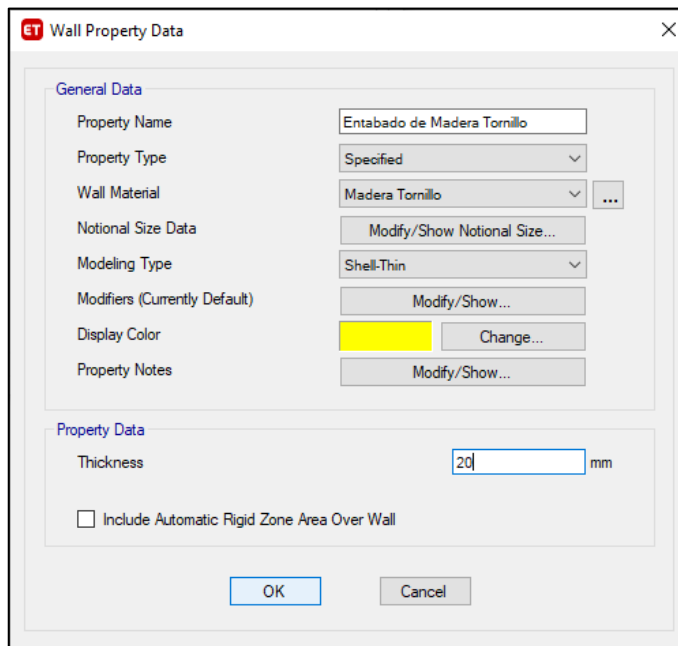
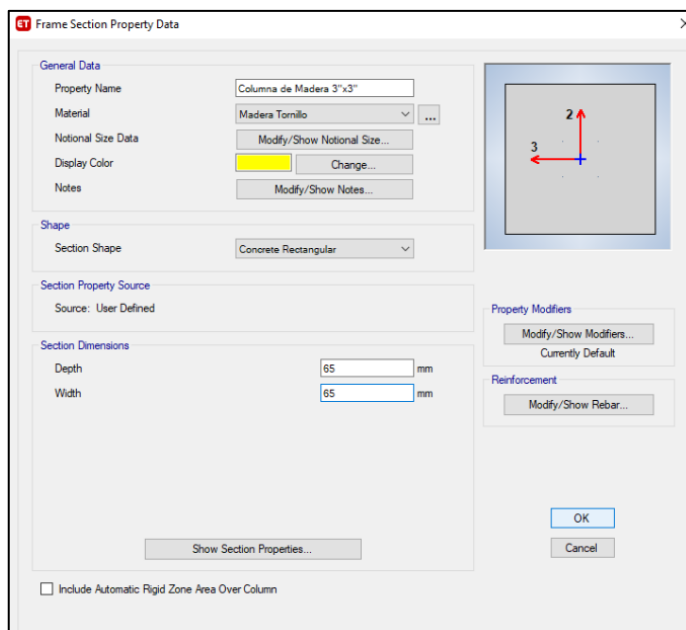


Figura 81

Definición de la sección del pie derecho



La sección de los arriostres horizontales serán de 2"x3" y de los diagonales de 20mm x 65mm

Figura 82

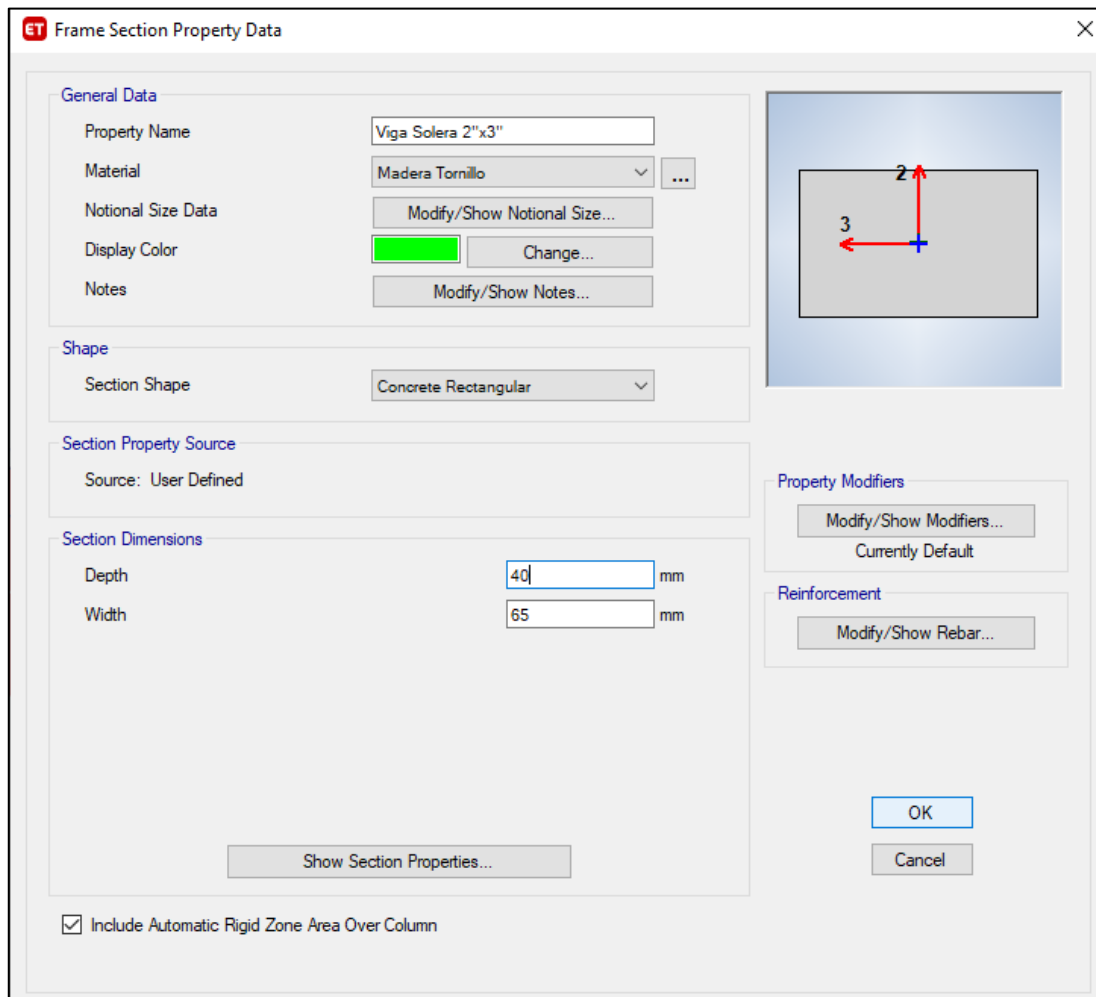
Definición de la sección del arriostre diagonal

The screenshot displays the 'Frame Section Property Data' dialog box. The 'General Data' section includes: Property Name: 'Arriostre diagonal 20x65mm'; Material: 'Madera Tornillo'; Notional Size Data: 'Modify/Show Notional Size...'; Display Color: a green color swatch with 'Change...' button; Notes: 'Modify/Show Notes...'. The 'Shape' section shows 'Section Shape' as 'Concrete Rectangular'. The 'Section Property Source' is 'User Defined'. The 'Section Dimensions' section has 'Depth' set to '65' mm and 'Width' set to '20' mm. A 'Show Section Properties...' button is located below these dimensions. The 'Property Modifiers' section contains a 'Modify/Show Modifiers...' button and the text 'Currently Default'. The 'Reinforcement' section has a 'Modify/Show Rebar...' button. At the bottom left, there is a checked checkbox for 'Include Automatic Rigid Zone Area Over Column'. At the bottom right, there are 'OK' and 'Cancel' buttons. A preview window on the right shows a vertical rectangular section with a red arrow labeled '2' pointing upwards and a red arrow labeled '3' pointing to the left, indicating the depth and width dimensions respectively.

Definimos de la misma manera la sección de la viga solera (beam- para este caso modificamos la sección de la viga solera existente):

Figura 83

Definición de la sección de la viga solera



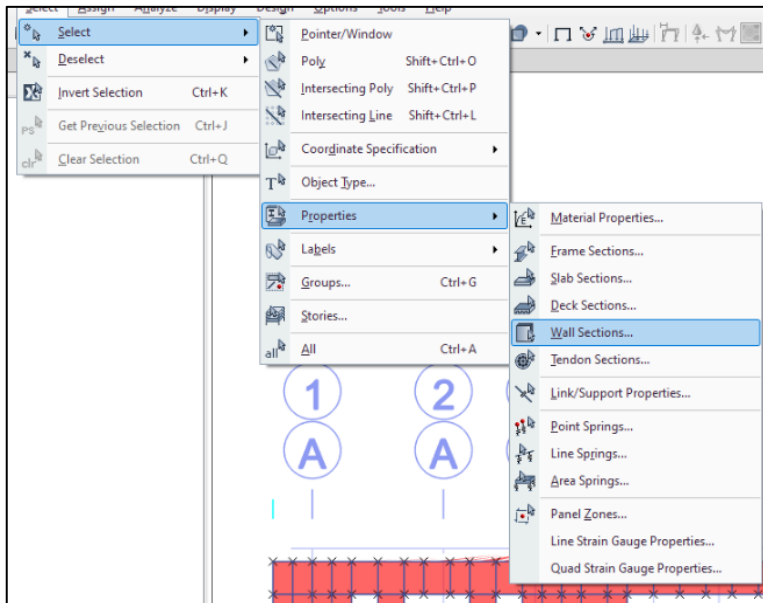
Como ya se tiene graficado los entablados y viga solera (parte superior de los muros), Procedemos a ubicar los pies derechos y asignamos en su base restricciones del tipo empotrado.

A su vez, los entablados serán considerados como Shell thin debido a su delgado espesor y pasarán a ser del tipo Spandrel los cuales transmitirán sus esfuerzos hacia los pies derechos.

Dividimos los Shell, en función de los pies derechos dibujados, con el comando select. (seleccionamos los entablados y los pies derechos).

Figura 84

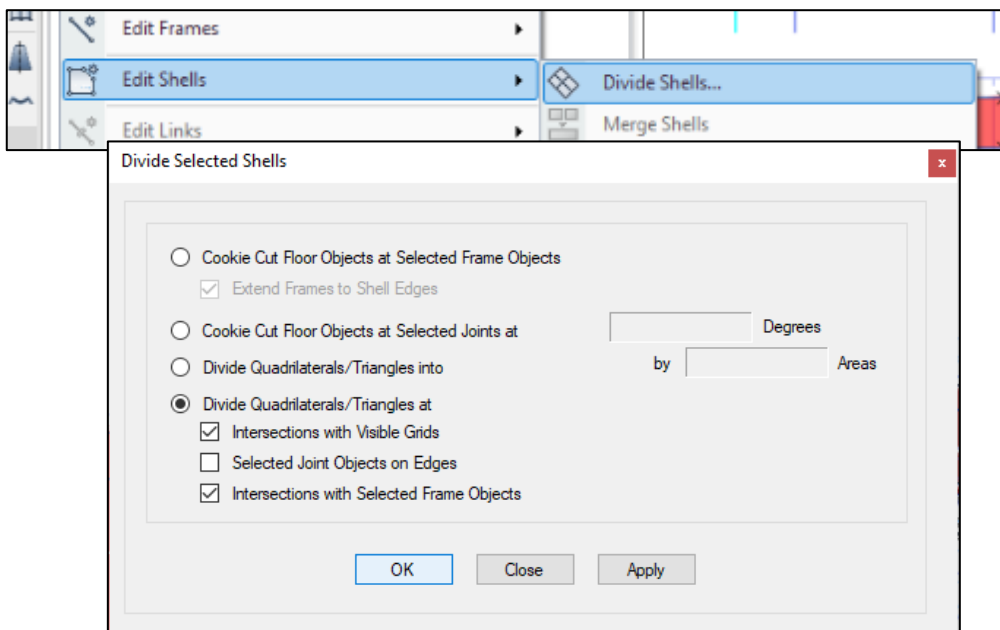
Entablado entre pies derechos



Nos vamos al comando Edit, Edit Shell y activamos para ejes visible e intersecciones con los pies derechos.

Figura 85

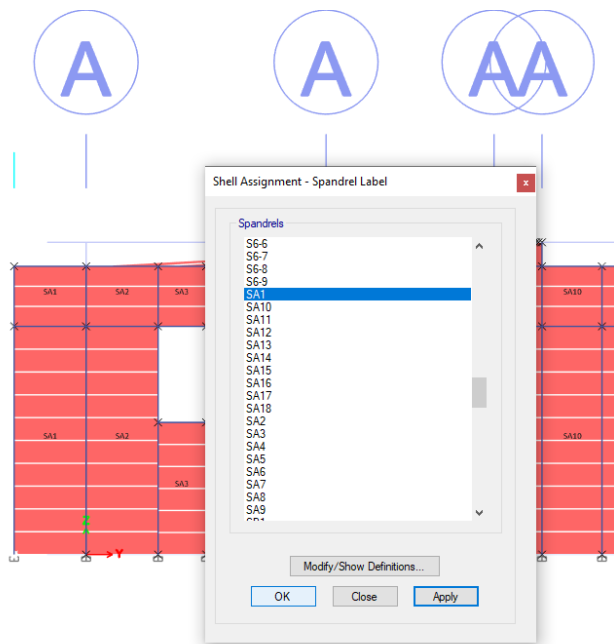
Herramienta para editar el entablado



Procedemos a Asignar un mesh con las medidas del entablado, desactivamos el auto edge constraint y agregamos la etiqueta Spandrel a los muros

Figura 86

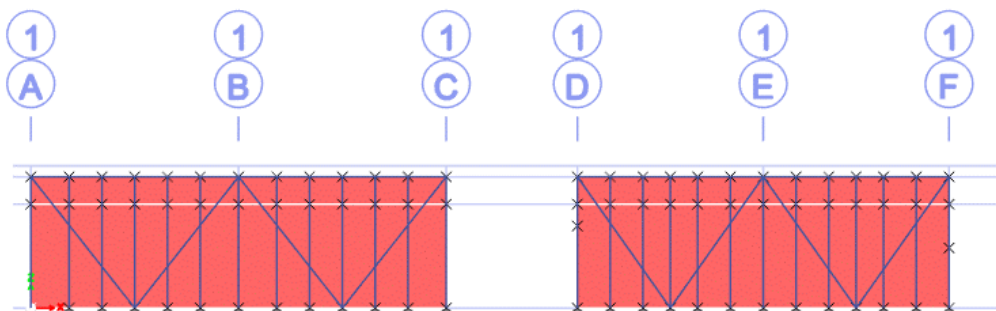
Muros Spandrel



Colocamos los arriostres diagonales donde correspondan

Figura 87

Entramado de los muros de Madera



luego chequeamos el modelo (check model) y empezamos el análisis (Run).

Figura 88

Check Model en la estructura de Madera

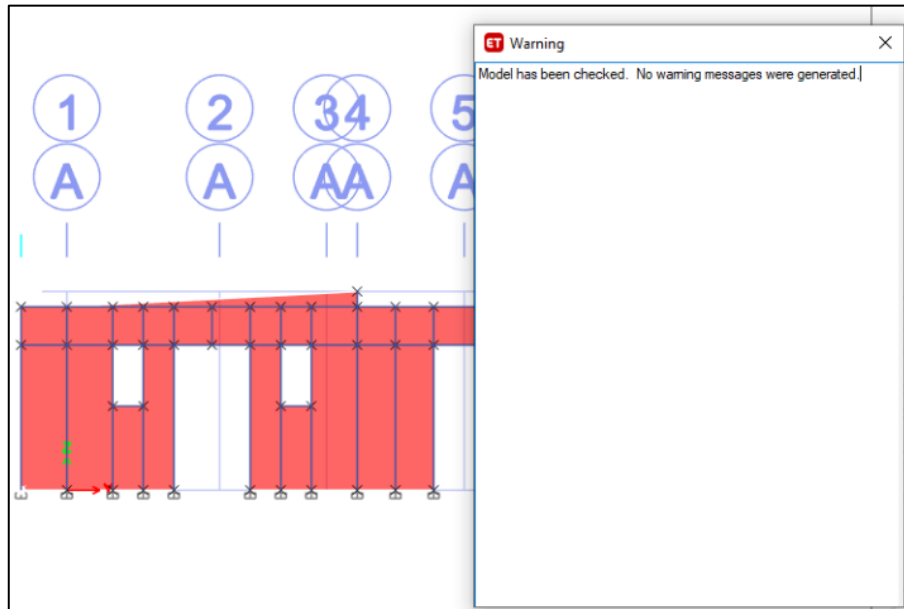
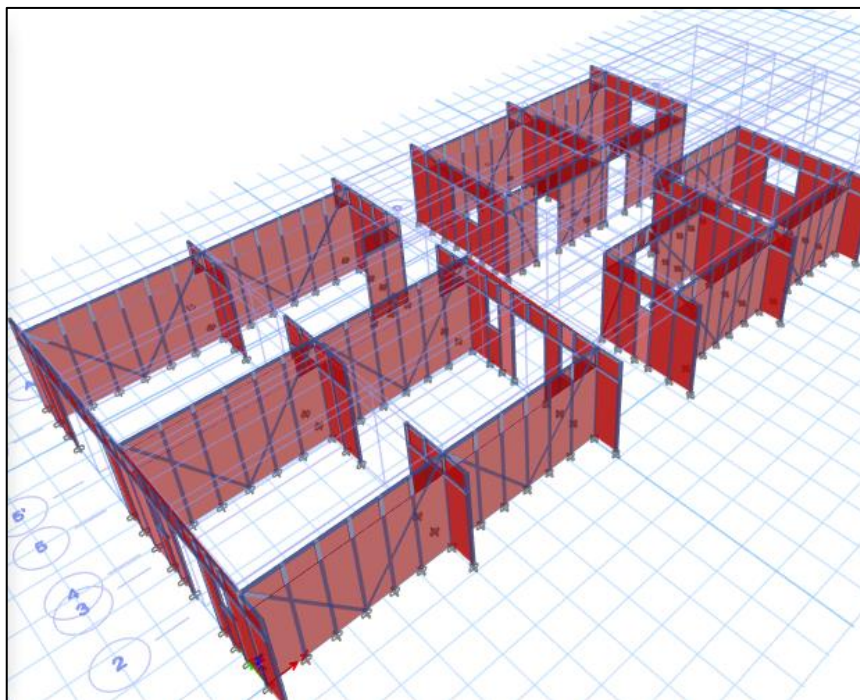


Figura 89

Modelado de la estructura de madera



Modelamiento Finalizado con la estructura de madera.

Para extraer los Datos se plantea el análisis para 2 condiciones:

- Entramado sin su entablado
- Entramado con entablado

Para el presente análisis se definió que el entablado aporta principalmente resistencia a fuerzas por corte y flexión a los pies derechos. El caso más desfavorable por flexión del entramado ocurrirá cuando este sin su entablado y riostra Diagonal, mientras que para su deformación se analizará incluyendo todos los elementos ya que aportan rigidez:

Deformaciones Elástica:

Desplazamiento relativo de entrepiso: 0.002872 (A.D. Seismic Y)

Desplazamiento (mm): 6.220415 mm (A.D. Seismic Y)

Deformaciones Inelástica:

Desplazamiento relativo de entrepiso: $0.75 \times 3 \times 0.002872 = 0.006462$

Desplazamiento relativo de entrepiso: $0.006462 < 0.010$ (Norma E.030)

Hallamos sus Esfuerzos:

✓ Momentos máximos la viga solera (flexión):

$M_{\max} = 13.5324 \text{ kg. m (M3)} = 1353.24 \text{ kg. cm}$

Dim. Sección = 2"x3" = 4.5cm x 6.5cm

$$c = \frac{4.5}{2} = 2.25 \text{ cm}$$

$$I_x = \frac{bh^3}{12} = \frac{6.5 \times (4.5)^3}{12} = 49.36 \text{ cm}^4$$

$$f_m = \frac{M \cdot c}{I} = 61.69 \text{ kg/cm}^2 < 100 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Norma E. 030)}$$

- ✓ Para el diseño del esfuerzo por compresión paralela o Fuerza Axial en los pies derechos (Compresión), se consideró arriostres horizontales a 1.90m, el cual al analizarlo por flexo-compresión y no tener una carga distribuida la condición de carga sería <1 , y por otro lado si se considera al entablado como elementos de arriostre tendríamos igualmente un diseño para columnas cortas:

$$\lambda = \frac{l}{h} = \frac{19}{4.5} = 4.22 < 10$$

$$P_{\max} (\text{Axial}) = 224.4566 \text{ kg (combo 1)}$$

$$A = 6.5\text{cm} \times 6.5\text{cm} = 42.25$$

$$f_c = \frac{P_{\max}}{A}$$

$$f_c = 5.31 \text{ kg/cm}^2 < 80\text{kg/cm}^2 \text{ (Norma E. 010)}$$

A criterio para muros con cargas distribuidas no se consideraron riosres horizontales y entablados como elemento estructural, su análisis se realizará colocando riostras diagonales:

$$k = 1 \text{ (entramado con riosstre diagonal)}$$

$$\lambda = \frac{k * l}{h} = \frac{260}{6.5} = 40 < 50 \text{ (columna Larga)}$$

$$N_{adm} = 0.329 * \frac{E_{min} * A}{\lambda^2}$$

$$N_{adm} = 0.329 * \frac{55000 \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right) * 29.25\text{cm}^2}{40^2}$$

$$N_{adm} \text{ del pie derecho} = 477.82 \text{ kg} > P_{axial} = 224.46 \text{ kg}$$

✓ Fuerza Cortante (Corte):

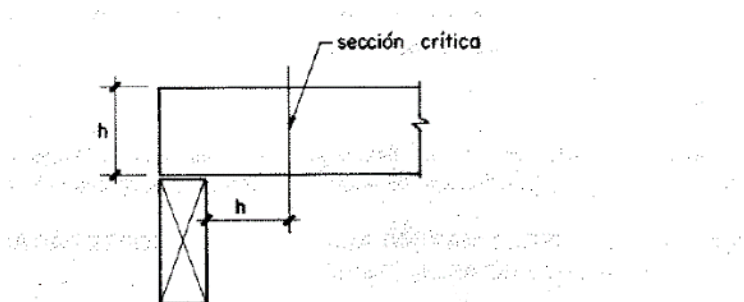
El mayor esfuerzo por corte se originará cuando ocurre la flexión, por lo tanto, se realizará el análisis en la viga solera.

$$V_2 \text{ max.} = 113.5554 \text{ kg}$$

$$V_h = V_{2\text{max}} - W \times 0.045$$

Figura 90

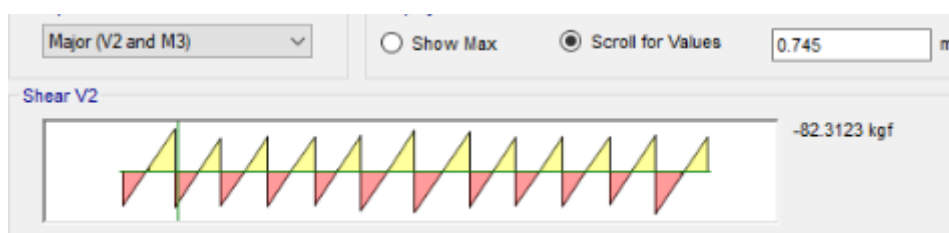
Sección crítica para verificación de esfuerzos por corte



$$V_a = 0.70 + 0.045 = 82.3123$$

Figura 91

Diagrama de fuerzas Cortantes en la viga solera más crítica



$$A = 4.5\text{cm} \times 6.5\text{cm} = 29.25$$

$$f_v = \frac{1.5V_h}{A}$$

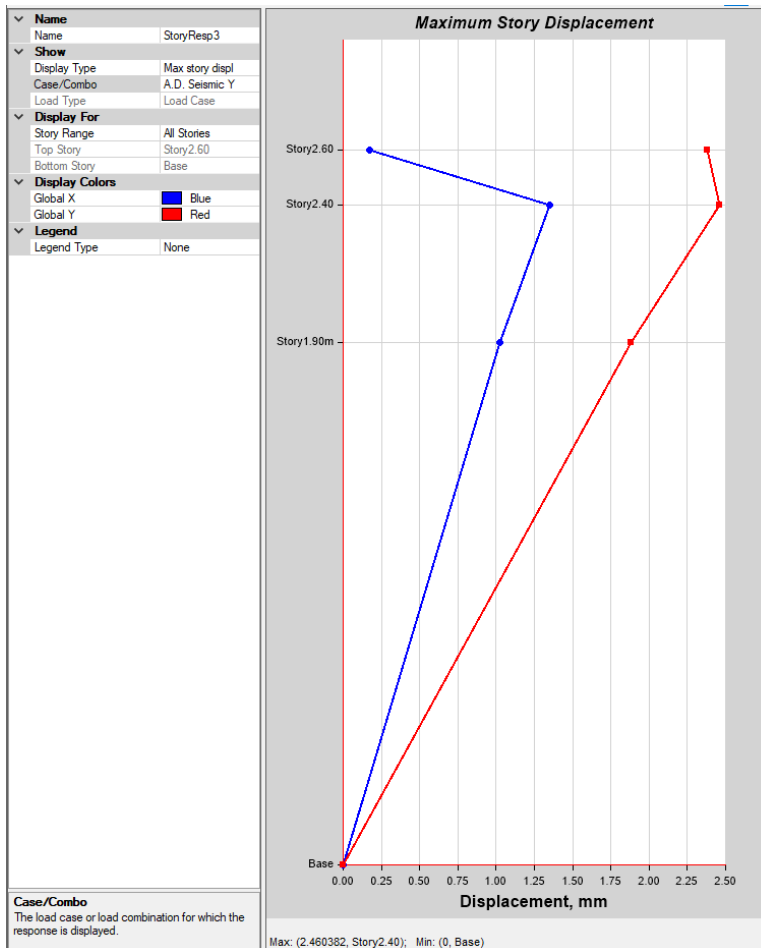
$$f_v = 4.22 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = < 8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ (norma E. 010)}$$

III. RESULTADOS

Deformaciones con Adobe

Figura 92

Máximo desplazamiento de Entrepiso - AD Seismic Y



Desplazamiento Máximo:

El máximo desplazamiento ocurre a la altura de 2.40 con el caso de carga “AD Seismic Y” con desplazamiento de 2.460382 mm

Desplazamientos Elásticos:

El máximo desplazamiento de entrepiso (desplazamiento relativo) lo obtendremos con el comando “display” exportando en las tablas de Story Drifts

$$\text{Max Drift X} = 0.000666$$

$$\text{Max Drift Y} = 0.001162$$

Desplazamientos Inelásticos:

De acuerdo a la norma E.030 en estructuras regulares, los desplazamientos laterales se obtienen del producto de $0.75R$, resultados del análisis lineal elástico (max. Drift) y las solicitaciones sísmicas reducidas.

$$0.75 \times R \times \text{Max Drift (R=3)}$$

En X= 0.0014985

En Y= 0.0026145

Deformaciones con Madera

Deformaciones Elástica:

Desplazamiento relativo de entrepiso: 0.002872 (A.D. Seismic Y)

Desplazamiento (mm): 6.220415 mm (A.D. Seismic Y)

Deformaciones Inelástica:

Desplazamiento relativo de entrepiso: $0.75 \times 3 \times 0.002872 = 0.006462$

Desplazamiento relativo de entrepiso: $0.006462 < 0.010$ (Norma E.030)

Tabla 14

Deformaciones de la vivienda unifamiliar de Adobe y Madera

	norma E.030	Resultado Obtenido Con Adobe	Resultado Obtenido Con Madera
Distorsión de entrepiso	0.005 Albañilería 0.010 Madera	0.003	0.006
Desplazamiento relativo máximo		0.001162	0.002872

Fuente: Elaboración Propia

Esfuerzos en Adobe (kg. /cm²)

Esfuerzo A Tracción y Comprensión (Etabs 18.1.1)

Tabla 15*Esfuerzos en dirección Eje 2 – S22*

OutPut Case	S22 Top (kg/cm ²)	S22 Bottom (kg/cm ²)
Combo 2-2	-2.88	-2.86

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16*Esfuerzos en dirección Eje 1 - S11:*

OutPut Case	S11 Top (kg/cm ²)	S11 Bottom (kg/cm ²)
Combo 2-2	-2.72	2.90

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17*Esfuerzo Por Corte (shear 12,13, 23, kg/cm²)*

S12=S21 Top/Bottom	S13 Promedio (kg/cm ²)	S23 Promedio (kg/cm ²)	SMax V promedio
-0.89/0.86	-0.10	-0.13	0.12

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18*Esfuerzo Por Corte (SVM)*

SVM Top (kg/cm ²)	SVM Bottom (kg/cm ²)
2.52	2.79

Fuente: Elaboración propia

Esfuerzos en la Madera (kg. /cm²)

De los cálculos de verificación realizados durante su modelamiento se obtienen los siguientes esfuerzos:

Flexión $f_m = 61.69 \text{ kg/cm}^2$

Compresión $f_c = 5.31 \text{ kg/cm}^2$

Corte $f_v = 4.22 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 19

Esfuerzos de la vivienda unifamiliar de Adobe y Madera

Esfuerzos (kg/cm ²)	E.080 (Esfuerzos Admisibles y Últimos De Ensayos) kg/cm ²	Resultados Obtenidos con el Adobe (kg/cm ²)	Resultados Obtenidos con la madera (kg/cm ²)
Compresión	Adobe=6.12 Madera=80	2.90 bottom	5.31
Flexión	Adobe=1.42 Madera=100	2.88 top	61.69
Corte	Adobe=0.4 x (0.25) = 0.1kg/cm ² Madera=8	0.13 (en el eje)	4.22

Fuente: Elaboración Propia

Periodo de Vibración (modal 1)

Figura 93

Periodo de Vibración del Adobe

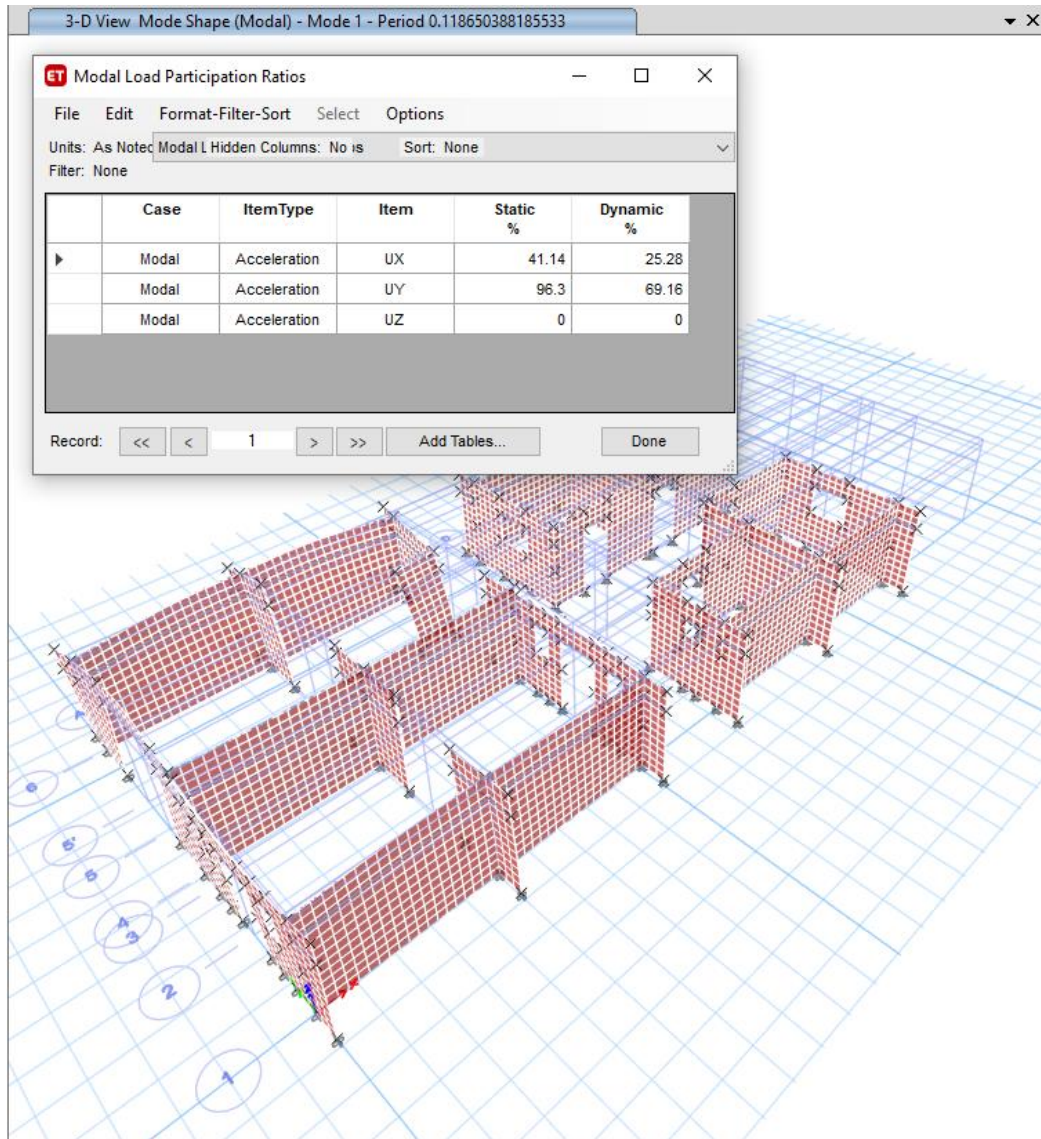
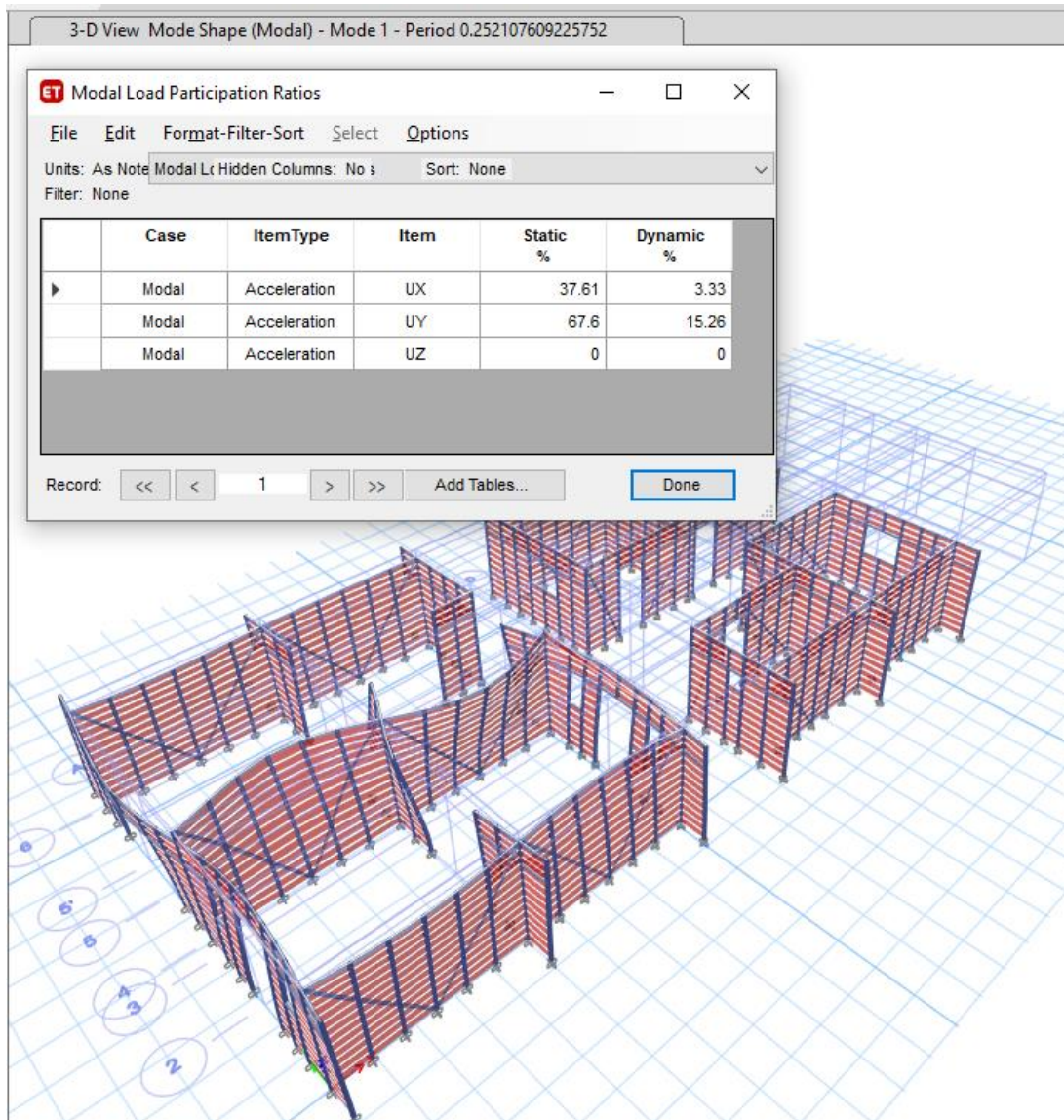


Tabla 20

Periodo de Vibración del Adobe

	Periodo (seg.)	Frecuencia cyc/sec.
Modo 1	0.119	8.428

Fuente: Elaboración Propia

Figura 94*Periodo de Vibración de la Madera***Tabla 21***Periodo de Vibración de la madera*

	Periodo (seg.)	Frecuencia cyc/sec.
Modo 1	0.252107	3.967

Fuente: Elaboración Propia

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Deformaciones

De la comparación de la distorsión de entrepiso obtenidos de la vivienda unifamiliar de la madera (0.006) y adobe (0.003) con los límites admisibles de la norma E.010 (0.010) y E.080 (0.005) respectivamente; podemos acotar que se encuentran dentro del rango por lo que la estructura no colapsara con las deformaciones producidas del análisis dinámico.

Al comparar los desplazamientos relativos de entrepiso de la vivienda unifamiliar de adobe (2.460382mm / 0.001162) y de la Madera (6.220415 mm / 0.002872) con los antecedentes podremos observar que son similares, así mismo recalcar que en dichas investigaciones realizaron ensayos a un módulo (un ambiente o cuarto) como se describe a continuación:

De acuerdo a Valle A. (2019) En la parte final de la zona elástica del muro de adobe (sin refuerzo) alcanzo un desplazamiento de 1,1 mm y una fuerza de 37 kN, Su mayor resistencia se obtuvo al desplazarse 12 mm con un valor de 68 kN. para muros con $e=0.43m$, resultando una distorsión de entrepiso de $12mm/h=2580mm =0.00465$.

De acuerdo a los descrito por Santa María A. (2018), en un módulo donde el 1er nivel es de adobe y el 2do de quincha, registro un desplazamiento máximo de 27.87mm en el primero piso con un espesor de 0.20m. Obteniendo de esta manera una distorsión de entrepiso de $27.87 mm/h=2100mm =0.01327$.

Del reporte de Sarmiento J. (2016), para un módulo de $e=0.25m$ describe que en la 1era fase ($D_{m\acute{a}x} = 30 mm$) no se notaron daños en el modelo construido. Mientras que en la 2da fase ($D_{m\acute{a}x} = 60 mm$) se notaron fisuras entre los 11 y 17 s que corresponden a los instantes de máx. desplazamientos de la mesa vibradora. Por lo cual se tendría un distorsión de entrepiso de $30 mm/h=2000 mm =0.015$.

Esfuerzos

De la comparación de los esfuerzos obtenidos de la vivienda unifamiliar de madera con los de la norma E.010 podemos observar que a compresión ($5.31 < 80$) kg/cm², flexión ($61.69 < 100$) kg/cm² y corte ($4.22 < 8$) kg/cm²; respectivamente, sus valores se encuentran por debajo de los admisibles por lo que la vivienda no colapsara. De la misma manera al comparar los esfuerzos de la estructura de adobe con los de la norma E.080, tenemos a compresión ($2.90 < 6.12$) kg/cm², Flexión ($2.88 > 1.42$) kg/cm² y corte ($0.13 \cong 0.10$) kg/cm², podemos apreciar que la estructura de adobe por sí misma no puede soportar las fuerzas por flexión del análisis dinámico realizado, cabe indicar que los mayores esfuerzos se producen en los vértices de las zonas de vanos de los muros que soportan cargas vivas y muertas producto de la cobertura.

Al notar que nuestra estructura presenta esfuerzos por flexión que empiezan salirse del límite que indica la norma E.080 para el adobe, se realizó un diseño para el refuerzo por flexión en la dirección vertical y horizontal aplicando el método de los esfuerzos admisibles, obteniendo como resultado el uso de varillas de carrizo de 1" cada 3 hiladas Horizontalmente y de c/0.31 m de forma vertical.

De acuerdo a los reportes de Valle A. (2019), la resistencia a la compresión de una pila de adobes es de 0.43 Mpa (4.30 kg/cm²), con una resistencia ultima de 1.07 MPa (10.70 kg/cm²), la resistencia a tracción por flexión ultima es igual a 0,044 MPa (0.44 kg/cm²), El esfuerzo admisible de corte es 0,018 MPa (0.18kg/cm²). Del cual podemos observar que los resultados obtenido para el adobe son similares a los realizados por otras investigaciones.

Periodo de Vibración

De los resultados obtenidos para los periodos de vibración se puede apreciar que tanto para la madera y el adobe se encuentra similar a los reportes de investigaciones realizadas en un laboratorio y en un software como los siguientes:

De acuerdo a los descrito por Santa María A (2018). en un módulo donde el 1er nivel es de adobe y el 2do de quincha, registro en el modo 5 un periodo de vibración de 0.154 en el primer piso.

De acuerdo a Valle A. (2019) Teniendo un peso de muro aproximadamente 100kN; se realizó el ensayo para el periodo de vibración del muro de adobe (sin refuerzo) resultando 0,11s.

De acuerdo Ordoñez, P y Lugo, Y. (2016). Al evaluar un módulo hecho con la madera pino radiata obtuvo un periodo de vibración de 0,087 seg.

V. CONCLUSIONES

- Del análisis realizado se puede determinar que la vivienda unifamiliar puede estar diseñada tanto con adobe como de madera, pero cabe enfatizar que con adobe se logra soportar los esfuerzos por flexión con un refuerzo, mientras que con la madera aún podría diseñarse para muchos más pisos manipulando sus secciones, sin sobrepasar los esfuerzos permitidos por la norma E.010 del RNE.
- Para el Diseño de Adobe se alcanzó esfuerzos en compresión de 2.90 kg/cm², Flexión 2.88 kg/cm² y por corte 0.13 kg/cm²; realizándose un diseño de refuerzo con Carrizo o Caña Brava donde se tiene 2 varillas Ø1" @ 3 hiladas (refuerzo horizontal) y 1 varilla Ø1" @ 0.31m (refuerzo vertical); mientras que para el diseño de la madera se alcanzó esfuerzos de compresión 5.31 kg/cm², flexión 61.69 kg/cm², Corte 4.22 kg/cm².
- Del análisis Dinámico realizado para el diseño de la vivienda unifamiliar se pudo encontrar que la deformación máxima para el adobe fue de 2.460382 mm, mientras que la madera alcanzó 6.220415mm. Así mismo se obtuvo su distorsión de entrepiso de 0.003 y 0.006 respectivamente.
- Para la vivienda unifamiliar se realizó el análisis dinámico obteniéndose un periodo de vibración en la estructura de 0.119 seg. en el adobe y 0.252seg. para el diseño con madera.
- El diseño de las viviendas de madera y adobe se realizó en base a las dimensiones obtenidas del modelamiento (análisis dinámico) utilizándose las recomendaciones de las normas, las cuales han sido plasmadas y mencionadas en los planos de arquitectura (Distribución, elevación, corte) y estructuras (Cobertura, cimentación típica, Detalles) adjuntados.

VI. RECOMENDACIONES

- El uso de la madera es más adecuado para elementos estructurales porque puede llegar a soportar esfuerzos por encima a los hallado en esta investigación, manipulando sus secciones, a diferencia del adobe que tiene esfuerzos admisibles y últimos muy bajos y superando los hallados con un refuerzo a flexión.
- Para un modelado en Etabs de este tipo de estructuras se recomienda agregar edges constraints en la discretización del adobe, a diferencia del entablado de la madera donde no se debe tomar en cuenta esta opción, ya que se pretende que los pies derechos resistan todos los esfuerzos producidos, así mismo no se debe asignar diafragmas rígidos puesto que no hay vigas peraltadas, ni viguetas que conecten toda la estructura como una sola, por el contrario se pretende que se desplacen los nudos libremente durante el análisis dinámico.
- Cuando se trabaje con techo livianos, no se debe agregar al modelo como un elemento membrana en una dirección u otro, ya que absorberá esfuerzos y rigidizará la estructura, para estos casos es mejor realizar un metrado de cargas, para asignarlo por metro lineal en los muros respectivos.
- Se recomienda realizar un análisis de la capacidad de la adherencia de los refuerzos, ya sea de carrizo o caña brava; con los materiales de las unidades de adobes y sus juntas.
- Se debe realizar un estudio actual de la importancia e interés de los pobladores de dicho C.P. entre una construcción de madera y adobe, así mismo evaluar cuanto conocen sobre su proceso constructivo y las posibilidades para conseguir dichos materiales; de igual manera, identificar los riesgos más relevantes para las construcciones con los materiales ya mencionados; como es el caso del uso de posibles pinturas para la resistencia al fuego (retardantes) para los diseños con madera.

VII. AGRADECIMIENTO

Primero agradecer a Dios por la vida, por la salud y poder mi culminar mi tesis.

Segundo agradecer a mis padres por su esfuerzo y su apoyo, a mi familia y mi pareja por su motivación.

Tercero agradecer al Arq. Flores Luera, Toshiro por sus pautas en el aspecto arquitectónico y al Ing. Leon Ulloa, Dennys por sus consejos.

Cuarto agradecer a mi asesor Ing. Flores Reyes, Gumercindo por los consejos y pautas para poder mejorar y culminar la tesis.

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Norma E.010. Madera (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). SENCICO. <https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>
- Actualización Norma E.010. (2014). “Lista de Especies Agrupadas”. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). <https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>
- Norma E.020. Cargas (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). SENCICO. <https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>
- Norma E.030. Diseño Sismoresistente (2018). Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). SENCICO <https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>
- Norma E.080. Adobe (2017). Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). SENCICO. <https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>
- Norma TH.010 Habilitaciones Residenciales (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). ICG. <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- Norma A.10. Condiciones Generales de Diseño (2014). Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). EL PERUANO. <https://url2.cl/uZeJU>
- Manual de Construcción. Edificaciones Antisísmicas de adobe (2010). Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. <https://url2.cl/QWJpy>
- Fernandez M. (2015). “La Madera Contralaminada Como Alternativa En Sistemas De Baja Energia Estructural”. <https://url2.cl/A4tWq>
- Argüello F. (2015). “Prototipo De Vivienda De Bajos Recursos Con Material Reciclado (Modelación SAP, Caracterización De Los Materiales, Animación Virtual) “. <https://url2.cl/piUBr>
- Romero C. (2016). “Diseño De Una Vivienda De Madera De Dos Niveles Con El Sistema De Poste Y Viga”. Repositorio de PUCP. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7609>

- Ordoñez, P y Lugo, Y. (2016). “Estructuras de Madera Aplicadas al Sector de Construcción en el Perú”. Repositorio de PUCP.
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6834>
- Becerra G. (2019). “Diseño Y Construcción Prefabricada Con Madera Y Tierra - Ensayo estático de carga lateral cíclica en un sistema mixto de madera y tierra alivianada”. Repositorio de PUCP.
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15280>
- Santa María A. (2018). “Comportamiento dinámico de una estructura mixta de dos pisos compuesta por adobe y quincha”. Repositorio de PUCP.
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13140>
- Valle A. (2019). “Evaluación Experimental Del Comportamiento De Muros de Adobe Reforzados Con Cuerdas Sometidos A Carga Lateral Cíclica”. Repositorio de PUCP. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/14632>
- Céspedes K. (2018). “Diseño arquitectónico de una Bodega Vitivinícola utilizando el adobe estabilizado, en Chimbote – 2017”.
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/8354>
- Espinoza L. & Moreno J. (2018). “Análisis de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de adobe de dos niveles en el Jirón José Olaya, Huaraz - 2018”.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/32571>
- Vicerrectorado de investigación – DGI. (2019). Líneas de Investigación USP. Resolución de consejo universitario N° 4201 – 2019– USP/ CU. (pág. 15).
<https://url2.cl/yhxfQ>
- Ramos C. (2015). “Los paradigmas de la Investigación científica”.
<https://url2.cl/qdI3n>
- Supo F. (2014). “Fundamentos teóricos y procedimientos de la investigación científica en ciencias sociales”. <https://url2.cl/YnsCv>
- Lorenzo J. (2018). “tutorial de estadística”. Estadística y Sistemas de Información Educativa. (libro).

<https://ansenuza.unc.edu.ar/comunidades/handle/11086.1/1202>

Salazar C. & Del Castillo S. (2018). "Fundamentos Básicos de Estadística". 1era edición. <https://url2.cl/ZFS5m>

FAO & CITEMADERA (2018). "La industria de la madera en el Perú". <http://www.fao.org/3/I8335ES/i8335es.pdf>

PADT-REFORT. (1984). "Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino". <https://url2.cl/8cqBr>

Del Castillo F. (2018). "Método Del Elemento Finito Y AutoFEM". <https://url2.cl/5xl8t>

Torres R. (2016). "Las Fibras Naturales Como Refuerzo Sísmico En La Edificación De Viviendas De Adobe En La Costa Del Departamento De Ica". <https://core.ac.uk/reader/162861490>

Taboada J. & De Izcue A. (2009). "Análisis Y Diseño De Edificios Asistido Por Computadoras". <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/155>

CSi knowledge Base . (2020). "Thin vs. Thick shells". Etabs. <https://wiki.csiamerica.com/display/kb/Thin+vs.+Thick+shells>

Etabs. (2016). "Computers & Structures, inc." <https://url2.cl/BFeFz>

Norma E.060. "Concreto Armado" (2009). Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). ICG. <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

Bonilla D. & Merino J. (2017). "Estudio de las propiedades físicas de la caña de guhua". <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17267>

SODIMAC. (2020). Características físicas de la Calamina. <https://url2.cl/IMk54>, <https://url2.cl/ewgxy>

Chiumenti M. (2012). "Momentos de Inercia". Recuperado de http://files.freddy-jose-henriquez.webnode.com.ve/200000106_1c7911ef52/Libro%20Inercias.pdf

ANEXOS Y APÉNDICE

Tabla 22

Ficha Técnica de la madera tornillo (RNE E.010.Madera)

Madera Aserrada de uso Estructural	
Nombre Comercial	Tornillo
Nombre científico	CEDRELINGA CATENAEFORMIS
Grupo Estructural	C
Propiedades Físicas	
Densidad Básica (gr/cm ³)	0.45
Contenido de Humedad (CH)	30% (PADT-REFORT, pág. 520)
Peso Específico (gr/cm ³ , CH=30%)	0.90 (RNE E.020)
Módulo de Poisson	0.325
Propiedades Mecánicas	
Esfuerzos Admisibles (kg/cm²)	
Módulos de Elasticidad - Emin	55000
Flexión fm	100
Tracción paralela ft	75
Compresión paralela fc //	80
Compresión perpendicular fc	15
Corte paralelo fv	8

Fuente: Elaboración propia

Nota: Para el caso de diseño de viguetas, correas, en- tablados, entramados, etc., donde exista una acción de conjunto garantizada, estos esfuerzos pueden incrementarse en un 10%. (RNE E.010, Art. 4.5).

Reglamento Nacional de Edificaciones E.080 (2017) en el artículo 8 de la presente norma nos indica cuales son los esfuerzos mínimos de rotura que se deben obtener en los ensayos.

Tabla 23

Ficha Técnica del Adobe (RNE E.080)

Adobe de uso Estructural	
Nombre	Adobe
Medidas	8x18x40cm
Propiedades Físicas	
Peso Específico (gr/cm ³)	1.60 RNE E.020
Módulo de Poisson	0.25 (Torres R.)
Propiedades Mecánicas	
Esfuerzos de Rotura Mínimos (kg/cm²)	
Módulos de Elasticidad - Emin	2040
Tracción de la unidad	0.81
Tracción del mortero	0.12
Compresión de murete	6.12 ($\div 2.5 = 2.448$)
Tracción Indirecta de murete	0.25
Tracción por flexión	1.42

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los esfuerzos admisibles se deben calcular tomando un coeficiente de seguridad de 2.5 por variación de calidad en material, calidad de ejecución y evaluación de las cargas. En caso de no realizar los ensayos de laboratorio se considera un coeficiente de seguridad de 3 (RNE E.080, 2017, art. 9).

De acuerdo a Valle A. nos dice que de las investigaciones de San Bartolomé y Quiun (2013), el módulo de corte puede asumirse como $G = 0.40 \times E$, resultando en este caso para el adobe $G=816\text{kg/cm}^2$.

Tabla 24

Ficha Técnica de pre dimensionamiento de la vivienda unifamiliar de adobe (RNE E.080)

Características Físicas			
e = e0 =	0.40	m	espesor muro
b (3e) =	1.20	m	long. del muro sin vanos
a =	1.00	m	puerta Art. 34 - RNE A.010
L=2b+a	3.4	m	
H(altura) =	2.85	m	
Propiedades Físicas			
e = e0	0.40		ok
L/3=	1.1333333		ok
3e ≤ b ≤ 5e			ok
L + 1,25H	≤	17,5e	
6.963	≤	7	ok

Fuente: Elaboración propia

Nota: La ficha técnica se elaboró teniendo en cuenta los límites geométricos de muros y vanos, así como la densidad de muros y simetría en el software "Microsoft Excel" (RNE E.080, 2017, art. 6).

Tabla 25*Ficha Técnica de las características y propiedades del Techo Liviano*

Características Físicas	
Nombre	Calamina Metálica Galvanizada
Medidas	0.14mm x 0.8m x 3.6m = 2x (014mmx0.80mmx1.80m) (SODIMAC)
Peso	3.35kg/u (SODIMAC)
Propiedades Físicas	
Nombre	Palos de Eucalipto
Densidad Básica (gr/cm ³)	0.57 (Ordoñez P & LugoY.)
Grupo	B (agrupación de la Norma E.010)
Peso Específico kg/m ³	1000 (E.020. Cargas)
D=	4"
D=	0.1016 m
Área=	0.00810732 m ²
Peso Aprox. x ML =	8.11 Kg/ML

Fuente: Elaboración propia

Nota: El grupo al que pertenece la madera de eucalipto se infiere asignándole de acuerdo a su densidad básica, con el fin para obtener un peso específico referencial para posteriormente realizar el metrado CM del techo liviano.

Carga Muerta (RNE E.020, Art. 3).**Tabla 26***Metrado de CM*

Bloque 1	N° de Calaminas inc. Cortes y detalles	Peso de Calaminas (kg)	Palos de Eucalipto		Peso de Palos (kg)	Ejes	% P Calamina	% P Palos	Peso Tributario (kg)	Long. Del Eje (m)	Carga Muerta (kg/m)
			N°	Long.							
Sala y Cocina Corral	18	60.30	13	4.4	463.74	Eje 1	48.5%	48.5%	254.39	8	31.80
						Eje 4	51.5%	51.5%	269.65		68.11
	18	60.30	13	5.15	542.79	Eje 6	54.4%	54.4%	327.89	8	40.99
Bloque 2 y 3	N° de Calaminas inc. Cortes y detalles	Peso de Calaminas (kg)	Palos de Eucalipto		Peso de Palos (kg)	Ejes	% P Calamina	% P Palos	Peso Tributario (kg)	Long. Del Eje (m)	Carga Muerta (kg/m)
			N°	Long.							
Baño	5	16.75	6	3.48	169.28	Eje 1	46.0%	46.0%	85.53	3.6	23.76
						Eje 2	54.0%	54.0%	100.50		27.92
Dorm. 03	9	30.15	7	5.15	292.27	Eje 1	44.7%	44.7%	143.99	3.6	40.00
						Eje 3	55.3%	55.3%	178.43		49.56
Dorm. 01 y 02	13.75	46.06	12	4.25	413.47	Eje 5	50.6%	50.6%	232.47	7.2	32.29
						Eje 6	49.4%	49.4%	227.06		31.54

Fuente: Elaboración propia

Carga Viva del Techo (RNE E.020, Art. 7).

Para techos con coberturas livianas de planchas onduladas o plegadas, calaminas, fibrocemento, material plástico, etc., cualquiera sea su pendiente, 0,30 kPa (30 kgf/m²)

Para el presente proyecto se considerará la CV actuante sobre los muros de acuerdo a las áreas de los ambientes

CV de techo= 30 kg/m²

Bloque 1	Ancho (m)
Entre Eje 1 y 4:	3.40
Entre Eje 4 y 6:	4.00

Bloque 2	Ancho (m)
Entre Eje 1 y 2:	1.60
Entre Eje 1 y 3:	3.00
Entre Eje 5 y 6:	2.60

Carga Viva del Techo (RNE E.020, Art. 7).

Tabla 27

Medrado de CV

Bloque 1		Ancho Tributario (m)	Carga Distribuida S/techo (kg/m)	Ancho int. Muro (m)	Carga Viva S/muro (kg/m)	Ancho de voladizo (m)	Carga Viva S/Voladizo (kg/m)	Carga Total (kg/m)
Eje 1:		1.70	51	0.40	12	0.40	12.00	75.00
Eje 4:		3.70	111	0.40	12			123.00
Eje 6:		2.00	60	0.40	12	0.40	12.00	84.00
Bloque 2 y 3		Ancho Tributario (m)	Carga Distribuida S/techo (kg/m)	Ancho int. Muro (m)	Carga Viva S/muro (kg/m)	Ancho de voladizo (m)	Carga Viva S/Voladizo (kg/m)	Carga Total (kg/m)
Baño	Eje 1:	0.80	24	0.40	12	0.40	12.00	48.00
	Eje 2:	0.80	24	0.40	12	0.68	20.25	56.25
Dorm. 03	Eje 1:	1.50	45	0.40	12	0.40	12.00	69.00
	Eje 3:	1.50	45	0.40	12	1.35	40.50	97.50
Dorm. 01 y 02	Eje 5:	1.30	39	0.40	12	0.45	13.50	64.50
	Eje 6:	1.30	39	0.40	12	0.40	12.00	63.00

Fuente: Elaboración propia