

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**PROPUESTA DE VIVIENDA DE BAJO COSTO QUE INCORPORE
ASPECTOS DE VIVIENDA BIOAMIGABLE EN ZONA DE ELEVADO
PELIGRO SÍSMICO EN VENEZUELA**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por la Bachiller:
González Gutiérrez, María de los Ángeles
Para optar al Título de Ingeniero Civil

Caracas, 2012

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROPUESTA DE VIVIENDA DE BAJO COSTO QUE INCORPORE ASPECTOS DE VIVIENDA BIOAMIGABLE EN ZONA DE ELEVADO PELIGRO SÍSMICO EN VENEZUELA

TUTOR ACADÉMICO: Prof. María E. Korody

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por la Bachiller:
González Gutiérrez, María de los Ángeles
Para optar al Título de Ingeniero Civil

Caracas, 2012

ACTA DE GRADO

ACTA

El día **01/11/2012** se reunió el jurado formado por los profesores:

Milagros Lara

Ricardo Bonilla

María Eugenia Korody

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: "**Propuesta de Vivienda de Bajo Costo que incorpore aspectos de Vivienda Bioamigable en Zona de Elevado Peligro Sísmico en Venezuela**".

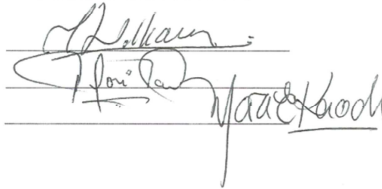
Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al Título de **INGENIERO CIVIL**.

Una vez oída la defensa oral que el (la, las, los) bachiller(es) hicieron de su Trabajo Especial de Grado, este jurado decidió las siguientes calificaciones:

NOMBRE	CALIFICACIÓN	
	Números	Letras
Br. María de los Ángeles González	20	VEINTE

Recomendaciones:

FIRMAS DEL JURADO



Caracas, 01 de Noviembre de 2012

Aprobado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Civil en la Sesión del 13/02/2006

DEDICATORIA

A Dios y la Virgen, por brindarme la fortaleza y seguridad necesaria para terminar este trabajo.

A mis padres, por ser la base fundamental de todo lo que soy, por su ejemplo de perseverancia y dedicación.

A mi Abuela, Mercedes López, por brindarme todo el afecto, cariño y apoyo del mundo en vida.

A mi hermana Mariangel, por su cariño y respeto.

A mis amigos del colegio, Rodrigo, Kevin; Mariangel, Jessica y Andreina, por brindarme su amistad incondicionalmente.

A la Universidad Central de Venezuela, por ser mí Alma Mater. Gracias por todas las vivencias compartidas.

A mi Colegio “San José” en Guatire, donde viví gratas experiencias y fue el lugar donde tuve la motivación de ser ingeniera.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo especial de grado, representa el término de un lapso enriquecedor para mi crecimiento profesional y personal. En esta experiencia educativa, existen personas que merecen agradecimientos porque sin su valiosa participación y ayuda no hubiese sido posible este trabajo.

A dios por brindarme fuerza e inspiración en los momentos de cansancio y angustia.

Al Ingeniero Luis Rosales y el Arquitecto Daniel Muller por ayudarme en el diseño y modificación de la vivienda que se propone.

A los Profesores María Eugenia Korody, Steve Merlo y Eliud Hernández por su paciencia y atención a las dudas presentadas.

A mis amigos “*Los Troles*”, Tulio Capriles, Félix De Veer, Mariajosé Guevara, Carla Bonillo, Roger Paredes y Emilio Azar por todos los gratos momentos compartidos y el apoyo recibido.

A Vladimir Pertuz, Charles Kotzer, y Naybelis Palacios por la gran ayuda recibida en aspectos fundamentales tanto teóricos como técnicos del presente trabajo especial.

A mis padres, Jesús González y Elide Gutiérrez, mi hermana Mariángel González y a mi prima Laurimar Gutiérrez, por apoyarme incondicionalmente durante toda mi vida.

A todas las personas que participaron e hicieron posible el desarrollo de este tema, muchas gracias por su apoyo y enseñanza.

RESUMEN

González G, María de los Ángeles

PROPUESTA DE VIVIENDA DE BAJO COSTO QUE INCORPORE ASPECTOS DE VIVIENDA BIOAMIGABLE EN ZONA DE ELEVADO PELIGRO SÍSMICO EN VENEZUELA

Tutor Académico: Prof. María E. Korody

Trabajo Especial de Grado. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería.

Escuela de Ingeniería Civil. 2012, 217 páginas.

Palabras claves: Vivienda Bioamigable, Vivienda de Bajo Costo, Déficit Habitacional, Variables Energéticas.

En la actualidad Venezuela presenta un alto déficit habitacional debido a diferentes variantes como el elevado número de damnificados por las intensas lluvias ocurridas durante los años 2010 y 2011 y la construcción de viviendas informales, inestables y sin salubridad donde habitan gran cantidad de personas de bajos recursos económicos, los cuales son consecuencia de los pocos planes urbanísticos en el país. Por ello, tanto el sector privado como público se han interesado en la construcción de viviendas de bajo costo con la limitante de crear los espacios con requerimientos o dimensiones mínimas (establecidos en el marco legal vigente), excluyendo el concepto de habitabilidad, el cual para este trabajo se asocia con la medida de confort que experimentará el usuario con la estructura. Otra problemática que afecta al país es la disminución en los niveles de los embalses que surten de agua al territorio y que permiten la generación de la energía eléctrica, lo cual conlleva medidas como la racionalización de la electricidad por medio de cortes de luz, afectando por ende uno de los principales servicios básicos que debe brindar toda vivienda a sus habitantes.

Este contexto ha motivado a la autora a proponer un diseño de vivienda de bajo costo que involucre aspectos de vivienda bioamigable, lo cual permite una relación favorable entre la arquitectura y el ambiente, cuidando además los aspectos de salubridad, espaciamento y sismorresistencia específicamente para la Ciudad de Valencia, Estado Carabobo. Para lograr este objetivo ha sido necesario recopilar información e investigaciones sobre el tema de vivienda bioamigable, desarrollar un concepto que relacione los aspectos arquitectónicos y de sismorresistencia para la realidad venezolana, hacer un diseño dentro de estas condiciones y someterlo a contrastación con viviendas de bajo costo ya edificadas utilizando criterios económicos y de diseño.

Por medio de una escala evaluativa propuesta la vivienda diseñada fue la única en cumplir con todos los requerimientos para una vivienda bioamigable; de esta manera todas las viviendas de los planes habitacionales actuales que se estudiaron presentaron características que las hacen vulnerables a disminuir el confort térmico y/o la habitabilidad dentro del recinto.

El costo unitario de construcción de la vivienda propuesta en el Trabajo Especial de Grado supera aproximadamente en un 14 % a las otras estudiadas, aún cuando incluye aspectos bioamigables relevantes para la disminución de las variables energéticas.

TABLA DE CONTENIDO

ACTA DE GRADO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTOS	V
LISTA DE TABLAS.....	XII
LISTA DE FIGURAS	XV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
TEMA DE INVESTIGACIÓN	2
I.1 Planteamiento del Problema	2
I. 2 Objetivos	3
I. 3 Aportes.....	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO.....	5
II.1 Vivienda de bajo costo	5
II.2 Vivienda Bioamigable.....	8
II.3 Características Normativas	32
II.4 Déficit habitacional	33
CAPÍTULO III	35
MÉTODO.....	35
III. 1 Desarrollo del trabajo.	35
III. 2 Limitaciones	38
CAPÍTULO IV	39
DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES PARA EL DISEÑO Y ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL.....	39
IV.1 Aspectos arquitectónicos.....	39
IV.1.2 Información Preliminar de la zona en estudio.....	39
IV.1.2 Distribución de los espacios.	41
IV.1.3 Divisiones internas	41
IV.1.4 Ventilación Cruzada	46
IV.1.5 Materiales.....	50

IV.1.6 Aislamiento térmico	56
IV.2 Aspectos estructurales	57
IV.2.1 Materiales constructivos	57
IV.2.2 Definición del espectro de diseño.....	57
IV.2.3 Casos de carga estática	59
IV.2.4 Definición de las cargas	59
IV.2.5 Combinaciones de cargas	60
IV.2.6 Método de análisis.....	62
IV.2.7 Combinación de masas participativas	62
IV.2.8 Valores límites de los desplazamientos.....	62
CAPITULO V	63
RESULTADOS.....	63
V.1 Análisis Bioclimático de la Vivienda Propuesta	63
V.2 Contrastación de los aspectos bioamigables de la vivienda propuesta con las viviendas de bajo costo en la actualidad.	74
V.2 .1 Vivienda Corpozulia.....	74
V.2.1.1 Materiales	74
V.2.1.2 Ventilación Cruzada	76
V.2.1.3 Modelo en Ecotect.....	80
V.2.2 Vivienda Petrocasa.....	83
V.2.2.1 Materiales.....	83
V.2.2.2 Ventilación Cruzada	86
V.2.2.3 Modelo en Ecotect.....	91
V.2 .3 Tablas Comparativas.....	94
V.3 Diseño Estructural	99
V.3.1 Solicitaciones ante acciones sísmicas en los pórticos.....	99
V.3.1.1 Participación modal	105
V.3.1.2 Revisión y Corrección del Corte Basal de la vivienda	106
V.3.1.3 Revisión de Derivas.....	111
V.3.1.4 Participación modal incluyendo la rigidez de la tabiquería.	116
V.3.1.5 Revisión del Corte Basal incluyendo la rigidez de la tabiquería	117

V.3.1.6 Revisión de derivas incluyendo rigidez por tabiquería.....	120
V.3.2 Solicitaciones ante acciones eólicas en los pórticos	122
V.3.2.1 Cálculo de acciones resistentes a viento.....	123
V.3.2.1.1 Presión dinámica.....	123
V.3.2.1.2 Factor de Respuesta ante ráfagas	123
V.3.2.1.3 Cálculo de las reacciones sobre el sistema resistente a sismo.....	124
V.3.2.2 Cálculo de acciones sobre componentes y cerramientos.....	130
V.3.2.3 Modelo en ETABS 9.7™	133
V.3.3 Perfiles finales para pórticos estructurales	140
V.4. Diseño de fundaciones	142
V.4.1 Módulo de balasto	143
V.4.2 Sistema de fundación	143
V.4.3 Modelo en SAFE 12.3.1	144
V.4.4 Esfuerzos actuantes en el suelo en la condición de servicio.....	161
V.4.5 Control de esfuerzos de tracción en el suelo.....	163
V.4.6 Verificación por punzonado	163
V.4.7 Verificación por corte.....	164
V.4.8 Aceros requeridos en cada dirección para la losa de fundación	167
V.5 Diseño de instalaciones	172
V.5.1 Instalaciones Sanitarias.....	172
V.5.1.1 Aguas Blancas.....	172
V.5.1.2 Aguas Residuales.....	175
V.5.1.3 Aguas de Lluvia.....	176
V.5.2 Instalaciones Eléctricas.....	178
V.6 Presupuesto.....	184
V.6.1 Presupuesto de la Vivienda Bioamigable Propuesta.....	184
V.6.2 Comparación de los costos con los planes habitacionales estudiados	192
CAPITULO VI	193
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	193
VI. 1 Características de los materiales y técnicas constructivas	193
VI. 2 Vivienda Bioamigable	193

VI. 3 Diseño Estructural	195
VI. 4 Diseño de Fundaciones	196
VI. 5 Diseño de las Instalaciones	196
VI. 6 Presupuesto.....	197
CAPITULO VII.....	198
CONCLUSIONES	198
RECOMENDACIONES.....	200
REFERENCIAS.....	201

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Zonas Climáticas de Venezuela para el Diseño Bioclimático.....	12
Tabla 2. Reflectividad en Superficies externas	19
Tabla 3. Resistencia térmica en techos	23
Tabla 4. Características generales de la Ciudad de Valencia, Edo. Carabobo.....	39
Tabla 5. Áreas principales de la vivienda propuesta.....	42
Tabla 6. Dimensiones mínimas en ambientes	43
Tabla 7. Distancias mínimas de las piezas sanitarias	45
Tabla 8. Áreas naturales de ventilación	49
Tabla 9. Características Finales de los materiales de la vivienda propuesta	56
Tabla 10. Parámetros del Espectro de Diseño.....	58
Tabla 11. Casos de carga estática.....	59
Tabla 12. Combinaciones para el diseño de las edificaciones por acciones sísmicas	60
Tabla 13. Combinaciones de servicio de las fundaciones por acciones sísmicas	61
Tabla 14. Combinaciones para el diseño de las fundaciones por acciones sísmicas	61
Tabla 15. Combinaciones para el diseño de las edificaciones por acciones eólicas	62
Tabla 16. Cálculo de la Resistencia térmica para el techo de la vivienda Corpozulia.	74
Tabla 17. Cálculo de la Resistencia térmica para paredes de bloque de arcilla de la vivienda Corpozulia.	75
Tabla 18. Cálculo de la Resistencia térmica para pared con bloques macizo de arcilla de la vivienda Corpozulia.	75
Tabla 19. Cálculo de la Resistencia térmica para el techo de la vivienda Petrocasa	83
Tabla 20. Cálculo de la Resistencia térmica para pared con bloques macizo de arcilla de la vivienda Petrocasa.	84
Tabla 21. Características Generales en viviendas de bajo costo.....	94
Tabla 22. Características Generales en viviendas de bajo costo.....	95
Tabla 23. Acabados en las construcciones de bajo costo.	95
Tabla 24. Acabados en las construcciones de bajo costo.	95
Tabla 25. Características de la envolvente en viviendas de bajo costo.	96
Tabla 26. Características de la envolvente en viviendas de bajo costo.	96
Tabla 27. Características de la envolvente en viviendas de bajo costo	96
Tabla 28. Características de la envolvente en viviendas de bajo costo	97

Tabla 29. Características de la envolvente en viviendas de bajo costo.....	97
Tabla 30. Características bioamigables de la envolvente en viviendas de bajo costo.....	98
Tabla 31. Unidad de Vivienda Bioamigable.....	98
Tabla 32. Características técnicas de los perfiles VP y CP.....	101
Tabla 33. Masa participativa.....	105
Tabla 34. Peso sísmico de la estructura.....	108
Tabla 35. Máxima deriva permitida por el tipo de edificación.....	113
Tabla 36. Comprobación de las derivas obtenidas en la vivienda propuesta	113
Tabla 37. Calculo del peso de la tabiquería.....	114
Tabla 38. Masa Participativa incluye la tabiquería.....	117
Tabla 39. Peso sísmico con el aporte de la rigidez por la tabiquería.....	117
Tabla 40. Comprobación de las derivas obtenidas en la vivienda propuesta incluyendo rigidez por tabiquería.....	122
Tabla 41. Datos de la vivienda propuesta para el cálculo de las acciones eólicas	122
Tabla 42. Presiones dinámicas en fachadas.....	123
Tabla 43. Factor de respuesta ante ráfagas en sistemas resistente a viento	124
Tabla 44. Factor de ráfaga en componentes y cerramientos.....	124
Tabla 45. Permeabilidad en las fachadas de la vivienda propuesta	124
Tabla 46. Coeficientes de Empuje y Succión por Viento Paralelo a la cumbrera en fachadas.....	125
Tabla 47. Coeficientes de Empuje y Succión por Viento Paralelo a la cumbrera en techo	126
Tabla 48. Coeficientes de Empuje y Succión por Viento transversal a la cumbrera en fachadas.....	126
Tabla 49. Coeficientes de Empuje y Succión por Viento transversal a la cumbrera en techo	126
Tabla 50. Acciones del viento en sistemas resistentes a viento	127
Tabla 51. Acciones del viento en sistemas resistentes a viento finales.....	127
Tabla 52. Ancho “a” para definir las zonas de los cerramientos y componentes	130
Tabla 53. Acciones del viento en componentes y cerramientos	131
Tabla 54. Perfiles definitivos de la vivienda propuesta	140
Tabla 55. Coeficientes de Balasto	143
Tabla 56. Reacciones del sismo dinámico en “X”	149
Tabla 57. Signos del sismo estático en “X”	149
Tabla 58. Reacciones del sismo estático en “X” real en ETABS 9.7™	149
Tabla 59. Reacciones del sismo estático en “X” real en SAFE 12.3.1™	150
Tabla 60. Reacciones del sismo dinámico en “Y”	150
Tabla 61. Signos del sismo estático en “Y”	150

Tabla 62. Reacciones del sismo estático en “Y” para el programa ETABS 9.7 TM	151
Tabla 63. Reacciones del sismo estático en “Y” para el programa SAFE 12.3.1 TM	151
Tabla 64. Velocidades y pérdidas de carga recomendadas para las tuberías de aguas blancas	173
Tabla 65. Cálculo de diámetros en red de aguas blancas	174
Tabla 66. Cálculo de presiones residuales.	174
Tabla 67. Diámetros mínimos recomendados para las piezas sanitarias.	176
Tabla 68. Cálculo de diámetros de aguas servidas.	176
Tabla 69. Dimensiones de la Red de agua de lluvia	178
Tabla 70. Cálculo de las cargas en los circuitos de la vivienda propuesta	180
Tabla 71. Acometida principal de la vivienda propuesta	182
Tabla 72. Requerimientos mínimos de alumbrado y tomacorrientes	183
Tabla 73. Costos Finales sin I.V.A para cada actividad	184
Tabla 74. Subtotal de Obras Preliminares	184
Tabla 75. Subtotal de Estructuras	185
Tabla 76. Subtotal de Arquitectura	186
Tabla 77. Subtotal de Instalaciones Sanitarias	188
Tabla 78. Subtotal de Instalaciones Eléctricas y Total de la Vivienda Propuesta	190
Tabla 79. Análisis de Precio Unitario para el techo tipo TERMOPANEL	191
Tabla 80. Costos de las viviendas en Estudio a la fecha.	192

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vivienda CORPOZULIA	7
Figura 2. Vivienda PETROCASA.....	8
Figura 3. Intercambios de calor del cuerpo humano con el ambiente	10
Figura 4. Clasificación climática en el diagrama psicrométrico.....	13
Figura 5. Presiones a barlovento y sotavento del viento	15
Figura 6. Ejemplo de ubicación adecuada de vivienda por la incidencia del viento	16
Figura 7. Vegetación como elemento de sombreado	17
Figura 8. Techo como Protección solar de las paredes.....	20
Figura 9. Influencia de la Ventilación del techo en la ventilación natural.....	21
Figura 10. Control Solar en Paredes y Techos.....	23
Figura 11. Utilización del Contorno Urbano como bloqueo solar.....	26
Figura 12. Aprovechamiento de la Ventilación Natural.....	27
Figura 13. Índice de Eficiencia para los tipos de ventana.....	27
Figura 14. Acabados claros dentro de la edificación	28
Figura 15. Diagrama Estereográfico.....	28
Figura 16. Ejes principales de la Vivienda Propuesta.....	42
Figura 17. Ejes principales de la Vivienda Propuesta Definitiva.....	43
Figura 18. Planta de la Vivienda Propuesta Definitiva.....	43
Figura 19. Mobiliario en la Vivienda Propuesta	44
Figura 20. Separaciones de las piezas sanitarias	44
Figura 21. Distancias entre muebles y ambientes.	45
Figura 22. Planta de Vivienda Bioamigable.....	61
Figura 23. Fachada Principal de Vivienda Bioamigable.	61
Figura 24. Ventilación cruzada en planta modelo 1 Viv. Propuesta.....	46
Figura 25. Ventilación cruzada en planta modelo 2 Viv. Propuesta.....	47
Figura 26. Ventilación cruzada en planta modelo 3 Viv. Propuesta.....	48
Figura 27. Ventilación cruzada en planta modelo 4 Viv. Propuesta.....	48
Figura 28. Ventanas de áreas públicas y dormitorios.....	49
Figura 29. Ventanas de sanitarios y Lavadero.	49
Figura 30. Planta Techo	50
Figura 31. Cubierta de TERMOPANEL®.....	51
Figura 32. Protección Solar de Techos	51
Figura 33. Fijación en Solape en techo de TERMOPANEL®.....	52
Figura 34. Fachada de la vivienda propuesta Modelo 1	53
Figura 35. Fachada este-oeste de la vivienda propuesta	53
Figura 36. Fachada este-oeste de la vivienda propuesta	53
Figura 37. Calidad de la Protección en Paredes.	54

Figura 38. Índice de Eficiencia de Ventilación Natural.....	55
Figura 39. Espectros de diseño en zona sísmica 5 S2.....	59
Figura 40. Modelo de Paredes Perimetrales de la vivienda propuesta en ECOTEECT®	63
Figura 41. Definición de las propiedades de los bloques de concreto huecos en ECOTEECT®	63
Figura 42. Definición de los componentes de las paredes con bloques de concreto en ECOTEECT®.....	64
Figura 43. Modelo de las paredes perimetrales con las ventanas y puertas de la vivienda propuesta en ECOTEECT®.....	64
Figura 44. Definición del material para las ventanas en ECOTEECT®	65
Figura 45. Definición del material para la puerta en ECOTEECT®	65
Figura 46. Modelado del techo a dos aguas de la vivienda propuesta en ECOTEECT®	65
Figura 47. Definición del material del techo de la vivienda propuesta en ECOTEECT®	66
Figura 48. Definición de los componentes del techo de la vivienda propuesta en ECOTEECT®	66
Figura 49. Visualización de la vivienda propuesta en ECOTEECT®	67
Figura 50. Definición de los parámetros bioclimáticos de la Ciudad de Valencia, Edo. Carabobo en ECOTEECT®.....	67
Figura 51. Definición del viento que incidirá en la vivienda propuesta	68
Figura 52. Definición de las variables térmicas dentro de la vivienda propuesta en ECOTEECT®	68
Figura 53. Definición de la estrategia de diseño en ECOTEECT®	68
Figura 54. Temperatura de las paredes de la vivienda propuesta para el día más caluroso del año 2010, en ECOTEECT®	69
Figura 55. Temperatura del techo de la vivienda propuesta para el día más caluroso del año 2010, en ECOTEECT®	69
Figura 56. Temperatura de las paredes de la vivienda propuesta para el día más frío del año 2010, en ECOTEECT®.....	70
Figura 57. Temperatura del techo de la vivienda propuesta para el día más frío del año 2010, en ECOTEECT®.....	70
Figura 58. Numeración de ventanas para el estudio del diagrama solar en ECOTEECT®	71
Figura 59. Diagrama solar estereográfico de la ventana N° 1	71
Figura 60. Diagrama solar estereográfico de la ventana N° 2	71
Figura 61. Diagrama solar estereográfico de la ventana N° 3.....	72
Figura 62. Diagrama solar estereográfico de la ventana N° 4.....	72

Figura 63. Diagrama solar estereográfico de la ventana N°5	72
Figura 64. Diagrama solar estereográfico de la ventana N°6	72
Figura 65. Diagrama solar estereográfico de la ventana N°7	73
Figura 66. Diagrama solar estereográfico de la ventana N°8	73
Figura 67. Diagrama solar estereográfico de la ventana N°9	73
Figura 68. Diagrama solar estereográfico de la ventana N°10	73
Figura 69. Protección Solar de Techos. Corpozulia.	74
Figura 70. Protección Solar de Paredes en la Vivienda CORPOZULIA.	75
Figura 71. Índice de Eficiencia en Ventanas.....	76
Figura 72. Ventilación cruzada de planta modelo 1 Corpozulia.....	76
Figura 73. Ventilación cruzada de planta modelo 2 Corpozulia.....	77
Figura 74. Ventilación cruzada de planta modelo 3.....	78
Figura 75. Ventilación cruzada de planta modelo 4.....	78
Figura 76. Ventilación cruzada en planta modelo 5 Corpozulia.....	79
Figura 77. Visualización de la vivienda Corpozulia, fachada principal en ECOTECT®	80
Figura 78. Visualización de la vivienda Corpozulia, fachada posterior en ECOTECT®	80
Figura 79. Definición de los bloques de arcilla macizos, en ECOTECT®.....	81
Figura 80. Definición de los bloques de arcilla huecos, en ECOTECT®	81
Figura 81. Definición del techo de la vivienda Corpozulia, en ECOTECT®.....	81
Figura 82. Definición de los componentes del techo tipo sofito metálico.....	81
Figura 83. Temperatura de las paredes de la vivienda Corpozulia para el día más caluroso del año 2010.	82
Figura 84. Temperatura del techo de la vivienda Corpozulia para el día más caluroso del año 2010.	82
Figura 85. Temperatura del techo de la vivienda Corpozulia para el día más frío del año 2010.....	83
Figura 86. Protección Solar de Techos. Petrocasa.	84
Figura 87. Protección solar de Paredes. Petrocasa.	85
Figura 88. Índice de Eficiencia en Ventanas. Petrocasa.	86
Figura 89. Ventilación cruzada en planta modelo 1 Petrocasa.....	87
Figura 90. Ventilación cruzada en planta modelo 2 Petrocasa.....	88
Figura 91. Ventilación cruzada en planta modelo 3. Petrocasa.....	89
Figura 92. Ventilación cruzada en planta de modelo 4 Petrocasa.....	90
Figura 93. Ventilación cruzada en planta de modelo 5 Petrocasa.....	90
Figura 94. Visualización de la vivienda Petrocasa en ECOTECT®.....	91
Figura 95. Definición de las paredes de PVC, en ECOTECT®	91
Figura 96. Definición de los componentes de las paredes de PVC	92
Figura 97. Definición del techo de la vivienda Petrocasa, en ECOTECT®.....	92
Figura 98. Definición de los componentes del techo tipo PVC.....	92

Figura 99. Temperatura de las paredes de la vivienda Petrocasa para el día más caluroso del año 2010.	93
Figura 100. Temperatura del techo de la vivienda Petrocasa para el día más caluroso del año 2010.	93
Figura 101. Temperatura del techo de la vivienda Petrocasa para el día más frío del año 2010.	94
Figura 102. Ejes y planos de referencia principales.	99
Figura 103. Definición del material A-36.	100
Figura 104. Definición del material nulo para el techo.	100
Figura 105. Definición del perfil VP140. Unidades en mm	102
Figura 106. Definición del perfil VP140. Unidades en mm	102
Figura 107. Definición del espectro de diseño.	103
Figura 108. Modelo estructural de la vivienda propuesta	103
Figura 109. Relación demanda/capacidad en los perfiles de la estructura.	104
Figura 110. Relación demanda/capacidad final en los perfiles de los pórticos. ...	105
Figura 111. Aceleración de diseño	106
Figura 112. Combinación de carga para conocer el peso sísmico de la estructura	107
Figura 113. Corte basal dinámico para el sismo en “X”	108
Figura 114. Corte basal dinámico para el sismo en “Y”	109
Figura 115. Corrección del caso sísmico “X”	110
Figura 116. Corrección del caso sísmico “Y”	110
Figura 117. Corte basal dinámico para el sismo en “X” corregido	110
Figura 118. Corte basal dinámico para el sismo en “Y” corregido	111
Figura 119. Máxima deriva por el sismo “X”	112
Figura 120. .Máxima deriva por el sismo “Y”	112
Figura 121. Definición del material para la tabiquería exterior.	115
Figura 122. Modelo de la vivienda con los cerramientos.	116
Figura 123. Comprobación de la relación demanda/capacidad en los perfiles de los pórticos incluyendo rigidez de la tabiquería.	116
Figura 124. Corte basal dinámico para el sismo en “X” incluyendo rigidez por tabiquería	118
Figura 125. Corte basal dinámico para el sismo en “Y” incluyendo rigidez por tabiquería	118
Figura 126. Corrección del caso sísmico “X” incluyendo rigidez por tabiquería	119
Figura 127. Corrección del caso sísmico “Y” incluyendo rigidez por tabiquería	119
Figura 128. Corte basal dinámico para el sismo en “X” incluyendo rigidez por tabiquería corregido	120
Figura 129. Corte basal dinámico para el sismo en “Y” incluyendo rigidez por tabiquería corregido	120
Figura 130. Máxima deriva por el sismo “X” incluyendo rigidez por tabiquería. ...	121

Figura 131. Máxima deriva por el sismo “Y” incluyendo rigidez por tabiquería...	121
Figura 132. Direcciones del viento ante la vivienda propuesta.....	125
Figura 133. Acciones del viento paralelo a la cumbrera sobre el sistema resistente, Kgf/m ²	128
Figura 134. Acciones del viento transversal a la cumbrera sobre el sistema resistente, Kgf/m ²	129
Figura 135. Zonificación de los componentes y cerramientos	131
Figura 136. Acciones del viento sobre cerramientos y componentes, Kgf/m ²	132
Figura 137. Acciones eólicas en los pórticos y techo transversales a la cumbrera. Acción externa+ empuje interior, sentido positivo	133
Figura 138. Ejes locales del techo de la vivienda.....	134
Figura 139. Acciones eólicas en los pórticos y techo transversales a la cumbrera. Acción externa+ empuje interior, sentido negativo.....	134
Figura 140. Acciones eólicas en los pórticos y techo transversales a la cumbrera. Acción externa+ succión interior, sentido positivo.....	135
Figura 141. Acciones eólicas en los pórticos y techo transversales a la cumbrera. Acción externa+ succión interior, sentido negativo	135
Figura 142. Acciones eólicas en los pórticos paralelos a la cumbrera. Acción externa+ empuje interior, sentido positivo y negativo.....	136
Figura 143. Acciones eólicas en el techo paralelo a la cumbrera. Acción externa+ empuje interior, sentido positivo y negativo.....	136
Figura 144. Acciones eólicas en los pórticos paralelos a la cumbrera. Acción externa+ succión interior, sentido positivo.....	136
Figura 145. Acciones eólicas en el techo paralelo a la cumbrera. Acción externa+ succión interior, sentido positivo.....	137
Figura 146. Acciones eólicas en los pórticos paralelos a la cumbrera. Acción externa+ succión interior, sentido negativo	137
Figura 147. Acciones eólicas en el techo paralelo a la cumbrera. Acción externa+ succión interior, sentido negativo	138
Figura 148. Acciones eólicas en los componentes y cerramientos transversales a la cumbrera	138
Figura 149. Acciones eólicas en los componentes y cerramientos paralelos a la cumbrera	139
Figura 150. Acciones eólicas en los componentes y cerramientos del techo a la cumbrera	139
Figura 151. Verificación de la demanda/capacidad de los pórticos estructurales por efecto de las acciones eólicas.....	140
Figura 152. Perfiles finales en los pórticos 1, 2, 3 y 4	141
Figura 153. Perfiles finales en los pórticos A y C	141
Figura 154. Perfiles finales en el pórtico B	141
Figura 155. Momento máximos y mínimos de la vigas de transferencia VP140.	142

Figura 156. Momento máximos y mínimos de la vigas de amarre VP140.....	142
Figura 157. Casos de carga exportar desde ETABS 9.7 TM	145
Figura 158. Casos de carga exportar desde ETABS 9.7 TM	145
Figura 159. Definición de las casos de sismo estático en ETABS 9.7 TM	146
Figura 160. Definición de la excentricidad del caso sísmico estático “X” en ETABS 9.7 TM	146
Figura 161. Definición de la excentricidad del caso sísmico estático “Y” en ETABS 9.7 TM	147
Figura 162. Ubicación de las reacciones del sismo estático para exportar a Excel	147
Figura 163. Ubicación de las reacciones del sismo dinámico para exportar a Excel	148
Figura 164. Definición del sismo en “X” en el programa SAFE 12.3.1 TM	152
Figura 165. Definición del sismo en “Y” en el programa SAFE 12.3.1 TM	152
Figura 166. Base interactiva del programa SAFE 12.3.1 TM para modificar los valores de las reacciones del sismo en “X”	153
Figura 167. Reacciones en el programa SAFE 12.3.1 TM del sismo en “X”	153
Figura 168. Base interactiva del programa SAFE 12.3.1 TM para modificar los valores de las reacciones del sismo en “Y”	154
Figura 169. Reacciones en el programa SAFE 12.3.1 TM del sismo en “X”	154
Figura 170. Definición de los materiales constructivos para la losa de fundación	155
Figura 171. Definición de la losa de fundación	155
Figura 172. Planta de la losa de fundación definida	156
Figura 173. Definición de la reacción del suelo (Módulo de Balasto)	156
Figura 174. Asignación de la reacción del suelo en la losa de fundación.....	157
Figura 175. Definición del peso de las paredes en la losa de fundación	157
Figura 176. Asignación del peso de las paredes en la losa de fundación	158
Figura 177. Definición de la carga variable por el uso de la edificación en la losa de fundación.....	158
Figura 178. Asignación de la carga variable por el uso de la edificación en la losa de fundación.....	159
Figura 179. Franjas para el diseño del área de acero en el eje “X”	159
Figura 180. Franjas para el diseño del área de acero en el eje “Y”	160
Figura 181. Definición de las divisiones internas en la losa de fundación	160
Figura 182. Valores de los esfuerzos mínimos para las combinaciones de servicio	162
Figura 183. Valor mínimo de esfuerzo obtenido por las combinaciones de servicio	162
Figura 184. Valores máximos de esfuerzos obtenidos por las combinaciones de servicio (Chequeo del área a tracción).....	163

Figura 185. Revisión del punzonado en las columnas de la vivienda propuesta	164
Figura 186. Diagrama de los máximos valores de fuerza cortante por las combinaciones últimas o de diseño en las franjas de diseño “X”	165
Figura 187. Valor máximo del corte en las franjas de diseño del eje “X” por las combinaciones últimas o de diseño.....	166
Figura 188. Diagrama de los máximos valores de fuerza cortante por las combinaciones últimas o de diseño en las franjas de diseño “Y”	166
Figura 189. Valor máximo del corte en las franjas de diseño del eje “Y” por las combinaciones últimas o de diseño.....	167
Figura 190. Diagrama de los máximos valores de acero requerido por las combinaciones últimas o de diseño.....	168
Figura 191. Definición del armado de la losa de fundación por las franjas de diseño.....	169
Figura 192. Comprobación del acero requerido una vez definido el armado uniforme en la losa en las franjas de diseño	169
Figura 193. Definición del armado de la losa de fundación por elementos finitos	170
Figura 194. Comprobación del acero requerido una vez definido el armado uniforme en la losa por elementos finitos	170
Figura 195. Armado típico de acero requerido en el tope de la losa de fundación	171
Figura 196. Armado típico de acero requerido en la base de la losa de fundación	171
Figura 197. Plano de instalaciones de Aguas Blancas.....	185
Figura 198. Plano de instalaciones de Isometría de Aguas Blancas.....	185
Figura 199. Plano de instalaciones de Aguas Residuales.....	185.
Figura 200. Plano de instalaciones de Isometría de Aguas Residuales.....	185
Figura 201. Región III para curvas de precipitación.....	170
Figura 202. Curvas de Precipitación.....	170
Figura 203. Plano de instalaciones de Planta de Aguas de Lluvia.....	185
Figura 204. Plano de instalaciones de Isometría de Aguas de Lluvia.....	185
Figura 205. Tablero Principal de la Vivienda Propuesta.....	176
Figura 206. Plano de Instalaciones Eléctricas Iluminación.....	185
Figura 207. Plano de Instalaciones Eléctricas Fuerza.....	185

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, el acelerado crecimiento de zonas con problemas de hacinamiento y vulnerabilidad ha aumentado los índices de pobreza y exclusión, donde gran parte de los habitantes carecen de una vivienda digna y estable donde vivir. Como parte integral de este problema, surge un gran déficit habitacional, el cual se ha incrementado por el número de damnificados ocasionados por las fuertes lluvias de los años 2010 y 2011.

Por otra parte, el actual desarrollo tecnológico y poblacional en el país, ha condicionado un mayor consumo de energía eléctrica por los usuarios en las edificaciones. Ante esta situación surgen ideas y conceptos innovadores para mantener el confort térmico dentro de las viviendas, como es el caso del Diseño Bioclimático.

Por ello en el presente Trabajo Especial de Grado se desarrollará una solución habitacional, con el diseño de una vivienda unifamiliar, bioamigable de bajo costo, donde el enfoque o estrategia principal será realizar una obra ecológica y económica que permita un equilibrio entre las personas y el espacio que los rodea específicamente para la Ciudad de Valencia, Edo. Carabobo. Considerando aspectos que incorporan la variable energética en el diseño, tales como ubicaciones específicas de ventanas, diseño del techo y de la fachada exterior, la distribución de los espacios interiores, entre otros, cuya principal función es el acondicionamiento pasivo, la utilización de luz y ventilación natural. Además se realizará el diseño estructural, tanto por acciones sismorresistentes como eólicas. Se estudiarán las características particulares y en común de los planes habitacionales de bajo costo que se han construido actualmente, para realizar una comparación con el diseño propuesto tanto es aspectos bioamigables como en costos.

CAPÍTULO I

TEMA DE INVESTIGACIÓN

I.1 Planteamiento del Problema

En la actualidad Venezuela presenta un alto déficit habitacional, principalmente para los ciudadanos de menores recursos, que no poseen un lugar digno y estable donde vivir. Es por esto que existen gran cantidad de construcciones informales que no cumplen con la normativa vigente, lo cual conduce a viviendas vulnerables, de alto riesgo y que comprometen la cobertura de los servicios básicos como la electricidad, agua, gas directo, entre otros.

En el país, se ha producido un período de sequía intenso, ocasionando una reducción significativa del nivel de los embalses, los cuales son fuentes de abastecimiento para todo el territorio nacional. Durante el año 2010 y 2011, se implementó como medida de racionalización, los cortes de luz en diferentes sectores, debido a que las principales plantas del país son hidroeléctricas.

Otro efecto contrario a la sequía, ocasionado por el cambio climático, fue el largo período de lluvia, este causó pérdidas tanto humanas como inmobiliarias, debido a desbordamientos y deslizamientos de taludes, en zonas cercanas a cuerpos de agua, generando damnificados en el territorio nacional.

La tipología de vivienda necesaria para soportar estas condiciones (algunas no completamente previsibles) debe ser bioamigable, construida con materiales de bajo costo, de producción nacional, con un comportamiento estructural que cumpla con las normas venezolanas de diseño sismorresistente COVENIN-MINDUR 1756:2001. A partir de lo antes expuesto surgen interrogantes como: ¿Cuáles son los principales elementos arquitectónicos que caracterizan a una vivienda bioamigable? y ¿cuál es la diferencia entre una vivienda bioamigable y las otras soluciones habitacionales de bajo costo?.

El presente trabajo especial de grado propone un diseño de vivienda que incorpore elementos arquitectónicos simples que permiten reducir el consumo energético con el cumplimiento de las normas sismorresistentes vigentes.

I. 2 Objetivos

Objetivo General

Proponer una tipología de vivienda de bajo costo que incluya aspectos constructivos de vivienda bioamigable para la zona sísmica 5 en Venezuela.

Objetivos específicos

1. Caracterizar los materiales y técnicas constructivas en términos de su uso en la vivienda bioamigable.
2. Presentar un diseño de vivienda bioamigable que cumpla con la norma COVENIN-MINDUR 1756:2001 y COVENIN-MINDUR1618-1998.
3. Contrastar los aspectos de la vivienda bioamigable propuesta con soluciones habitacionales de bajo costo utilizadas en el país.
4. Contrastar costos de la vivienda bioamigable propuesta con soluciones habitacionales de bajo costo de la actualidad.

I. 3 Aportes

El presente Trabajo Especial de Grado se realiza con la finalidad de plantear una solución habitacional bioamigable para reducir el consumo de energía y de agua potable, que traerá beneficios a distintos ámbitos:

1. Para la sociedad, por presentar una propuesta de vivienda con un ambiente adecuado, sano, regido por las normas sísmicas del país, accesible económicamente e innovando con las relaciones arquitectura-ambiente, por su impacto en la mejora de la calidad de vida para sus habitantes.
2. Para la ingeniería civil en Venezuela, por la creación de un modelo o tipo de vivienda de bajo costo que cumpla con los requerimientos sismorresistentes que exige la normativa nacional vigente. Además de la utilización de materiales nacionales que permiten dar a conocer la producción en el mercado actual y la aplicación de las técnicas de la vivienda bioamigable.
3. Para el Departamento de Ingeniería Estructural de la Escuela de Ingeniería Civil (UCV), porque enriquece las experiencias en la construcción de viviendas de bajo costo, con énfasis en la utilización de técnicas arquitectónicas y ecológicas en el diseño sismorresistente y estructural.
4. Para la tesista, porque elaborar la propuesta requiere la interacción con profesionales relacionados con aspectos de sismorresistencia, saneamiento ambiental y arquitectura.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

La información conceptual que se presenta en el marco teórico se estructura por medio de cuatro aspectos fundamentales los cuales son: definición de vivienda de bajo costo, de vivienda bioamigable; además se incluye un compendio informativo sobre la situación actual del país con respecto al déficit habitacional y la normativa a utilizar. En cuanto a las normas para el diseño estructural se encuentran: COVENIN 2002:88 Criterios y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones; COVENIN 1618:98 Estructuras de acero para edificaciones; COVENIN 1756: 2001 Edificaciones Sismorresistentes y COVENIN 2003: 1986 Acciones del viento sobre las construcciones.

II.1 Vivienda de bajo costo

La vivienda se define como la materialización de espacios donde se satisfacen las necesidades biológicas y sociales fundamentales de los individuos o como el lugar físico donde se llevan a cabo las actividades domésticas: alimentarse, descansar, asearse e interactuar (CEEA, 2001, Abadí, Isaac y La Scalea, Luis); en ella se involucran aspectos de habitabilidad, confort y salubridad.

Para familias de bajos recursos se incorpora una nueva definición en la vivienda: de interés social o bajo costo, ya que ésta se construye con la limitación del precio de venta y de la capacidad de pago de los posibles usuarios, lo cual se traduce en viviendas con los espaciamientos mínimos que establece la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela 4044 (1988). *Construcción, Preparación, Ampliación, Reforma Total o Parcial de Edificaciones Privadas o Públicas*; sin embargo dicha gaceta sólo involucra algunos espacios como los dormitorios, cocinas, lavaderos y baños.

La mayor parte de los programas de construcción masiva de viviendas de bajo costo en Venezuela (hace más de 50 años), han respondido a las exigencias económicas, es decir, construir el mayor número al menor costo. El Banco Obrero

en 1972 proponía el término de soluciones habitacionales para una gama de viviendas populares que iban desde la unidad baño hasta las viviendas individuales de una y dos plantas aisladas, pareadas o continua.(CEAA, *Instrumento de Evaluación de Viviendas de Interés Social*, 2009) En estos programas se puede construir un tipo de vivienda progresiva, para adaptarse a la diferencia de ingresos, sin embargo en la actualidad también se presentan las unidades básicas de viviendas, las cuales según la Gaceta 38750-2007 deben cumplir con: tres habitaciones, dos baños, una cocina, un lavadero, una sala-comedor y un área mínima de construcción de 64 m², estas viviendas no presentan la opción de progresividad.

Otra tipología de vivienda es por el número de familias que habitan la parcela, un núcleo familiar se define como una unidad de vivienda (UV).Se presentan las unifamiliares (construcción de una UV por parcela), la bifamiliares (construcción compuesta por dos UV por parcela) y las multifamiliares (edificación que consta de tres o más UV). También de acuerdo a las características de sus retiros se definen como: vivienda aislada (sus retiros laterales, de fondo y de frente son distintos a cero), vivienda pareada (se adosa a una sola de sus vecinas, generalmente lateralmente) y vivienda continua (se adosa a dos o más de sus vecinas formando filas o grupos), información obtenida de la Guía de *Dimensiones Mínimas* del Profesor Steve Merlo (2010).

El Ministerio del Poder Popular para la Vivienda y Hábitat, en la actualidad ha propuesto y diseñado junto con el Instituto Nacional de la Vivienda (INAVI), una serie de viviendas de bajo costo con la finalidad de disminuir el déficit habitacional. Estas soluciones habitacionales pueden utilizar materiales constructivos tradicionales o innovadores, ya que la única limitante para que la consideren en esta tipología es el costo de construcción, que según datos a la fecha no debe exceder de 350.000 Bsf. Dentro de los planes habitacionales actuales se presenta la vivienda Corpozulia y la Petrocasa.

- CORPOZULIA

Es una vivienda tipo unifamiliar, aislada, la cual presenta tres habitaciones, un baño, una cocina, una sala-comedor, porche de acceso y lavadero. El sistema estructural está conformado por columnas y vigas metálicas. El área total es 64,76 m². La fachada se presenta en la Figura N°1



Figura 1. Vivienda CORPOZULIA
Fuente: <http://www.corpozulia.gob.ve/index.php/mision-vivienda>.

El techo está conformado por un sofito metálico y cubierta de tejas de arcilla. Las paredes están conformadas por el cerramiento tradicional de bloques de arcilla huecos de 15 cm, sin embargo en la fachada posterior se encuentran bloques macizos (trincote) de 15 cm. Las ventanas son tipo Romanilla y el piso es de cemento pulido, acabado corriente.

- PETROCASA

Es una vivienda unifamiliar, aislada, la cual presenta tres habitaciones, dos baños, una cocina, sala-comedor, lavadero y porche de acceso. La estructura consta de un sistema de muros autoportantes de concreto con encofrados perdidos, basados en una mezcla polimérica de alta tecnología, en la que el Policloruro de Vinilo (PVC) es el componente principal. El área total es de 70,00 m². La Fachada se presenta en la Figura N°2.



Figura 2. Vivienda PETROCASA

Fuente: http://www.pequiven.com/pqv/index.php?option=com_content&view=article&id=411:petrocasa-3&catid=1:latest-news

El techo está conformado por paneles de PVC con cubierta de teja tipo arcilla criolla. Las paredes están conformadas por concreto con encofrado perdido de PVC. Las ventanas son tipo Deslizantes y el piso presenta un acabado en cerámica color beige.

II.2 Vivienda Bioamigable

La vivienda bioamigable propuesta en el presente trabajo especial de grado se define como una tipología de vivienda que presenta o reúne estrategias de diseño bioclimático, habitabilidad y utilización de materiales nacionales. A continuación se presenta la descripción de cada una de ellas:

II.2.1 Diseño Bioclimático

Basándose en la guía *Diseño Bioclimático* escrita por el Ingeniero Luis Rosales, profesor de la cátedra *Clima y Diseño* en la facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela se definirán los conceptos sobre el diseño bioclimático y sus principales estrategias para una óptima utilización en la edificación.

Se entiende por diseño bioclimático también conocido como diseño pasivo, al conjunto de procedimientos de diseño urbano y arquitectónico orientado a crear entre las edificaciones y el clima una interacción energética natural que dé como

resultado espacios térmicamente confortables y/o nula necesidad de sistemas activos de climatización

Según el Profesor Luis Rosales, en la arquitectura bioclimática utilizando las características intrínsecas de la vivienda: orientación, configuración, disposición de aberturas, tratamiento de fachadas, etc, se puede lograr un buen comportamiento bioclimático a menores costos y menor consumo energético. Se debe privilegiar el acondicionamiento pasivo y la iluminación natural y cuando se requiera usar racionalmente el acondicionamiento mecánico. Las principales causas del aumento de energía eléctrica son:

- Hábitos de consumo inadecuado.
- Arquitectura incompatible con las variables geoclimáticas.

La transferencia energética se da entre los espacios de las edificaciones y el exterior a través de la envolvente y entre los espacios de una misma edificación a través de las divisiones internas. La meta del diseño bioclimático es operar sobre dichas transferencias con el fin de obtener confort térmico. Según *el Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico*, el confort se limita a una temperatura entre 21-26 °C, una humedad entre 30-70% y con la premisa que las personas se encuentren con ropas ligeras, a la sombra e inactivas.. Existen tres intercambios entre el cuerpo y el ambiente (radiación, convección y conducción). Estos intercambios se realizan a través de los siguientes mecanismos (Ver Figura N°3):

- Por enfriamiento convectivo, cuando el aire está más frío que el cuerpo que lo rodea.
- Por enfriamiento radiante, cuando el calor es irradiado desde la piel hacia el ambiente.
- Por evaporación, desde la piel o la respiración.

- Conducción por contacto directo, son superficies a menor temperatura que la piel humana.

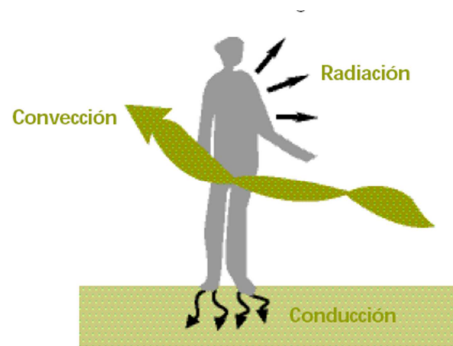


Figura 3. Intercambios de calor del cuerpo humano con el ambiente

Fuente: *Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico* (2004)

Por envolvente se entiende al conjunto de componentes y sub-componentes que actúan como un filtro de los flujos energéticos entre el exterior y el interior. Esto incluye los techos, las fachadas, las ventanas, las puertas, los marcos y cualquier elemento que separe al interior del exterior. Las divisiones internas no se considerarán como un segundo nivel de envolvente ya que la interacción no se da directamente con el clima sino entre espacios (Rosales, 2008).

En climas cálidos, el diseño bioclimático consistirá en minimizar el ingreso y acumulación del calor, en especial del calor solar y expulsarlo cuando sea necesario. Este se puede abordar con arreglo a los aspectos generales que se enuncian a continuación:

1. Contexto climático y entorno.
2. Uso de la edificación.
3. Pautas de diseño bioclimático:
 - 3.1 Envolvente.
 - 3.2 Divisiones internas.
 - 3.3 Distribución espacial.

1. Contexto climático y entorno.

Es aquello que no se puede modificar y que hay que adaptarse, es decir, el tipo de clima que presenta la zona y las particularidades del microclima. Se trata básicamente de reconocer los niveles de temperatura, humedad, radiación solar, velocidad y dirección del viento dentro de la parcela.

➤ Temperatura y humedad

La temperatura del aire y la humedad son parámetros ambientales fundamentales en la sensación térmica, por ello los valores que se tomen en el terreno podrán considerarse las primeras condicionantes del diseño bioclimático (Rosales, 2008).

La temperatura del aire solo depende del aporte de la energía solar, la cual es absorbida en diferentes formas según las características de la superficie sobre la cual incide. La humedad se define según la página *deconceptos.com* como la cantidad de vapor de agua contenida en la atmósfera. Puede considerarse la humedad como absoluta o relativa. La absoluta, que se expresa en gramos por metro cúbico de aire, es la cantidad de vapor de agua que contiene la atmósfera; y la relativa es una proporción entre la que realmente tiene el aire, y la total que podría contener para que se saturara a igual temperatura. La humedad absoluta es directamente proporcional a la temperatura, cuanto más calor, más humedad. En cambio, la humedad relativa es inversamente proporcional a la temperatura en las capas atmosféricas bajas.

El clima del país puede clasificarse como isotermo (temperatura constante) ya que en términos generales las variaciones entre el mes más frío y el más caluroso es menor 5°C. Sin embargo se puede dividir en seis (6) zonas climáticas para el diseño bioclimático conforme a las condiciones de humedad y temperatura, usando el diagrama psicrométrico y asociadas a un rango de altitud. Tal como se muestra en la Tabla N° 1, las zonas climáticas con las localidades más importantes del país según el profesor Luis Rosales (2008) son:

Tabla 1 Zonas Climáticas de Venezuela para el Diseño Bioclimático

ZONAS CLIMÁTICAS DE VENEZUELA PARA EL DISEÑO BIOCLIMÁTICO		
Zona	Tipo de Clima	Localidades importantes
Zona 1: 0 a 400 m.s.n.m	Caliente a cálido húmedo	Acarigua, Altagracia de Orituco, Anaco, Barcelona; Barinas, Cabimas, Calabozo, Carúpabo, Ciudad Bolívar, Coro, Cumaná, El Tigre, El Vigía, Guanare, Guarenas, La Asunción, Maiquetía, Maracaibo, Maturín, Píritu, Porlamar, Puerto Ayacucho, Puerto cabello, Puerto La Cruz, Puerto Ordaz, Punto Fijo, San Carlos, san Felipe, San Fernando, Tucacas, Tucupita.
Zona 2: 400 a 700 m.s.n.m	Cálido húmedo	Barquisimeto, Carora, El Tocuyo, Maracay, San Casimiro, San Juan de los Morros, Valencia, Valera
Zona 3: 700 a 1100 m.s.n.m	Cálido húmedo a moderado	Caracas, Caripe, Rubio, San Cristóbal, Santa Elena, Trujillo
Zona 4: 1100 a 1700 m.s.n.m	Moderado	Boconó, La Grita, Los Teques, Mérida, San Antonio de los Altos
Zona 5 : 1700 a 2200 m.s.n.m	Moderado a frío	Bailadores, Colonia Tovar, Timotes, Galipán
Zona 6: 2200 m.s.n.m en adelante.	Frío	Apartaderos, Mucuchíes, Mucurubá, Santo Domingo

Fuente: Elaboración Propia

Además del tipo de clima en cada zona de estudio se debe conocer por medio de los diagramas bioclimáticos las estrategias de diseño que mejor se adecuen a dichas condiciones.

Según las guías de Diseño Bioclimático del profesor Luis Rosales (2008), los diagramas bioclimáticos fueron ideados por los hermanos Olgay a finales de los años 50. Su propuesta se basa en un diagrama donde el eje de las abscisas representa la humedad absoluta y el de las ordenadas la temperatura. Dentro del diagrama se localiza una zona de confort (que el individuo no sienta ni calor ni frío) para el caso de una persona en actividad ligera, traje formal, sin viento y a la sombra (basadas en datos fisiólogos de los años 20). En el mismo diagrama se indican las condiciones fuera de la zona de confort para las cuales se alcanza confort térmico ventilando, cambiando la temperatura radiante o evaporando agua. Por suponer que todo se da al exterior, el diagrama de Olgay fue sugerido para las edificaciones livianas en regiones cálido-húmedas, en las cuales la temperatura interior pueda suponerse similar a la exterior. A continuación se presenta el diagrama psicrométrico de las seis zonas climáticas en Venezuela, ver Figura N° 4:

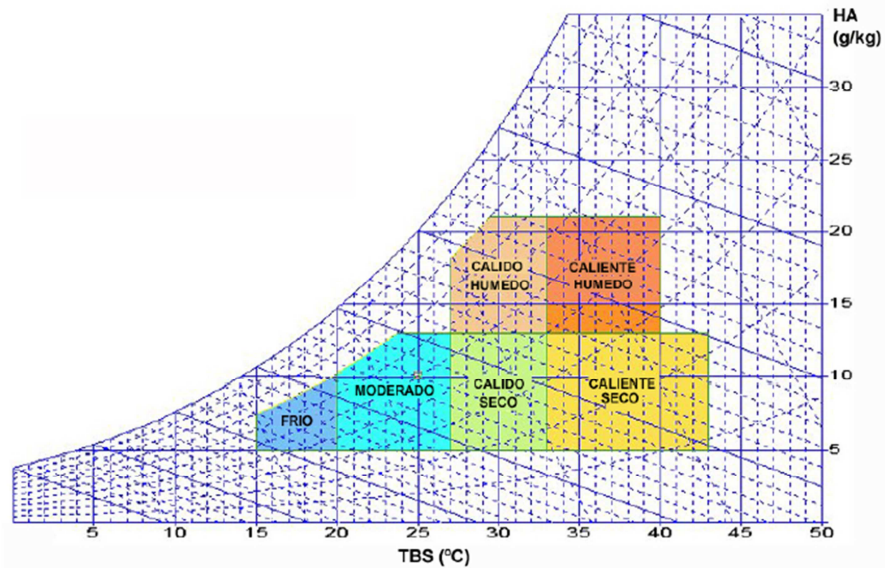


Figura 4. Clasificación climática en el diagrama psicrométrico
Fuente: Guía de Diseño Bioclimático, Rosales 2008

Buscando incorporar la influencia de la envolvente de la edificación Givoni (1978) creó un nuevo diagrama basado en los procesos de transferencia que se dan a través de ella y en la relación lineal entre la presión de vapor media mensual y la amplitud diaria de la temperatura del aire, la cual es característica del clima (Guía de Diseño Bioclimático, 2008). Usando el diagrama psicrométrico Givoni definió zonas específicas alrededor de la zona de confort que indican las condiciones del aire bajo las cuales se puede alcanzar confort térmico apelando a alguna de las siguientes estrategias de diseño (Guía de Diseño Bioclimático, Rosales ,2008):

- Ventilación cruzada: entendida como la infiltración de aire fresco exterior a través de ventanas y aberturas a fin de crear corrientes que enfríen la piel por convección y ayuden a evaporar el sudor. Se entiende por convección una de las tres formas de transferencia de calor por medio de un fluido que transporta el calor entre zonas de diferentes temperaturas.
- Masa Térmica: basada en la propiedad de los cerramientos pesados de absorber el calor del aire gradualmente, sin que se produzca en ellos cambios rápidos y pronunciados de temperatura. Ello permite reducir de día los valores máximos de la temperatura radiante media y de la temperatura

del aire interior, bien que se aumente de noche los valores mínimos. Si la inercia térmica es débil, el tiempo de retardo y el amortiguamiento son pequeños y se dice que la edificación es liviana (principalmente para uso diurno-nocturno).

- Evaporación directa: cuando una corriente de aire pasa por un depósito de agua o atraviesa un material poroso y húmedo o cuando se proyecta agua pulverizada, la evaporación que se produce enfría el aire, bien que se aumente con ello la humedad.
- Calefacción solar pasiva: la práctica más corriente consiste en ubicar en la envolvente superficies vidriadas expuestas al sol, que dejen pasar la radiación solar hasta pisos y paredes interiores pesados, a fin de que éstos acumulen calor en cantidades significativas y lo disipen al ambiente gradualmente y con retardo. Además se cubre con aislante térmico el resto de las superficies interiores con el fin de preservar mejor el calor.

La principal ventaja de los diagramas bioclimáticos es que se les puede utilizar al comienzo del proceso de diseño, que es cuando se toman las decisiones más importantes en relación con el confort térmico y el ahorro energético. Por lo mismo, asumen, en contrapartida, remisas muy generales pues su objetivo es indicar los criterios básicos con los cuales se debe abordar el diseño.

Según las guías de Diseño Bioclimático del profesor Luis Rosales (2008), las zonas planteadas por Givoni, Szokolay (1987) fueron vinculadas con una zona de confort definida por el índice de temperatura neutral desarrollado por Humphreys (1978) y Auliciems (1983). Esta temperatura neutral de confort está suspendida a la temperatura media exterior, partiendo del criterio de que la sensación de confort cambia con el clima. A esta zona de confort se le puede entender como las condiciones de temperatura y humedad en las que sin corrientes de aire, con una temperatura radiante media igual a la del aire, realizando una actividad ligera y portando ropa casual las personas se sienten confortables. Las zonas contiguas asociadas a cada estrategia suponen luego una ampliación de la zona de confort, en el entendido que bien aplicadas llevan a ambientes confortables. Al

superponerse dichas zonas con los datos climáticos de una región, se puede estimar cuán útil es cada estrategia a objeto de proveer confort.

➤ Velocidad y dirección del viento

La ventilación natural es el proceso de intercambio de aire del interior de una edificación por aire fresco del exterior sin el uso de equipos mecánicos como: aire acondicionado o ventiladores. El movimiento del aire se origina por el cambio de presiones, la cual tiene dos fuentes: gradiente de temperaturas y efecto dinámico del viento al chocar contra la edificación. El comportamiento del aire alrededor y dentro de las edificaciones está regido por lo siguiente:

- El movimiento del aire dentro de las edificaciones se basa en el principio básico del equilibrio de presiones entre los ambientes. Al chocar con la edificación el viento provoca diferencias de presiones entre los lados. De esta manera el aire se desplaza desde la zona de barlovento (presión positiva) a la sotavento (presión negativa) a través de las aberturas (Ver Figura N° 5). Una forma de la edificación que produzca mayores perturbaciones en el movimiento del viento creará mayores diferencias de presiones.

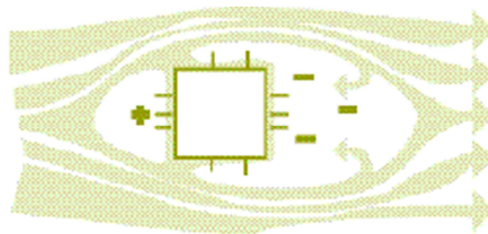


Figura 5. Presiones a barlovento y sotavento del viento

Fuente: *Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico (2004)*

Un diseño adecuado de la ventilación natural requiere indagar previamente de qué manera llegan los vientos a la parcela (Ver Figura N°6). En primera instancia se deberá investigar si realmente se cuenta con vientos de magnitudes suficientes o si se está en un sitio en el que predomina la calma.

Los datos de estaciones meteorológicas dan una primera valoración de las velocidades y direcciones que cabría esperar, lo que se expresa comúnmente bajo la forma de rosas de viento. La probabilidad que dichos datos sean correctos aumenta con la ausencia de modificadores microclimáticos (topografía, entorno urbano, relieve, entre otros). Es obligación del proyectista realizar una inspección del lugar o hacer mediciones usando un anemómetro a los fines de averiguar con propiedad las características reales del viento.

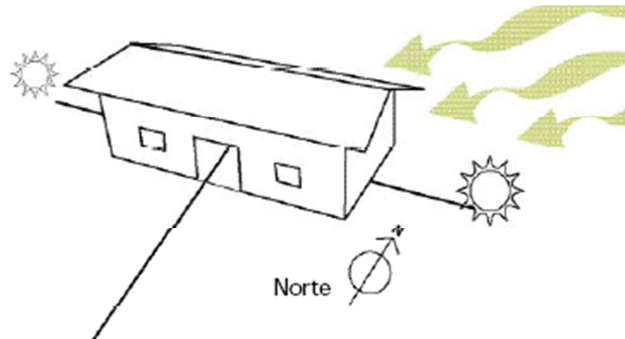


Figura 6. Ejemplo de ubicación adecuada de vivienda por la incidencia del viento
Fuente: *Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico (2004)*

➤ Radiación solar

En climas cálidos la causa más importante de calentamiento en el interior de las edificaciones es el sol, el cual actúa esencialmente de dos maneras:

- Penetración directa por las aberturas y las superficies vidriadas.
- Calentamiento de los cerramientos exteriores opacos y transmisión posterior al interior.

La envolvente almacena calor en mayor o menor medida y luego lo transmite al interior, este proceso depende de las propiedades termofísicas y características superficiales de los componentes constructivos. El mecanismo de transmisión de calor está asociado a dos conceptos muy importantes:

- Amortiguamiento: representado por la diferencia entre la temperatura máxima interior y la máxima exterior.

- Desfase o retardo: representado por la diferencia en unidades de tiempo entre la máxima temperatura exterior e interior.

La evaluación de un terreno respecto de la radiación solar deberá observar dos aspectos básicos:

- La presencia de obstáculos externos presentes o futuros, incluyendo la posibilidad de apelar a la vegetación como elemento de sombreado (Ver Figura N° 7).
- La reflectividad del suelo y los objetos cercanos.

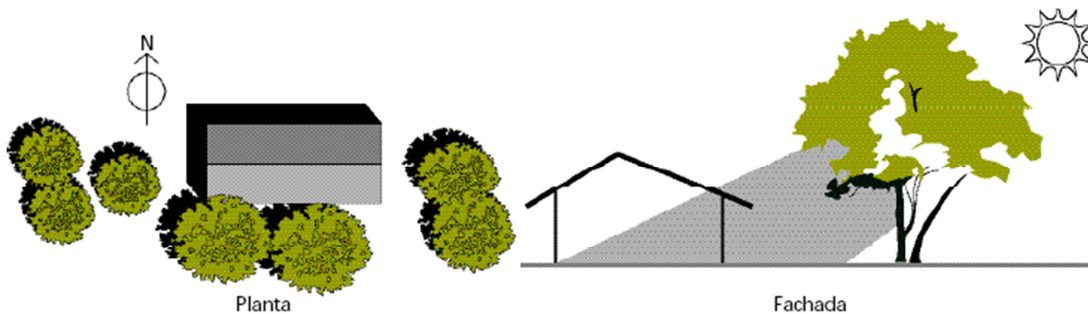


Figura 7. Vegetación como elemento de sombreado

Fuente: *Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico (2004)*

2. Uso de la edificación.

Según la Guía de Diseño Bioclimático (Rosales, 2008), los requerimientos de confort térmico varían según el uso de la edificación. No son iguales las condiciones ambientales deseadas en una vivienda, una oficina, una industria, un hospital, un gimnasio o un teatro, pues en cada caso las expectativas, la vestimenta y la actividad cambian, ello lleva a diseños diferentes cuyo fin es producir condiciones ambientales tales que combinadas con los valores que tomen estos parámetros circunstanciales den como resultado espacios confortables.

Otro aspecto importante con el uso de la edificación es el tiempo de ocupación. Una edificación podrá destinarse a un uso diurno (escuelas, oficinas, tiendas) o a un uso diurno-nocturno (viviendas, hoteles, hospitales).

Incluso, una misma edificación comprenderá espacios con usos temporales distintos. Así, un baño o un pasillo serán espacios donde las personas permanecerán poco tiempo, mientras que en un aula de clase, una oficina o un dormitorio requieren considerar la plena adaptación del usuario al entorno térmico.

El que una edificación sea de uso diurno o diurno-nocturno puede cambiar las estrategias de diseño. En el primer caso el confort durante la noche no será prioritario, lo que autoriza a apelar a la ventilación nocturna, sin importar que ésta produzca demasiado frío al operar. En cambio en una edificación de uso diurno-nocturno el confort de día será tan importante como de noche.

3. Pautas de diseño bioclimático según Guía de Diseño del profesor Luis Rosales (2008):

3.1 Envoltente

En el diseño bioclimático es necesario tener un buen control solar en la envoltente principalmente techos y paredes.

El control solar es la exclusión completa, parcial, permanente o temporal del calor solar en los cerramientos de las edificaciones y/o en los espacios interiores y exteriores circundantes. Los procedimientos para lograrlo combinan consideraciones de dos tipos: por un lado, consideraciones geométricas relativas a las características del entorno, la forma, disposición y orientación de la edificación respecto de la radiación solar y por otro lado, consideraciones físicas relacionadas con la absorción, conducción y transmisión del calor generado por la radiación solar en las superficies y materiales. En el primer caso se habla de técnicas de sombreado y el segundo de técnicas de reflexión y aislamiento.

Se debe procurar reducir el área de las fachadas que reciban el sol con mayor perpendicularidad (orientaciones este-oeste) y situar las aberturas en las

fachadas más amplias pero más fáciles de controlar con protecciones solares (orientaciones norte-sur), tratando que estas reciban el viento frontalmente.

Existen varias técnicas para proteger una ventana o una fachada del sol, algunas de ellas son: obstáculos externos (relieve, entorno urbano, árboles, entre otros), pantallas horizontales (volados), pantallas verticales (parasoles con romanillas), vidrios reflectivos (propiedad de devolver la luz solar).

La reflexión producida por las superficies externas (suelo y fachadas de otras edificaciones) puede aumentar considerablemente la radiación solar dentro de la edificación. Al efecto de reflexión de la radiación producida por las superficies aledañas a las edificaciones se le denomina albedo. Conviene en este sentido que dichas superficies tengan poca reflectividad (fracción de radiación incidente reflejada por una superficie). A continuación se presenta la Tabla N°2 con valores típicos de reflectividad en suelos y fachadas:

Tabla 2. Reflectividad en Superficies externas

REFLECTIVIDAD EN SUPERFICIES EXTERNAS			
Tipo de Superficie	Reflectividad	Tipo de Superficie	Reflectividad
Césped Fresco	0,20	Cemento gris pulido	0,35
Césped Seco	0,32	Acabado de concreto	0,35
Tierra negra recién cultivada	0,16	Pintura amarilla	0,40
Tierra Arcillosa	0,20	Pintura blanca	0,60
Arena Clara	0,32	Ladrillos macizos rojos	0,35
Grava	0,22	Vidrio reflectivo	0,25-0,40
Asfalto	0,19		

Fuente: Guía Control Sola (IDEC-UCV)

Las fachadas de vidrio pueden ser reflectivas con el entorno cercano, esta propiedad se estudia por medio de la transmisividad visual y el coeficiente de ganancias solares. La transmisividad de radiación solar a través de componentes translúcidos es un índice de su grado global de transparencia ante la radiación solar. El coeficiente de ganancias solares es la fracción de radiación solar incidente que se absorbe y transmite.

Dependiendo de la geometría del recinto y la absorptividad y reflectividad de las superficies, la radiación absorbida calentará los objetos, al tiempo que la

reflejada irá rebotando y distribuyendo la energía. Los objetos así calentados emitirán cada vez mayor cantidad de radiación de longitud de onda larga, la cual puede quedar totalmente atrapada si los vidrios son opacos a ella. De no disponerse de algún medio eficaz de enfriamiento, el resultado será un calentamiento progresivo conocido como efecto invernadero.

Al ser opacos las paredes y techos pueden y deben tratarse mediante técnicas asociadas a los mecanismos de transferencia y propagación del calor de cerramientos opacos. En el primer caso la meta será reflejar tanto sol como sea posible, puesto que la radiación reflejada no tiene incidencia en el calentamiento de la edificación. En el segundo, el aislamiento buscará bloquear el calor absorbido impidiendo su conducción.

En climas cálidos-húmedos es importante usar protecciones solares exteriores que bloqueen la radiación solar antes de que llegue a las paredes, techos y ventanas, pues con ello se evita que la temperatura radiante media interior (representativa de las superficies, equipos y objetos del entorno) aumente bajo condiciones climáticas en las que se le debe mantener tan baja como sea posible. Las protecciones solares interiores como persianas o cortinas deberán por ende ser estudiadas en términos de iluminación, ventilación y privacidad más que en términos de control solar. Las protecciones solares como toldos, parasoles o volados en techos deben ser de colores claros o material aislante, ver Figura N°8 (Rosales, 2008).

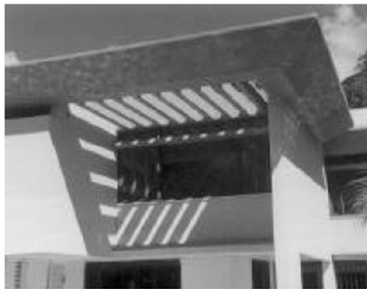


Figura 8. Techo como Protección solar de las paredes
Fuente: Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico (2004)

La forma, pendiente y orientación del techo pueden también concebirse con miras a aminorar la carga solar. Un techo de un agua, de fuerte inclinación y mirando al este recibirá radiación solar con mayor intensidad en la mañana y con menor intensidad en la tarde, reduciendo la ganancia solar luego del mediodía. Cuando un techo tenga dos o más aguas, la carga solar a través de cada agua dependerá de su área y orientación respecto al sol. Cada espacio se verá luego afectado de forma distinta, según la parte del techo que tenga encima (Ver Figura N°9). Cuanto más sombreado este el techo o más claro o sea o más resistencia térmica tenga, menor será la influencia de su orientación e inclinación en la temperatura radiante interior y por ende en la temperatura resultante interior.

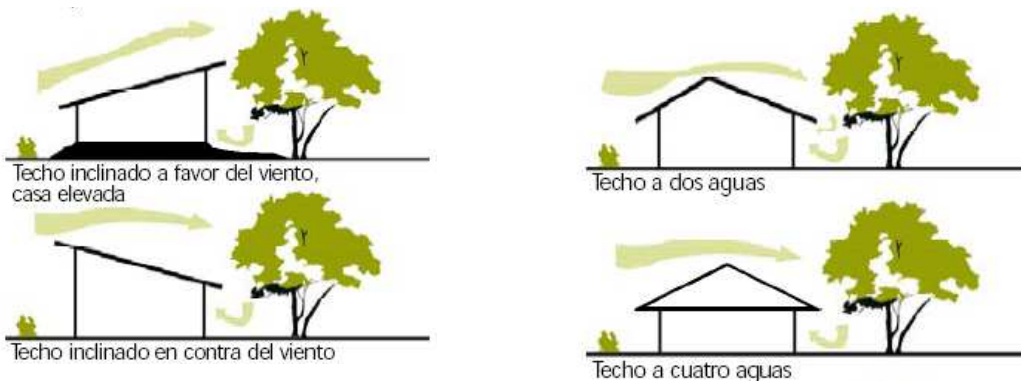


Figura 9. Influencia de la Ventilación del techo en la ventilación natural
Fuente: Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico (2004)

La resistencia térmica de un material permite conocer la calidad de protección solar que presenta. La Resistencia térmica es la diferencia de temperatura, en estado estable, entre dos superficies definidas de un material que induce una unidad de velocidad de flujo de calor al atravesar una unidad de área ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^2/\text{W}$), ésta proviene de la conductividad térmica (tiempo que emplea el flujo de calor en estado estable al atravesar una unidad de área de un material homogéneo inducido por una unidad de gradiente de temperatura en una dirección perpendicular a esa unidad de área ($\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$)).

Varios materiales son caracterizados por la conductancia, la cual es el tiempo que emplea el flujo de calor en estado estable al atravesar una unidad de área de un material o construcción inducido por una unidad de diferencia de temperatura

entre las superficies del cuerpo ($W/m^{\circ}C \cdot K$), se considera el inverso de la resistencia térmica.

Cuando un cerramiento no es homogéneo, es decir, existen varios materiales involucrados, la resistencia térmica se calcula con la ecuación N° 1:

$$R = \frac{1}{h^{ext}} + \sum \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h^{int}}$$

Ec.1 Cálculo de la Resistencia Térmica

Fuente:http://www.ctherm.com/products/tci_thermal_conductivity/helpful_links_tools/thermal_resistance_thermal_conductance/lang/es/

Donde,

R es la resistencia térmica.

e es el espesor del material

λ es la conductividad

$h_{externa}$ y $h_{interna}$ son las conductividades superficiales de las caras externas e internas del cerramiento.

Según el profesor Luis Rosales (2008), las viviendas indígenas o rurales de las regiones tropicales cálidas se conforman en general de materiales aislantes y livianos, principalmente fibras vegetales y madera. Tales edificaciones son consideradas apropiadas, en razón del rápido enfriamiento que se produce en ellas al caer la noche. Sin embargo, los materiales livianos presentan la desventaja que no ofrecen solidez estructural y durabilidad, criterios hoy en día importantes. En techos la incidencia del sol obliga por lo general a complementar cualquier base con algún material aislante, a objeto de asegurar que la temperatura superficial interior no sea mucho mayor que la temperatura del aire. A continuación se presenta en la Tabla N° 3 las resistencias térmicas requeridas mínimas en techos, en función del color de la superficie exterior y a fin de que la

temperatura superficial interior no aumente más de 2°C por encima de la temperatura del aire:

Tabla 3- Resistencia térmica en techos

RESISTENCIA TÉRMICA EN TECHOS		
Color Exterior	Absortividad	Resistencia Térmica (m ² °C/W)
Claro	0,4	1,0
Medio	0,6	1,8
Oscuro	0,8	2,5

Fuente: Guía Control Solar del profesor Luis Rosales (2008)

Método del CSTB

Se trata de gráficos que permiten estimar la calidad de protección solar requerida, tanto para paredes como techos por medio de la resistencia térmica y en función del nivel de sombreado, el color exterior y la ventilación (Ver Figura N°10). Esta propuesta por el CSTB de Francia (“Centre Scientifique et Technique du Batiment”) para las Antillas Francesas, clima según el profesor Luis Rosales, similar al de Venezuela.

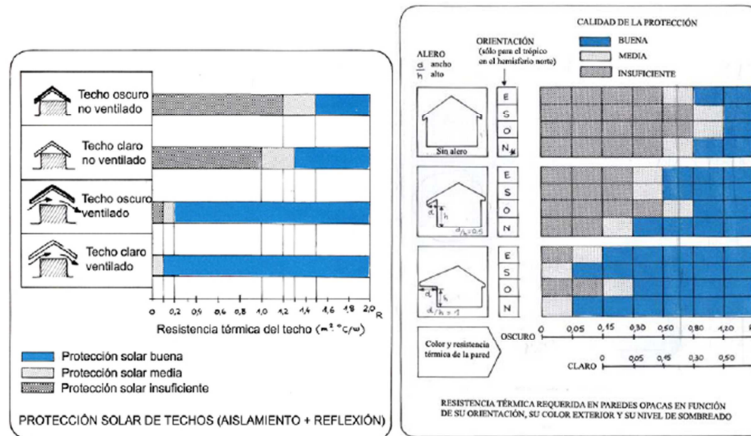


Figura 10. Control Solar en Paredes y Techos
Fuente: Guía Control Solar (IDEC-UCV)

3.2 Divisiones internas

De la Guía de Diseño Bioclimático (Rosales, 2008), la conveniencia de subdividir una edificación aumenta en la medida en que el clima se haga más frío. Los argumentos para que esto sea así son tres:

1. En un clima cálido, cuanto menor sea la cantidad de divisiones internas más fácil será lograr una ventilación cruzada a lo largo y ancho de la edificación.

2. En un clima cálido, cuanto menor sea la cantidad de divisiones internas, menor será el calentamiento nocturno producto de la masa térmica.

3. En un clima cálido, cuanto menor sea la cantidad de divisiones internas mayor volumen corresponderá a cada espacio, facilitando la dispersión del calor.

En aquellos climas en que la ventilación natural sea prioritaria, la mejor solución será evitar separar los espacios con divisiones internas, dejando como único criterio para su creación la necesidad de proporcionar privacidad acústica y visual.

La ausencia de divisiones internas conlleva a la creación de plantas abiertas. Una planta abierta significa localizar las distintas funciones asociadas a los ambientes de las edificaciones en un espacio único, sin divisiones. La separación de las funciones puede conseguirse por medio de barreras simbólicas como el mobiliario, cambios de nivel o divisiones permeables. En viviendas algunas funciones tradicionalmente asociadas a ambientes individuales como la sala de estar, el comedor, la cocina, entre otros, pueden localizarse en un espacio único o en espacios interconectados de manera que se permita el libre flujo de aire en ellos.

Más allá de su ventaja en la ventilación, abolir las divisiones internas implica también aumentar el volumen de los espacios, con lo cual se disemina el calor generado en los ambientes y se reduce el riesgo de saturación de los mismos por la humedad que producen las plantas, las personas y sus actividades.

3.3 Distribución espacial

En el diseño bioclimático, la ubicación relativa de los espacios se hará de manera que los beneficios sean máximos en los ambientes más exigentes. En climas cálidos, los espacios de permanencia prolongada (habitaciones, estudios, recibos, salones de clase, lugares de trabajo, etc) deberán situarse en aquellas zonas en que el control solar y la ventilación sean óptimos. Ello apunta idealmente al ala norte de la edificación y subsiguientemente al ala sur, donde se hace más fácil el control solar. Sin embargo, la decisión estará subordinada a la dirección predominante del viento y a la factibilidad de sombrear mediante obstáculos externos. Inversamente los lugares de menor permanencia (baños, lavaderos, áreas de servicio, etc) quedarán en las partes más difíciles de proteger del sol, que son en principio los lados este y oeste (Guía de Diseño Bioclimático, Rosales 2008).

De igual manera el “Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico” (UCV) propone una serie de aspectos o características que se pueden agregar al diseño de una vivienda o edificación para disminuir las variables energéticas, estas son:

- Mitigación de las cargas de calor solar: la ubicación de la vivienda con respecto a su entorno urbano o ambiental es un factor importante para bloquear las ganancias de calor ya que desniveles en la topografía, masas de vegetación o edificios adyacentes pueden ser aprovechados como protector solar (Ver Figura N° 11). Se debe orientar las fachadas más estrechas hacia el este y el oeste porque las ganancias solares de calor tienen mayor impacto en las superficies perpendiculares a los rayos del sol. Los elementos paisajísticos como la vegetación alrededor de la vivienda o la presencia de arbustos puede producir sombra. Se debe limitar las áreas exteriores pavimentadas para evitar la reflexión del calor superficial del entorno inmediato (se pueden utilizar adoquines, vegetación, etc.), así como también que la fachada externa de la vivienda sea con colores claros

ya que estos pueden reducir las necesidades de energía de enfriamiento entre 30% y 50%, en comparación con colores oscuros.

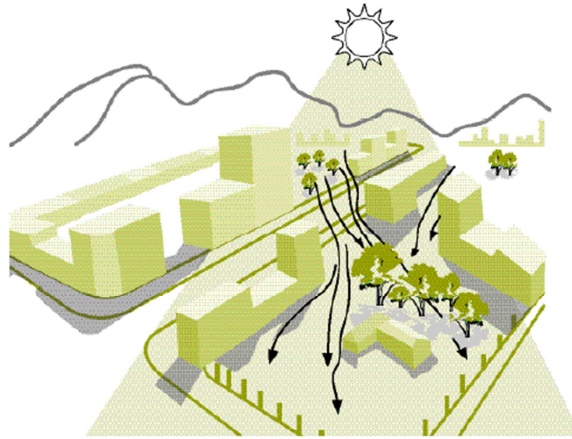


Figura 11. Utilización del Contorno Urbano como bloqueo solar

Fuente: *Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico (2004)*

La acumulación del calor generado por los rayos solares se da por la propiedad de reflexión que tenga el techo dependiendo el color del mismo, sin embargo cuando se tiene un material aislante el tono ya no tiene relevancia.

- Aprovechamiento de la ventilación natural: emplear formas abiertas, alargadas o segmentadas, ubicadas según un ligero ángulo en relación a los vientos principales (Ver Figura N° 12), teniendo cuidado de orientar las fachadas más estrechas hacia el este y el oeste permite proporcionar ventilación cruzada. La ubicación adecuada de arbustos (separación mínima 15 cm) permite un buen flujo de aire al interior de la vivienda. En cuanto a los techos el más recomendable es a cuatro aguas con orientación perpendicular a la incidencia de los vientos y con poca pendiente ya que permitirá la restauración más rápida de la trayectoria del viento a sotavento, por lo tanto menor será la diferencia entre sobre presión y depresión alrededor del volumen, sin embargo la colocación de un techo a dos aguas produce resultados similares.

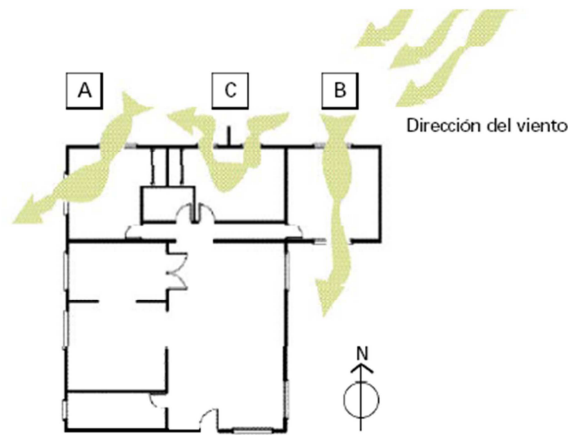


Figura 12. Aprovechamiento de la Ventilación Natural
 Fuente: Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico (2004)

Según el Manual de las Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico, la capacidad de renovación del aire de cada modelo de ventana está indicada por el Índice de Eficiencia de Ventilación Natural (Ver Figura N° 13). La ventana de doble batiente tiene el mayor índice (90%), sin embargo, está no es recomendable durante las lluvias ni para la seguridad de la vivienda.

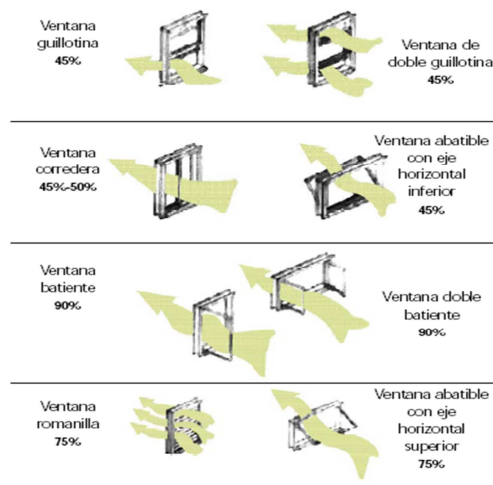


Figura 13. Índice de Eficiencia para los tipos de ventana
 Fuente: Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico (2004)

- Control de la iluminación natural: para que los ambientes interiores pueden tener acceso a una mejor iluminación natural se puede colocar patios y pozos de iluminación. Los colores para los acabados internos deben ser

claros ya que permite mayor reflexión de la luz (Ver Figura N° 14). Sin embargo se indica que se debe evitar el deslumbramiento por lo cual el piso puede tener un color opaco y que los colores claros y brillantes influyen más en los techos y paredes.



Figura 14. Acabados claros dentro de la edificación

Fuente: Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico (2004)

Para conocer el nivel de sombreado en un objeto se puede utilizar un diagrama estereográfico, que según Francesc Esteve (2008) representa el recorrido solar de todas las horas en todos los días del año. A partir del recorrido solar anual representado por las líneas azules, se observa cuales son las horas de los diferentes meses del año donde habrá sombra (color gris) y cuales donde incidirán los rayos solares (zona blanca).

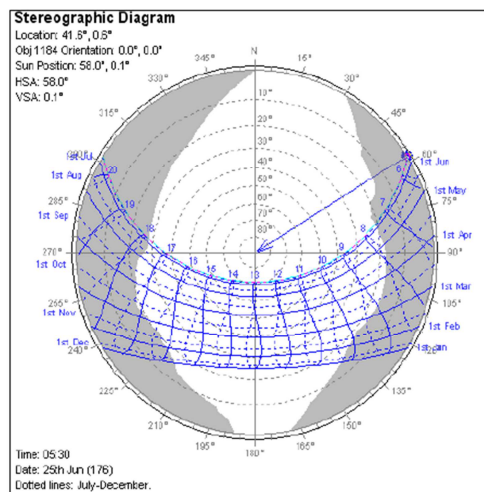


Figura 15. Diagrama Estereográfico

Fuente: <http://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/884/2%20MEMORIA.pdf?sequence=3>

II.2.2 Habitabilidad

El Centro de Estudios del Espacio Arquitectónico (UCV) en la publicación *Instrumento de Evaluación de Viviendas de Interés Social* (2006) expresa que la mayoría de las viviendas de bajo costo no llenan los requisitos mínimos de habitabilidad. Se entiende por habitabilidad el grado en que la vivienda se ajusta a las necesidades y expectativas de sus usuarios (Abadí, Isaac, 1989).

Cualquier tipo de vivienda, debe satisfacer, como mínimo los requerimientos de habitabilidad y a partir de ese mínimo ellas podrán ofrecer ventajas adicionales las cuales aumentarán su valor; ésta se evalúa o mide cualitativamente por la reacción emocional de los sujetos, la funcionalidad, operatividad, seguridad y confort que tenga la vivienda. A continuación se presentan los dimensionamientos y lineamientos obtenidos por El Centro de Estudios del Espacio Arquitectónico (UCV) para obtener una vivienda confortable para el usuario sin dejar de ser de bajo costo:

- El área de la vivienda debe ser correspondiente al grupo familiar que ella albergue. El cálculo de su capacidad se obtiene por el número y tipos de dormitorios que tiene.
- Los componentes especiales de la vivienda son aquellos espacios dimensionados, proporcionados y equipados para la realización de las actividades domésticas. Estos espacios se consideran de tres tipos: privados, sociales y de servicio. Los espacios privados son básicamente los dormitorios y los sanitarios. Una vivienda, así sea para cuatro personas debe considerar como mínimo un dormitorio matrimonial y dormitorios auxiliares para el resto del grupo familiar. Los sanitarios deben calcularse en número y dimensiones adecuadas para responder a la demanda en horas pico del grupo familiar. Los espacios sociales son básicamente el estar y el comedor. Los espacios de servicio son la cocina, el lavadero, las circulaciones y los espacios de almacenaje.

- Las dimensiones mínimas de la cocina se establecen de acuerdo a la Norma Sanitaria (Gaceta 4044). Sin embargo, en el estudio de eficiencia dimensional estas proporciones fueron generalmente evaluadas como estrechas. Se considera una cocina confortable si el área es mayor a 8,00 m².
- Los dormitorios y sanitarios deben cumplir con lo establecido en la norma sanitaria (Gaceta 4044). Sin embargo, estos espacios comprenden el área neta ya sea para dormir o la colocación de piezas sanitarias, sin atender a la colocación de armarios, mesas auxiliares o circulación de los habitantes dentro del ambiente. Se considera una habitación principal con un área mayor o igual a 10,00 m², habitaciones secundarias con área mayor o igual a 8,00 m² y los sanitarios con un inodoro, un lavamanos y una ducha con un área mayor o igual a 3,60 m² para tener una eficiencia dimensional.
- Las instalaciones sanitarias y eléctricas deben satisfacer la demanda estimada por los usuarios. Las instalaciones sanitarias se refieren a posibles opciones de los servicios de cloacas, tanque de reserva en la vivienda y a la previsión de agua caliente. Se considera indispensable que la aducción de aguas blancas pertenezca a un sistema de acueducto del sector y que la vivienda cuente con medidores individuales. Igualmente si el sistema de disposición de aguas negras se empotra a una red de cloacas del sector o mediante pozos sépticos y sumideros.
- La vivienda debe presentar al menos un puesto de estacionamiento, con porche, espacio para colocar los desechos sólidos y las bombonas de gas, así como también la recolección de aguas de lluvia en el techo.
- En la vivienda debe presentarse una privacidad interna y externa. Se refiere al control visual y sónico que se puede tener sobre los diferentes espacios

de la vivienda para garantizar privacidad en aquellos espacios que así lo requieren. El estudio de Eficiencia Dimensional diferencia los espacios privados o íntimos de los sociales y de servicio. Los dormitorios y sanitarios se consideran como espacios privados o íntimos. Sin embargo, espacios como el estar y el comedor requieren cierto control, sobretodo visual desde el exterior de la vivienda. Se considera que al abrir la puerta principal no debe quedar a la vista las entradas de sanitarios o dormitorios. Una puerta de sanitario no debe abrir hacia el estar, el comedor o donde se preparen alimentos. La ventana del estar o el comedor debe quedar a una distancia de la calle no menor de 3 metros para garantizar cierta privacidad visual o sónica. Debe evitarse colocar ventanas de dormitorio o baños enfrentadas o en ángulos que permitan visión directa sobre los espacios.

- La apariencia externa debe ser realizada con uniformidad, es decir, que las cuatro fachadas principales están resueltas utilizando componentes pertenecientes a la misma familia: puertas, ventanas, nichos o elementos sobresalientes corresponden a la misma tipología, en forma, proporciones y materiales.

II.2.3. Materiales Nacionales

Los materiales que se presentan a continuación son los que están involucrados en el objeto de este Trabajo Especial de Grado. Para los sistemas estructurales son perfiles de acero de producción nacional, en cuanto a los cerramientos: el techo será de TERMOPANEL®, las paredes con bloques huecos de concreto, los acabados con cerámica nacional línea económica y el piso de cemento pulido.

Existen otros materiales del tipo nacional que se utilizan para la construcción de las viviendas de bajo costo, sin embargo desde el punto de vista bioclimático pueden tener limitantes por sus características.

La caracterización de los materiales tanto para la vivienda propuesta como para los planes habitacionales estudiados se hará en un capítulo posterior.

II.3 Características Normativas

A continuación se presentan las normas a utilizar en el presente trabajo especial de grado para las características estructurales ya que los lineamientos de habitabilidad se presentan en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela 4044 (1988). *Construcción, Preparación, Ampliación, Reforma Total o Parcial de Edificaciones Privadas o Públicas.*

II.3.1 COVENIN-MINDUR 2002:88 *Criterios y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones.*

La presente norma establece los requisitos y las acciones mínimas que deben considerarse en el proyecto y construcción de edificaciones (de concreto, acero, madera, etc); tanto para construcciones nuevas como en modificaciones, ampliaciones, refuerzos y reparaciones.

Para la determinación de las acciones permanentes, es decir, de aquellas cargas que no varían con el tiempo como: el peso propio de la edificación, tabiquería, friso, entre otros, deben emplearse los pesos de los materiales de construcción y elementos constructivos que se dan en el Capítulo 4 del documento normativo. Igualmente, para las acciones variables (uso de la edificación) se determinarán usando como mínimo los valores que se presentan en el Capítulo 5.

II.3.2 COVENIN-MINDUR 1618:98 *Estructuras de acero para edificaciones.*

La presente norma establece en sus capítulos las especificaciones para la construcción en acero. En los capítulos 3, 4 y 5 se presentan las especificaciones básicas sobre la clasificación de la estructura, las características y controles de calidad que deben tener los materiales con los que se construirán la edificación. En el resto del documento se explican las consideraciones a tomar en el diseño de los elementos estructurales (vigas, columnas, muros, losas) con base al aspecto

sismorresistente. Para elementos sometidos a tracción, compresión y flexión se dan en los capítulos 14, 15 y 16 respectivamente. En cuanto a las losas mixtas de acero-concreto todos los parámetros se encuentran en el capítulo 29.

II.3.3 COVENIN 1756: 2001 *Edificaciones Sismorresistentes.*

En la norma se establecen los criterios de análisis y diseño para edificaciones ubicadas en zonas con posibilidad de movimiento sísmico. Se presenta un mapa de zonificación sísmica para las cuales varía el coeficiente de aceleración horizontal (A_0); se define la forma espectral según el terreno de fundación; la clasificación de la edificación según el uso, nivel de diseño, tipo y regularidad estructural; el coeficiente sísmico y espectros de diseño. Adicionalmente, se presentan los métodos de análisis y el control de los desplazamientos totales ante acción sísmica.

II.3.4 COVENIN 2003: 1986 *Acciones del viento sobre las construcciones.*

En la norma se establecen los criterios de análisis y diseño para edificaciones sometidas bajo las acciones eólicas según la zonificación donde se ubique. Se presenta un mapa de zonificación con las velocidades generales del viento por región, se define el tipo de exposición tanto para la estructura como para los cerramientos y componentes. El cálculo de las fuerzas dependerá de la dirección (paralela y transversal a la cumbrera), así como también de la altura de la edificación.

II.4 Déficit habitacional

Venezuela presenta un alto déficit habitacional, el cual se ha ido intensificando a lo largo de las últimas décadas por dos factores relevantes: el primero por la migración o movilidad del sector rural hacia las principales ciudades del país y el segundo por las inundaciones y deslizamientos causados por fuertes

lluvias en el año 2010 lo cual ha producido más o menos 900.000 damnificados, según cifras dadas por el periódico en línea NotiaActual.com.

El primer factor se asocia a los problemas relacionados con la distribución territorial de la población. Se ha diagnosticado al país como un territorio de grandes vacíos, resultado tanto del modelo económico de desarrollo adoptado como de la ausencia de una clara definición de políticas de mediano y largo plazo en cuanto a la localización de la población y de la actividad económica. El modelo social y económico del país se caracteriza por la excesiva concentración de las inversiones, los servicios, la cultura, el poder y las oportunidades de ascenso social en unas pocas grandes ciudades, hecho que ha estimulado el desplazamiento sistemático de la población rural hacia los centros urbanos, el incremento de las expectativas populares y la consiguiente acentuación de conflictos sociales.

El segundo factor es en relación a los afectados por las intensas lluvias que se presentaron en el año 2010. Los damnificados se encuentran actualmente en refugios como escuelas, hoteles, ministerios, entre otros lugares, a la espera de la construcción de viviendas de bajo costo que el sector público está construyendo.

Debido a lo antes expuesto el Estado ha implementado la “Misión Vivienda”, la cual consiste en primer lugar en realizar un censo donde toda persona que viva en condiciones de hacinamiento, en casa de familiares o en viviendas que no cumplan con las condiciones mínimas de habitabilidad podrán optar por obtener una vivienda propia, una rehabilitación o legalización de la tierra donde se encuentra la propiedad.

En la actualidad existe un déficit de 78 viviendas por cada 1000 habitantes. El costo de un plan de vivienda que satisfaga la demanda actual se encuentra alrededor US\$ 60.000 millones (Molina, 2011). Dentro de este plan se deben construir urbanizaciones que cuenten primordialmente con carreteras, escuelas, parques, centros comunitarios, hospitales, sistemas sanitarios, eléctricos y fuentes de trabajo.

CAPÍTULO III

MÉTODO

Para la realización del presente Trabajo Especial de Grado se siguió una investigación de tipo Teórico Conceptual para la creación de una propuesta de vivienda de bajo costo que involucre aspectos de vivienda bioamigable y generar un modelo estructural que brinde mayor seguridad, confort, habitabilidad y salubridad a los ocupantes.

III. 1 Desarrollo del trabajo.

Las fases en las cuales se resume el desarrollo de este trabajo son:

1° Fase: Recopilación de información

1. Se recopiló información en las instituciones encargadas de métodos y programas para la construcción de viviendas de bajo costo o que incorporen aspectos de vivienda bioamigable, como el Ministerio del Poder Popular para la Vivienda y Hábitat, Centro de Estudios del Espacio Arquitectónico y otras instituciones homólogas a nivel latinoamericano que tengan investigaciones y avances en las áreas de interés.
2. Se recopiló información bibliográfica de los aspectos fundamentales que abarca una vivienda de bajo costo, en cuanto a distribución y áreas mínimas de los espacios que la conforman.
3. Se recopiló información bibliográfica sobre las características que fundamentan una vivienda bioamigable, en cuanto a materiales, distribución y espacios requeridos.
4. Se recopiló información normativa vigente acerca del diseño sismorresistente con perfiles de acero, basándose en las normas COVENIN 1756:2001; COVENIN 2002:88; COVENIN 2003:1986.

5. Se recopiló información acerca de los acabados finales de las viviendas de bajo costo de la actualidad.

Una aplicación importante de esta fase es la definición de vivienda bioamigable desde el punto de vista operacional, en el marco de este proyecto.

2° Fase: Identificación de las características de las construcciones de bajo costo

1. Se distinguieron los aspectos particulares y comunes, en cuanto a diseño y materiales utilizados en las viviendas construidas con base en los planes habitacionales de bajo costo en Venezuela.

3° Fase: Caracterización de los materiales y técnicas constructivas en términos de vivienda bioamigable

1. Con base a la zona de estudio (Ciudad de Valencia, Edo Carabobo), el diseño bioclimático y los materiales nacionales actuales se implementaron las técnicas constructivas, los componentes de la envolvente y los acabados finales de la vivienda propuesta.
2. Con base a la habitabilidad y en cumplimiento con las normativas vigentes se ubicó la distribución y división de los espacios internos, así como también la colocación del mobiliario.

4° Fase: Presentación de un diseño de vivienda de bajo costo que incorpore aspectos de vivienda bioamigable y cumpla con la normativa sismorresistentes vigente

1. Se adecuó la arquitectura basándose en las guías de “Diseño Bioclimático” del Profesor Luis Rosales (UCV), el “Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico” (UCV) y el “Instrumento de Evaluación de Viviendas de Interés Social” (UCV) referentes a las dimensiones y condiciones mínimas en los ambientes, así como también las características internas de la vivienda.

2. Se definieron las variables para el análisis y diseño de la edificación, considerando las normativas vigentes anteriormente mencionadas, tomando en cuenta que la construcción será realizada con perfiles de acero.
3. Se diseñó la estructura utilizando el programa para cálculo estructural ETABS™, tomando en cuenta las variables definidas en el punto anterior. Se exigió el cumplimiento de la normativa.
4. Se diseñó la infraestructura utilizando el programa para cálculo estructural SAFE™, exigiéndose el cumplimiento de la normativa.
5. Se modeló la vivienda propuesta en el programa de análisis térmico ECOTECT™, tomando en cuenta los datos climáticos de la zona en estudio y las características de los materiales de la envolvente de diseño.

5° Fase: Comparación de aspectos de vivienda bioamigable y las soluciones habitacionales de bajo costo en la actualidad

1. Se analizaron los materiales de la envolvente de diseño de las soluciones habitacionales de bajo costo en la actualidad.
2. Se presentó una serie de tablas comparativas que muestran las diferencias con respecto a los acabados y técnicas constructivas en el diseño propuesto y los de planes habitacionales de bajo costo actuales.
3. Se elaboró un instrumento de medición para evaluar las características de vivienda bioamigable y así comparar la vivienda propuesta con las soluciones habitacionales en la actualidad.
4. Se modelaron las viviendas en estudio en el programa de análisis térmico ECOTECT™, tomando en cuenta los datos climáticos de la zona en estudio y las características de los materiales de la envolvente de diseño.

6° Fase: Comparación de costos de la vivienda propuesta con los de soluciones habitacionales de bajo costo en la actualidad

1. Se realizó un presupuesto de los costos para la construcción de la vivienda propuesta.
2. Se revisó la información suministrada por las instituciones competentes para conocer los costos de las viviendas de planes habitacionales de bajo costo en la actualidad.
3. Se presentó una tabla comparativa entre los costos de construcción de la vivienda propuesta y los planes habitacionales de bajo costo en la actualidad.

III. 2 Limitaciones

La tipología se basa en una planta, aislada y unifamiliar. También será de bajo costo con aspectos bioamigables, por ello no se permitirá una progresividad externa; es decir, se restringe la ampliación tanto vertical como horizontal. La arquitectura que se presenta estará basada en el “Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico” (UCV), la *Guía de Clima y Diseño* del Ingeniero Luis Rosales (IDEC-UCV) con adaptaciones del Centro de Estudios del Espacio Arquitectónico (UCV), para mayor confort de los usuarios cumpliendo con las condiciones mínimas en ambientes establecidas en la Gaceta 4044.

El análisis estructural estará referido a la zona sísmica 5, ya que es donde existe mayor densidad demográfica. La vivienda se diseñará para una ejecución netamente horizontal, es decir, que la topografía sobre la cual se fundará debe ser plana sin desniveles dentro del plano de la base.

Los perfiles de acero serán nacionales del tipo VP y CP, suministrado por la empresa PROPERCA.

CAPÍTULO IV

DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES PARA EL DISEÑO Y ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL

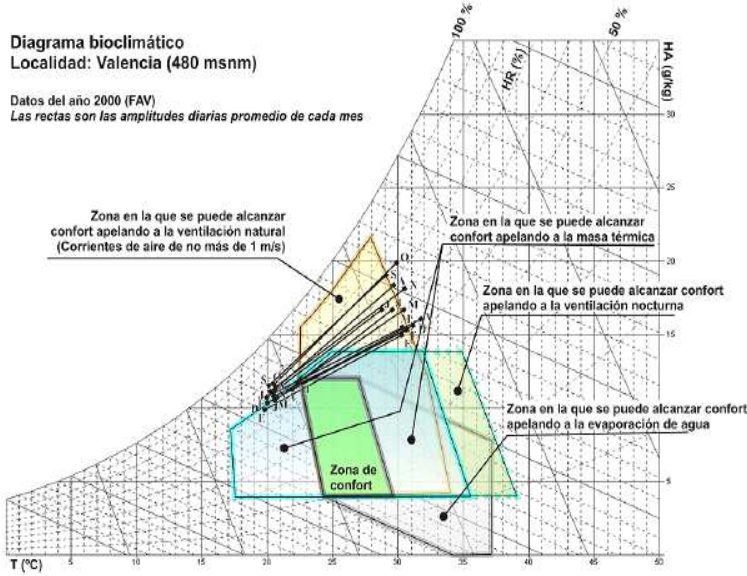
IV.1 Aspectos arquitectónicos

IV.1.2 Información Preliminar de la zona en estudio

La zona de estudio es la Ciudad de Valencia, Edo. Carabobo, ya que es una zona con elevado peligro sísmico y también porque se encontraron los datos climatológicos necesarios para el diseño bioclimático (Ver Tabla N° 4). El profesor Luis Rosales suministró la data completa con los valores de las direcciones y magnitudes del viento para el año 2010 (información más reciente encontrada), lo cual es fundamental para analizar las estrategias de diseño.

Tabla 4. Características generales de la Ciudad de Valencia, Edo. Carabobo

CONTEXTO CLIMÁTICO Y ENTORNO	
Zona	Ciudad de Valencia, Edo. Carabobo
Clima	Cálido Húmedo
Características de la zona	Terreno llano, sin edificaciones o vegetación adyacente que pueda obstaculizar las corrientes de viento y/o mitigar la radiación solar.
Radiación Solar	En climas cálidos se debe evitar la entrada y acumulación del calor proveniente del sol. En primera instancia no se presentaran obstáculos externos urbanos como ya se indicó anteriormente, ni se apelará a la vegetación como elemento de sombreado ya es una opción sujeta a cambios, sin embargo se ubicarán volados en todas las direcciones del techo para arrojar sombras. En cuanto a la reflectividad del suelo con los objetos cercanos se utilizarán en los patios de entrada césped con pedazos de acera picada para ubicar el puesto de estacionamiento y así evitar el albedo o radiación al interior de la vivienda.
Uso de la Edificación	La edificación a diseñar será una vivienda de bajo costo, de una sola planta. El tiempo de ocupación es diurno-nocturno, es decir, que implica que el confort de día será tan importante como de noche.
Tipo de Suelo	Suelo arcilloso a limo-arenoso

<p>Temperatura y Humedad</p>	<p>Parámetros presentados en el diagrama psicrométrico.</p> <p>Diagrama bioclimático Localidad: Valencia (480 msnm)</p> <p>Datos del año 2000 (FAV) Las rectas son las amplitudes diarias promedio de cada mes</p>  <p>Diagrama psicrométrico de la Ciudad de Valencia Fuente: Prof. Luis Rosales IDEC-FAU (2000)</p>
	<p>Dirección y Velocidad del viento</p>

Según el diagrama psicrométrico presentado anteriormente (Ver Tabla N⁴) la ventilación natural es una opción recomendable ya que permite alcanzar confort térmico (cerca de 80% en horas diurnas a lo largo del año). Sin embargo, al menos en seis meses del año la temperatura y la humedad exceden en las horas más calurosas los mínimos propicios para alcanzar confort ventilando, por lo cual se deben implementar otras técnicas para mejorar la edificación. La masa térmica, la ventilación nocturna y la evaporación directa no resultan de mucha utilidad para lograr confort en la edificación (Rosales, 2008)

En esta zona también se da que de noche pueda hacer frío, por ello se deben utilizar cerramientos que permitan al usuario manipular la entrada y salida del aire así como también conservar la temperatura dentro de la edificación (Rosales, 2008).

IV.1.2 Distribución de los espacios.

Cumpliendo con lo establecido en la *Gaceta 38750 (2007)*, en cuanto a la distribución de los espacios, la vivienda propuesta incluye: una habitación principal, dos habitaciones secundarias o auxiliares, una cocina, un lavadero, dos baños, una sala, un comedor, además áreas de circulación.

Se decidió como una de las estrategias de diseño la utilización del techo como elemento de sombreado para las paredes por lo cual no es relevante la ubicación de los espacios específicamente.

IV.1.3 Divisiones internas

El tipo de vivienda propuesta es de una sola planta, lo cual indica que será un espacio compacto. Sin embargo para mejorar la ventilación cruzada, minorar el calentamiento nocturno y facilitar la dispersión del calor se disminuyeron las separaciones.

En la tipología propuesta se diferencian las zonas públicas de la privada, ya que se separaron las habitaciones y los baños de la sala, el comedor, el lavadero y la cocina, cumpliendo con lo establecido en el *Instrumento de Evaluación de Viviendas de Interés Social (FAU-UCV)*.

Con la ubicación de cada ambiente y unas áreas tentativas se procedió a ubicar los ejes principales de la planta, procurando una geometría simétrica. (ver Figura N° 16 y Tabla N° 5).

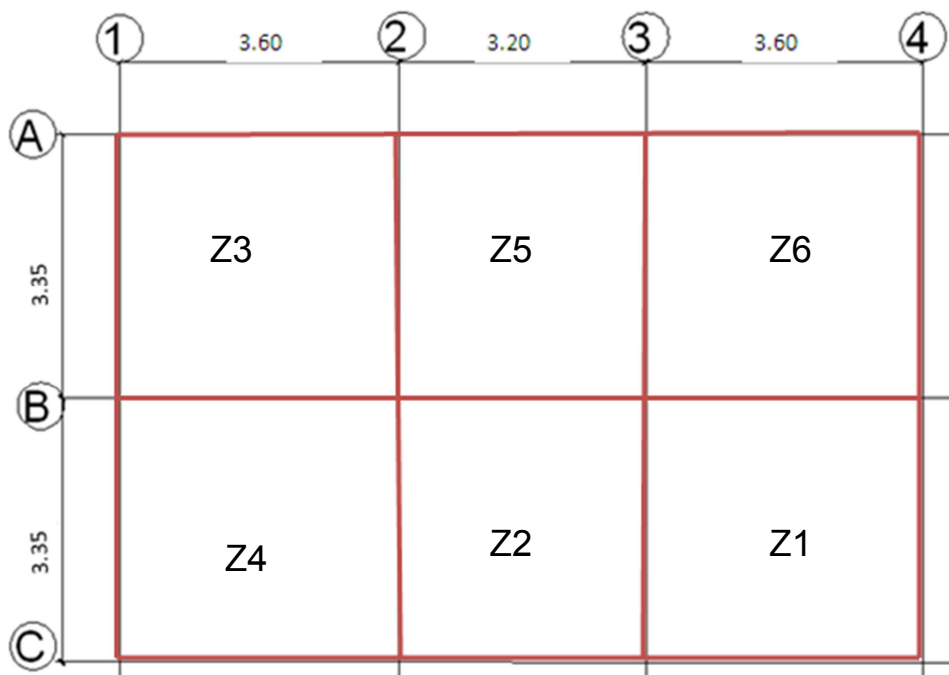


Figura 16. Ejes principales de la Vivienda Propuesta
Fuente: Elaboración Propia. S/E

Área total de la vivienda: 69,68 m².

Tabla 5. Áreas principales de la vivienda propuesta

DIVISIONES INTERNAS	
Zona	Ambiente
1	Cocina/Lavadero/ Comedor
2	Sanitarios
3	Dormitorio Auxiliar 1
4	Dormitorio Principal
5	Dormitorio Auxiliar 2
6	Sala

Fuente: Elaboración Propia.

Sin embargo para permitir una mayor ventilación cruzada en el interior, se incluyó un volumen saliente, ya que al chocar el viento con la vivienda, se induce a crear diferencias de presiones entre los lados y por ende mayor circulación del viento (Ver Figura N° 17).

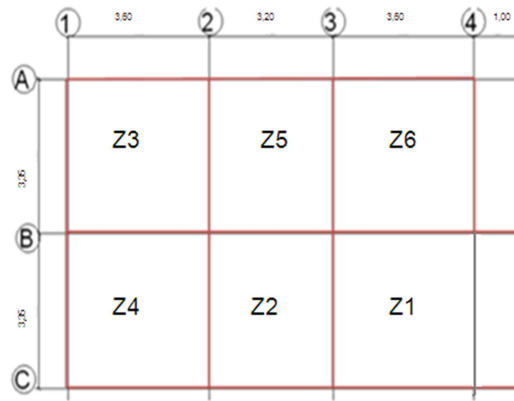


Figura 17. Ejes principales de la Vivienda Propuesta Definitiva
Fuente: Elaboración Propia. S/E

Área total de la vivienda final: 73,00 m².

Una vez definido los ejes principales de la vivienda se procedió a ubicar las columnas, puertas, paredes internas y externas para diferenciar las zonas o ambientes (Ver Figura N° 18).

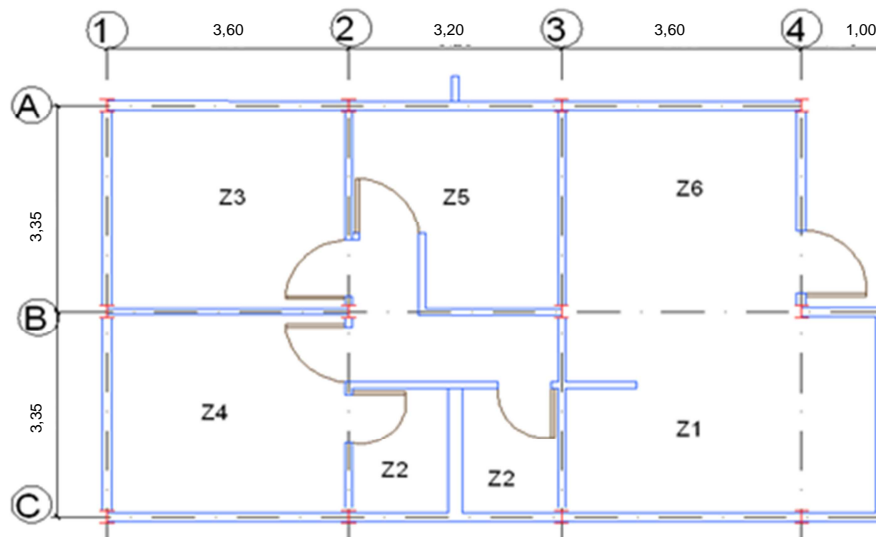


Figura 18. Planta de la Vivienda Propuesta Definitiva
Fuente: Elaboración Propia S/E

Se verificó el cumplimiento de la Gaceta 4044 con respecto a las dimensiones y áreas. (Ver Tabla N°6).

Tabla 6. Dimensiones mínimas en ambientes

DIMENSIONES MÍNIMAS EN AMBIENTES (GACETA 4044)														
Zona	Ambiente	Área (m2)	Área mín. (m2)	Cumple	Largo (m)	Ancho (m)	Dimensión mínima (m)	Cumple	Altura de entrepiso (m)	Altura mín. (m)	Cumple	Acabados	Acabado mín. (m)	Cumple
1	Cocina	9.8	9.0	SI	3.20	3.07	1.5	SI	2.4	2.4	SI	2.4	1.5	SI
1	Lavadero	3.0	3.0	SI	2.00	1.50	1.5	SI	2.4	2.4	SI	2.4	1.5	SI
2	Sanitario 1	2.9	-	-	2.00	1.45	-	-	2.4	2.4	SI	2.4	1.8	SI
2	Sanitario 2	2.9	-	-	2.00	1.45	-	-	2.4	2.4	SI	2.4	1.8	SI
3	Dormitorio Principal	11.3	8.5	SI	3.51	3.22	2.4	SI	2.4	2.4	SI	-	-	-
4	Dormitorio 1	11.3	6.0	SI	3.51	3.22	2	SI	2.4	2.4	SI	-	-	-
5	Dormitorio 2	8.7	6.0	SI	3.22	2.90/ 2.00	2	SI	2.4	2.4	SI	-	-	-
6	Sala	11.4	-	-	3.27	3.48	-	-	2.4	2.4	SI	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia.

Posteriormente se ubicó el mobiliario en cada zona (Ver Figura N° 19).

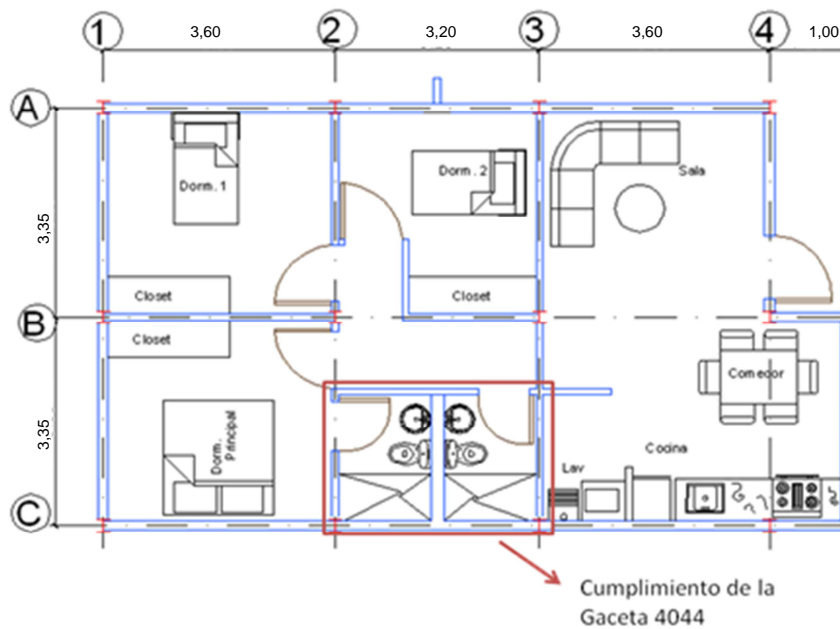


Figura 19. Mobiliario en la Vivienda Propuesta
Fuente: Elaboración Propia

En el caso de los sanitarios se verificó el cumplimiento de separación de piezas sanitarias que establece la Gaceta 4044. (Ver Figura N° 20 y Tabla N°7).

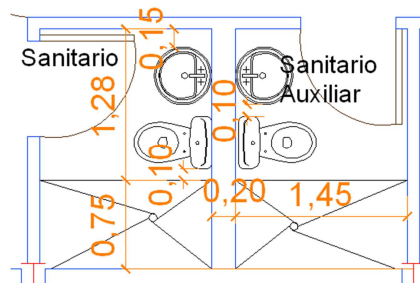


Figura 20. Separaciones de las piezas sanitarias
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7. Distancias mínimas de las piezas sanitarias

DISTANCIAS MÍNIMAS DE LAS PIEZAS SANITARIAS											
Sanitario 1 /Sanitario2	Pared						Pieza				
	Pieza	Frontal (cm)	Dist. Mín (cm)	Cumplimiento	Lateral (cm)	Dist. Mín (cm)	Cumplimiento	W.C (cm)	Ducha (cm)	Dist. Mín (cm)	Cumplimiento
Lavamanos	97	65	OK	15	15	OK	10	-	10	OK	
W.C	77	45	OK	-	15	-	-	10	10	OK	
Ducha	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	

Fuente: Elaboración Propia

Los mobiliarios de la cocina se ubicaron respetando lo establecido por el *arquitecto Luis López en el Manual técnico Mi Casa (1991)*, el cual explica las separaciones que deben tener la estufa, nevera y mesones con las paredes frontales para que los usuarios puedan desplazarse en el ambiente con facilidad y comodidad. Estas recomendaciones son:

- La separación entre la nevera y la pared frontal debe ser mínimo de 1,20 m.
- La separación entre la cocina y la mesa de comedor debe ser mínimo de 0,80 m.

Además se colocó el lavadero techado, separado por una pared de 0,85 m con respecto a la cocina y la dimensión mínima que indica la Gaceta 4044 de 1,50 m (Ver Figura N° 21).

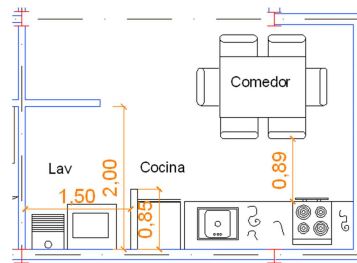


Figura 21. Distancias entre muebles y ambientes.

Fuente: Elaboración Propia

Se presenta la planta y la fachada principal de la vivienda propuesta al final del presente capítulo.

Figura 22 Planta de Vivienda Bioamigable.

Figura 23 Fachada Principal de Vivienda Bioamigable.

IV.1.4 Ventilación Cruzada

Utilizando la estrategia de ventilación cruzada se ubicaron las ventanas en la vivienda, respetando un tamaño de módulo general de 1,00 m de largo. Se trata siempre de ubicar la misma cantidad de ventanas a barlovento y sotavento para lograr mayor equilibrio.

La vivienda propuesta satisface una ventilación cruzada en cualquier dirección principal del viento (cada 90°), proveniente de la Ciudad de Valencia, ya que su ubicación puede variar dependiendo el urbanismo y por ello su configuración es independiente a que pueda construirse.

A continuación se presentan los cuatros modelos de vivienda según su orientación para recibir el viento característico de la Ciudad de Valencia (Ver Figuras desde el N°24 hasta el N°27):

Modelo 1

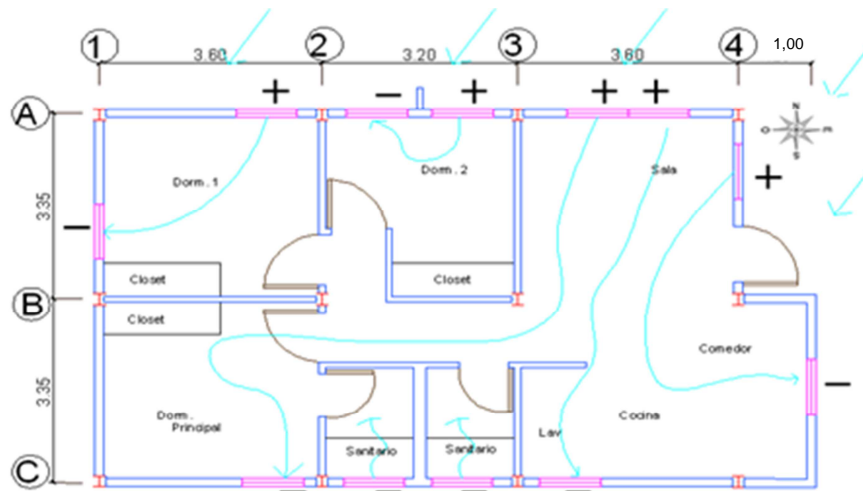


Figura 24. Ventilación cruzada en planta modelo 1 Viv. Propuesta
Fuente: Elaboración Propia. S/E

- Presiones positivas: 5.
- Presiones negativas: 7. No obstante los sanitarios no necesitan ventilación cruzada, por ello serán sólo 5 (está en equilibrio).

La puerta del dormitorio principal debe tener romanilla inferior para permitir la entrada del viento aún cuando esté cerrada.

Modelo 2

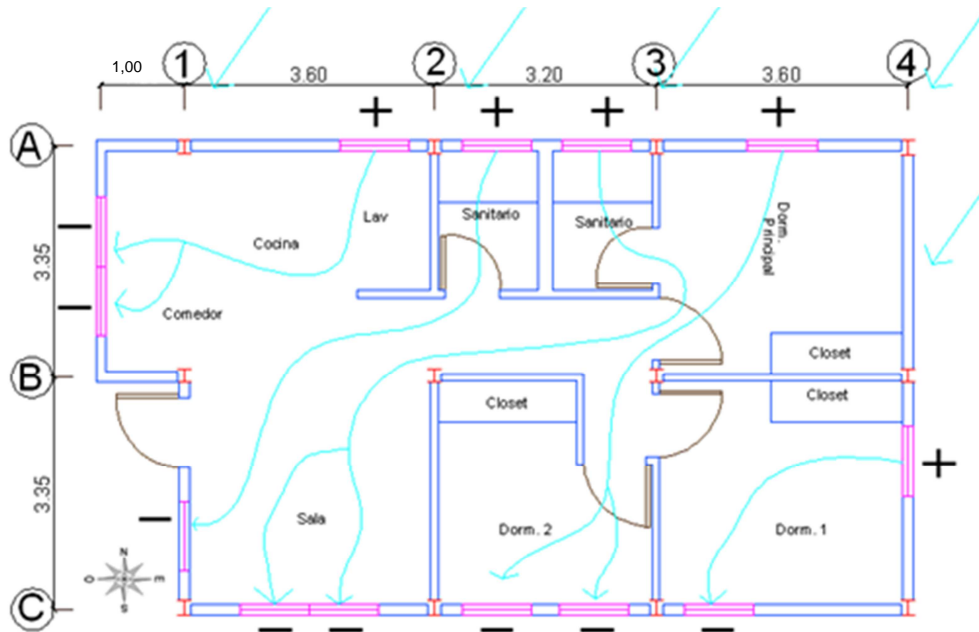


Figura 25. Ventilación cruzada en planta modelo 2 Viv. Propuesta
Fuente: Elaboración Propia. S/E

- Presiones positivas: 5.
- Presiones negativas: 8. Se puede observar que existen mayores aberturas de salida por lo cual produce una menor transferencia de corriente de aire ya que se debe dividir en más partes. Además las ventanas de entradas se encuentran en los ambientes que generan mayores olores lo cual no es recomendable.
- La puerta del dormitorio principal y del dormitorio 2 deben tener romanilla inferior para permitir la entrada del viento aún cuando esté cerrada.

Modelo 3

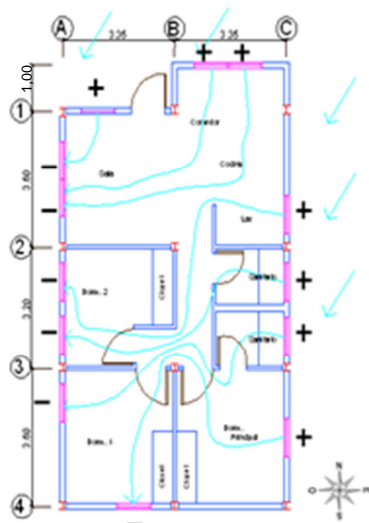


Figura 26. Ventilación cruzada en planta modelo 3
Viv. Propuesta
Fuente: Elaboración Propia. S/E

Modelo 4

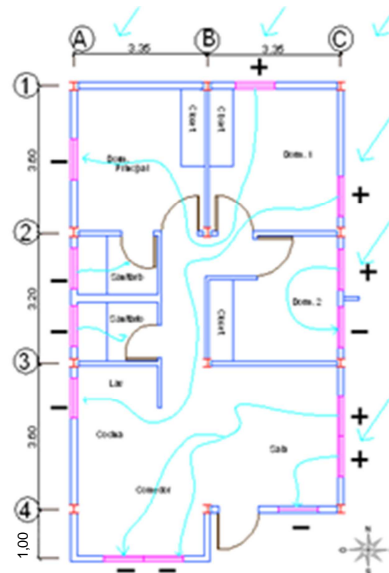


Figura 27. Ventilación cruzada en planta modelo 4
Viv. Propuesta.
Fuente: Elaboración Propia. S/E

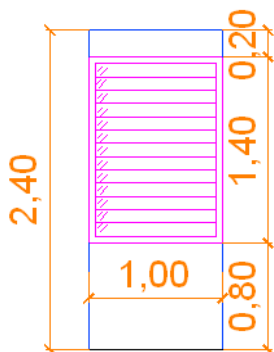
- Presiones positivas: 7.
- Presiones negativas: 6. Se puede observar que existen mayores aberturas de entrada por lo cual produce una mayor transferencia de corriente de aire. Sin embargo las ventanas de entradas se encuentran en los ambientes que generan mayores olores lo cual no es recomendable.
- La puerta de todos los dormitorios debe tener romanilla inferior para permitir la entrada del viento aún cuando esté cerrada.

- Presiones positivas: 5.
- Presiones negativas: 7. No obstante los sanitarios no necesitan ventilación cruzada ya que con el simple hecho de tener ventanas permite la circulación de olores que es lo importante, por ello en realidad son 5 (están en equilibrio).
- La puerta del dormitorio principal y el dormitorio auxiliar 1 debe tener romanilla inferior para permitir la entrada del viento aún cuando esté cerrada.

Se puede observar que las mejores opciones son las del modelo 1 y 4, no obstante en las cuatro direcciones se evidencia una ventilación cruzada.

Los modelos de ventana se presentan a continuación (Ver Figuras N°28 y 29):

Ventanas en zonas 1,3,4,5 y 6



Ventanas en sanitarios

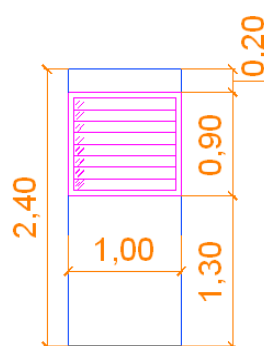


Figura 28. Ventanas de áreas públicas y dormitorios.
Fuente: Elaboración Propia. S/E.

Ancho de 1,00 m*

Altura de 1,40 m.

Antepecho de 0,80 m.

Figura 29. Ventanas de sanitarios y Lavadero.
Fuente: Elaboración Propia. S/E.

Ancho de 1,00 m.

Altura de 0,90 m.

Antepecho de 1,30 m.

*La ventana de la fachada principal tiene un ancho de 0,80 m para no interferir con la iluminación exterior.

Se verificó el área de ventilación natural establecido en la Gaceta 4044. (Ver Tabla N° 8).

Tabla 8 Áreas naturales de ventilación

ÁREAS NATURALES DE VENTILACIÓN								
Ambiente	Apl (m ²)	Avn mín(m ²)	Tipo	Base(m)	Altura (m)	Dim. Mín (m)	Aventana (m ²)	Cumple
Cocina/Comedor	9,82	0,98	1,00	1,00	1,40	-	1,40	SI
Sala	11,38	1,14	1,00	3,00	1,40	-	4,20	SI
Dorm. Principal	11,30	1,13	1,00	1,00	1,40	-	1,40	SI
Dorm Aux. 1	11,30	1,13	1,00	2,00	1,40	-	2,80	SI
Dorm Aux. 2	8,70	0,87	1,00	2,00	1,40	-	2,80	SI
Sanit. 1	2,90	0,29	0,30	1,00	0,90	0,40	0,90	SI
Sanit Aux. 2	2,90	0,29	0,30	1,00	0,90	0,40	0,90	SI
Lavadero	3,00	0,30	0,30	1,00	1,40	0,40	1,40	SI

Fuente: Elaboración Propia.

IV.1.5 Materiales

A continuación se describirán los materiales a utilizar en la envolvente para mitigar las cargas de calor provenientes del sol, de acuerdo a las pautas del diseño bioclimático. Estos materiales se escogieron por la baja reflexión, la resistencia térmica y la permeabilidad.

- Techo

El techo se construye con láminas de TERMOPANEL®, formado por un núcleo de espuma rígida de Poliestireno Expandido de clase autoextinguible, de alta densidad, recubierto por ambas caras con láminas de acero galvanizado prepintado al horno. No requiere ningún acabado posterior a la instalación y adicionalmente consta de tres elementos de remate: cumbrera, canal de lluvia y remate frontal.

El material del que se compone el techo le permite tener una luz libre entre apoyos de hasta 4,00 m. Además, se garantiza el fácil manejo, transporte y colocación por su bajo peso (15 kgf/m^2).

El techo en la vivienda es a dos aguas en la dirección del eje "X" con una pendiente del 6% (mínima establecida para evitar empozamiento). La longitud horizontal del volado en una dirección es de 0,95 m mientras que en la otra dirección es de 0,30 m. (Ver figura 30).

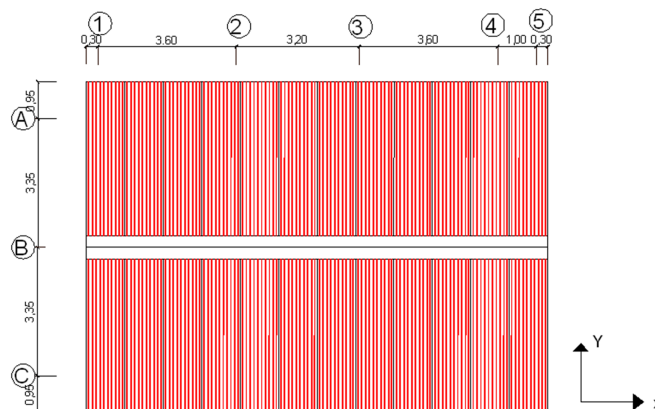


Figura 30 Planta Techo
Fuente: Elaboración Propia

El espesor será de 10 cm, lo cual tiene una resistencia térmica de 12 m^2C/W , según datos del fabricante (Ver figura 31). Aplicando el método CSTB con el "R" propio del techo se obtiene una ventilación solar buena. (Ver figura 32).

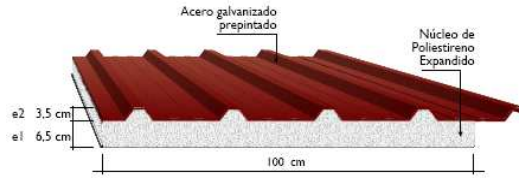


Figura 31 Cubierta de TERMOPANEL®
Fuente: Grupo Isotex

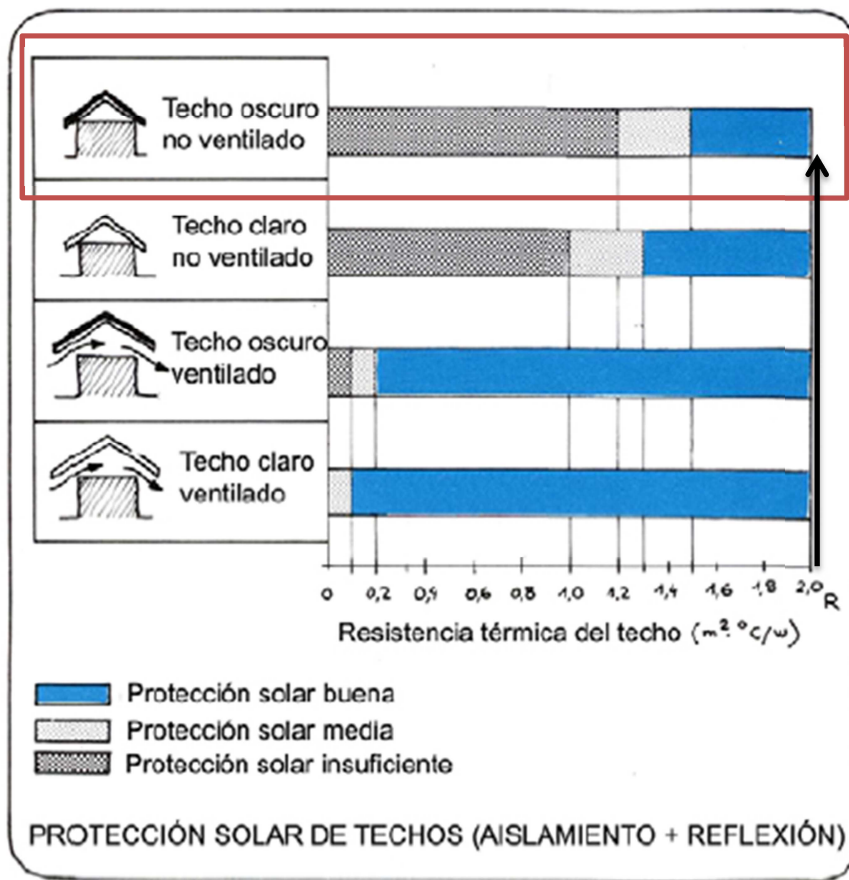


Figura 32 Protección Solar de Techos
Fuente: Guía Clima y Diseño (FAU-UCV)

En el eje de las abscisas se ubica la resistencia térmica, en el eje de las ordenadas se elige el tipo de techo, que en este caso es de color oscuro y sin

ventilación interna. La protección solar corresponde al color azul, el cual representa la característica de ser buena (Ver Figura N°32).

El sistema TERMOPANEL® puede ser fijado a la estructura, mediante tornillos autoroscantes galvanizados por medio del solape, se utilizarán vigas de fijación tipo tubulares UNICON 60x60 mm, que no forman parte del sistema resistente a las acciones accidentales (Ver Figura N°33).

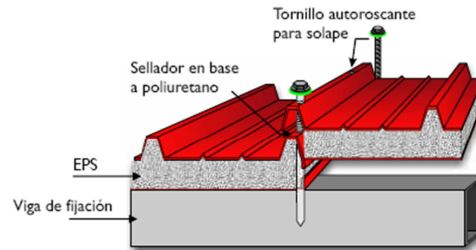


Figura 33 Fijación en Solape en techo de TERMOPANEL®
Fuente: Grupo Isotex

- Paredes

La mampostería externa a utilizar serán bloques de concreto de 15 cm frisados, ya que debido a que la zona presenta un porcentaje alto de humedad (clima cálido húmedo) se evitará que estos bloques se deterioren, como puede ocurrir en el caso de los bloques de arcilla.

Se utilizará el método CSTB para estimar la calidad de protección de las paredes, al igual que se utilizó para el techo.

Según datos del profesor Luis Rosales la conductancia de un bloque de concreto ($e=15$ cm) y frisado es de $2,02 \text{ W/m}^2\text{C}$, por ende la resistencia térmica es aproximadamente $0,50 \text{ m}^2\text{C/W}$, ya que es el inverso del valor.

Para el estudio de las paredes se toma en cuenta la presencia de volados y la dirección de la pared en la fachada. En este estudio se utilizó como modelo de la vivienda propuesta el número 1 (Ver Figura 34).

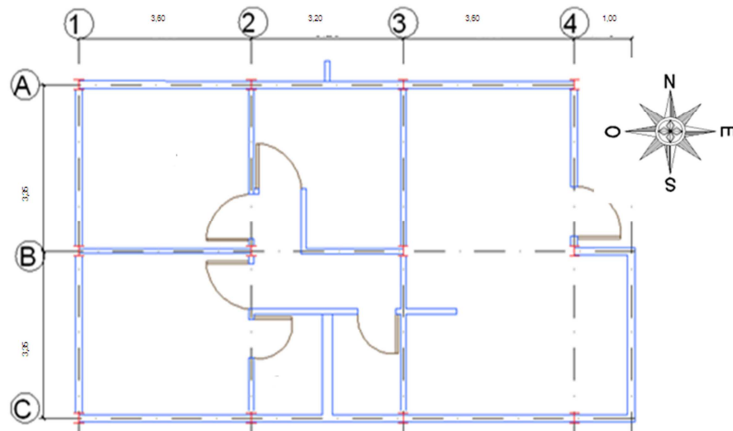
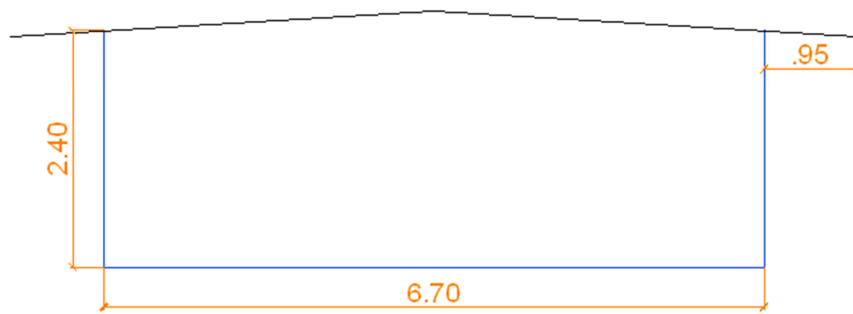


Figura 34 Fachada de la vivienda propuesta Modelo 1
Fuente: Elaboración Propia. S/E

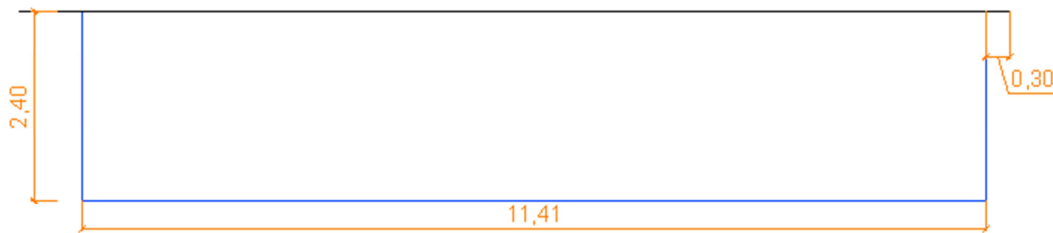


Fachada Este-Oeste

Figura 35 Fachada este-oeste de la vivienda propuesta
Fuente: Elaboración Propia. S/E

$$\frac{d}{h} = \frac{0,95m}{2,40m}$$

$$\frac{d}{h} = 0,40$$



Fachada Norte-Sur

Figura 36 Fachada este-oeste de la vivienda propuesta
Fuente: Elaboración Propia. S/E

$$\frac{d}{h} = \frac{0,30m}{2,40m}$$

$$\frac{d}{h} = 0,125$$

La tabla presenta relaciones de 0; 0,5 y 1; para los valores obtenidos se tomará como relación 0,50 ya que se encuentran más cercanos a este número. Con el R de 0,50 y color de pared blanco el resultado es que en cualquier dirección se tendrá una buena protección (Ver Figura N°37).

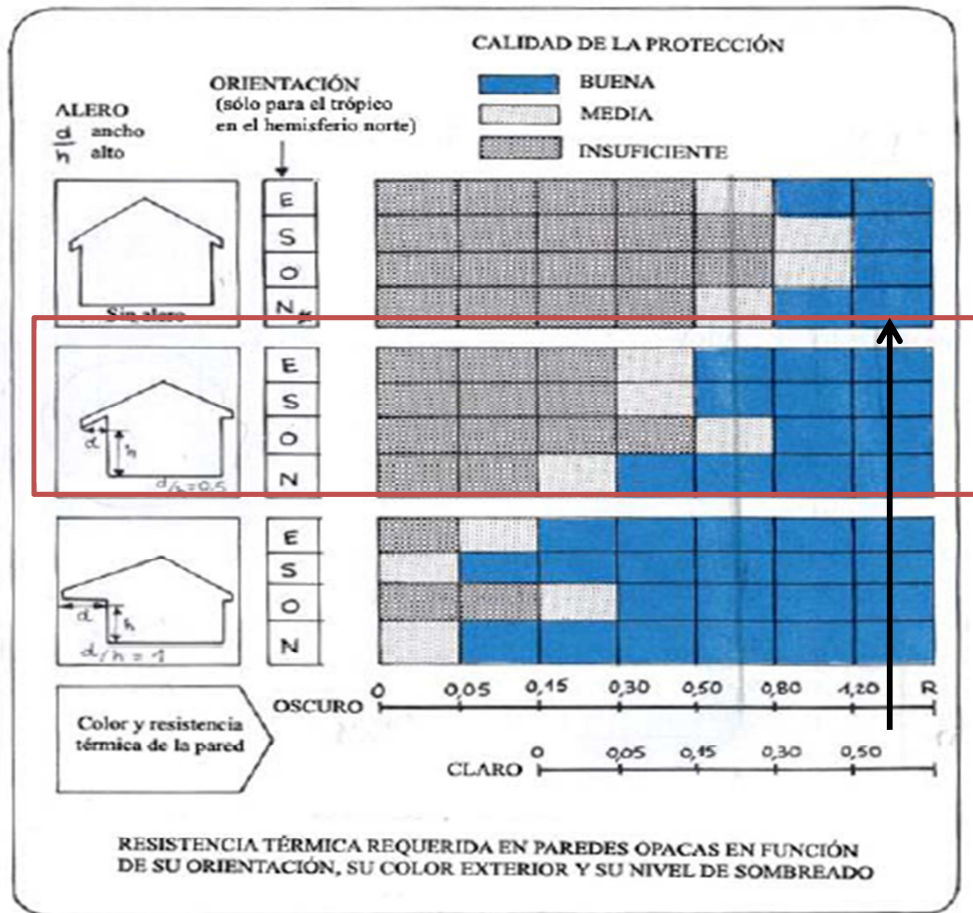


Figura 37 Calidad de la Protección en Paredes.
Fuente: Guía Clima y Diseño (FAU-UCV)

En el eje de las abscisas se ubica la resistencia térmica de las paredes, en el eje de las ordenadas se ubica la relación d/h; la intercesión corresponde

al color azul, lo cual significa que la calidad de la protección es buena (Ver Figura N°37).

- Piso

El piso a utilizar en la vivienda es cemento pulido, principalmente por el ahorro económico y para el control de la iluminación interna de la vivienda como lo establece *El Manual para las Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico (2004)*.

- Ventanas

Los vidrios a utilizar en las ventanas serán de capas simples, de color transparente.

El tipo de ventana que mejor se adapta a los requerimientos de ventilación, iluminación y economía son Las Romanillas (Ver Figura 38).

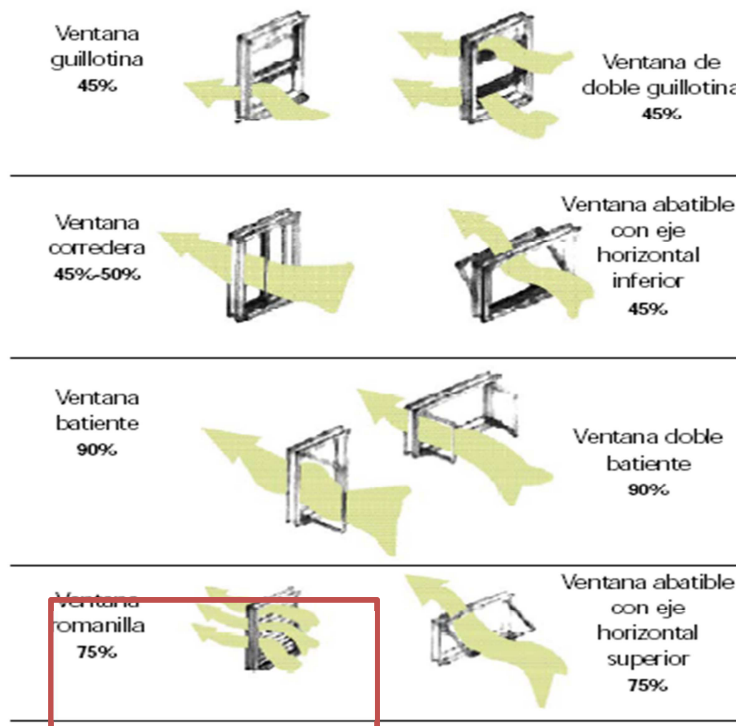


Figura 38 Índice de Eficiencia de Ventilación Natural
Fuente: Manual de las Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico.

- Puertas

El material de las puertas en el interior de la vivienda es madera entamborada principalmente por los bajos costos y por ser un material permeable que permite transferir la temperatura desde un espacio a otro.

La puerta principal es de metal para brindar protección a los usuarios de la vivienda.

- Vegetación

No se contempla en el proyecto sembrar arbustos alrededor de la vivienda, ya que este elemento paisajístico que permite arrojar sombras es una técnica subjetiva ya que puede estar atada a cambios a lo largo del tiempo.

IV.1.6 Aislamiento térmico

Como se explicó anteriormente el material para el techo de la vivienda es de poliestireno expandido lo cual permite un buen aislamiento térmico ya que éste retarda la transferencia de calor proveniente de los rayos del sol hacia el interior. El acabado del techo de la vivienda es rojo para simular las tejas, por tener un material aislante no es relevante el tono exterior.

A continuación se presenta en la Tabla N°9 el resumen de los materiales finales de la vivienda propuesta:

Tabla 9 Características Finales de los materiales de la vivienda propuesta

CARACTERÍSTICAS FINALES DE LOS MATERIALES EN LA VIVIENDA PROPUESTA		
Componente	Tipo	Material
Techo	A dos Aguas, Sin ventilación	TERMOPANEL®
Ventanas	Romanillas	Vidrio Corriente
Puertas internas	Entamboradas	Madera
Puerta externa	Maciza	Acero
Piso	Pulido	Cemento
Cerámica Nacional	Colores Claros	Línea Económica
Paredes	Construcción Tradicional	Bloques de Concreto huecos

Fuente: Elaboración Propia

IV.2 Aspectos estructurales

IV.2.1 Materiales constructivos

A continuación se presentan las propiedades de los materiales a utilizar para la estructura e infraestructura de la vivienda propuesta:

- Acero barras:

$$f_y=4200 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$E_s=2100000 \text{ Kgf/cm}^2$$

- Acero perfiles :

$$f_y=2530 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$F_u=4080 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$E_s=2100000 \text{ Kgf/cm}^2$$

- Fundaciones

$$Q_{\text{admisible del suelo}}=1,0 \text{ Kgfc/m}^2$$

Concreto:

$$f'_c=250 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$E_c=238752 \text{ Kgf/cm}^2$$

IV.2.2 Definición del espectro de diseño

Según fue definido en las limitaciones y alcances del trabajo, el análisis estructural que se plantea se hará para la zona sísmica 5, ya que el estado donde se presenta la vivienda propuesta es Carabobo el cual tiene peligro sísmico elevado e intermedio, por lo cual se escogió el más desfavorable.

El diseño se clasifica según el uso dentro del grupo B2 con factor de importancia $\alpha=1,00$; se aplicará el nivel de diseño dos (ND2) según *la Tabla 6.2 de la norma COVENIN 1756:2001*. Debido a que el sistema resistente a sismo está

constituido por pórticos, se clasifica como una estructura tipo I, cuyo factor de respuesta máximo a utilizar según la *Tabla 6.4* del mismo documento es $R=4$; sin embargo el valor utilizado será $R=2,5$; ya que al ser una estructura liviana (diafragma flexible) y del tipo de bajo costo (menor precisión en el proceso constructivo) se disminuye la capacidad de ductilidad de los elementos estructurales.

El valor del factor de corrección (ϕ) de la *Tabla 5.1 en la norma COVENIN 1756:2001* es 0,90, ya que el suelo es del tipo blando. La forma espectral que se utilizó en el diseño fue S2, porque es un tipo de suelo común en el país. (Ver *Tabla N° 10*).

Tabla 10 Parámetros del Espectro de Diseño

Uso de la Edificación	Vivienda
Zona	5,00
A_0	0,30
Forma Espectral	S2
ϕ	0,90
T^* (seg)	0,70
β	2,60
ρ	1,00
Clasificación	B2
α	1,00
Nivel de Diseño	ND2
Tipo de Estructura	I
R	2,50
T^+ (seg)	0,15
T_o (seg)	0,175
c	0,990

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación en la *Figura N° 39* se presenta el espectro de diseño a utilizar:

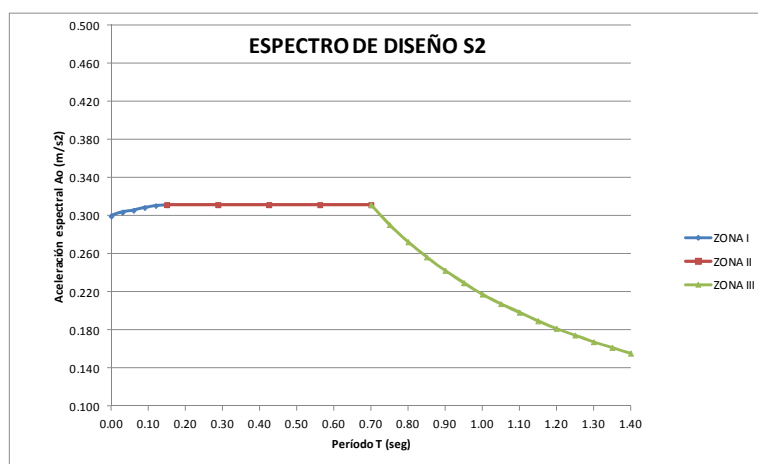


Figura 39 Espectros de diseño en zona sísmica 5 S2.
Fuente: Elaboración Propia.

IV.2.3 Casos de carga estática

En la Tabla N° 11 se presentan los casos de carga a utilizar en el diseño y análisis de la edificación:

Tabla 11 Casos de carga estática

CASOS DE CARGA ESTÁTICA	
Casos de Carga	Descripción
Peso Propio (PP):	Corresponde al peso propio de los elementos estructurales.
Sobrecarga Permanente (SCP):	Carga permanente proveniente de la tabiquería, acabados, impermeabilización, entre otros.
Carga Variable (CV):	Cargas por uso de cada ambiente.
Carga variable de techo (CVT):	Carga de uso estimada en el nivel techo.
Sismo X (SX):	Acción sísmica en la dirección "X".
Sismo Y (SY):	Acción sísmica en la dirección "Y".
W:	Acción eólica.

Fuente: Elaboración Propia.

IV.2.4 Definición de las cargas

- Cargas Permanentes

El peso propio de las vigas y columnas de acero se encuentran especificadas en cada ficha técnica del proveedor. Para el concreto armado se considera un peso específico de 2400 Kg/m³ según la *Tabla 4.1 COVENIN-MINDUR 2002: 88.*

Para el techo se considera el peso propio de cada panel que según datos del fabricante es de 15 Kgf/m².

- Cargas Sobrecargas Permanentes

Se asignará como sobrecarga permanente el peso de la tabiquería que se apoya sobre la base de la vivienda, en términos generales será de 270 Kgf/m².

- Cargas Variables

Se divide la estructura en dos sectores: zona de vivienda, con 175 Kgf/m² y zona de techo que se le asigna una carga de 40 Kgf/m² según la Tabla 5.1 COVENIN-MINDUR 2002:88.

IV.2.5 Combinaciones de cargas

Las combinaciones empleadas para el diseño de las edificaciones por acciones sísmicas se presentan en la Tabla N° 12, según COVENIN 1618-1998. Para sistemas aporticados $\Omega_0 = 3$.

Tabla 12 Combinaciones para el diseño de las edificaciones por acciones sísmicas

COMBINACIONES PARA EL DISEÑO DE LAS EDIFICACIONES POR ACCIONES SÍSMICAS	
COMB1	1,4 CP + 1,4 SCP
COMB2	1,2 CP + 1,2 SCP + 1,6 CV + 1,6 CVT
COMB3	$(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + 0,5 CV + SX + 0,3 SY
COMB4	$(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + 0,5 CV + SY + 0,3 SX
COMB5	$(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + SX + 0,3 SY
COMB6	$(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + SY + 0,3 SX
COMB7	$(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + 0,5 CV + Ω_0 (SX + 0,3SY)
COMB8	$(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + 0,5 CV + Ω_0 (0,3SX + SY)
COMB9	$(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + Ω_0 (SX + 0,3SY)
COMB10	$(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + Ω_0 (0,3SX + SY)

Fuente: Elaboración Propia.

Las combinaciones para el diseño de fundación se dividen en las de servicio-normal (Ver Tabla N° 13) y servicio-último o de diseño (Ver Tabla N° 14), de la Norma COVENIN 1756:2001:

Tabla 13 Combinaciones de servicio de las fundaciones por acciones sísmicas

COMBINACIONES DE SERVICIO DE LAS FUNDACIONES POR ACCIONES SÍSMICAS	
SERV1	1,1 CP + 1,1 SCP + CV
SERV2	1,1 CP + 1,1 SCP + CV + SX + 0,30SY
SERV3	1,1 CP + 1,1 SCP + CV + SX - 0,30SY
SERV4	1,1 CP + 1,1 SCP + CV - SX + 0,30SY
SERV5	1,1 CP + 1,1 SCP + CV - SX - 0,30SY
SERV6	1,1 CP + 1,1 SCP + CV + SY + 0,30SX
SERV7	1,1 CP + 1,1 SCP + CV + SY - 0,30SX
SERV8	1,1 CP + 1,1 SCP + CV - SY + 0,30SX
SERV9	1,1 CP + 1,1 SCP + CV - SY - 0,30SX
SERV10	0,9 CP + 0,9 SCP + SX + 0,30SY
SERV11	0,9 CP + 0,9 SCP + SX - 0,30SY
SERV12	0,9 CP + 0,9 SCP - SX + 0,30SY
SERV13	0,9 CP + 0,9 SCP - SX - 0,30SY
SERV14	0,9 CP + 0,9 SCP + SX + 0,30SX
SERV15	0,9 CP + 0,9 SCP + SX - 0,30SX
SERV16	0,9 CP + 0,9 SCP - SX + 0,30SX
SERV17	0,9 CP + 0,9 SCP - SX - 0,30SX

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 14 Combinaciones para el diseño de las fundaciones por acciones sísmicas

COMBINACIONES PARA EL DISEÑO DE LAS FUNDACIONES POR ACCIONES SÍSMICAS	
COMB1	1,4 CP + 1,4 SCP
COMB2	1,2 CP + 1,2 SCP + 1,6 CV + 1,6 CVT
COMB3	$(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + 0,5 CV + SX + 0,3 SY
COMB4	$(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + 0,5 CV + SX - 0,3 SY
COMB5	$(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + 0,5 CV - SX + 0,3 SY
COMB6	$(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + 0,5 CV - SX - 0,3 SY
COMB7	$(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + 0,5 CV + SY + 0,3 SX
COMB8	$(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + 0,5 CV + SY - 0,3 SX
COMB9	$(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + 0,5 CV - SY + 0,3 SX
COMB10	$(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(1,2+0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + 0,5 CV - SY - 0,3 SX
COMB11	$(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + SX + 0,3 SY
COMB12	$(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + SX - 0,3 SY
COMB13	$(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP - SX + 0,3 SY
COMB14	$(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP - SX - 0,3 SY
COMB15	$(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + SY + 0,3 SX
COMB16	$(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP + SY - 0,3 SX
COMB17	$(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP - SY + 0,3 SX
COMB18	$(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ CP + $(0,9-0,2\alpha\Phi\beta A_0)$ SCP - SY - 0,3 SX
COMB19	1,2 CP + 1,2 SCP + 0,5 CV + Ω_0 SX
COMB20	1,2 CP + 1,2 SCP + 0,5 CV - Ω_0 SX
COMB21	1,2 CP + 1,2 SCP + 0,5 CV + Ω_0 SY
COMB22	1,2 CP + 1,2 SCP + 0,5 CV - Ω_0 SY
COMB23	0,9 CP + 0,9 SCP + Ω_0 SX
COMB24	0,9 CP + 0,9 SCP - Ω_0 SX
COMB25	0,9 CP + 0,9 SCP + Ω_0 SY
COMB26	0,9 CP + 0,9 SCP - Ω_0 SY

Fuente: Elaboración Propia.

Para las anteriores combinaciones el criterio utilizado para las acciones sísmicas fue 100-30.

Las combinaciones utilizadas por las acciones eólicas (Ver Tabla N°15) de la norma COVENIN 1618-1998 son:

Tabla 15 Combinaciones para el diseño de las edificaciones por acciones eólicas

COMBINACIONES PARA EL DISEÑO DE LAS EDIFICACIONES POR ACCIONES EÓLICAS	
COMB1	1,4 CP + 1,4 SCP
COMB2	1,2 CP + 1,2 SCP + 1,6 CV + 0,5 CVT
COMB3	1,2 CP + 1,2 SCP + 1,6 CVT + 0,4 W
COMB4	1,2 CP + 1,2 SCP + 0,5 CV+ 0,5 CVT + 1
COMB5	0,9 CP + 0,9 SCP + 1,6 W
COMB6	0,9 CP + 0,9 SCP - 1,6 W

Fuente: Elaboración Propia.

IV.2.6 Método de análisis

El techo se considera un diafragma flexible según el punto b.4 de la sección 6.5.2 de la norma COVENIN 1756:2001, por esta irregularidad en planta se aplicará el Método de Análisis Espacial con Diafragma Flexible.

IV.2.7 Combinación de masas participativas

La combinación modal se definió según lo establecido en el Capítulo 7.1 de la norma COVENIN 1756:2001, el cual establece que a las acciones permanentes se le suma el veinticinco por ciento (25%) de las cargas variables de servicio (CV) y cero por ciento (0%) de la carga variable en el techo (CVT), cuando el uso de la estructura es una vivienda. Al no considerarse la CV para el análisis sísmico de la estructura, la masa será aportada por el peso propio (PP) y la sobrecarga

IV.2.8 Valores límites de los desplazamientos

Según la Tabla 10.1 de la norma COVENIN 1756-2001, el valor límite del cociente entre la deriva y la separación entre dos niveles consecutivos es de 0,018 para edificaciones susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura.

CAPITULO V

RESULTADOS

V.1 Análisis Bioclimático de la Vivienda Propuesta

Se modeló la vivienda propuesta en el programa de análisis térmico ECOTECT®, con la finalidad de obtener las temperaturas promedio que se tendrán dentro del recinto.

Inicialmente se dibujaron las paredes perimetrales de la vivienda (Ver Figura N° 40).

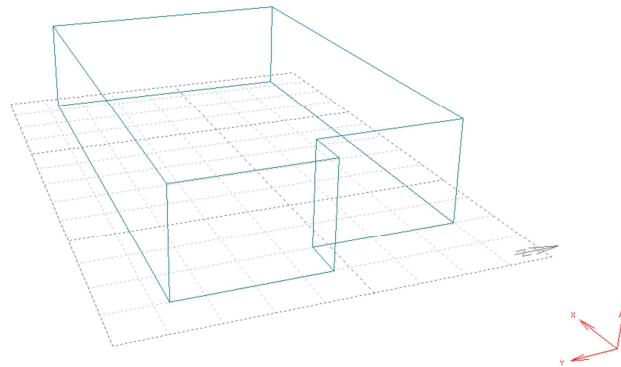


Figura 40 Modelo de Paredes Perimetrales de la vivienda propuesta en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect. Elaboración Propia.S/E.

Se le asignó un tipo de material a las paredes, que define las características de los Bloques de Concreto (Ver Figura N° 41).

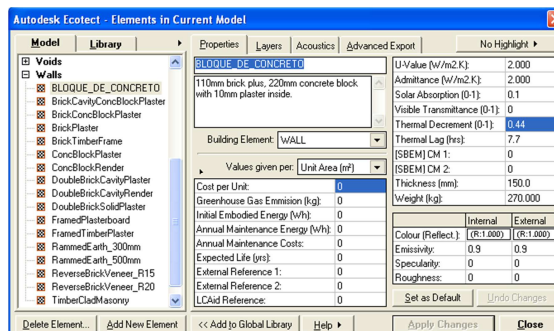


Figura 41 Definición de las propiedades de los bloques de concreto huecos en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect.

La propiedad U-Value ($W/m^2 K$) es la conductancia del material, de la guía *Propiedades de los Materiales del profesor Luis Rosales*, se obtiene que para un bloque de concreto hueco de 15 cm de espesor es aproximadamente $2 W/ m^2 K$. El color del acabado es blanco tanto en el exterior como en el interior, (Ver Figura N° 41). Los componentes de estas paredes son bloques de concreto con friso por ambas caras. (Ver Figura N° 42).

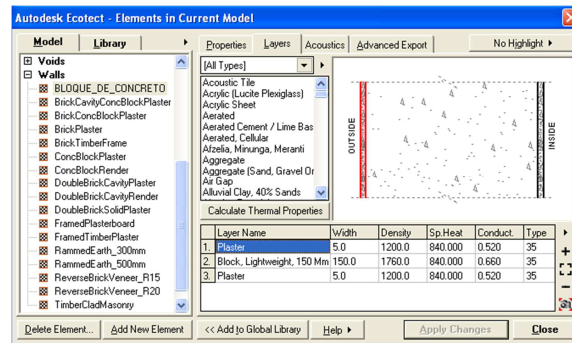


Figura 42 Definición de los componentes de las paredes con bloques de concreto en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect.

Dentro de las paredes se insertaron las ventanas y puertas propias de la arquitectura de la vivienda propuesta (Ver Figura N° 43).

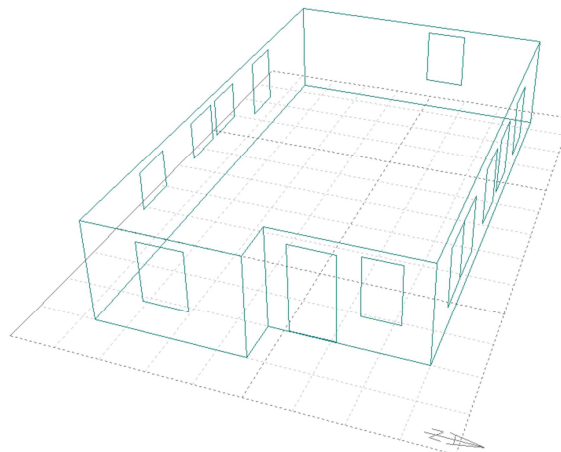


Figura 43 Modelo de las paredes perimetrales con las ventanas y puertas de la vivienda propuesta en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect. Elaboración Propia. S/E.

A las ventanas se le asignó como material tipo “vidrio común”, mientras que a la puerta un material metálico, que en este caso es el acero (Ver Figuras N° 44 y 45).

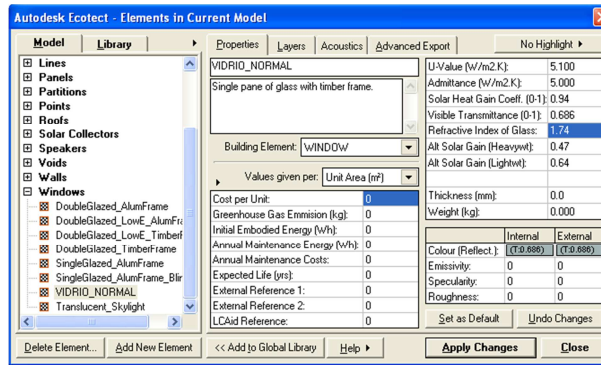


Figura 44 Definición del material para las ventanas en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect.

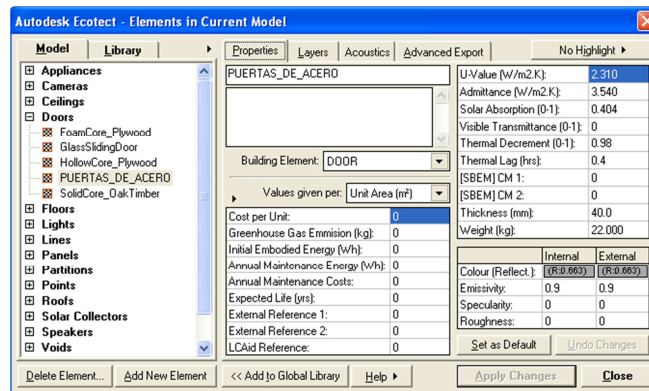


Figura 45 Definición del material para la puerta en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect.

Se modeló el techo a dos aguas con los volados correspondientes, como zona *TECHO*. (Ver Figura N° 46).

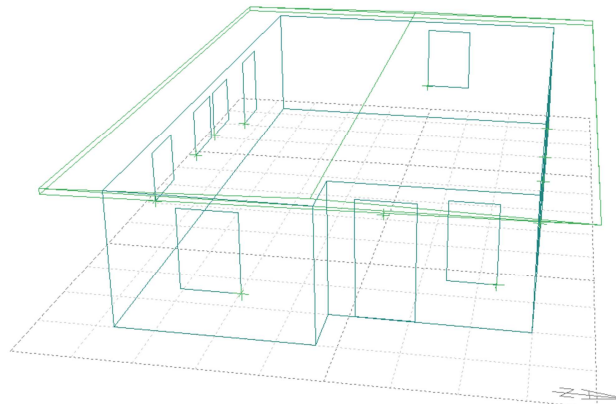


Figura 46 Modelado del techo a dos aguas de la vivienda propuesta en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect. Elaboración Propia. S/E.

Se le asignó un material llamado TERMOPANEL®. (Ver Figura N° 47).

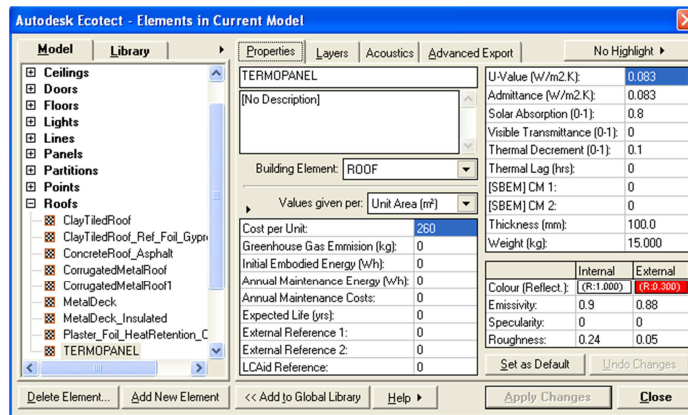


Figura 47 Definición del material del techo de la vivienda propuesta en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect.

La conductancia se calcula como el inverso de la resistencia térmica, según datos técnicos suministrados por el fabricante (Isotex), la resistencia es de 12, por ende U- Value será: $0,083 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. El color del acabado es blanco para el interior y rojo para el exterior. (Ver Figura N° 47). Este tendrá como componentes láminas de zinc y en el medio poliestireno expandido. (Ver Figura N° 48).

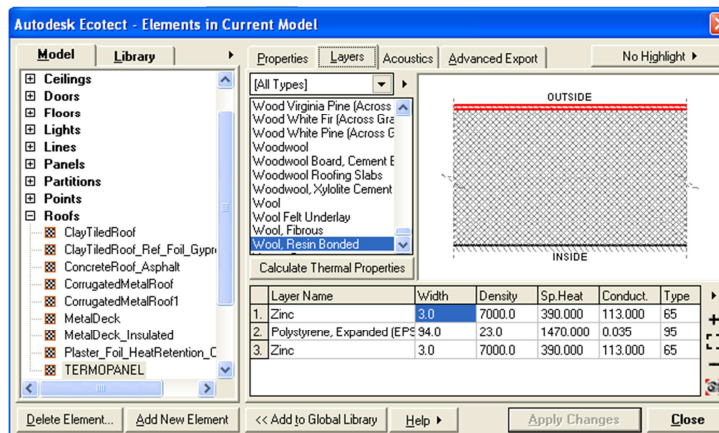


Figura 48 Definición de los componentes del techo de la vivienda propuesta en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect.

La visualización de la vivienda modelada es (Ver Figura N° 49).

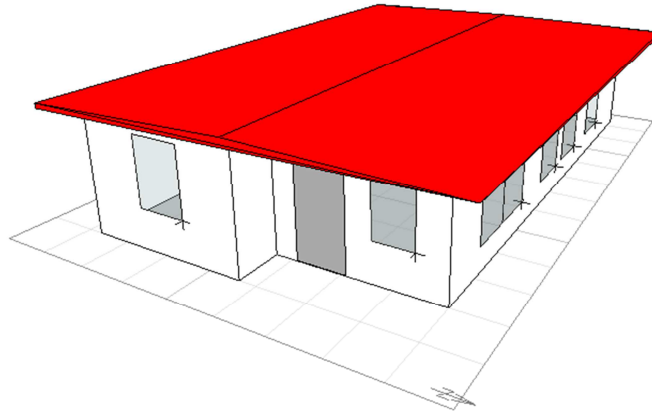


Figura 49 Visualización de la vivienda propuesta en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect. Elaboración Propia. S/E.

Se puede observar que toda la envolvente se encuentra definida por geometría y materiales, por ello se procede a incorporar los datos climatológicos de la región, es importante resaltar que el programa no permitió introducir los valores de latitud y longitud propios de la Ciudad de Valencia, Edo. Carabobo ya que en el mapa de ubicación la única ciudad de Venezuela que reconoce es Caracas. Finalmente se tomó la Capital del país como zona horaria local. (Ver Figura N°50).

Los demás datos como viento y tipo de zona son propios de la Ciudad de Valencia, Edo. Carabobo para el año 2010, ya que fueron los registros suministrados por el profesor Luis Rosales (IDEC-UCV). (Ver Figuras desde el N°51 hasta el 53).

Parameter	Value
TITULO DEL PROYECTO	VIVIENDA BIDAMIGABLE
Description	CIUDAD DE VALENCIA, EDO. CARABOBO[]
JobReference	
ClientName	
BuildingType	
EXTERNAL_FILE_REFERENCES	
WeatherDataFile	C:\Archivos de programa\Autodesk\Ecotect Analysis 2010\Weather Data\Valencia Completo.wea
AutoRunScript	

Site Location

Latitude: Longitude:
10.0000° -68.0000°

Local Time Zone:
-4:00 Caracas

Find... Map...
Use Google maps...

Site Specifics

North Offset:
180.0°

Altitude:
0.0

Local Terrain:
Suburban

Show Project Page when Opening Model.

Figura 50 Definición de los parámetros bioclimáticos de la Ciudad de Valencia, Edo. Carabobo en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect.

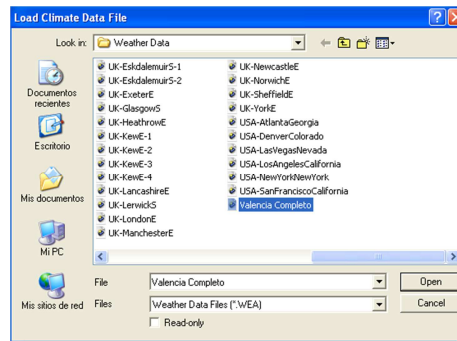


Figura 51 Definición del viento que incidirá en la vivienda propuesta Fuente Modelo en Ecotect.

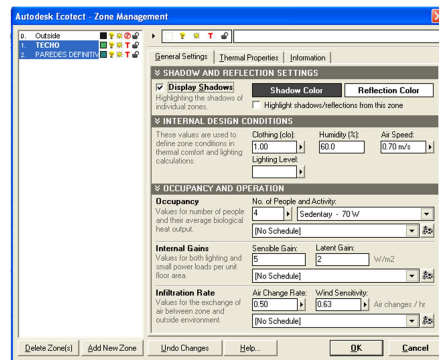


Figura 52 Definición de las variables térmicas dentro de la vivienda propuesta en ECOTECT® Fuente Modelo en Ecotect.

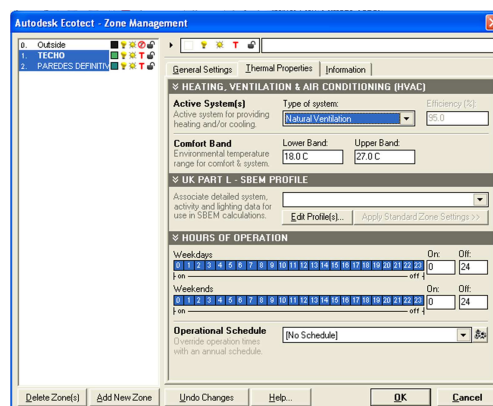


Figura 53 Definición de la estrategia de diseño en ECOTECT® Fuente Modelo en Ecotect.

Una vez definidas todas las condiciones se procedió con el análisis térmico de la vivienda propuesta, el cual será para el día más caluroso y más frío del año estudiado (2010), opción que es elegida en el programa:

Para el día más caluroso del año (18 mayo):

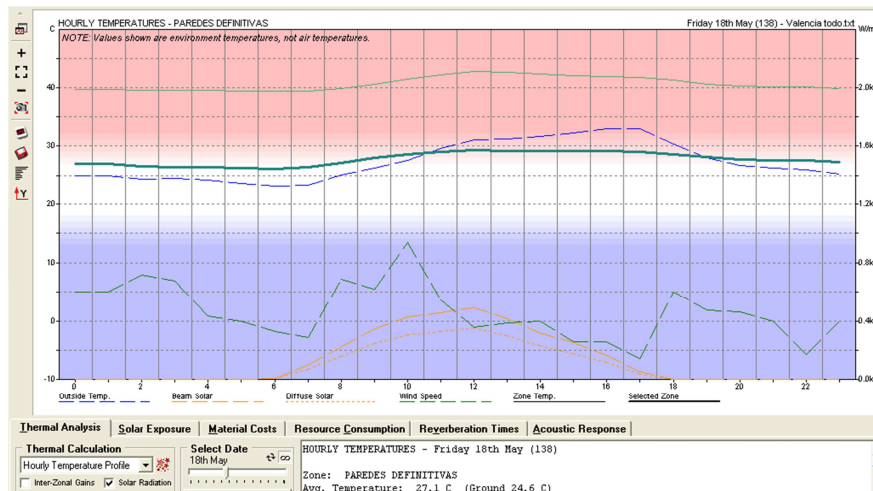


Figura 54 Temperatura de las paredes de la vivienda propuesta para el día más caluroso del año 2010.

Fuente Modelo en Ecotect.

La línea turquesa es la temperatura de las paredes, las cuales al ser permeables permiten un intercambio de temperatura hacia el interior. Se puede observar que desde las 12 m hasta las 6 pm la máxima temperatura es aproximadamente de 29 °C. (Ver Figura N°54).

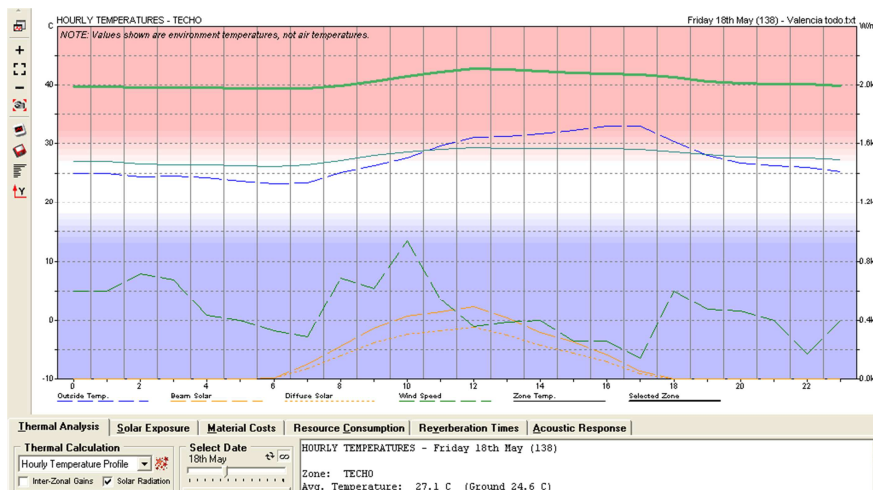


Figura 55 Temperatura del techo de la vivienda propuesta para el día más caluroso del año 2010.

Fuente Modelo en Ecotect.

En cuanto al techo (línea verde), por tener un material aislante (elevada resistencia térmica), absorbe la incidencia solar por lo cual tiene altos valores,

pero no permite el paso al interior de la vivienda, por ello no disminuye su temperatura significativamente durante el día. (Ver Figura N°55).

Para el día más frío del año estudiado (26 de marzo)

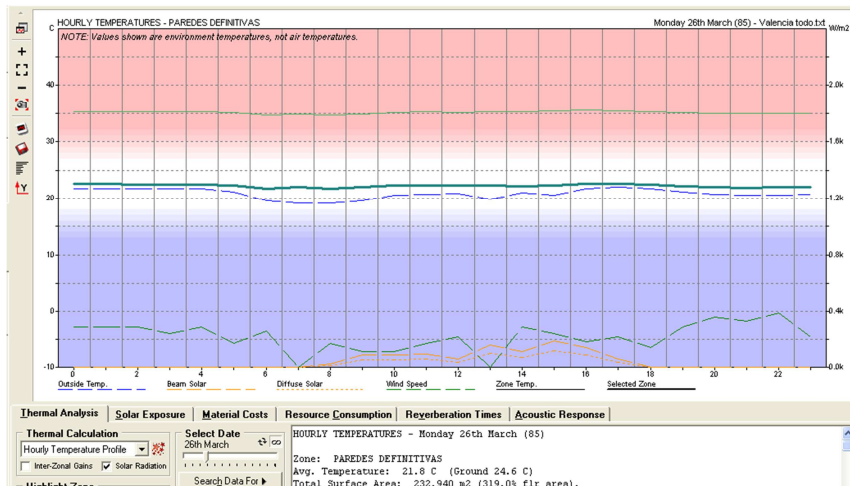


Figura 56 Temperatura de las paredes de la vivienda propuesta para el día más frío del año 2010. Fuente Modelo en Ecotect.

Las temperaturas se encuentran en el rango de confort (aproximadamente 22 °C). (Ver Figura N°56).

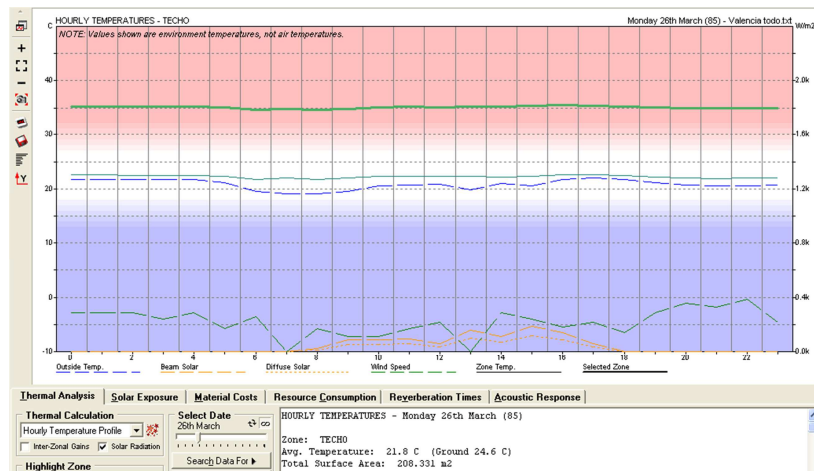


Figura 57 Temperatura del techo de la vivienda propuesta para el día más frío del año 2010. Fuente Modelo en Ecotect.

El techo también disminuye la temperatura en aproximadamente 5°C, para tener un valor uniforme de 35°C. (Ver Figura N°57) .

Luego de realizar el análisis térmico se realizó el estudio de sombras en todas las ventanas de la fachada, con el fin de conocer las horas de incidencia solar. (Ver Figuras desde el N°58 hasta la 68).

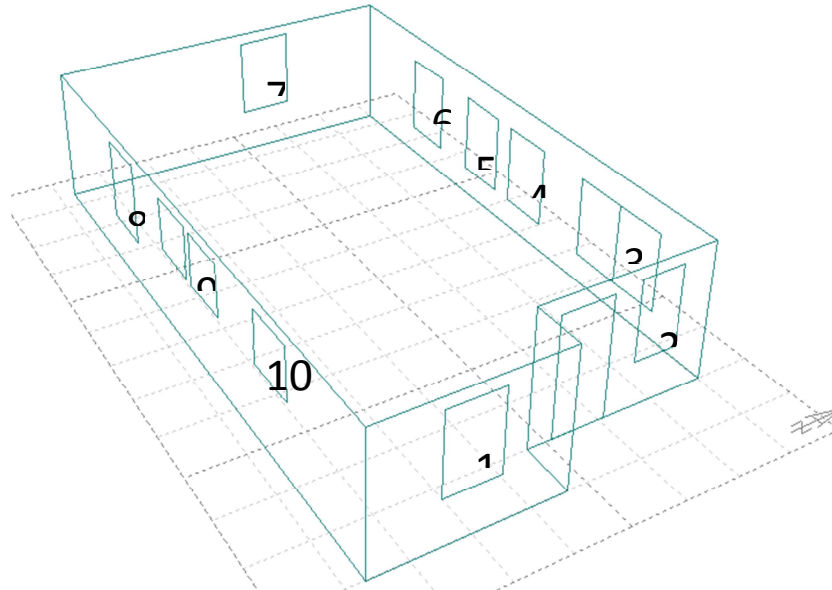


Figura 58 Numeración de ventanas para el estudio del diagrama solar en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect. Elaboración Propia. S/E.

Ventana 1

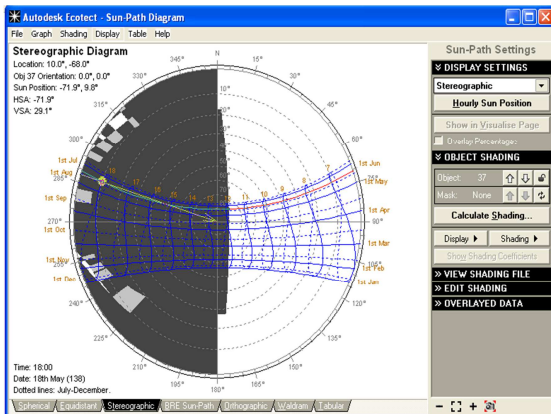


Figura 59 Diagrama solar estereográfico de la ventana N°1
Fuente Modelo de la vivienda propuesta en Ecotect.

Se puede observar que en todos los meses en las horas de la mañana (7-11 am) no habrá sombra.

Ventana 2

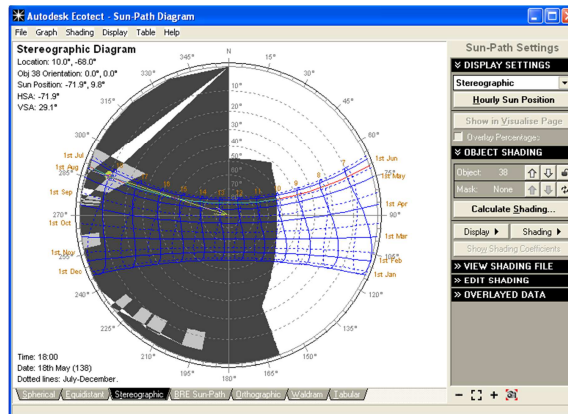


Figura 60 Diagrama solar estereográfico de la ventana N°2
Fuente Modelo de la vivienda propuesta en Ecotect.

Se puede observar que en todos los meses en las horas de la mañana (7-10 am) no habrá sombra.

Ventana 3

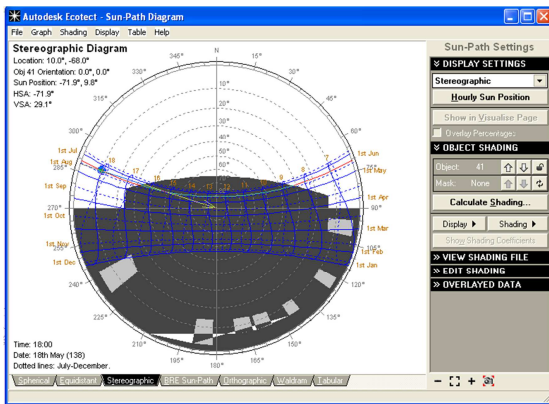


Figura 61 Diagrama solar estereográfico de la ventana N°3
Fuente Modelo de la vivienda propuesta en Ecotect.

Se puede observar que para los meses desde Abril hasta septiembre, las primeras horas de la mañana (7-9 am) y las últimas horas de la tarde (5-6 pm) no habrá sombra.

Ventana 4

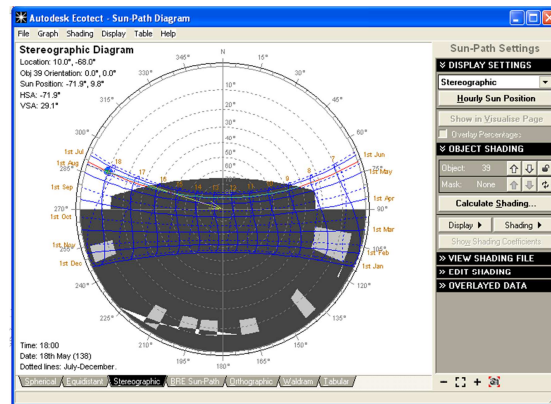


Figura 62 Diagrama solar estereográfico de la ventana N°4
Fuente Modelo de la vivienda propuesta en Ecotect.

Se puede observar que para los meses desde Abril hasta septiembre, las primeras horas de la mañana (7-8 am) y las últimas horas de la tarde (5-6 pm) no habrá sombra.

Ventana 5

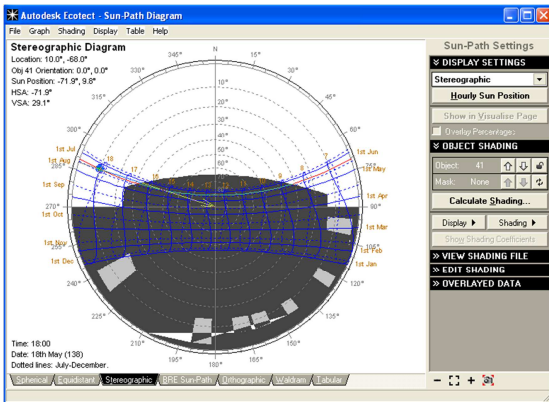


Figura 63 Diagrama solar estereográfico de la ventana N°5
Fuente Modelo de la vivienda propuesta en Ecotect.

Se puede observar que para los meses desde Abril hasta septiembre, las primeras horas de la mañana (7-9 am) y las últimas horas de la tarde (5-6 pm) no habrá sombra.

Ventana 6

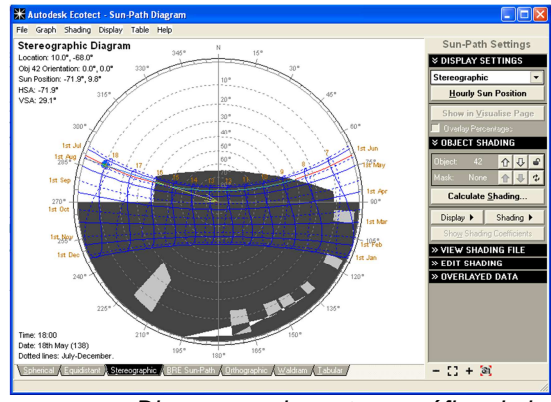


Figura 64 Diagrama solar estereográfico de la ventana N°6
Fuente Modelo de la vivienda propuesta en Ecotect.

Se puede observar que para los meses desde Abril hasta septiembre, las primeras horas de la mañana (7-9 am) y las últimas horas de la tarde (5-6 pm) no habrá sombra.

Ventana 7

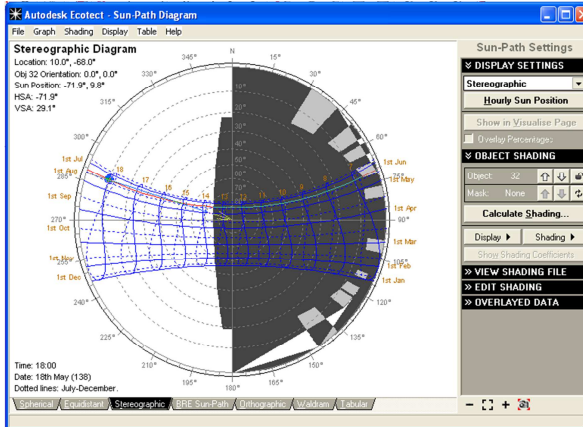


Figura 65 Diagrama solar estereográfico de la ventana N7
Fuente Modelo de la vivienda propuesta en Ecotect.

Se puede observar que para todos los meses, en las horas de la tarde (2-6 pm) no habrá sombra.

Ventana 8

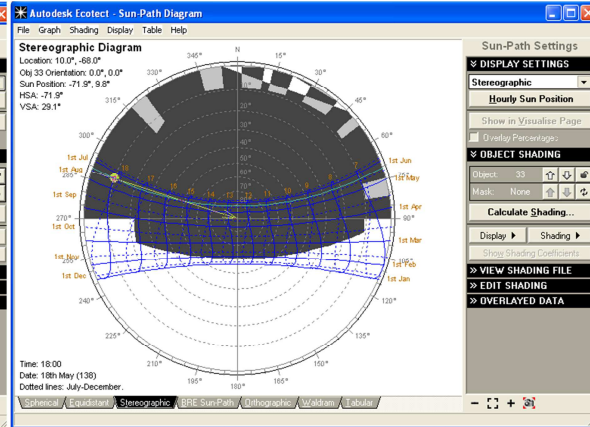


Figura 66 Diagrama solar estereográfico de la ventana N8
Fuente Modelo de la vivienda propuesta en Ecotect.

Se puede observar que en los meses Enero, Febrero, Noviembre y Diciembre, no habrá a ninguna hora sombra. Para los meses Marzo y Octubre, en las primeras horas de la mañana y la tarde no habrá sombra.

Ventana 9

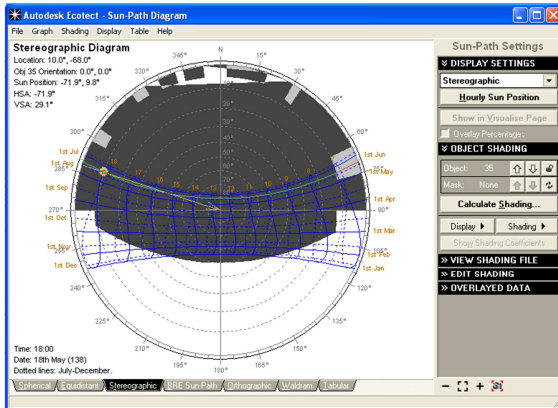


Figura 67 Diagrama solar estereográfico de la ventana N9
Fuente Modelo de la vivienda propuesta en Ecotect.

Se puede observar que en los meses de Enero, Febrero, Marzo, Octubre, Noviembre y Diciembre, en las primeras horas de la mañana y la tarde no habrá sombra.

Ventana 10

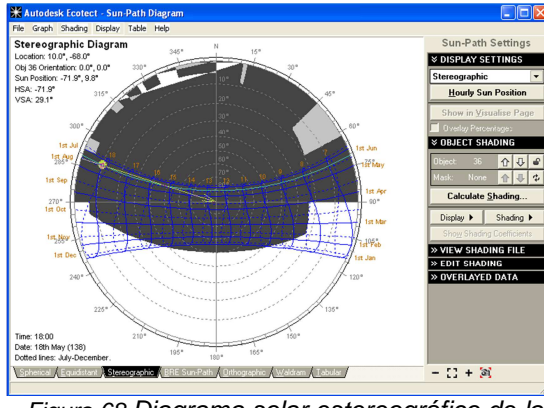


Figura 68 Diagrama solar estereográfico de la ventana N10
Fuente Modelo de la vivienda propuesta en Ecotect.

Se puede observar que en los meses de Enero, Febrero, Marzo, Octubre, Noviembre y Diciembre, en las primeras horas de la mañana y la tarde no habrá sombra.

V.2 Contrastación de los aspectos bioamigables de la vivienda propuesta con las viviendas de bajo costo en la actualidad.

V.2.1 Vivienda Corpozulia.

V.2.1.1 Materiales

- Techo

Para el cálculo de la resistencia térmica de estos elementos se utilizó la ecuación N°1, lo cual resultó $R = 0,43 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$. (Ver Tabla N°16).

Tabla 16 Cálculo de la Resistencia térmica para el techo de la vivienda Corpozulia.

Techo de encofrado colaborante	Conductividad (W/m °C)	Espesor (m)	Conductancia (W/m ² °C)	Resist. Térmica (m ² °C/W)
Teja de Arcilla	0,84	0,01	84,00	0,01
Concreto	1	0,05	20,00	0,05
Techo de lámina de aluminio	-	-	6,06	0,17
			Total	0,43

Fuente: Elaboración Propia.

Utilizando el método CSTB se obtuvo una protección solar baja (ver Figura N°69).

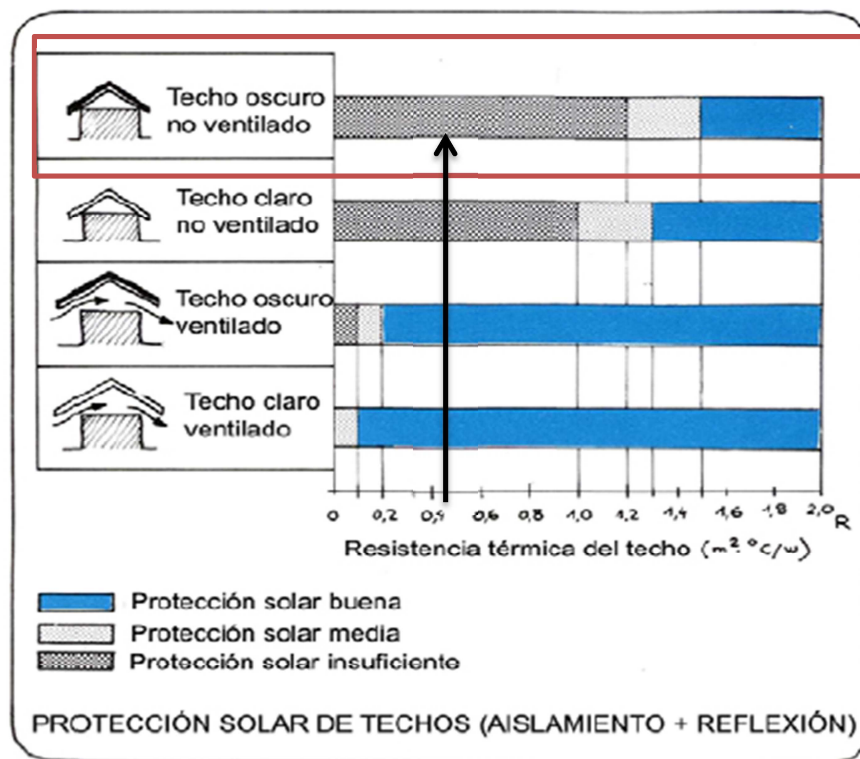


Figura 69 Protección Solar de Techos. Corpozulia.

Fuente: Guía Clima y Diseño (FAU-UCV).

- Paredes

De igual forma para el cálculo de la resistencia térmica se utilizó la ecuación N°1, tanto para los bloques macizos como los huecos de arcilla, lo cual resultó R= 0,42 y 0,56 m²°C/ W respectivamente. (Ver Tablas N°17 y 18).

Tabla 17 Cálculo de la Resistencia térmica para paredes de bloque de arcilla de la vivienda Corpozulia.

Pared de Bloque de Arcilla Hueco	Conductividad (W/m °C)	Espesor (m)	Conductancia (W/m ² °C)	Resist. Térmica (m ² °C/ W)
Mastique de Pared	0,5	0,01	50,00	0,02
Bloque Hueco de Arcilla	0,47	0,15	3,13	0,32
Mastique de Pared	0,5	0,01	50,00	0,02
Total				0,56

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 18 Cálculo de la Resistencia térmica para pared con bloques macizo de arcilla de la vivienda Corpozulia.

Pared de Bloque de Arcilla Macizo	Conductividad (W/m °C)	Espesor (m)	Conductancia (W/m ² °C)	Resist. Térmica (m ² °C/ W)
Mastique de Pared	0,5	0,01	50,00	0,02
Ladrillo macizo	0,84	0,15	5,60	0,18
Mastique de Pared	0,5	0,01	50,00	0,02
Total				0,42

Fuente: Elaboración Propia.

La calidad de la protección solar al utilizar el método CSTB fue buena para las paredes con acabado claro (color blanco) mientras que para los bloques de arcilla macizos es insuficiente (Ver Figura N°70).

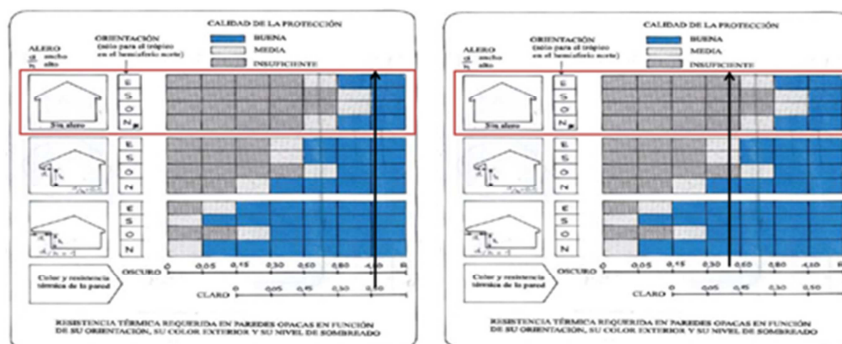


Figura 70 Protección Solar de Paredes en la Vivienda CORPOZULIA.

Fuente: Guía Clima y Diseño (FAU-UCV)

- Ventanas

Las ventanas son tipo Romanilla. El índice será de 75% (Ver Figura N°71).

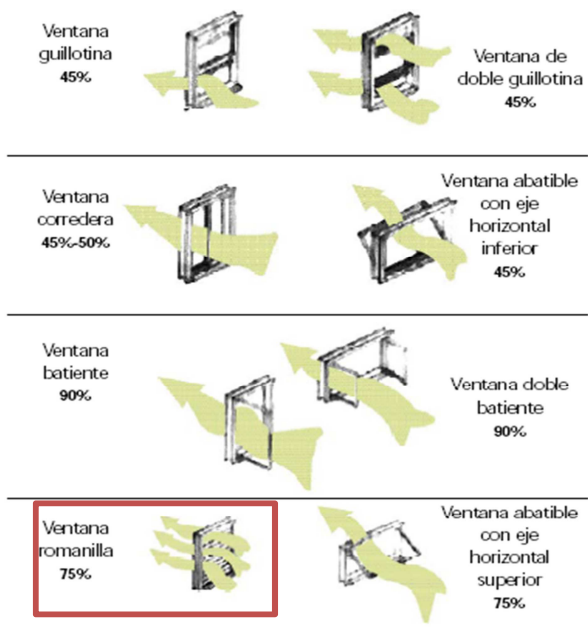


Figura 71 Índice de Eficiencia en Ventanas
Fuente: Guía Clima y Diseño (FAU-UCV)

V.2.1.2 Ventilación Cruzada

Continuando con el lineamiento establecido en el estudio de la vivienda propuesta, se analizaron las corrientes internas del viento dentro de la vivienda en las cuatro direcciones principales (90°). (Ver Figuras desde el N°72 hasta 76).

Modelo 1

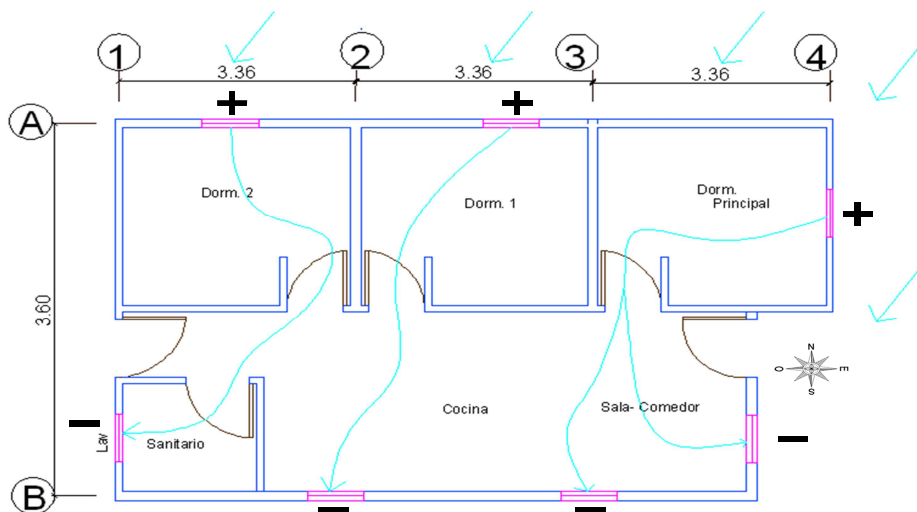


Figura 72 Ventilación cruzada de planta modelo 1 Corpozulia
Fuente: Elaboración Propia. S/E

- Presiones positivas: 3.
- Presiones negativas: 4. En el ambiente del sanitario no es necesario tener ventilación cruzada porque al tener una ventana se permite la circulación de olores. Se obtienen que están en equilibrio las presiones.
- Para que pueda ocurrir ventilación cruzada todas las puertas deben estar abiertas ya que éstas no tienen romanillas.

Modelo 2

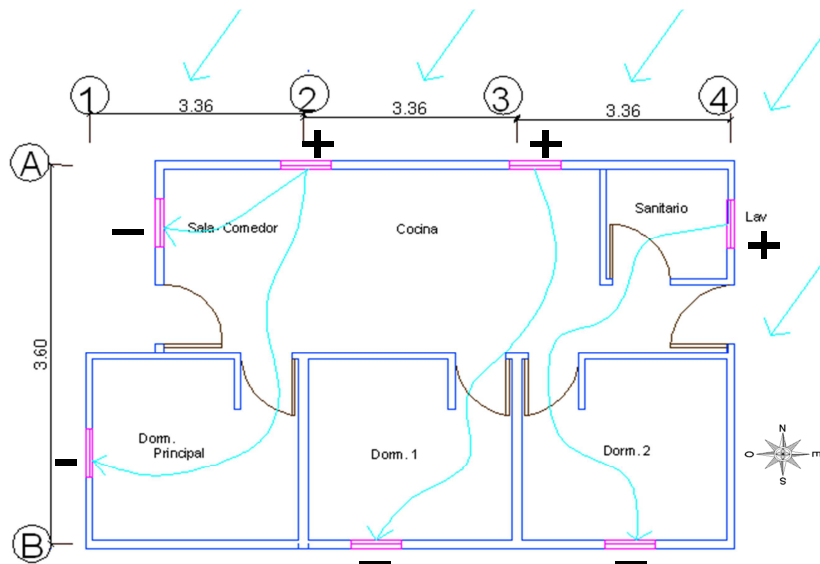


Figura 73 Ventilación cruzada de planta modelo 2 Corpozulia
Fuente: Elaboración Propia. S/E

- Presiones positivas: 3.
- Presiones negativas: 4. Se puede observar que existen mayores aberturas de salida por lo cual produce una menor transferencia de corriente de aire ya que se debe dividir en más partes. Además las ventanas de entradas se encuentran en los ambientes que generan mayores olores lo cual no es recomendable.
- Para que pueda ocurrir ventilación cruzada todas las puertas deben estar abiertas ya que éstas no tienen romanillas.
-

Modelo 3

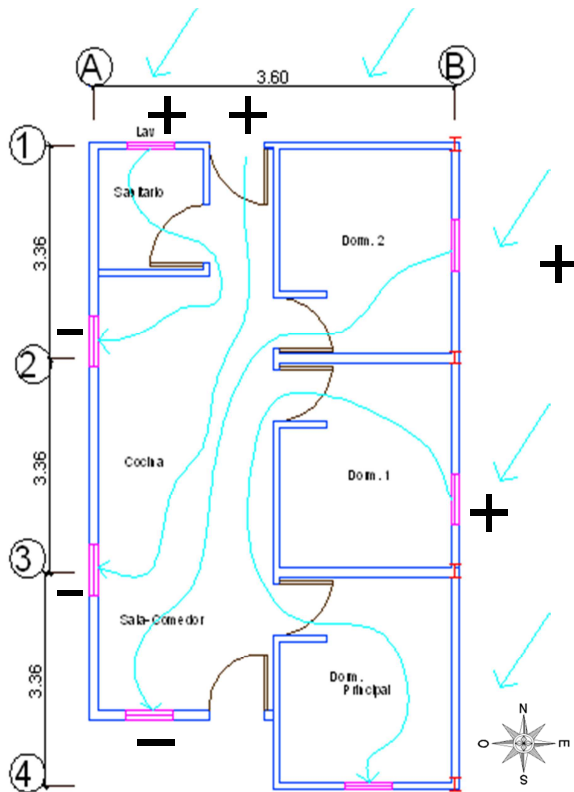


Figura 74 Ventilación cruzada de planta modelo 3
Fuente: Elaboración Propia. S/E

- Presiones positivas: 4.
- Presiones negativas: 4. Las presiones se encuentran en equilibrio cuando todas las puertas estén abiertas menos la de la entrada.

Modelo 4

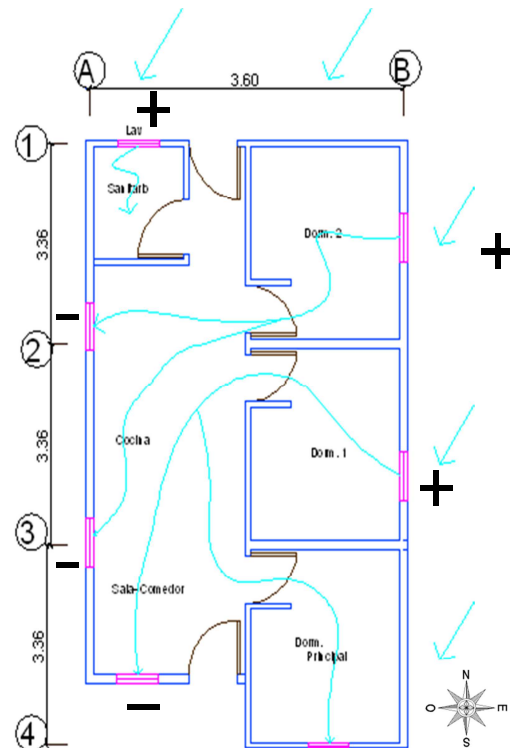


Figura 75 Ventilación cruzada de planta modelo 4
Fuente: Elaboración Propia. S/E

- Presiones positivas: 3.
- Presiones negativas: 4. Cuando la puerta del patio de fondo no esté abierta se tendrá una ventilación deficiente.

Modelo 5

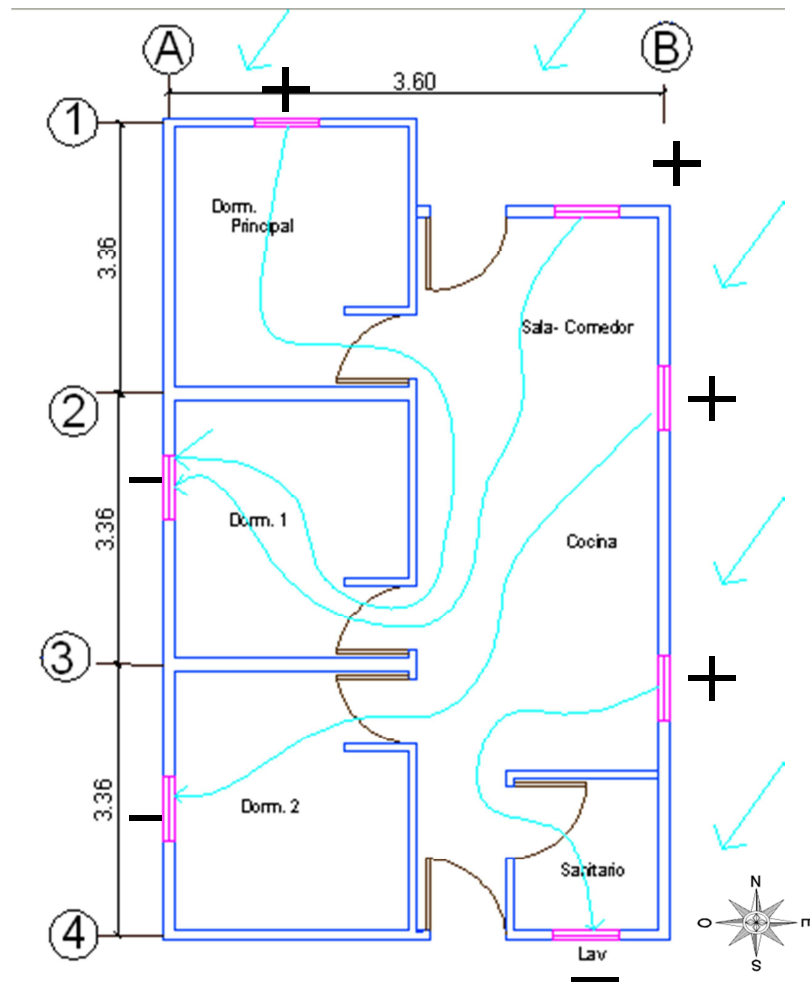


Figura 76 Ventilación cruzada en planta modelo 5 Corpozulia
Fuente: Elaboración Propia

- Presiones positivas: 4.
- Presiones negativas: 3. Se puede observar que existen mayores aberturas de entrada por lo cual produce una mayor transferencia de corriente de aire. Sin embargo las ventanas de entradas se encuentran en los ambientes que generan mayores olores lo cual no es recomendable.
- Para permitir una ventilación cruzada todas las puertas deben estar abiertas.

V.2.1.3 Modelo en Ecotect

La metodología es análoga a la de la vivienda propuesta. Las Figuras N°77 y 78 presentan la vivienda Corpozulia modelada.

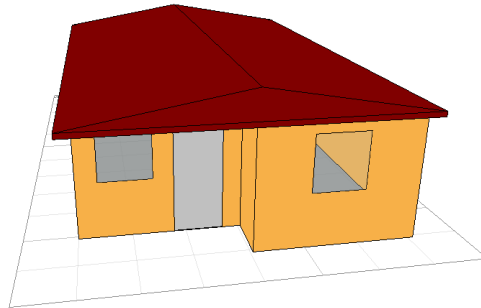


Figura 77 Visualización de la vivienda Corpozulia, fachada principal en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect. Elaboración Propia. S/E.

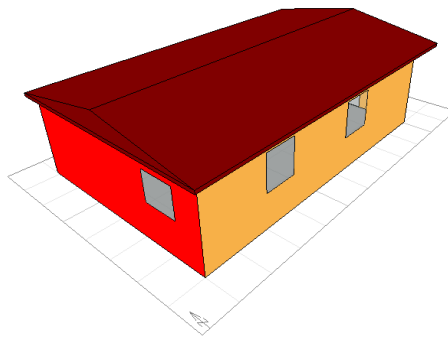


Figura 78 Visualización de la vivienda Corpozulia, fachada posterior en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect. Elaboración Propia. S/E.

Los materiales asignados a las paredes y el techo se presentan en las Figuras desde el N°79 hasta el 82.

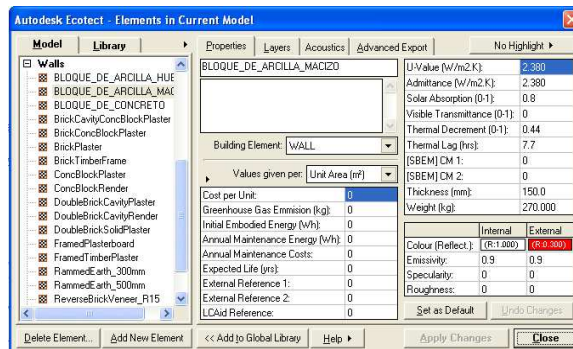


Figura 79 Definición de los bloques de arcilla macizos, en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect.

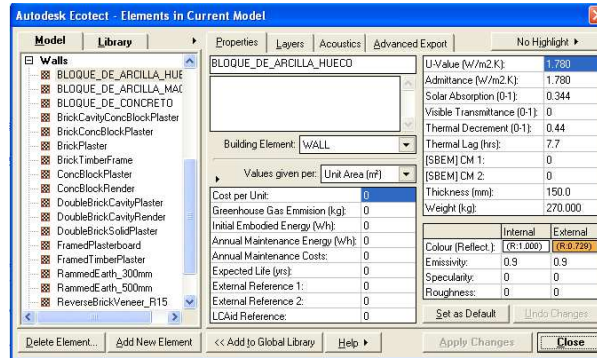


Figura 80 Definición de los bloques de arcilla huecos, en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect.

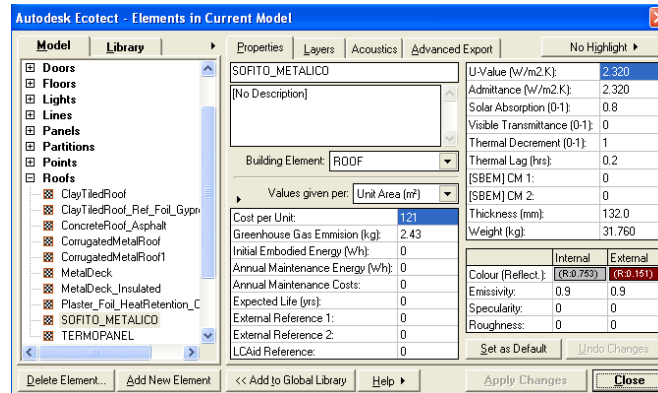


Figura 81 Definición del techo de la vivienda Corpozulia, en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect.

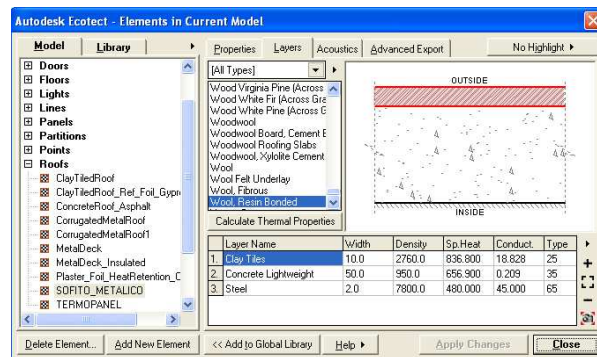


Figura 82 Definición de los componentes del techo tipo sofito metálico.
Fuente Modelo en Ecotect.

Los datos climatológicos serán los mismos que se incorporaron para la vivienda propuesta.

El análisis térmico de la vivienda estudiada, para el día más caluroso del año (18 mayo) se presenta en las Figuras N° 83 y 84.

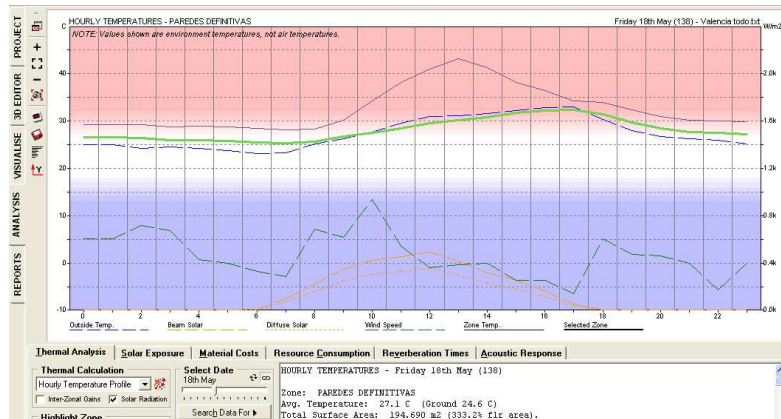


Figura 83 Temperatura de las paredes de la vivienda Corpozulia para el día más caluroso del año 2010.

Fuente Modelo en Ecotect.

La línea verde es la temperatura de las paredes, las cuales al ser permeables permiten un intercambio de temperatura hacia el interior. Se puede observar que desde las 10 am hasta las 7 pm la máxima la temperatura incrementa hasta un valor aproximado de 33 °C.

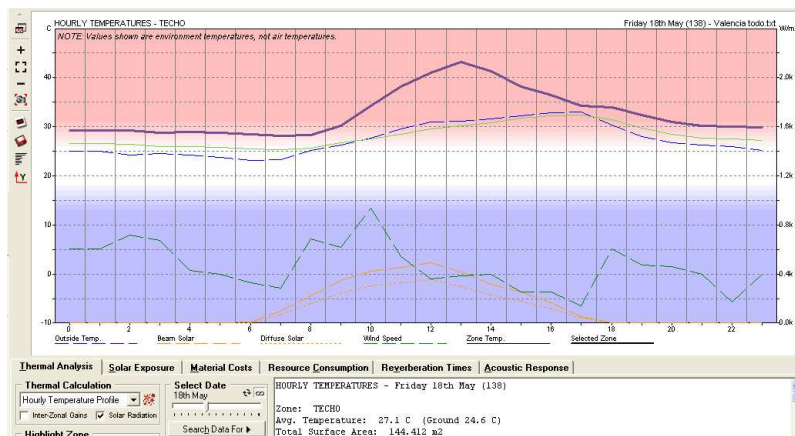


Figura 84 Temperatura del techo de la vivienda Corpozulia para el día más caluroso del año 2010.

Fuente Modelo en Ecotect.

En cuanto al techo (línea morada), se evidencia un incremento de temperatura similar al de las paredes cuyo máximo es de aproximadamente 45°C.

Para el día más frío del año estudiado (26 de marzo) se presenta la Figura N°85.

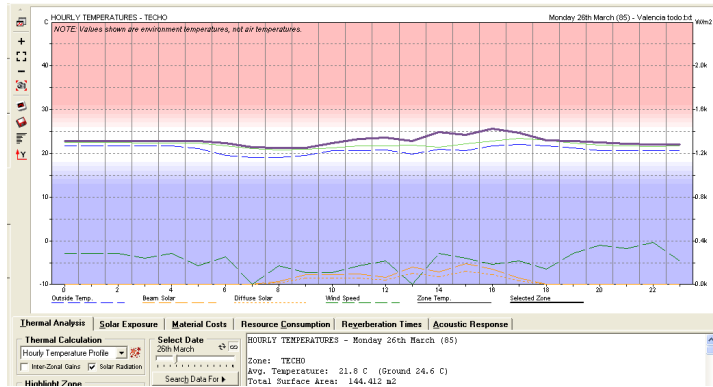


Figura 85 Temperatura del techo de la vivienda Corpozulia para el día más frío del año 2010. Fuente Modelo en Ecotect.

Se observa que tanto para el techo como las paredes la temperatura se mantiene aproximadamente en 21 °C, cuyo valor se encuentra en la zona de confort.

V.2.2 Vivienda Petrocasa.

V.2.2.1 Materiales

- Techo

Para el cálculo de la resistencia térmica de estos elementos se utilizó la ecuación N°1, lo cual resultó $R = 0,88 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{W}$. (Ver Tabla N°19).

Utilizando el método CSTB se obtuvo una protección solar baja (ver Figura N°86).

Tabla 19 Cálculo de la Resistencia térmica para el techo de la vivienda Petrocasa

Techo de PVC	Conductividad (W/m °C)	Espesor (m)	Conductancia (W/m ² °C)	Resist. Térmica (m ² °C/ W)
Teja de Arcilla	0,84	0,01	84,00	0,01
PVC	0,16	0,1	1,60	0,63
Camara de aire sin ventilación	-	-	-	0,04
Total				0,88

Fuente: Elaboración Propia.

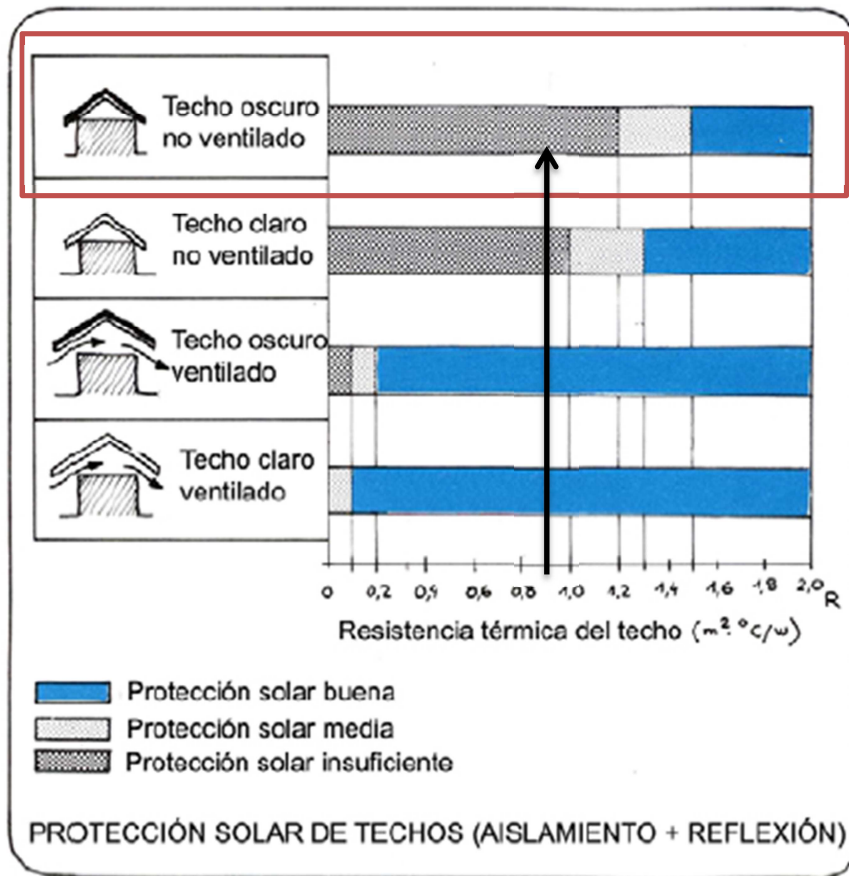


Figura 86 Protección Solar de Techos. Petrocasa.
Fuente: Guía Clima y Diseño (FAU-UCV)

- Paredes

De igual forma para el cálculo de la resistencia térmica se utilizó la ecuación N°1, lo cual resultó $R = 0,47 m^2 \cdot ^\circ C / W$ (Ver Tabla N°20).

Tabla 20 Cálculo de la Resistencia térmica para pared con bloques macizo de arcilla de la vivienda Petrocasa.

Paredes de PVC	Conductividad ($W/m \cdot ^\circ C$)	Espesor (m)	Conductancia ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)	Resist. Térmica ($m^2 \cdot ^\circ C / W$)
PVC	0,16	0,01	16,00	0,06
Mortero de Cemento	0,87	0,13	6,69	0,15
PVC	0,16	0,01	16,00	0,06
			Total	0,47

Fuente: Elaboración Propia.

La calidad de la protección solar al utilizar el método CSTB fue buena (Ver Figura N°87).

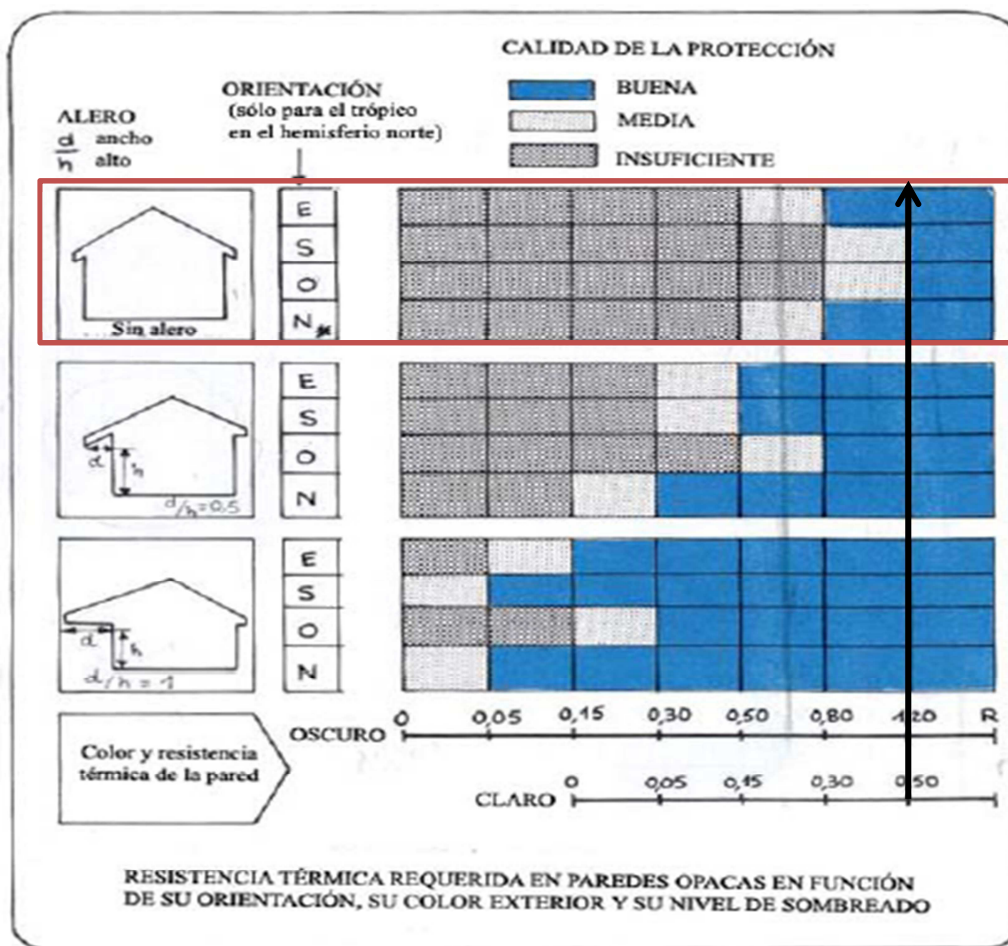


Figura 87 Protección solar de Paredes. Petrocasa.
 Fuente: Guía Clima y Diseño (FAU-UCV)

- Ventanas

Las ventanas son tipo Deslizantes. El índice de eficiencia es entre 45-50% (Ver Figura N°88).

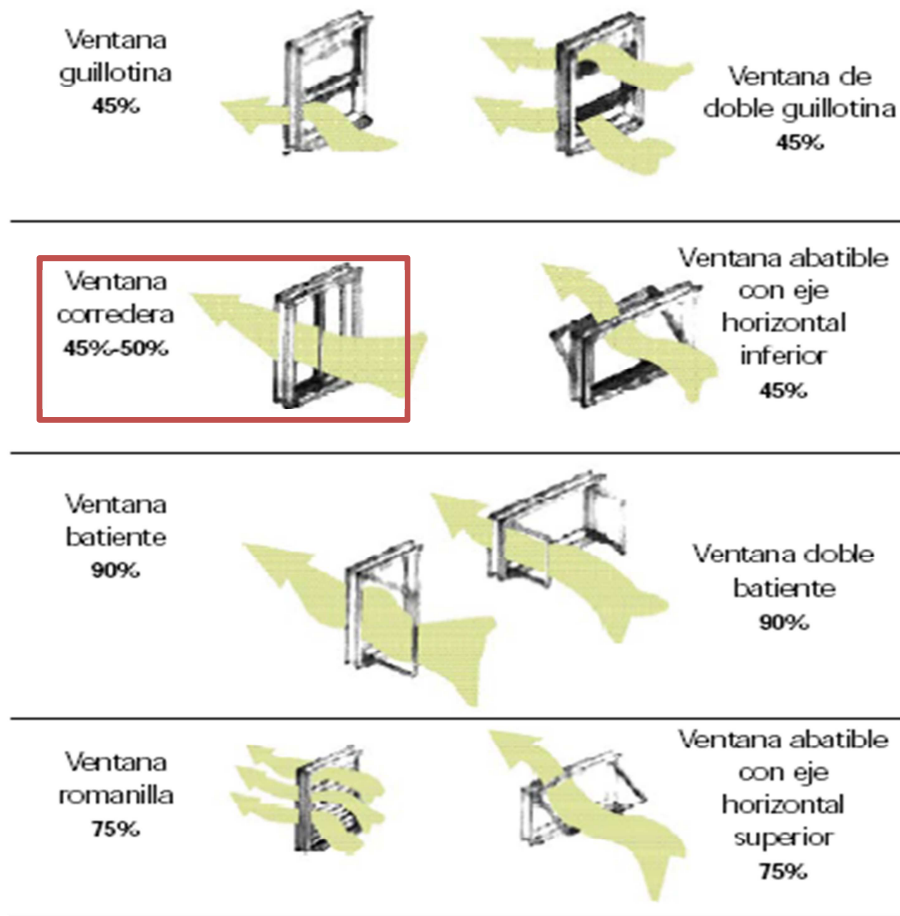


Figura 88 Índice de Eficiencia en Ventanas. Petrocasa.
Fuente: Guía Clima y Diseño (FAU-UCV)

V.2.2.2 Ventilación Cruzada

En las Figuras desde el N° 89 hasta la 93, se presenta la ventilación cruzada de la vivienda Petrocasa en las cuatro direcciones principales (cada 90°).

Modelo 1

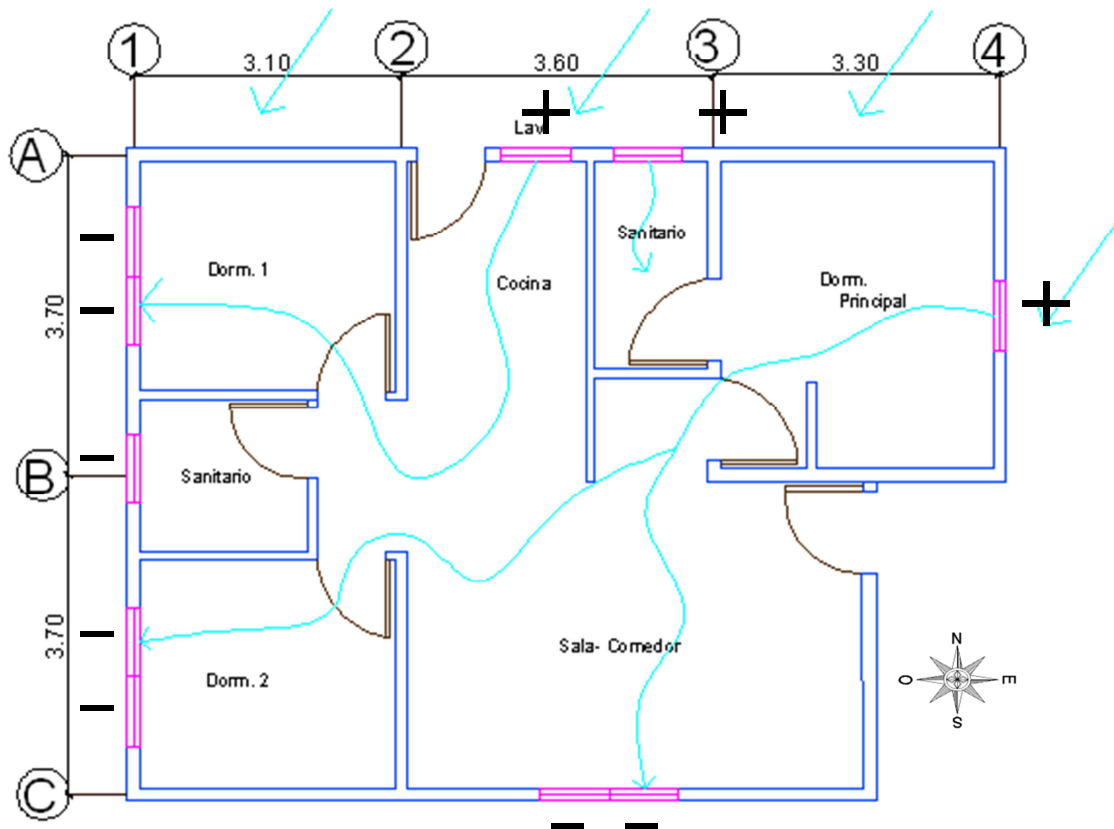


Figura 89 Ventilación cruzada en planta modelo 1 Petrocasa
Fuente: Elaboración Propia

- Presiones positivas: 3.
- Presiones negativas: 7. Se puede observar que existen mayores aberturas de salida por lo cual produce una menor transferencia de corriente de aire ya que se debe dividir en más partes. Además las ventanas de entradas se encuentran en los ambientes que generan mayores olores lo cual no es recomendable. Para permitir una ventilación cruzada todas las puertas deben estar abiertas.

Modelo 2

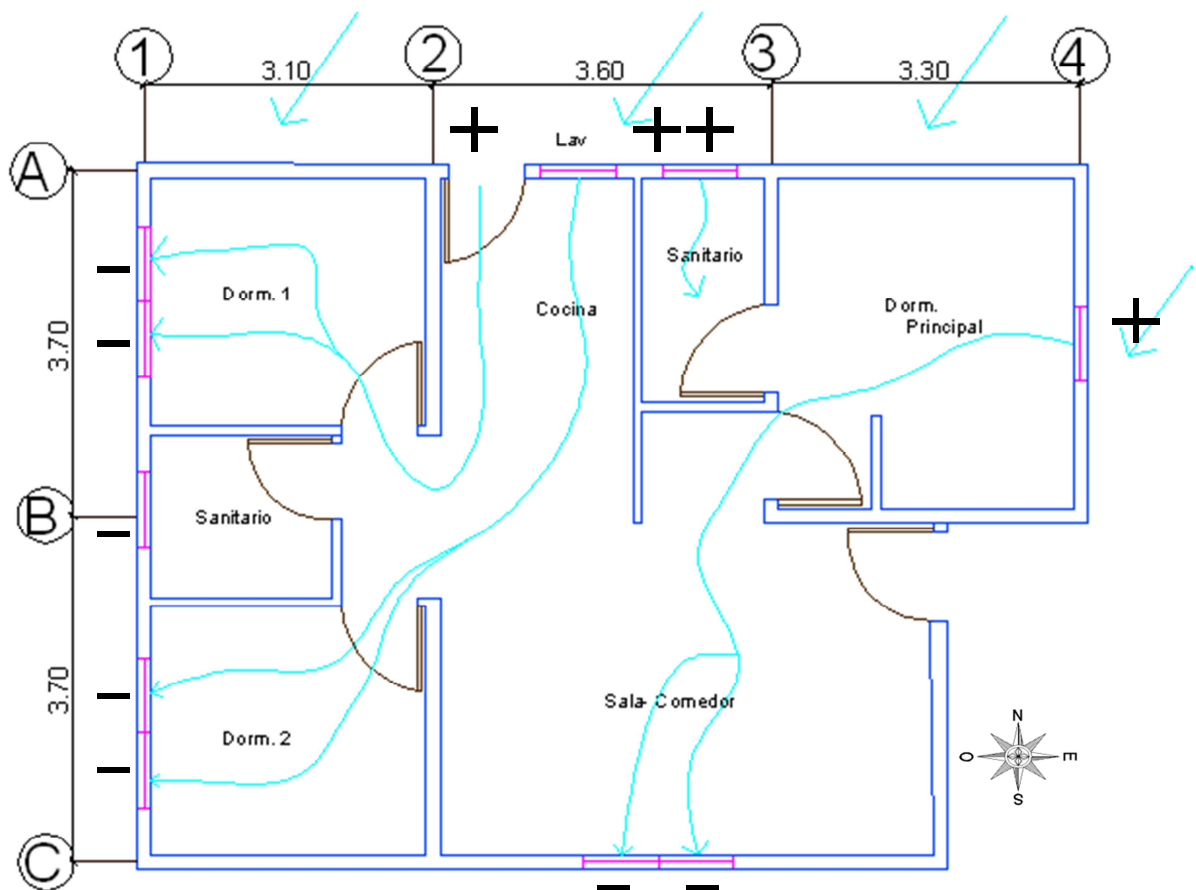


Figura 90 Ventilación cruzada en planta modelo 2 Petrocasa
Fuente: Elaboración Propia

- Presiones positivas: 4.
- Presiones negativas: 7. Se puede observar que existen mayores aberturas de salida por lo cual produce una menor transferencia de corriente de aire ya que se debe dividir en más partes. Además las ventanas de entradas se encuentran en los ambientes que generan mayores olores lo cual no es recomendable.
- Para permitir una ventilación cruzada todas las puertas deben estar abiertas.

Modelo 3

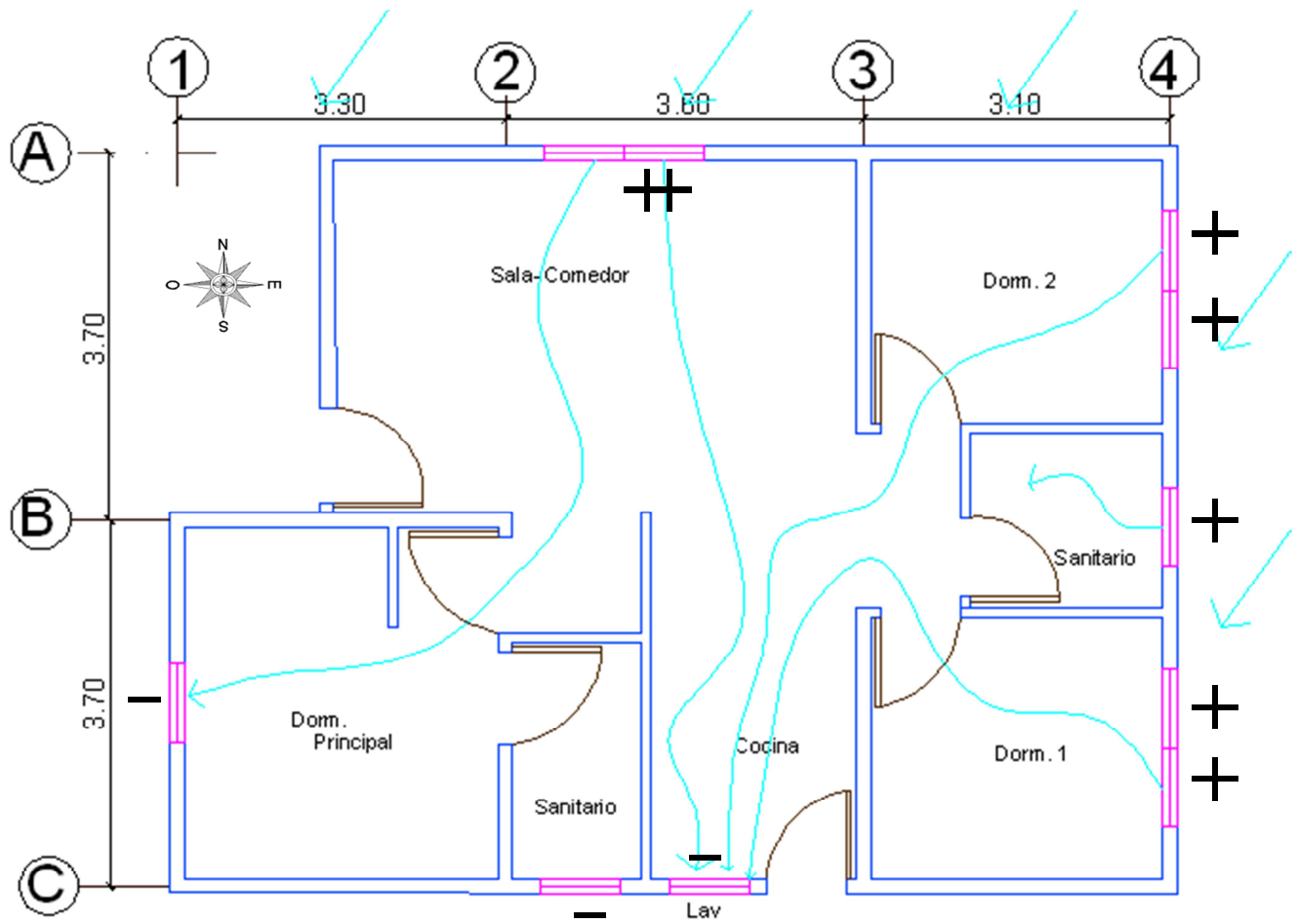


Figura 91 Ventilación cruzada en planta modelo 3. Petrocasa
Fuente: Elaboración Propia

- Presiones positivas: 7.
- Presiones negativas: 3.
- Se puede observar que existen mayores aberturas de entrada por lo cual produce una mayor transferencia de corriente de aire.
- Para permitir una ventilación cruzada todas las puertas deben estar abiertas.

Modelo 4

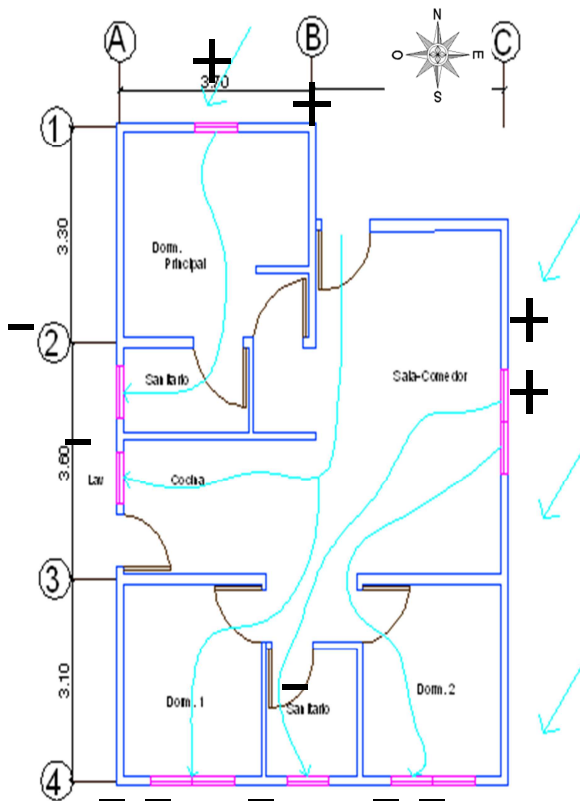


Figura 92 Ventilación cruzada en planta de modelo 4 Petrocasa
Fuente: Elaboración Propia

- Presiones positivas: 4.
- Presiones negativas: 7. Se puede observar que existen mayores aberturas de salida por lo cual produce una menor transferencia de corriente de aire ya que se debe dividir en más partes.
- Para permitir una ventilación cruzada todas las puertas deben estar abiertas.

Modelo 5

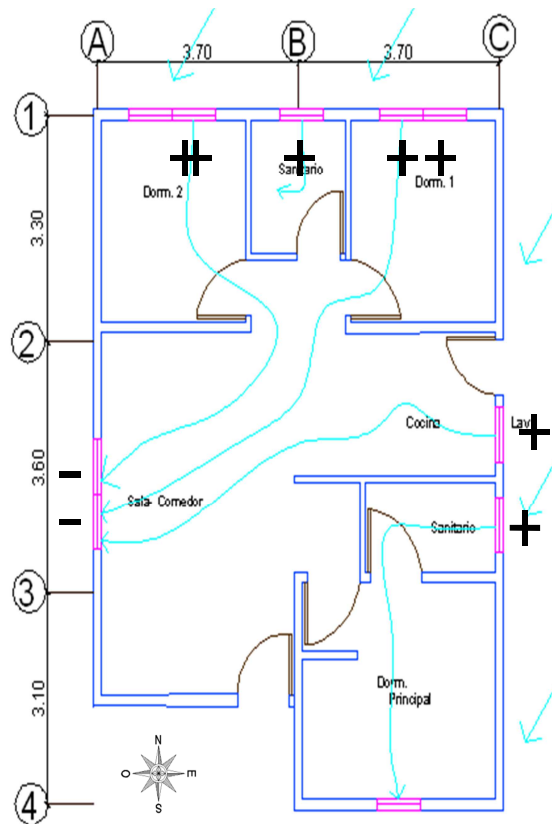


Figura 93 Ventilación cruzada en planta de modelo 5 Petrocasa
Fuente: Elaboración Propia

- Presiones positivas: 7.
- Presiones negativas: 3. Se puede observar que existen mayores aberturas de entrada por lo cual produce una mayor transferencia de corriente de aire. Además las ventanas de entradas se encuentran en los ambientes que generan mayores olores lo cual no es recomendable.

V.2.2.3 Modelo en Ecotect

Continuando la metodología análoga de la vivienda propuesta se presenta en la Figura N°94 la vivienda Petrocasa modelada:

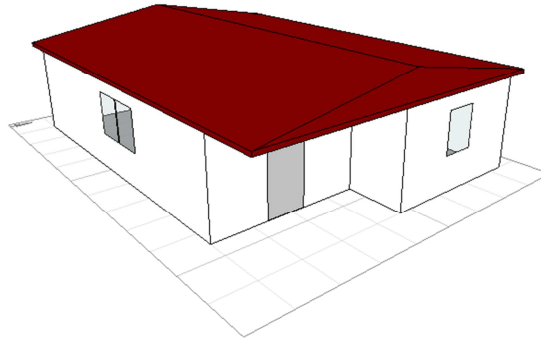


Figura 94 Visualización de la vivienda Petrocasa en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect. Elaboración Propia. S/E.

Los materiales asignados a las paredes y el techo se presentan en las Figuras desde el N° 95 hasta el 98. El material de las ventanas es el mismo que para la vivienda propuesta.

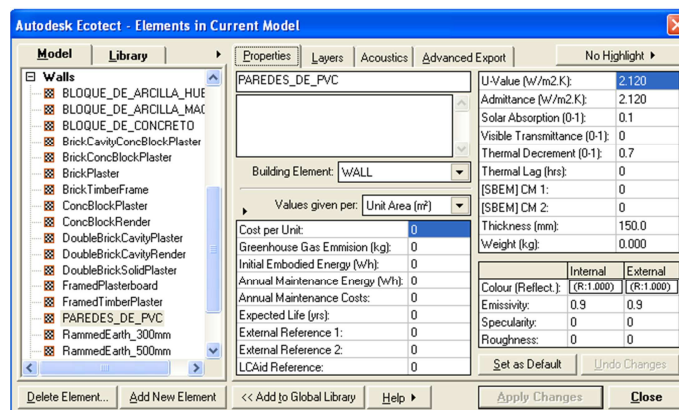


Figura 95 Definición de las paredes de PVC, en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect.

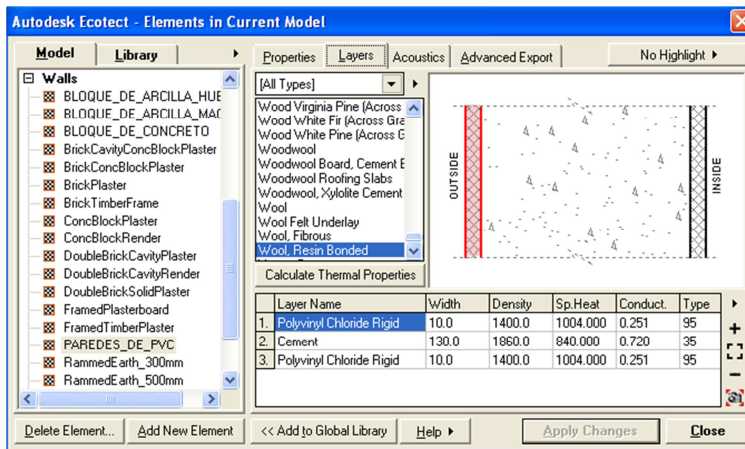


Figura 96 Definición de los componentes de las paredes de PVC
Fuente Modelo en Ecotect.

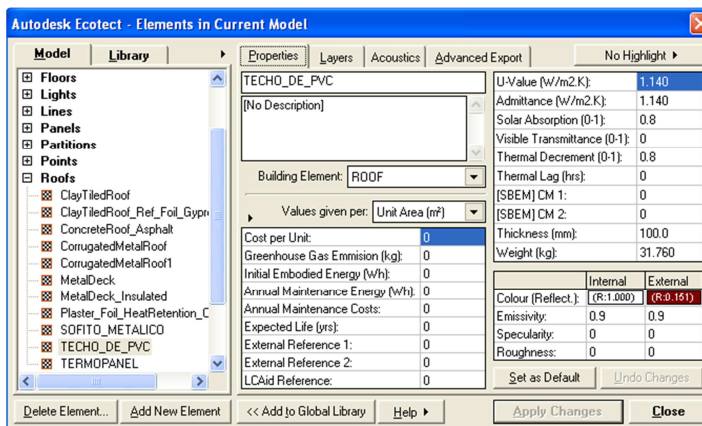


Figura 97 Definición del techo de la vivienda Petrocasa, en ECOTECT®
Fuente Modelo en Ecotect.

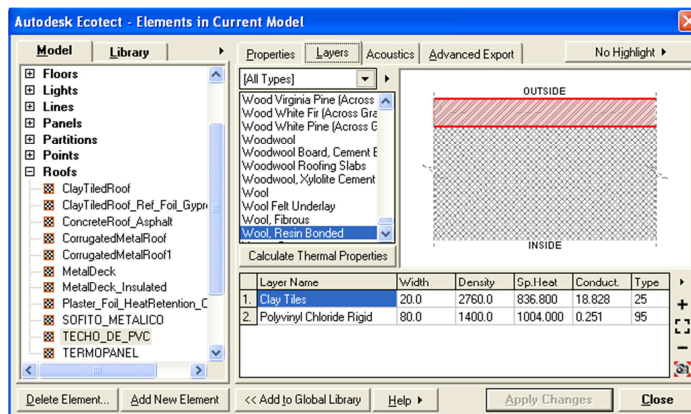


Figura 98 Definición de los componentes del techo tipo PVC.
Fuente Modelo en Ecotect.

Los datos climatológicos serán los mismos que se incorporaron para la vivienda propuesta.

El análisis térmico de la vivienda estudiada, para el día más caluroso del año (18 mayo) se presenta en las Figuras N° 99 y 100.

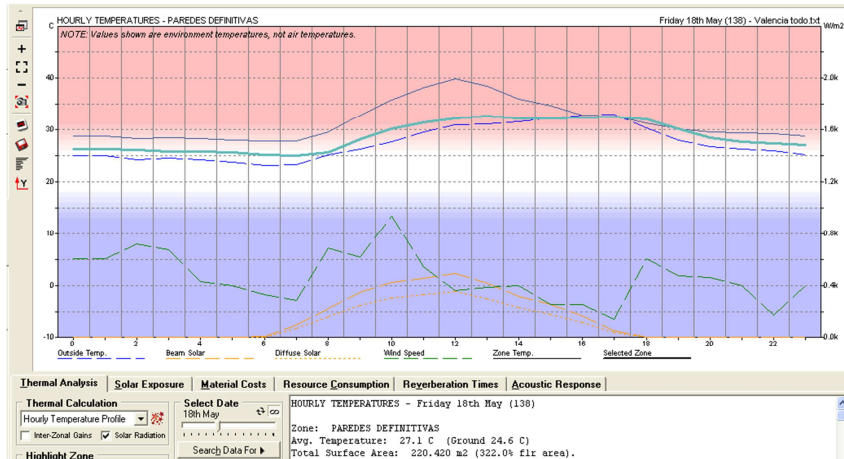


Figura 99 Temperatura de las paredes de la vivienda Petrocasa para el día más caluroso del año 2010.

Fuente Modelo en Ecotect.

La línea azul es la temperatura de las paredes, las cuales al ser permeables permiten un intercambio de temperatura hacia el interior. Se puede observar que desde las 7 am hasta las 7 pm la temperatura incrementa hasta un valor aproximado de 33 °C.

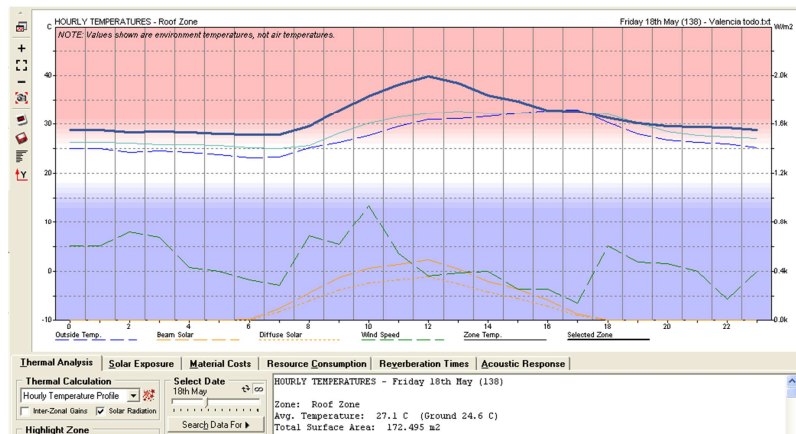


Figura 100 Temperatura del techo de la vivienda Petrocasa para el día más caluroso del año 2010.

Fuente Modelo en Ecotect.

En cuanto al techo (línea azul oscuro), se evidencia un incremento de temperatura similar al de las paredes cuyo máximo es de aproximadamente 40°C.

Para el día más frío del año estudiado (26 de marzo) se presenta la Figura N° 101.

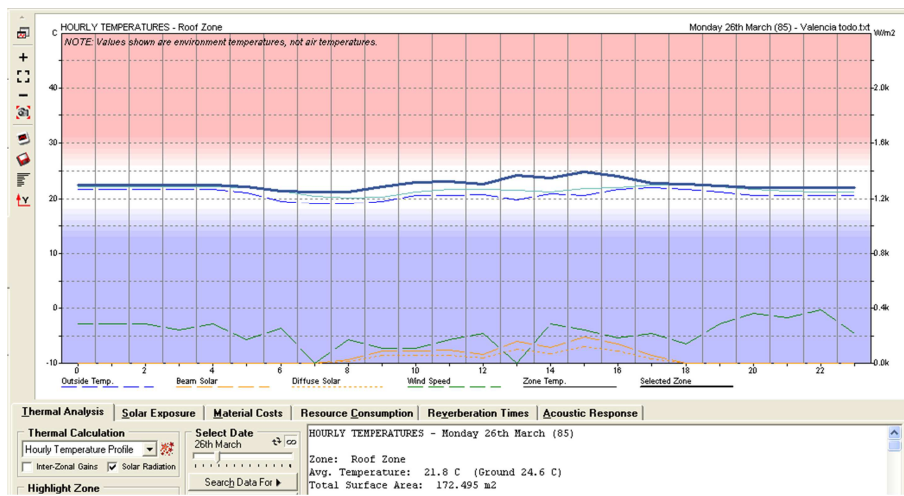


Figura 101 Temperatura del techo de la vivienda Petrocasa para el día más frío del año 2010.
Fuente Modelo en Ecotect.

Se observa que tanto para el techo como para las paredes la temperatura se mantiene aproximadamente en 23 °C, cuyo valor se encuentra en la zona de confort.

V.2 .3 Tablas Comparativas.

A continuación se presentan las comparaciones entre la vivienda propuesta y las viviendas de bajo costo estudiadas (Ver Tablas del N°21 al 31).

Tabla 21 Características Generales en viviendas de bajo costo.

CARACTERÍSTICAS GENERALES EN LAS VIVIENDAS DE BAJO COSTO					
Vivienda	Tipología de vivienda	Sistema Constructivo	N° de Plantas	Protección contra incendio	Área total (m ²)
Corpozulia	Aislada	Perfiles de acero con bloques de arcillas	1	Baja Toxicidad de materiales y resistencia al fuego	64,74
Petrocasa	Aislada	Concreto en encofrado perdido de PVC	1	Material tóxico, resistente al fuego	70,00
Propuesta	Aislada	Perfiles de acero con bloques de concreto	1	Baja Toxicidad de materiales y resistencia al fuego	73,00

Elaboración: Propia

Tabla 22 Características Generales en viviendas de bajo costo.

CUMPLIMIENTO DE LA GACETA 38750 EN LAS VIVIENDAS DE BAJO COSTO								
Vivienda	N° de habitaciones	Cumple	N° de sanitarios	Cumple	Cocina/ Sala-Comedor/ Lavadero	Cumple	Área (m ²)	Cumple
Corpozulia	3	Si	1	No	1	Si	64,74	Si
Petrocasa	3	Si	2	Si	1	Si	70,00	Si
Propuesta	3	Si	2	Si	1	Si	73,87	Si

Elaboración: Propia

Tabla 23 Acabados en las construcciones de bajo costo.

ACABADOS EN LAS CONSTRUCCIONES DE BAJO COSTO									
Vivienda	Acabados			Habitaciones		Baños			
	Pisos	Paredes	Techo	N°	Dím. Mínima	N°	Dím. Mínima	Pisos	Paredes
Corpozulia	Mortero de cemento liso	Friso liso y pintura de caucho para interiores	Estructura metálica y tejas	3	Cumple con la Gaceta 4044	1	Cumple con la Gaceta 4044	Cerámica	Cerámica y friso liso
Petrocasa	Cerámica	PVC	PVC con correas de acero y Tejas de Arcilla	3	Cumple con la Gaceta 4044	2	Cumple con la Gaceta 4044	Cerámica	PVC
Propuesta	Mortero de cemento liso	Friso liso y pintura de caucho para interiores	Termopanel	3	Cumple con la Gaceta 4044	2	Cumple con la Gaceta 4044	Cerámica	Cerámica y friso liso

Elaboración Propia

Tabla 24 Acabados en las construcciones de bajo costo.

ACABADOS EN LAS CONSTRUCCIONES DE BAJO COSTO						
Vivienda	Cocina			Lavadero		
	Dím. Mínima	Pisos	Paredes	Dím. Mínima	Pisos	Paredes
Corpozulia	Cumple con la Gaceta 4044	Cerámica	Cerámica h= 0,60 m sobre el topoe	Cumple con la Gaceta 4044	Mortero de cemento liso	Cerámica y friso rustico
Petrocasa	Cumple con la Gaceta 4044	Cerámica	PVC	Cumple con la Gaceta 4044	*	PVC
Propuesta	Cumple con la Gaceta 4044	Cerámica	Cerámica h= 0.60 m sobre el topoe	Cumple con la Gaceta 4044	Mortero de cemento liso	Cerámica y friso rustico

* No se pudo acceder a la información

Elaboración Propia

Tabla 25 Características de la envolvente en viviendas de bajo costo.

CARACTERÍSTICAS DE LA ENVOLVENTE EN VIVIENDAS DE BAJO COSTO							
Vivienda	Ventanas		Puertas	Paredes			
	Tipo	Índice de Eficiencia	Tipo	Material	Color	Resist. Térmica ($m^2 \text{ } ^\circ\text{C}/ W$)	Calidad de Protección
Corpozulia	Romanillas	75%	Metálica Y madera	Bloques de arcilla macizo/ huecos (e= 15 cm)	Rojizo/ Blanco	0,42 / 0,56	Insuficiente/ Buena
Petrocasa	Corredera	45-50%	PVC	PVC	Blanco	0,47	Buena
Propuesta	Romanillas	75%	Metálica Y madera	Bloques de concreto (e= 15 cm)	Blanco	0,55	Buena

Elaboración Propia

Tabla 26 Características de la envolvente en viviendas de bajo costo.

CARACTERÍSTICAS DE LA ENVOLVENTE EN VIVIENDAS DE BAJO COSTO					
Vivienda	Techo				
	Material	Color	Ventilación	Resist. Térmica ($m^2 \text{ } ^\circ\text{C}/ W$)	Protección Solar
Corpozulia	Encofrado colaborante con tejas	Rojo	Sin Ventilación	0,43	Insuficiente
Petrocasa	PVC con correas de acero	Rojo	Sin Ventilación	0,88	Insuficiente
Propuesta	Termopanel	Rojo	Sin Ventilación	12,00	Buena

Elaboración Propia

Tabla 27. Características de la envolvente en viviendas de bajo costo

AISLAMIENTO TÉRMICO EN VIVIENDAS DE BAJO COSTO			
Vivienda	Material Aislante en Pared	Material Aislante en Techo	Aislamiento Térmico
Corpozulia	No presenta	No presenta	Inexistente
Petrocasa	No presenta	No presenta	Inexistente
Propuesta	No presenta	Presenta	Óptimo

Elaboración Propia

Tabla 28 . Características de la envolvente en viviendas de bajo costo

ESCALA DE PUNTUACIÓN PARA UNA ÓPTIMA VENTILACIÓN CRUZADA		
	Descripción	Puntaje
Volumenes Salientes	Más de 2 Vol. Salientes	2
	1 Volumen Saliente	1
	Sin Volumen Saliente	0
División Interna en área social	Sin Paredes	2
	Paredes a media altura	1
	Paredes de altura completa	0
Tipo de Ventanas	Batientes	2
	Romanillas	1
	Deslizantes	0
Protección Solar en Ventanas	Sin Protección	2
	Protección Móvil	1
	Protección Fija	0
Orientación de la Ventanas (Entrada y Salida)	No alineadas	2
	Alineadas	1
	Sólo ventanas de entreda	0
Puertas	Con Romanillas Superior	2
	Con Romanillas Inferior	1
	Sin Romanillas	0
Presiones dinámicas (cada 90°)	Equilibrio entre las presiones en 4 o 3 direcciones	2
	Equilibrio entre las presiones en 2 direcciones	1
	Equilibrio entre las presiones en una sola dirección	0
Equilibrio en Presiones dinámicas	Equilibrio entre las presiones (ambientes que producen olores a sotavento)	2
	Equilibrio entre las presiones (ambientes que producen olores a barlovento)	1
	Sin equilibrio	0

Elaboración Propia

ESCALA CUALITATIVA

Baja 0-7	Media 8-12	Óptima 13-16
-------------	---------------	-----------------

Tabla 29 Características de la envolvente en viviendas de bajo costo.

ESTRATEGIA DE VENTILACIÓN CRUZADA EN LAS VIVIENDAS DE BAJO COSTO										
Vivienda	Volumenes Salientes	División Interna en área social	Tipo de Ventanas	Protección Solar en Ventanas	Orientación de la Ventanas (Entrada y Salida)	Puertas	Presiones dinámicas (cada 90°)	Equilibrio en Presiones dinámicas	Total	Ventilación Cruzada
Corpozulia	1	2	1	2	2	0	2	2	12	Media
Petrocasa	1	2	0	2	2	0	0	0	7	Baja
Propuesta	1	2	1	2	2	1	2	2	13	Óptima

Elaboración Propia

Tabla 30 Características bioamigables de la envolvente en viviendas de bajo costo.

ESCALA DE PUNTUACIÓN PARA UNA VIVIENDA BIOAMIGABLE

Envolvente		Dimensiones en Ambientes		Acabados	
1. Aislamiento Térmico		6. Habitación Principal		12. Cerámica o similar en Paredes de Cocina	
Óptimo	10	Menor a 8,5 m ²	0	No tiene o menor al mínimo	0
Máximo	5	Mayor o igual 8,5 m ²	4	Mayor o igual al mínimo	5
Inexistente	0	7. Habitaciones Secundarias		13. Cerámica o similar en Paredes de Baño	
2. Resistencia al Fuego		Menor a 6,0 m ²	0	No tiene o menor al mínimo	0
Alta	10	Mayor o igual 6,0 m ²	4	Mayor o igual al mínimo	5
Media	5	8. Cocina		14. Cerámica o similar en Paredes de Lavadero	
Baja	0	Menor a 6,0 m ²	0	No tiene o menor al mínimo	0
3. Toxicidad		Mayor o igual 6,0 m ²	4	Mayor o igual al mínimo	5
Alta	0	9. Lavadero			
Media	5	Menor a 3,0 m ²	0		
Baja	10	Mayor o igual 3,0 m ²	4		
4. Bloques de Ventilación		10. Área Total de la Vivienda			
Tiene	0	Menor a 64,0 m ²	0		
No tiene	5	Mayor o igual 64,0 m ²	4		
5. Control Solar		11. Materiales Constructivos			
Bueno	10	Nacionales	5		
Medio	5	Importados	0		
Insuficiente	0				
				Ventilación Cruzada	
				15. Presiones Dinámicas en Equilibrio	
				Presenta	10
				No Presenta	0
				16. Ventanas Permeables	
				Presenta	5
				No Presenta	0

Elaboración Propia

ESCALA CUALITATIVA

Deficiente 0-49	Media 50-60	Buena 61-90	Óptima 91-100
--------------------	----------------	----------------	------------------

Tabla 31 Unidad de Vivienda Bioamigable.

UNIDAD DE VIVIENDA BIOAMIGABLE			
Características	Corpozulia	Petrocasa	Viv. Propuesta
1	0	0	10
2	10	10	10
3	10	0	10
4	5	5	5
5	0	0	10
6	4	4	4
7	4	4	4
8	4	4	4
9	4	4	4
10	4	4	4
11	5	5	5
12	5	5	5
13	5	5	5
14	5	5	5
15	10	0	10
16	5	5	5
UVB	80	60	100

Elaboración Propia

V.3 Diseño Estructural

La vivienda propuesta consta de una sola planta regular y techo liviano flexible. Para el diseño y análisis de los pórticos especiales resistentes a momento (vigas y columnas de acero) se utilizó el programa ETABS 9.7™, mientras que para la fundación se utilizó el programa SAFE 12.3.1™.

La escogencia de las dimensiones de los perfiles de acero se basó en el análisis ante las acciones sísmicas y de viento.

V.3.1 Solicitaciones ante acciones sísmicas en los pórticos

Del diseño arquitectónico se definieron los ejes principales en ambas direcciones y el techo a dos aguas de la vivienda (Ver Figura N°102).

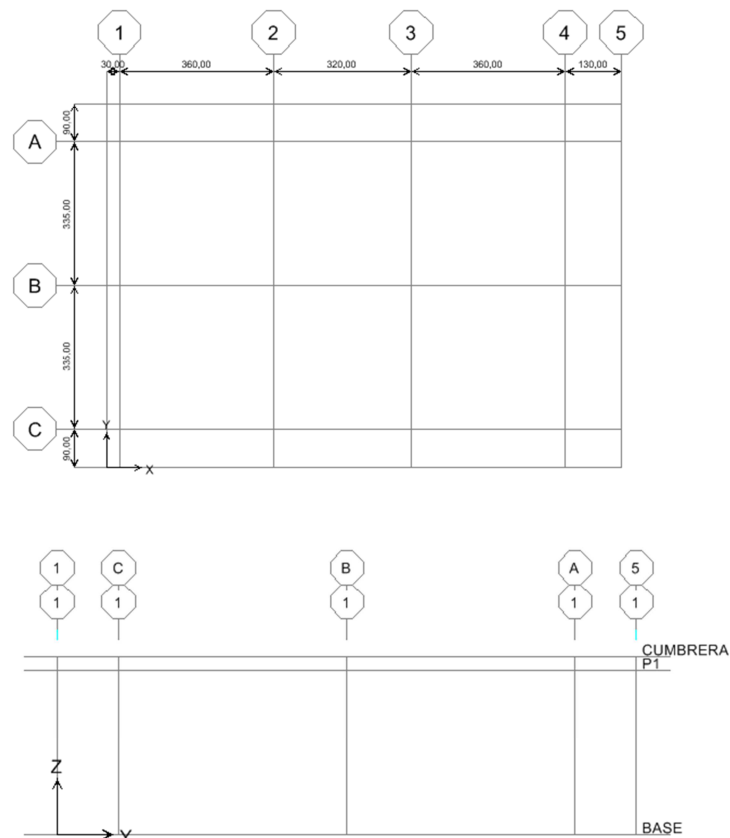


Figura 102 Ejes y planos de referencia principales.
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia S/E.

Se colocó como material base el acero ASTM A-36 para los pórticos, unidades en Kg/cm^2 (Ver Figura N° 103).

Property	Value
Material Name	A36
Type of Material	Isotropic
Mass per unit Volume	7.981E-06
Weight per unit Volume	7.833E-03
Modulus of Elasticity	2100000
Poisson's Ratio	0.3
Coeff of Thermal Expansion	1.170E-05
Shear Modulus	807692.31
Minimum Yield Stress, Fy	2530
Minimum Tensile Strength, Fu	4080
Cost per Unit Weight	15
Design	Steel

Figura 103 Definición del material A-36.
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia.

Con respecto al material del techo a no ser ni concreto ni acero, se definió un material nulo (sin masa ni peso), unidades en Kg/cm^2 (Ver Figura N° 104).

Property	Value
Material Name	NULO
Type of Material	Isotropic
Mass per unit Volume	0
Weight per unit Volume	0
Modulus of Elasticity	2039000
Poisson's Ratio	0.3
Coeff of Thermal Expansion	1.170E-05
Shear Modulus	784230.77
Design	None

Figura 104 Definición del material nulo para el techo.
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia.

Para la escogencia de las columnas y vigas se calculó que perfiles *VP* y *CP* son compactos (Ver Tabla N° 32), ya que al ser un diseño dos (ND2) o intermedio (IMF) con factor de respuesta 2,5 no son necesarias secciones que posean un buen comportamiento ante altas ductilidades (compacta sismorresistentes).

Tabla 32 Características técnicas de los perfiles VP y CP.

PROPERCA								COMPACTO VIGAS Y COLUMNAS					
Perfil	Peso	área	d (mm)	bf	tf	tw	h	Alas			Almas		
								bf/(2tf)	$0,38(E/Fy)^{(1/2)}$	CRITERIO	h/tw	$3,76(E/Fy)^{(1/2)}$	CRITERIO
VP 120	9,7	12,3	120	100	4,5	3	111	11,11	10,95	NO CUMPLE	37,00	108,33	OK
VP140	12,4	15,8	140	100	6	3	128	8,33	10,95	OK	42,67	108,33	OK
VP160	16,4	20,9	160	100	6	6	148	8,33	10,95	OK	24,67	108,33	OK
VP180	17,7	22,600	180	125	6	4,5	168	10,42	10,95	OK	37,33	108,33	OK
VP200	24,1	30,700	200	125	9	4,5	182	6,94	10,95	OK	40,44	108,33	OK
VP 250	29,4	37,400	250	150	9	4,5	232	8,33	10,95	OK	51,56	108,33	OK
VP 300	41,3	52,600	300	150	12	6	276	6,25	10,95	OK	46,00	108,33	OK
VP 350	48,3	61,600	350	175	12	6	326	7,29	10,95	OK	54,33	108,33	OK
VP 400	55,4	70,600	400	200	12	6	376	8,33	10,95	OK	62,67	108,33	OK
VP 420	65,7	83,600	420	200	12	9	396	8,33	10,95	OK	44,00	108,33	OK
CP 140	25,5	32,500	140	140	9	6	122	7,78	10,95	OK	20,33	108,33	OK
CP 160	29,3	37,300	160	160	9	6	142	8,89	10,95	OK	23,67	108,33	OK
CP 180	33,1	42,100	180	180	9	6	162	10,00	10,95	OK	27,00	108,33	OK
CP 200	50,1	63,800	200	200	12	9	176	8,33	10,95	OK	19,56	108,33	OK
CP 220	55,3	70,400	220	220	12	9	196	9,17	10,95	OK	21,78	108,33	OK
CP 240	60,4	77,000	240	240	12	9	216	10,00	10,95	OK	24,00	108,33	OK
CP 260	65,7	83,600	260	260	12	9	236	10,83	10,95	OK	26,22	108,33	OK

Fuente: Elaboración propia.

Como predimensionamiento se eligieron los perfiles con menores dimensiones que cumplían con lo estipulado anteriormente (Ver Figuras N° 105 y 106).

Estos son:

VP 140 y CP 140

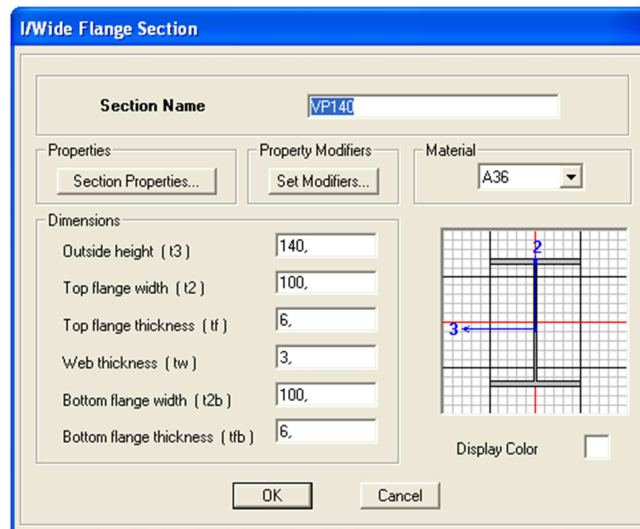


Figura 105 Definición del perfil VP140. Unidades en mm
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

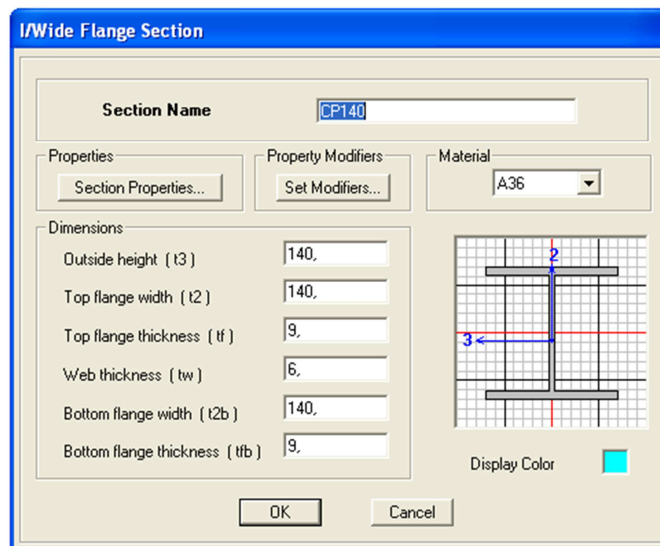


Figura 106 Definición del perfil VP140. Unidades en mm
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

Se cargó al programa un espectro de diseño Z5B2S2R2,5 , lo cual significa que la edificación se ubica en zona de elevado peligro sísmico, que es una vivienda unifamiliar, con tipo de suelo blando y un factor de respuesta 2,5 (Ver Figura N°107).

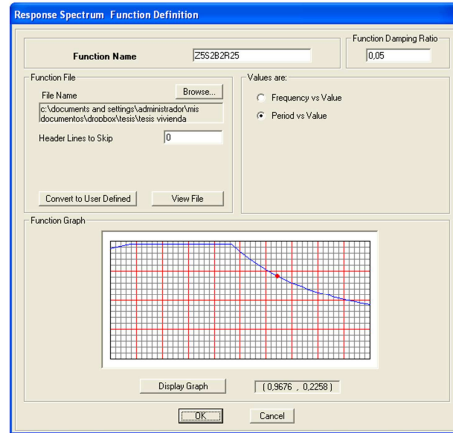


Figura 107 Definición del espectro de diseño
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

Se realizaron los casos de carga (*PP, SCP, CVT, SX, SY*), y las respectivas combinaciones para acciones sísmicas.

Una vez definidos los materiales, secciones, espectro de diseño y combinaciones se dibujó en los pórticos los elementos estructurales de la vivienda propuesta y el techo como cerramiento (Ver Figura N° 108).

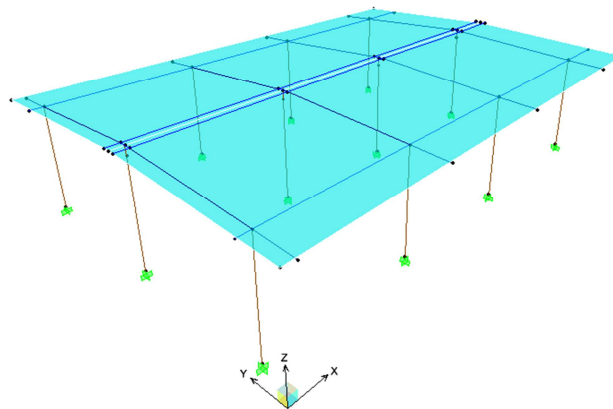


Figura 108 Modelo estructural de la vivienda propuesta
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

Como cargas distribuidas en el techo se colocó una sobrecarga permanente por el peso del techo suministrado por la empresa fabricante Isotex, el cual es:

$$SCP_{techo} = 15 \text{ Kgf/m}^2$$

De igual forma se colocó una carga variable de techo según las especificaciones de la norma COVENIN 2002-88 de:

$$CVT = 40 \text{ kgf/m}^2$$

Al correr la estructura se revisó la relación demanda/capacidad de los pórticos resultando que las vigas de la cumbrera con VP140 fallan por flexión (Ver Figura N° 109)

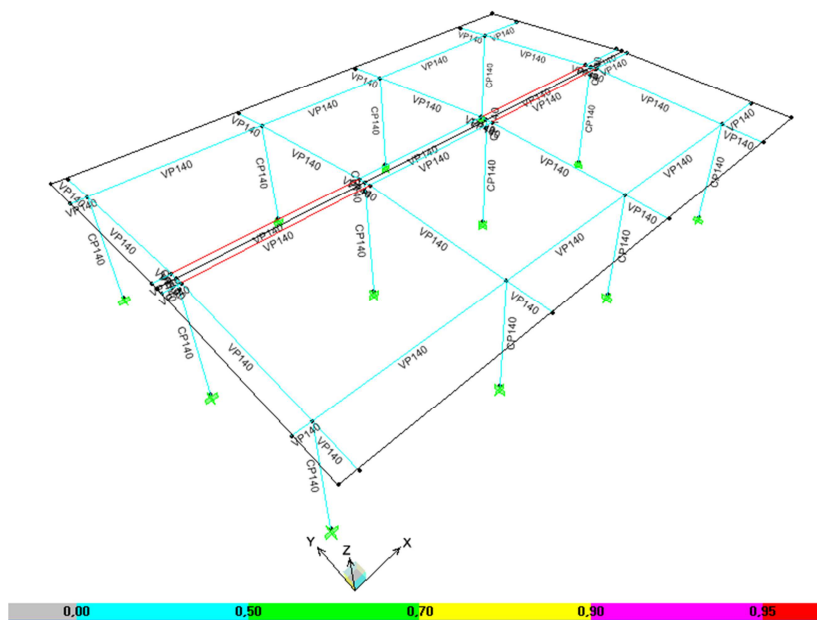


Figura 109 Relación demanda/capacidad en los perfiles de la estructura
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

El perfil final para las vigas de la cumbrera es VP250 (Ver Figura N° 110).

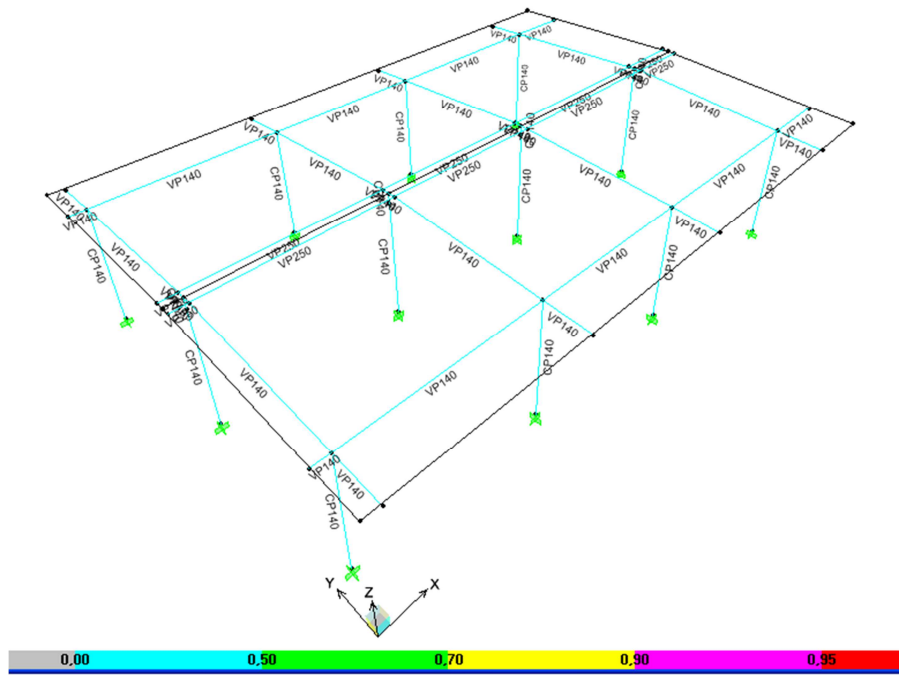


Figura 110 Relación demanda/capacidad final en los perfiles de los pórticos
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

Se verificó la participación modal, el cortante basal y las derivas de la vivienda.

V.3.1.1 Participación modal

En la Tabla N°33 se puede observar que para el modo 5 se cumple con un porcentaje mayor al 90%.

Tabla 33 Masa participativa

TABLA DE MASA PARTICIPATIVA					
Modo	Período	UX	UY	SumUX	SumUY
1	0,217	81,02	0,00	81,02	0,00
2	0,153	0,00	2,80	81,02	2,80
3	0,114	0,00	97,12	81,02	99,92
4	0,091	0,00	0,00	81,02	99,92
5	0,091	18,94	0,00	99,96	99,92
6	0,055	0,04	0,00	99,99	99,92

Fuente: Elaboración propia

V.3.1.2 Revisión y Corrección del Corte Basal de la vivienda

El cálculo de T_a se realiza por medio de la Ecuación N°2:

Datos:

h = altura total de la edificación = 2,6 m

Para estructuras de acero tipo I = 0,08

$$T_a = 0.08 * (h)^{(3/4)}$$

Ec. 2 Cálculo del T_a

Fuente: Norma COVENIN 1756:2001

$$T_a = 0.08 * (2,60)^{(3/4)}$$

$$T_a = 0,16 \text{ seg}$$

Para el cálculo del período fundamental se utiliza la Ecuación N°3:

$$T = 1.6 * T_a$$

Ec. 3 Cálculo del Período Fundamental

Fuente: Norma COVENIN 1756:2001

$$T = 1.6 * 0,16$$

$$T = 0,26 \text{ seg}$$

Con el T calculado se ubica en el espectro de diseño la aceleración de diseño A_d (Ver Figura N°111):

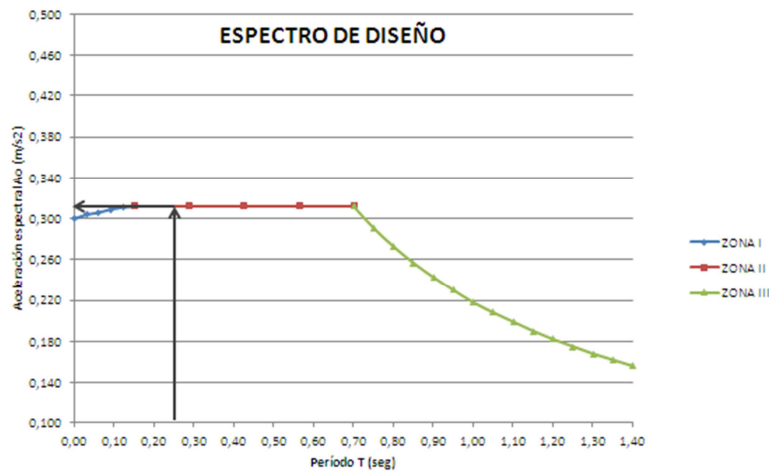


Figura 111 Aceleración de diseño

Fuente: Elaboración propia.

$T(\text{seg})$	$A_d (m/s^2)$
0,26	0,312

El cálculo del μ se realiza con la Ecuaciones N° 4 y 5:

Datos:

$N = 1$ piso.

$T^* = 0,70$ seg.

$$\mu = 1,4 * \frac{(1 + 9)}{(2 * 1 + 12)}$$

Ec. 4 Cálculo del μ_1

Fuente: Norma COVENIN 1756:2001

$$\mu = 1,00$$

$$\mu = 0,80 + \frac{1}{20} \left[\frac{0,26}{0,70} - 1 \right]$$

Ec. 5 Cálculo del μ_2

Fuente: Norma COVENIN 1756:2001

$$\mu = 0,94$$

Calculo del Wsísmico

Debido a que la vivienda presenta un diafragma flexible, se debe obtener el valor del peso sísmico aproximado al crear una combinación de carga "Masa", la cual sólo involucra las cargas permanentes, cargas variables y sobrecarga permanente (Ver Figura N°112):

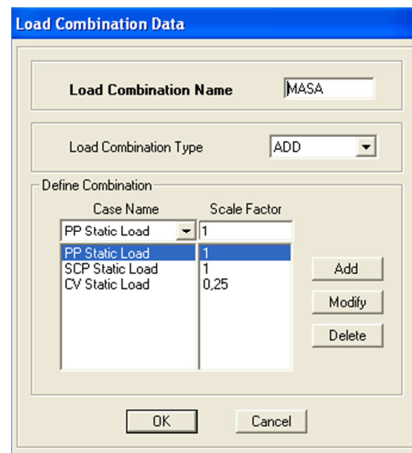


Figura 112 Combinación de carga para conocer el peso sísmico de la estructura

Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

Al correr el modelo se obtiene el peso por medio de la sumatoria de la reacción en el eje "z" en el nivel base (Ver Tabla N°34):

Tabla 34 Peso sísmico de la estructura.

Piso	Load	FZ
BASE	MASA	117,97
		137,84
		134,92
		133,35
		1060,11
		245,68
		9,47
		1346,53
		117,97
		137,84
134,92		
133,35		
	Wsismico	3709,95

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del Corte Basal Estático:

$$V_o * = \mu * Ad * Wsismico$$

Ec. 6 Cálculo del corte basal

Fuente: Norma COVENIN 1756:2001

$$V_o * = 1,00 * 0,312 * 3709,95$$

$$V_o * = 1157,50 \text{ Kg}$$

Corte basal dinámico

Sismo en "X" (Ver Figura N°113)

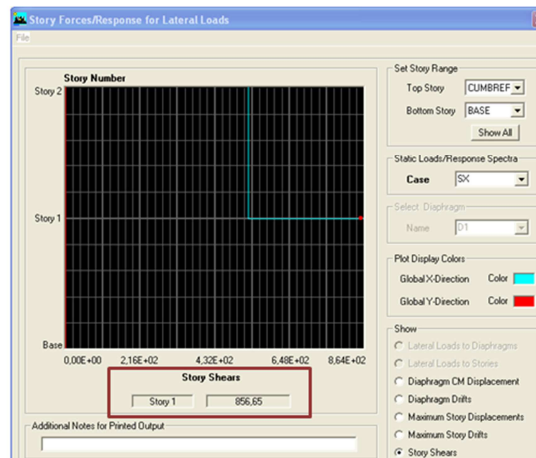


Figura 113 Corte basal dinámico para el sismo en "X"
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

$$V_{dinámico} = 856,65 \text{ Kg}$$

Sismo en “Y” (Ver Figura N°114)

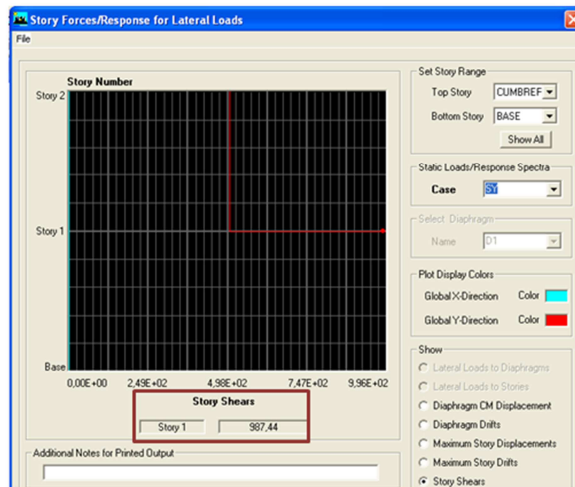


Figura 114 Corte basal dinámico para el sismo en “Y”
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

$$V_{\text{dinámico}} = 987,44 \text{ Kg}$$

Comparación de los cortes:

Corte Basal Dinámico X = 856,65 Kg < 1157,50 Kg “Debe Corregirse”.

Corte Basal Dinámico Y = 987,44 Kg < 1157,50 Kg “Debe Corregirse”.

Corrección de los Cortes Basal Dinámico:

$$C_x = \frac{1157,50}{856,65}$$

$$C_x = 1,35$$

$$C_y = \frac{1157,50}{987,44}$$

$$C_y = 1,17$$

Sismo “X” (Ver Figura N°115)

Direction	Function	Scale Factor
U1	Z5S2B2R2!	9,81*1,35
U2		
UZ		
Excitation angle		0,

Figura 115 Corrección del caso sísmico "X"
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

Sismo "Y" (Ver Figura N° 116)

Direction	Function	Scale Factor
U1		
U2	Z5S2B2R2!	9,81*1,17
UZ		
Excitation angle		0,

Figura 116 Corrección del caso sísmico "Y"
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

Nuevamente se corrió la estructura ya con los cortantes basales modificados resultando (Ver Figuras N° 117 y 119):

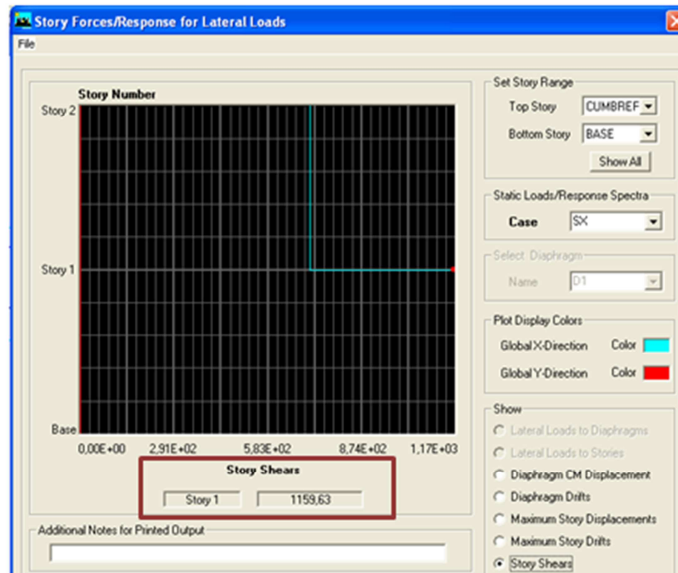


Figura 117 Corte basal dinámico para el sismo en "X" corregido
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

$$V_{\text{dinámico}} = 1159,63 \text{ Kgf}$$

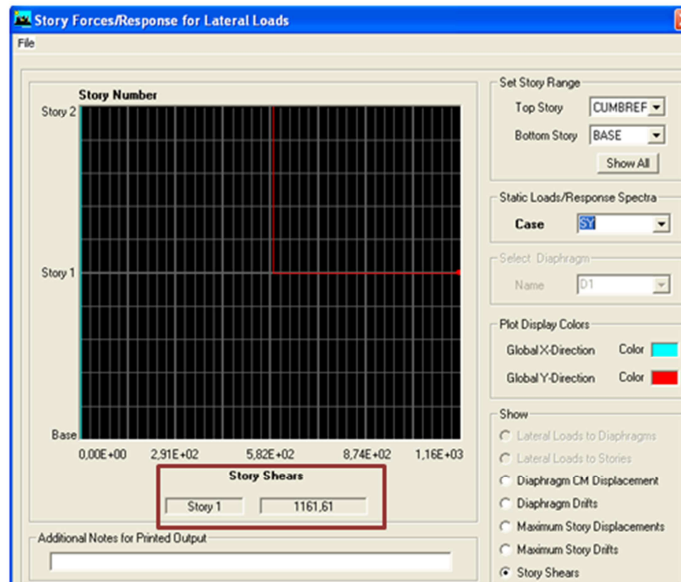


Figura 118 Corte basal dinámico para el sismo en “Y” corregido
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

$$V_{\text{dinámico}} = 1161,61 \text{ Kgf}$$

V.3.1.3 Revisión de Derivas

El control de los desplazamientos laterales totales se expresa en el Capítulo 10 de la Norma COVENIN N° 1756: 2001 *Edificaciones Sismorresistentes*:

El desplazamiento lateral total Δ_i del nivel i se calculará como:

$$\Delta_i = 0,8 R \Delta_{ei}$$

Ec. 7 Cálculo del desplazamiento lateral
Fuente: Norma COVENIN 1756:2001

Donde:

R = Factor de reducción.

Δ_{ei} = Desplazamiento lateral del nivel i calculado para las fuerzas de diseño, suponiendo que la estructura se comporta elásticamente, incluyendo: los efectos traslacionales, de torsión en planta y P- Δ .

Máxima deriva por piso en la edificación:

Para sismo en “X” (Ver Figura N° 119):

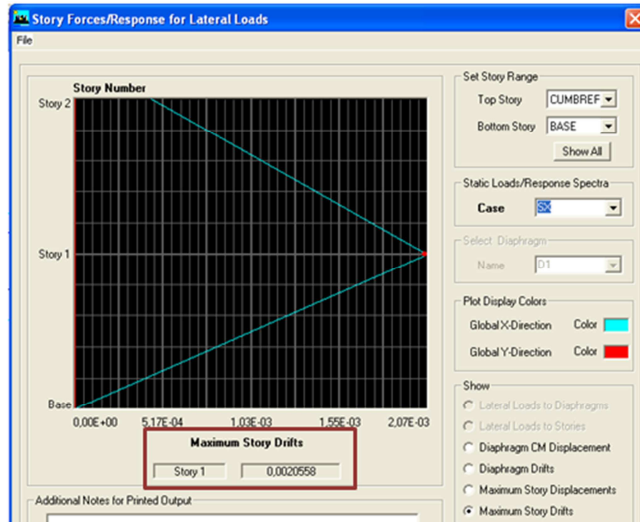


Figura 119 Máxima deriva por el sismo "X"
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia.

Para sismo "Y" (Ver Figura N° 120):

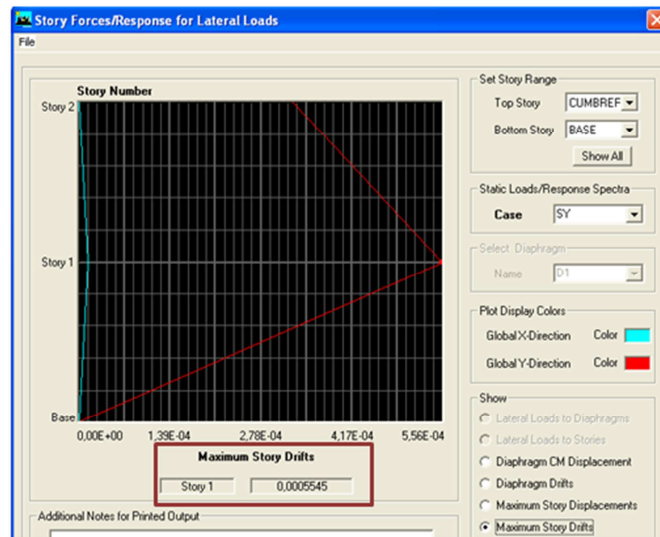


Figura 120 Máxima deriva por el sismo "Y"
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

Cálculo del Desplazamiento lateral total por medio de la Ecuación N°7:

Sismo "X"

$$\Delta_i = 0,8 R \Delta_{ei}$$

$$\Delta_i = 0,8 * 2,5 * 0,002055$$

$$\Delta_i = 0,0041116$$

Sismo "Y"

$$\Delta i = 0,8 R \Delta e_i$$

$$\Delta i = 0,8 * 2,5 * 0,000554$$

$$\Delta i = 0,000269$$

Comprobación de las derivas:

Por tratarse de una estructura tipo B2 el desplazamiento máximo permitido es 0,018. (Ver Tabla N°35).

Tabla 35 Máxima deriva permitida por el tipo de edificación

TIPO Y DISPOSICION DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	EDIFICACIONES		
	GRUPO A	GRUPO B1	GRUPO B2
Susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0.012	0.015	0.018
No susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0.016	0.020	0.024

Fuente: Norma COVENIN 1756-2001

Los valores de las derivas de la estructura estudiada cumplen con los requisitos de la norma COVENIN 1756:2001 8 (Ver Tabla N°36).

Tabla 36 Comprobación de las derivas obtenidas en la vivienda propuesta

Sismo	Δi	$\Delta l_{m\acute{a}x}$	Comprobación
X	0,0041116	0,018	CUMPLE
Y	0,0000269		CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Debido a que el diseño de la vivienda propuesta es por rigidez; ya que al disminuir el factor de respuesta a 2,5 (utilizado para ND1) las fuerzas sísmicas son mayores y por ello se espera una menor demanda inelástica; no se aplican los siguientes requisitos:

- Verificación de la condición columna fuerte/viga débil.
- Planchas de continuidad.
- Arriostramiento lateral de la conexión viga-columna, ni entre los tramos de viga.

- Resistencia de corte en el nodo.

Al ser la estructura liviana se realizó un estudio a la tabiquería para conocer la influencia que tiene con respecto al peso total de la edificación: Los bloques son de concreto hueco y el espesor de las paredes exteriores es de 15 cm.

A continuación en la Tabla N°37 se presenta el resumen con el cálculo realizado con respecto al peso de las paredes:

Tabla 37 Calculo del peso de la tabiquería

PAREDES EXTERIORES E INTERIORES DE LA VIVIENDA			
Tipo	Peso (Kgf/m²)	Área (m²)	Peso (Kgf)
Bloques de concreto e= 10cm, frisados por ambas caras	210	67,22	14116,62
Bloques de concreto e= 15cm, frisados por ambas caras	270	138,14	37297,80
Bloques de concreto e= 20cm, frisados por ambas caras	330	5,21	1718,64
		Wtabiqueria (kgf)	53133,06
		Westructuras	3709,95
		Wtotal	56843,01
		%Tabiqueria	93,47

Fuente: Elaboración propia

La tabiquería representa aproximadamente un 93 % del peso total, por lo cual se incluyó en el modelo estructural las paredes exteriores para analizar la influencia que podría generar ante los pórticos por acción sísmica (rigidez).

El peso propio de la tabiquería se transmite directamente a la fundación, por ser una vivienda de una sola planta, por ello para analizar la rigidez de las paredes se definió un material nulo, sin masa ni peso, pero con el módulo de elasticidad de los bloques de concreto hueco, ya que éste se relaciona con el módulo de corte o rigidez (Ver Figura N° 121).

El módulo de elasticidad fue cálculo según la *Norma Mexicana-C-404-ONNCCE-2005 Diseño y construcción para Estructuras de Mampostería* ya que actualmente en el país no existe una normativa vigente sobre la mampostería estructural.

De la sección 2.8.5 Módulo de Elasticidad, se obtiene la Ecuación N° 8 para el cálculo a partir de la resistencia de diseño a compresión:

$$E_m = 800 f_m^* \text{ (para cargas de corta duración)}$$

Ec. 8 Cálculo del módulo de elasticidad.

Fuente: Norma MX-C-404-ONNCCE-2005

La norma mexicana indica que se determinará la resistencia a la compresión en base al ensayo de cilindros elaborados, curados y probados de acuerdo con las normas NMX-C-160 y NMX-C-083-ONNCCE.

En relación con lo expresado anteriormente se tomó como la resistencia a la compresión un valor promedio obtenido por ensayos realizados en la Universidad de Yucatán (2009) para bloques de concreto de espesor 15 cm, el cual es:

$$f_m^* = 50 \text{ Kg/cm}^2$$

Entonces el módulo de elasticidad será:

$$E_m = 800 * 50$$

$$E_m = 40000 \text{ kgf/cm}^2$$

Material Property Data	
Material Name	BCONC
Display Color	Color
Type of Material	Isotropic
Type of Design	Design: None
Analysis Property Data	
Mass per unit Volume	0.
Weight per unit Volume	0.
Modulus of Elasticity	40000.
Poisson's Ratio	0.2
Coeff of Thermal Expansion	0.
Shear Modulus	16666.6667
Design Property Data	
OK	Cancel

*Figura 121 Definición del material para la tabiquería exterior
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia*

Se dibujaron las paredes perimetrales en el modelo con una sección tipo muro y material BCONC (Ver Figuras N° 122 y 123):

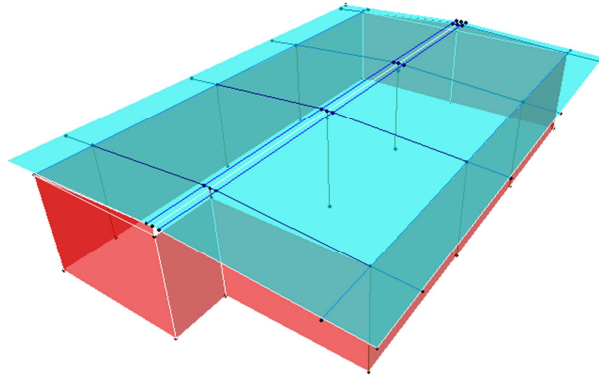


Figura 122 Modelo de la vivienda con los cerramientos
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia S/E

Se verificó que los perfiles del modelo anterior continuaban cumpliendo con la relación demanda/capacidad (Ver Figura N° 125):

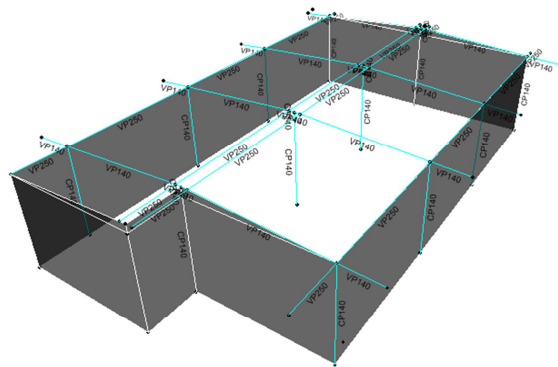


Figura 123 Comprobación de la relación demanda/capacidad en los perfiles de los pórticos incluyendo rigidez de la tabiquería.
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia S/E

Nuevamente se procedió a revisar el cortante basal, las derivas y la participación modal:

V.3.1.4 Participación modal incluyendo la rigidez de la tabiquería.

Para este caso con seis modos no cumplía con el porcentaje estipulado en la norma, por ello se colocaron 25 modos. Se observa que para el modo 22 cumple con un porcentaje mayor al 90% (Ver Tabla N°38).

Tabla 38 Masa Participativa incluye la tabiquería.

Tabla de Masa Participativa					
Modo	Periodo	UX	UY	SumUX	SumUY
1	0,0339	2,598	1,306	2,598	1,306
2	0,0338	0,746	0,237	3,344	1,543
3	0,0324	61,928	0,233	65,272	1,776
4	0,0306	2,844	0,335	68,116	2,111
5	0,0201	0,058	33,422	68,174	35,534
6	0,0195	0,021	0,759	68,196	36,293
7	0,0195	0,002	0,818	68,198	37,111
8	0,0190	0,031	0,168	68,229	37,279
9	0,0190	0,006	0,220	68,235	37,499
10	0,0188	0,709	0,002	68,944	37,501
11	0,0187	0,004	0,935	68,948	38,435
12	0,0187	0,641	0,087	69,589	38,522
13	0,0186	0,089	0,944	69,678	39,466
14	0,0119	0,301	8,095	69,979	47,561
15	0,0099	0,029	45,927	70,008	93,488
16	0,0089	0,000	0,008	70,008	93,496
17	0,0088	0,000	0,007	70,009	93,503
18	0,0086	0,000	2,346	70,009	95,849
19	0,0076	0,005	1,402	70,014	97,251
20	0,0057	0,003	0,542	70,017	97,793
21	0,0051	14,401	0,000	84,418	97,793
22	0,0050	14,316	0,000	98,734	97,793
23	0,0047	0,001	0,003	98,734	97,796
24	0,0043	0,209	0,000	98,943	97,797
25	0,0041	0,093	0,001	99,036	97,797

Fuente: Elaboración propia

V.3.1.5 Revisión del Corte Basal incluyendo la rigidez de la tabiquería

Para el cálculo del cortante estático se procedió a obtener el $W_{sismico}$ (Ver Tabla N° 39):

Tabla 39 Peso sísmico con el aporte de la rigidez por la tabiquería.

Piso	Load	FZ
		266,01
		190,31
		197,72
		64,48
		175,94
		822,71
		278,95
		251,95
		482,5
		489,7
		259,52
		183,44
		181,8
		270,96
	Wsismico	4115,99

Fuente: Elaboración propia

El cambio en el valor del peso de la estructura se debe principalmente a nuevos nodos colocados en la base por la tabiquería, que permiten una distribución de esfuerzos provenientes del techo.

Cálculo del Corte Basal Estático por la Ecuación N° 6:

$$V_o = 1,00 * 0,312 * 4115,99$$

$$V_o = 1284,19 \text{ Kg}$$

Corte basal dinámico

Sismo en “X” (Ver Figura N° 124)

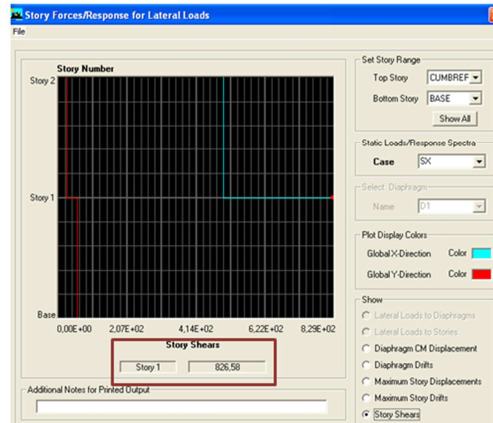


Figura 124 Corte basal dinámico para el sismo en “X” incluyendo rigidez por tabiquería
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

$$V_{dinámico} = 826,58 \text{ Kgf}$$

Sismo en “Y” (Ver Figura N° 125)

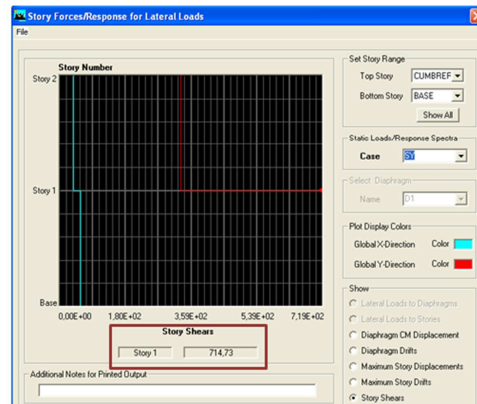


Figura 125 Corte basal dinámico para el sismo en “Y” incluyendo rigidez por tabiquería
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

$$V_{dinámico} = 714,73 \text{ Kgf}$$

Comparación de los cortes:

Corte Basal Dinámico X= 826,58 Kg < 1284,19 Kg “Debe Corregirse”.

Corte Basal Dinámico Y = 714,73 Kg < 1284,19 Kg “Debe Corregirse”.

Corrección de los Cortes Basal Dinámico:

$$Cx = \frac{1284,19}{826,58}$$

$$Cx = 1,55$$

$$Cy = \frac{1284,19}{714,73}$$

$$Cy = 1,80$$

Sismo “X” (Ver Figura N°126)

Direction	Function	Scale Factor
U1	Z5S2B2R2f	9,81*1,55
U2		
UZ		
Excitation angle	0,	

Figura 126 Corrección del caso sísmico “X” incluyendo rigidez por tabiquería

Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

Sismo “Y” (Ver Figura N°127)

Direction	Function	Scale Factor
U1		
U2	Z5S2B2R2f	9,81*1,80
UZ		
Excitation angle	0,	

Figura 127 Corrección del caso sísmico “Y” incluyendo rigidez por tabiquería

Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

Nuevamente se corrió la estructura ya con los cortes basales modificados resultando (Ver Figuras N° 128 y 129):

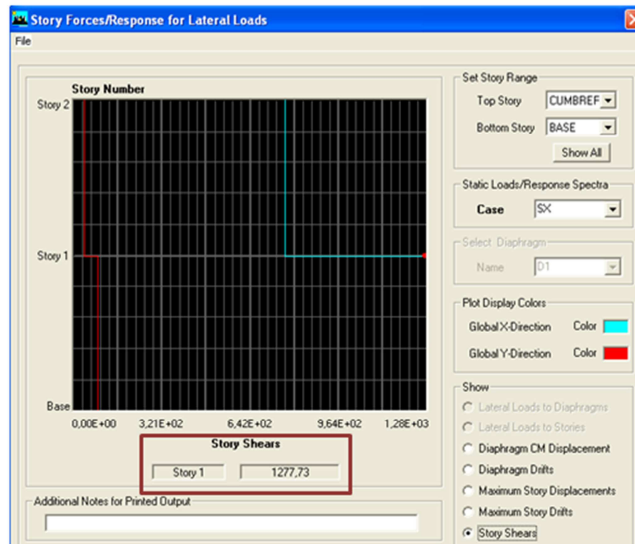


Figura 128 Corte basal dinámico para el sismo en "X" incluyendo rigidez por tabiquería corregido
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

$$V_{\text{dinámico}} = 1277,73 \text{ Kgf}$$

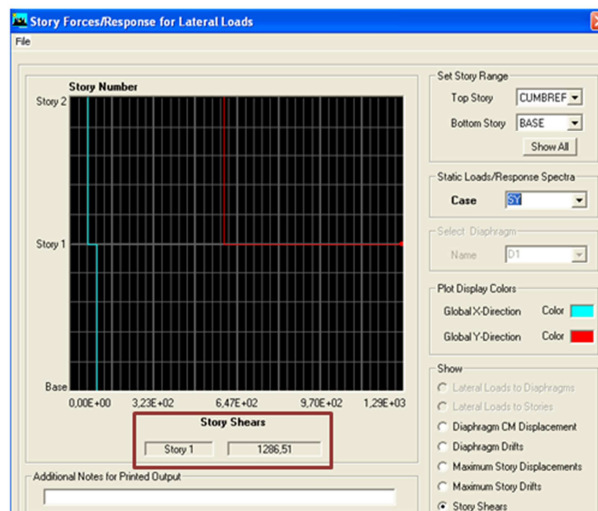


Figura 129 Corte basal dinámico para el sismo en "Y" incluyendo rigidez por tabiquería corregido
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

$$V_{\text{dinámico}} = 1286,51 \text{ Kgf}$$

V.3.1.6 Revisión de derivas incluyendo rigidez por tabiquería

Máxima deriva por piso en la edificación:

Para sismo en "X" (Ver Figura N° 130):

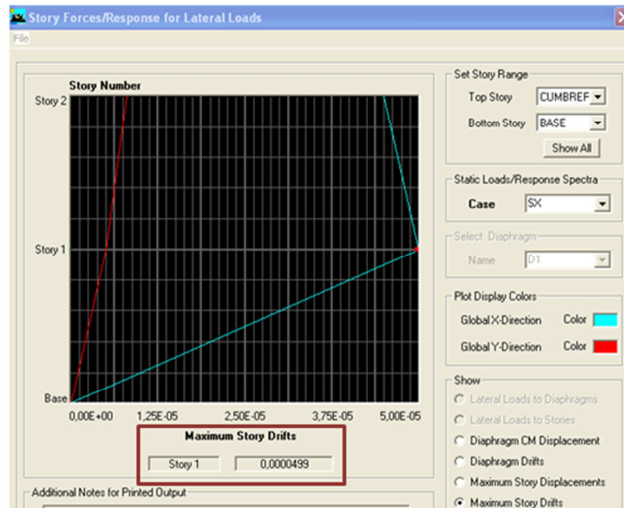


Figura 130 Máxima deriva por el sismo “X” incluyendo rigidez por tabiquería
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

Para sismo “Y” (Ver Figura N° 131):

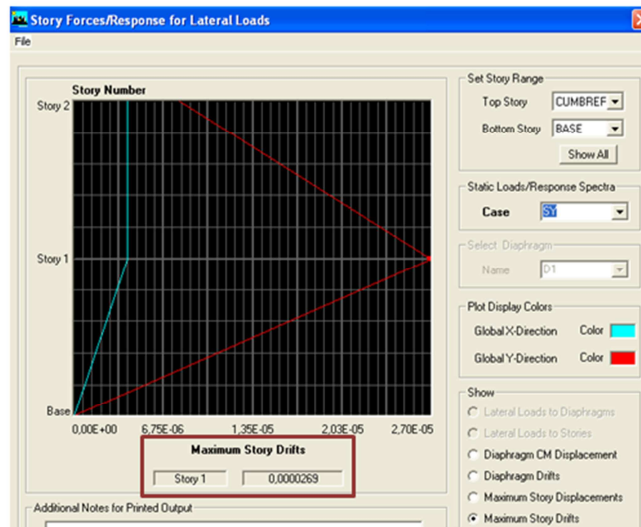


Figura 131 Máxima deriva por el sismo “Y” incluyendo rigidez por tabiquería
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

Cálculo del Desplazamiento lateral total utilizando la Ecuación N°7:

Sismo “X”

$$\Delta_i = 0,8 R \Delta_{ei}$$

$$\Delta_i = 0,8 * 2,5 * 0,0000499$$

$$\Delta_i = 0,0000998$$

Sismo "Y"

$$\Delta i = 0,8 R \Delta e_i$$

$$\Delta i = 0,8 * 2,5 * 0,0000269$$

$$\Delta i = 0,0000358$$

Comprobación de las derivas (Ver Tabla N° 40):

Tabla 40 Comprobación de las derivas obtenidas en la vivienda propuesta incluyendo rigidez por tabiquería

Sismo	Δi	$\Delta l_{m\acute{a}x}$	Comprobación
X	0,0000998	0,018	CUMPLE
Y	0,0000269		CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

V.3.2 Solicitaciones ante acciones eólicas en los pórticos

De la norma COVENIN 2003-86 Acciones del Viento sobre las construcciones se analizó el comportamiento de los pórticos en la vivienda propuesta.

Del Capítulo 4 y 5 de la presente norma se obtuvieron los parámetros para el posterior cálculo de las acciones eólicas (Ver Tabla N° 41):

Tabla 41 Datos de la vivienda propuesta para el cálculo de las acciones eólicas

DATOS VIVIENDA PROPUESTA	
CLASIFICACIÓN SEGUN EL USO	Grupo B
FACTOR DE IMPORTANCIA EÓLICA (α)	1
CLASIFICACIÓN SEGUN LAS CARACTERISTICAS DE RESPUESTA	Tipo I
VELOCIDAD BÁSICA (Km/h)	70
TIPO DE EXPOSICIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN	B
TIPO DE EXPOSICIÓN PARA CERRAMIENTOS	C

Fuente: Elaboración propia

Se clasifica en el Grupo B ya que es una vivienda unifamiliar, de la Tabla 4.1.2 Factor de importancia eólica de la norma COVENIN 2003-86 se obtiene el valor de α que es 1. Se considera además del tipo I ya que es una construcción cerrada cuya esbeltez es menor que 5. Al ser la zona de estudio en la Ciudad de Valencia, Edo. Carabobo la velocidad según la Tabla 5.1 de la presente norma es 70 Km/h. El tipo de exposición a la construcción es "B" ya que la zona en estudio es tipo urbano-suburbano. Finalmente en la Tabla 5.3.2 de la misma normativa se obtiene el tipo de exposición para los cerramientos, el cual es "C"

V.3.2.1 Cálculo de acciones resistentes a viento

De la Tabla 6.2.2 Acciones en componentes y cerramientos, para edificaciones con alturas menores a veinte metros (20 m) las presiones y fuerzas se calcularán:

$$p = q * GC_{pe} - qh * GC_{pi}$$

*Ec. 8 Cálculo de las presiones en los sistemas resistentes a sismo.
Fuente: Norma COVENIN 2003:1986*

V.3.2.1.1 Presión dinámica

Según la sección 6.2.3 la presión dinámica para edificaciones es:

Fachadas a Barlovento y Sotavento

$$qz = 0,00485 * K * \alpha * v^2$$

*Ec. 9 Cálculo de la presión z en Fachas a Barlovento y Sotavento.
Fuente: Norma COVENIN 2003:1986*

Para $z \leq 4,5$ m

$$K = 2,58 * \frac{4,50^{\beta}}{Zg}$$

*Ec. 10 Cálculo para el coeficiente K
Fuente: Norma COVENIN 2003:1986*

$Zg = 270$ m, obtenido de la *Tabla 6.2.3 Constantes para el Cálculo de K_z y K_h*

En la Tabla N° 42 se presentan los cálculos realiza dos con las Ecuaciones N°9 y 10.

Tabla 42 Presiones dinámicas en fachadas

FACHADAS A BARLOVENTO			FACHADAS A SOTAVENTO		
Kz	β	Zg (m)	Kh	β	Zg (m)
0,97	4,50	370	0,97	4,50	370

qz (kgf/m ²)	Kz	V (Km/h)	α	qh (kgf/m ²)	Kh	V (Km/h)	α
23,01	0,97	70	1,00	23,01	0,97	70	1,00

Fuente: Elaboración propia

V.3.2.1.2 Factor de Respuesta ante ráfagas

Factor de respuesta ante ráfagas (G_h)

$$G_h = 0,65 + 3,65\delta_h$$

*Ec. 11. Cálculo del Factor de respuesta ante ráfagas
Fuente: Norma COVENIN 2003:1986*

Donde

$$\delta_h = \frac{2,35 * \sqrt{k}}{\left(\frac{h}{9}\right)^{\frac{1}{\beta}}}$$

Ec. 12 Cálculo del factor de exposición que representa la intensidad de la turbulencia.
Fuente: Norma COVENIN 2003:1986

K= 0,010, obtenido de la *Tabla 6.2.4.1 Coeficientes de arrastre K sobre una superficie.*

En la Tabla N° 43 se presenta el cálculo realizado con las Ecuaciones N° 11 y 12.

Tabla 43 Factor de respuesta ante ráfagas en sistemas resistente a viento

SISTEMAS RESISTENTES AL VIENTO (Gh)				
Gh	δh	k	β	h
1,79	0,31	0,01	4,50	2,50

Fuente: Elaboración propia

Los factores de ráfaga en componentes y cerramientos internos GCpi se obtienen de la sección 6.2.5 cuyo valores se presentan en la Tabla N° 43:

Tabla 44 Factor de ráfaga en componentes y cerramientos

GCpi (Empuje)	GCpi (Succión)
0,25	-0,25

Fuente: Elaboración propia

Los valores anteriores se utilizan cuando ninguna fachada excede en un 10% o más a la suma de las permeabilidades de las otras fachadas: La permeabilidad se calcula como el área de ventanas o puertas que tenga cada fachada (Ver Tabla N° 45).

Tabla 45 Permeabilidad en las fachadas de la vivienda propuesta

PERMEABILIDAD EN FACHADAS					
Eje	N° de ventanas	Base (m)	Altura (m)	Área total (m²)	% Permeabilidad excedida
A	5	1	1,4	7	No aplica
C	4	1	1,4/0,90	4,6	No aplica
1	1	1	1,4	1,4	No aplica
4	1	1	1,4	1,4	No aplica
5	1	1	1,4	1,4	No aplica

Fuente: Elaboración propia

V.3.2.1.3 Cálculo de las reacciones sobre el sistema resistente a sismo

El cálculo de las reacciones sobre el sistema resistente a sismo depende la dirección del viento, donde según la norma COVENIN 2003-86 es cuando este es paralelo y transversal a la cumbrera (Ver Figura N° 132).

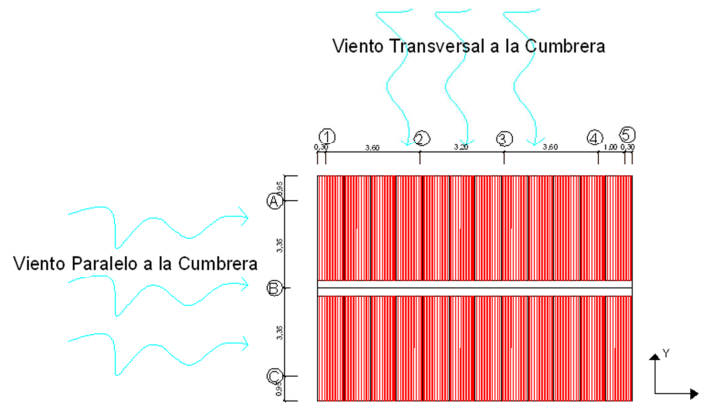


Figura 132 Direcciones del viento ante la vivienda propuesta
Elaboración: Propia. S/C

Desde las Tablas N° 46 a la 49 se presentan los coeficientes de empuje y succión obtenidos de la Tabla 6.2.5.1 de la norma COVENIN 2003-86.

- Viento Paralelo a la cumbrera

Fachadas. Relación L/b

Tabla 46 Coeficientes de Empuje y Succión por Viento Paralelo a la cumbrera en fachadas

b	L	L/b
11,40	6,70	0,59

FACHADAS C_p		
BARLOVENTO	SOTAVENTO	LATERALES
0,80	-0,50	-0,7

Fuente: Elaboración propia

Techo. Relación L/h

h	L	L/h
2,50	6,70	2,68

Tabla 47 Coeficientes de Empuje y Succión por Viento Paralelo a la cumbrera en techo

TECHO C_p	
PARALELO A LA CUMBRERA	
BARLOVENTO	SOTAVENTO
C_p	C_p
-0,70	-0,70

Fuente: Elaboración propia

- Viento Transversal o Normal a la cumbrera

Fachadas. Relación L/b

b	L	L/b
6,70	11,40	1,70

Tabla 48 Coeficientes de Empuje y Succión por Viento transversal a la cumbrera en fachadas

COMPONENTES Y CERRAMIENTOS C_p		
BARLOVENTO	SOTAVENTO	LATERALES
0,80	-0,50	-0,70

Fuente: Elaboración propia

Techo

Tabla 49 Coeficientes de Empuje y Succión por Viento transversal a la cumbrera en techo

TECHO C_p		
NORMAL A LA CUMBRERA		
	BARLOVENTO	SOTAVENTO
θ	C_p	C_p
6°	-0,90	-0,70

Fuente: Elaboración propia

Con los parámetros obtenidos anteriormente se presenta en las Tablas N° 50 y 51 el resumen con los cálculos de las presiones y fuerzas para los sistemas resistentes a viento, utilizando la Ecuación N° 8:

En la Figuras N° 133 y 134 se indican las acciones sobre los sistemas resistentes a viento.

Tabla 50 Acciones del viento en sistemas resistentes a viento

ACCIONES DE VIENTO PARALELO										
Superficie		z (m)	h (m)	Kz	Kh	q (Kgf/m ²)	q Gh Cp (kgf/m ²)	±qh Gcpi (Kgf/m ²)	q Gh Cp + qh Gcpi (Kgf/m ²)	q Gh Cp - qh Gcpi (kgf/m ²)
Fachadas	Barlovento	2,6	-	0,97	-	23,01	32,96	5,75	27,21	38,71
	Sotavento	-	2,5	-	0,97	23,01	-20,60	5,75	-26,35	-14,85
	Laterales	-	2,5	-	0,97	23,01	-28,84	5,75	-34,59	-23,09
Techo	Barlovento	-	2,5	-	0,97	23,01	-28,84	5,75	-34,59	-23,09
	Sotavento	-	2,5	-	0,97	23,01	-28,84	5,75	-34,59	-23,09
ACCIONES DE VIENTO TRANSVERSAL										
Superficie		z (m)	h (m)	Kz	Kh	q (Kgf/m ²)	q Gh Cp (kgf/m ²)	±qh Gcpi (Kgf/m ²)	q Gh Cp + qh Gcpi (Kgf/m ²)	q Gh Cp - qh Gcpi (kgf/m ²)
Fachadas	Barlovento	2,4	-	0,97	-	23,01	32,96	5,75	27,21	38,71
	Sotavento	-	2,5	-	0,97	23,01	-20,60	5,75	-26,35	-14,85
	Laterales	-	2,5	-	0,97	23,01	-28,84	5,75	-34,59	-23,09
Techo	Barlovento	-	2,5	-	0,97	23,01	-37,08	5,75	-42,83	-31,33
	Sotavento	-	2,5	-	0,97	23,01	-28,84	5,75	-34,59	-23,09

Fuente: Elaboración propia

Según la Norma 2003-86 la acción del viento en condiciones de servicio para los sistemas resistentes a viento no será menor de 30Kgf/m². Por ello:

Tabla 51 Acciones del viento en sistemas resistentes a viento finales

ACCIONES DE VIENTO TRANSVERSAL		ACCIONES DE VIENTO PARALELO	
q Gh Cp + qh Gcpi (Kgf/m ²)	q Gh Cp - qh Gcpi (kgf/m ²)	q Gh Cp + qh Gcpi (Kgf/m ²)	q Gh Cp - qh Gcpi (kgf/m ²)
30,00	38,71	30,00	38,71
-30,00	-30,00	-30,00	-30,00
-34,59	-30,00	-34,59	-30,00
-42,83	-31,33	-34,59	-30,00
-34,59	-30,00	-34,59	-30,00

Fuente: Elaboración propia

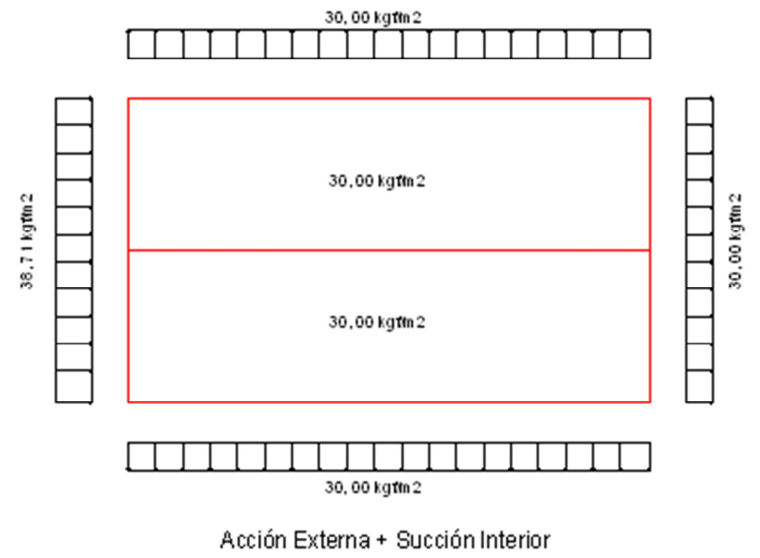
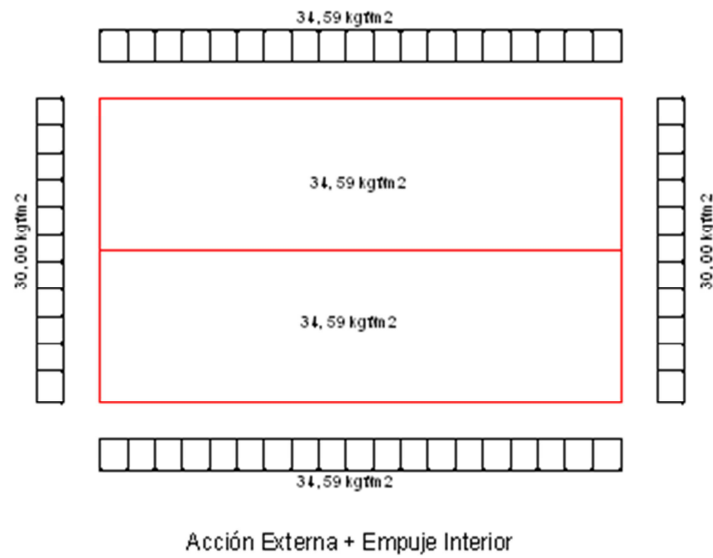
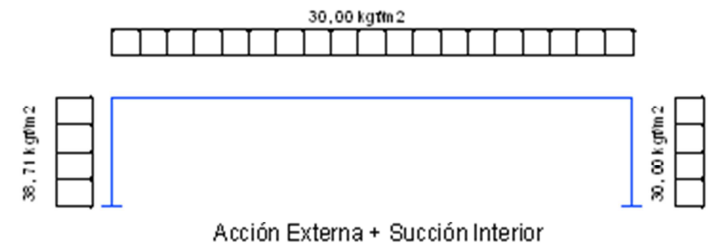
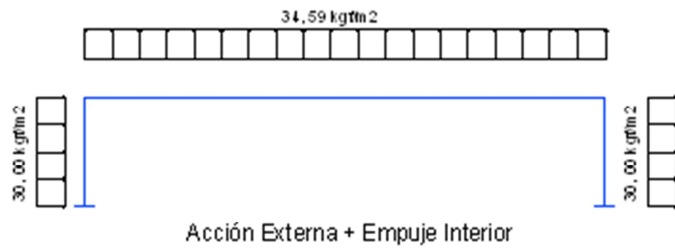


Figura 133 Acciones del viento paralelo a la cumbrera sobre el sistema resistente, Kgf/m^2
Elaboración: Propia. S/C

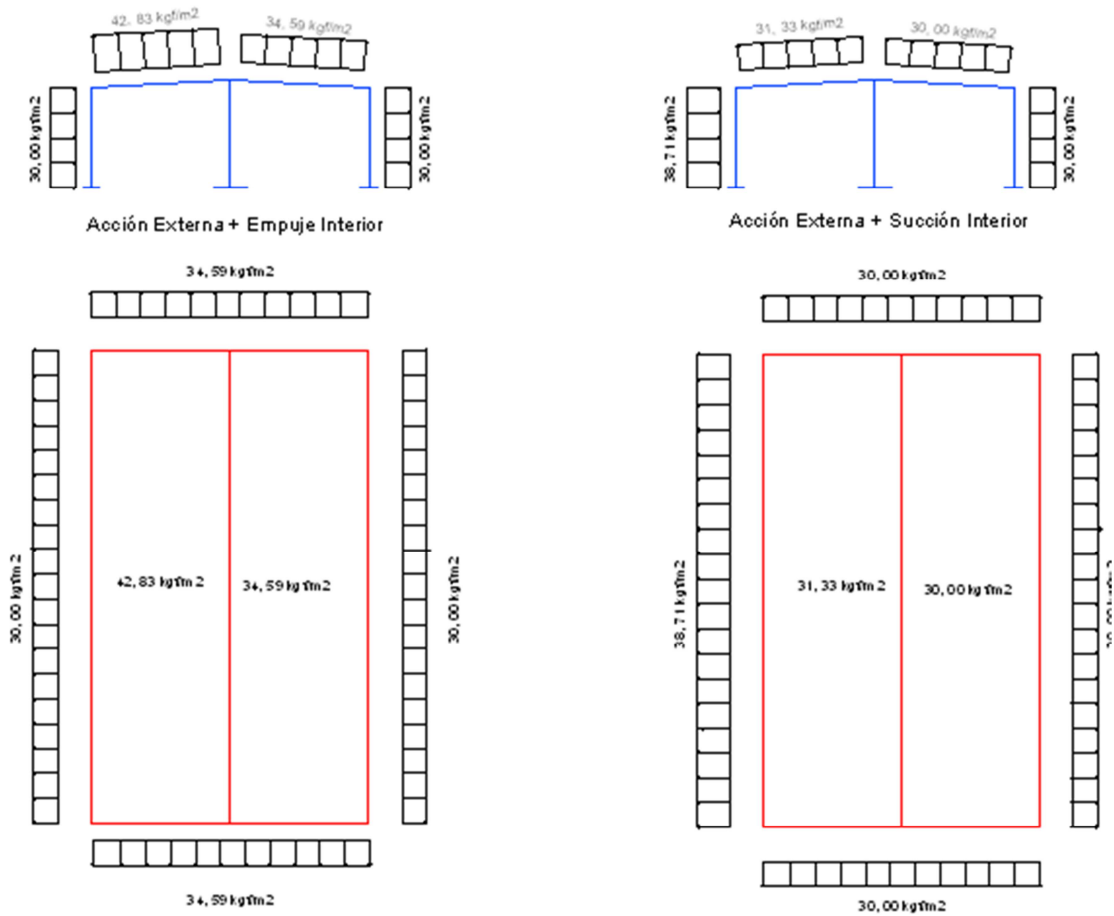


Figura 134 Acciones del viento transversal a la cumbrera sobre el sistema resistente, Kgf/m²
Elaboración: Propia. S/C

V.3.2.2 Cálculo de acciones sobre componentes y cerramientos

Por ser la construcción Tipo I cerrada, con $h \leq 20\text{m}$, se utilizará la fórmula:

$$p = qh * GC_{pe} - qh * GC_{pi}$$

*Ec. 13 Cálculo de las presiones en los componentes y cerramientos.
Fuente: Norma COVENIN 2003:1986*

Se calculó el ancho “a” como estipula la Tabla 6.2.5.2 de la norma COVENIN 2003-86, el valor final se presenta en la Tabla N° 52.

Tabla 52 Ancho “a” para definir las zonas de los cerramientos y componentes

b1 (m)	a1 (m)	h (m)	a2 (m)	a (m)	a3 (m)	a4 (m)	afinal (m)
6,70	0,67	2,6	1,04	0,67	0,27	0,90	0,90

Fuente: Elaboración propia

GC_{pe} para las fachadas para $A \leq 45 \text{ m}^2$

Zona 1

$$GC_{pe} = 1,40 - 0,242 \log A \quad \text{Ec. 14 Cálculo de } GC_{pe} \text{ para Zona 1}$$

$$GC_{pe} = -1,50 + 0,242 \log A \quad \text{Fuente: Norma COVENIN 2003:1986}$$

Zona 2

$$GC_{pe} = 1,40 - 0,242 \log A \quad \text{Ec. 15 Cálculo de } GC_{pe} \text{ para Zona 2}$$

$$GC_{pe} = -2,00 + 0,544 \log A \quad \text{Fuente: Norma COVENIN 2003:1986}$$

GC_{pe} para el techo $0^\circ < \theta \leq 10^\circ$

Paralelo a las acciones del viento

$$A > 9\text{m}^2 \quad \text{Ec. 16 Cálculo de } GC_{pe} \text{ para Zona 3}$$

Fuente: Norma COVENIN 2003:1986

Zona 3

$$GC_{pe} = -1,20$$

Perpendicular a las acción del viento $A \leq 9\text{m}^2$

Zona 4

Ec. 17 Cálculo de } GC_{pe} \text{ para Zona 4}

$$GC_{pe} = -2,60 + 1,152 \log A \quad \text{Fuente: Norma COVENIN 2003:1986}$$

Zona 5 Ec. 18 Cálculo de GC_{pe} para Zona 5

$$GC_{pe} = -4,00 + 2,619 \log A \quad \text{Fuente: Norma COVENIN 2003:1986}$$

La delimitación por zona se presenta en la Figura N° 135.

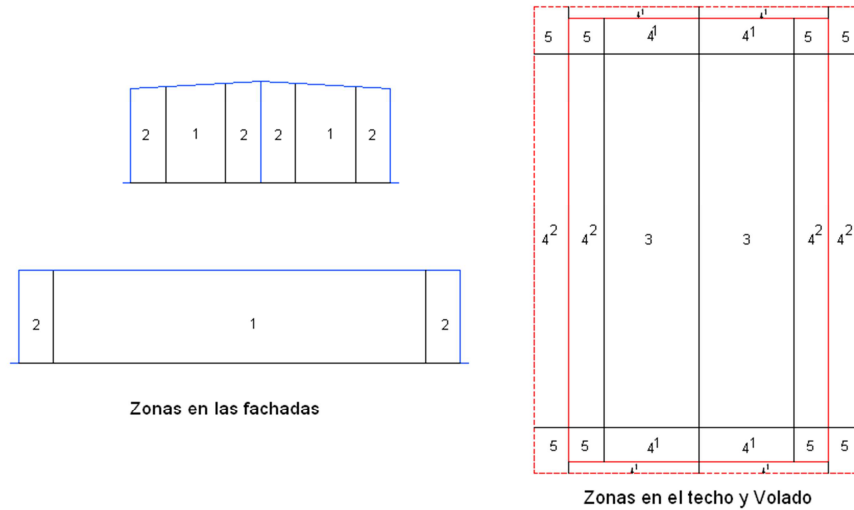


Figura 135 Zonificación de los componentes y cerramientos
Fuente: Elaboración propia S/E

En la Tabla N° 53 se indican las acciones sobre los componentes y cerramiento calculados por las Ecuaciones desde el N°13 hasta la 18. Las acciones de sobre los componentes se indican en las Figura N°136.

Tabla 53 Acciones del viento en componentes y cerramientos

ACCIONES DEL VIENTO SOBRE LOS CERRAMIENTOS Y COMPONENTES								
Superficie	Zona	Área (m ²)	+ G _{cpe}	- G _{cpe}	qh	-qh G _{cpi}	+ p (Kgf/m ²)	- p (Kgf/m ²)
Fachada 11,40 m	1	12,25	1,14	-1,24	23,01	-5,75	20,41	-34,22
	2	2,16	1,32	-1,82			24,60	-47,60
Fachada 8,50 m	1	23,04	1,07	-1,17			18,88	-32,69
	2	2,16	1,32	-1,82			24,60	-47,60
Techo	3	23,52	-	-1,20			-	-33,37
	4 ¹	2,21	-	-2,20			-	-56,49
	4 ²	8,64	-	-1,52			-	-40,76
	5	0,81	-	-4,24			-	-103,33
Volado*	4 ¹	0,87	-	-2,67			-	-48,78
	4 ²	10,26	-	-1,50	-	-21,86		
	5	0,27	-	-5,49	-	-113,68		

* De acuerdo con la subsección 6.5.2.2 se debe sumar a los valores obtenidos 0,8. Los valores definitivos son -3,47; -2,3; -6,29.

Fuente: Elaboración propia

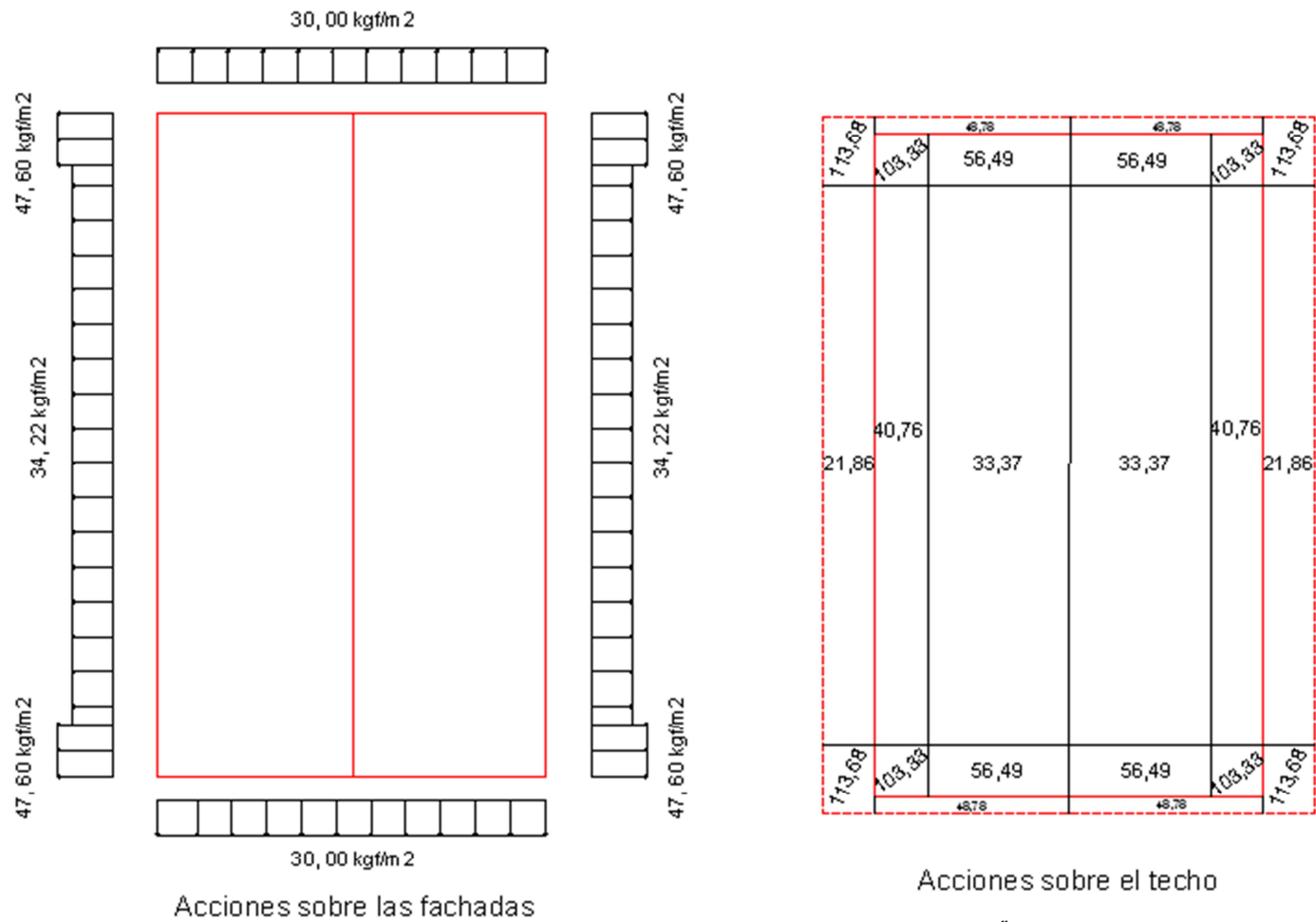


Figura 136 Acciones del viento sobre cerramientos y componentes, Kgf/m²
 Fuente: Elaboración Propia. S/C

V.3.2.3 Modelo en ETABS 9.7™

Una vez calculadas las presiones y fuerzas por las acciones eólicas se procedió a modelar la estructura para analizar los perfiles de los pórticos. Los materiales, secciones y la tabiquería son iguales que en el estudio sísmico.

Los casos de cargas son PP , SCP , CV , CVT y W_x (paralelo a la cumbrera), W_y (transversal a la cumbrera). Se emplearon las combinaciones de la Norma COVENIN 1618-98 Estructuras de acero para edificaciones.

- Sistema Resistente a viento

W_{1Y} Acción externa+ empuje interior, sentido positivo (Ver Figura N° 137).

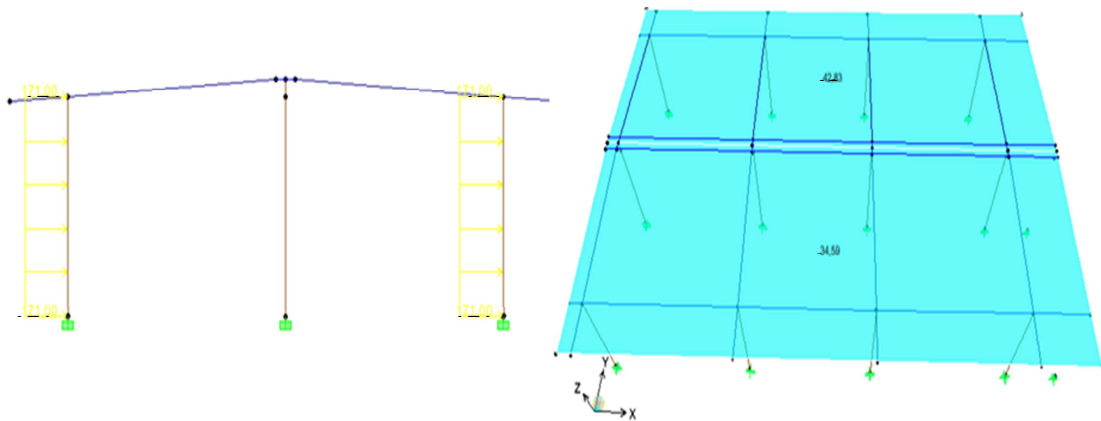


Figura 137. Acciones eólicas en los pórticos y techo transversales a la cumbrera. Acción externa+ empuje interior, sentido positivo
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia. S/E

Las reacciones en el techo se encuentran en el eje local 2 para que estas sean perpendiculares a la inclinación de este (Ver Figura N°138).

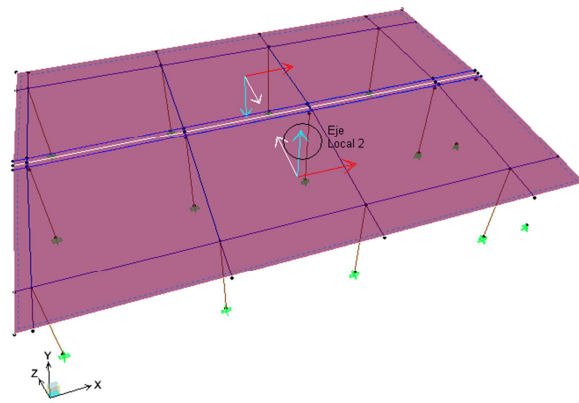


Figura 138 . Ejes locales del techo de la vivienda.
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia. S/E

W_{2Y} Acción externa+ empuje interior, sentido negativo (Ver Figura N°139) .

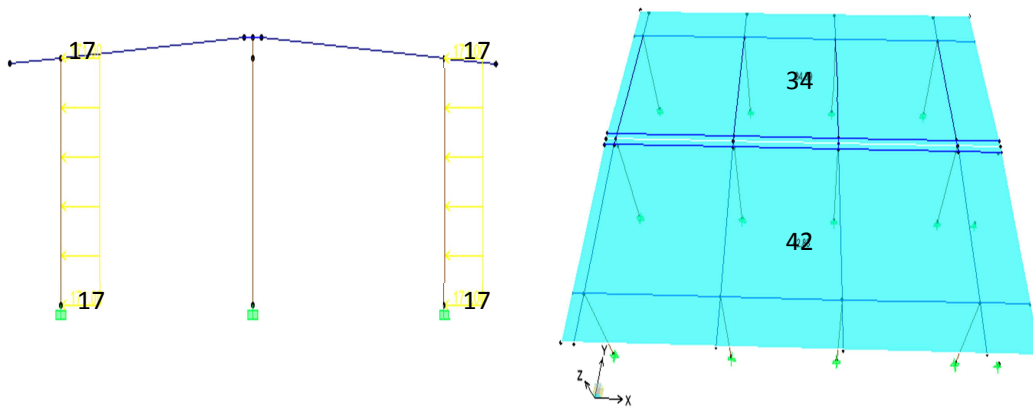


Figura 139. Acciones eólicas en los pórticos y techo transversales a la cumbrera. Acción externa+ empuje interior, sentido negativo
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia. S/E

W_{3Y} Acción externa+ succión interior, sentido positivo. (Ver Figura N°140).

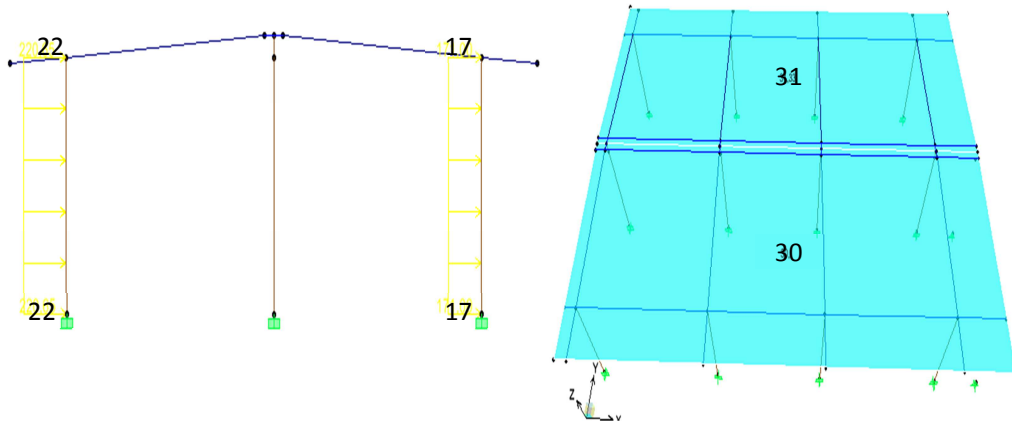


Figura 140. Acciones eólicas en los pórticos y techo transversales a la cumbrera. Acción externa+ succión interior, sentido positivo
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia. S/E

W_{4Y} Acción externa+ succión interior, sentido negativo. (Ver Figura N°141).

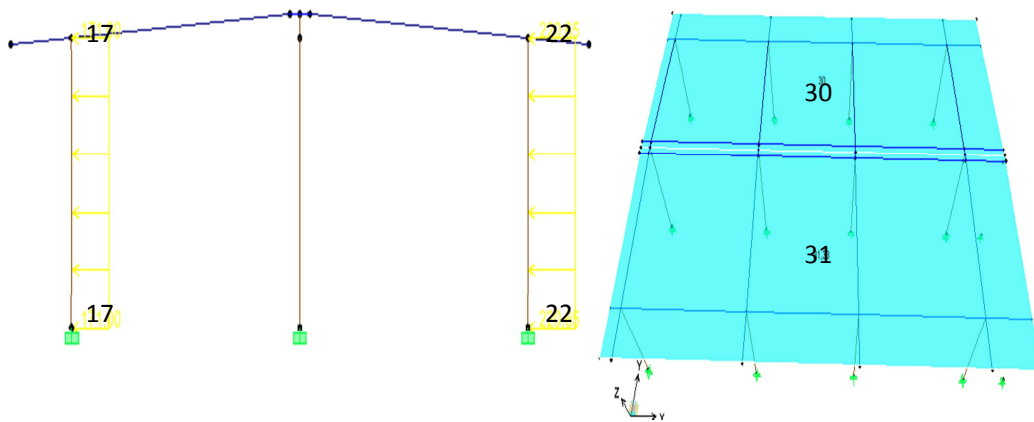


Figura 141. Acciones eólicas en los pórticos y techo transversales a la cumbrera. Acción externa+ succión interior, sentido negativo
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia. S/E

W_{1x} y W_{2x} Acción externa+ empuje interior, sentido positivo y negativo respectivamente. (Ver Figuras N°142 y 143).

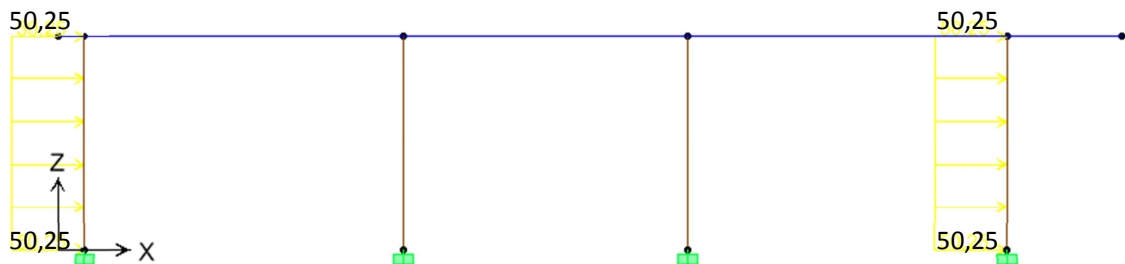


Figura 142. Acciones eólicas en los pórticos paralelos a la cumbrera. Acción externa+ empuje interior, sentido positivo y negativo
 Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia. S/E

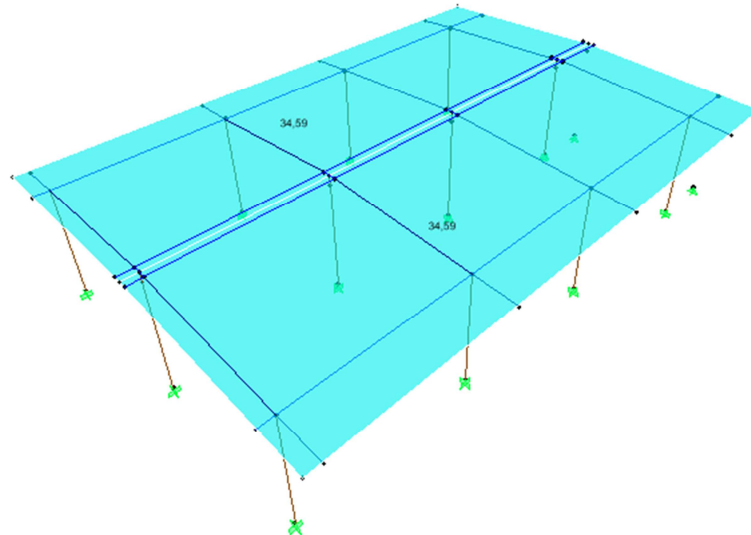


Figura 143. Acciones eólicas en el techo paralelo a la cumbrera. Acción externa+ empuje interior, sentido positivo y negativo
 Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia. S/E

Al ser ambos valores iguales en el techo no se realizó la división en el sentido paralelo.

W_{3x} Acción externa+ succión interior, sentido positivo. (Ver Figuras N°144 y 145).

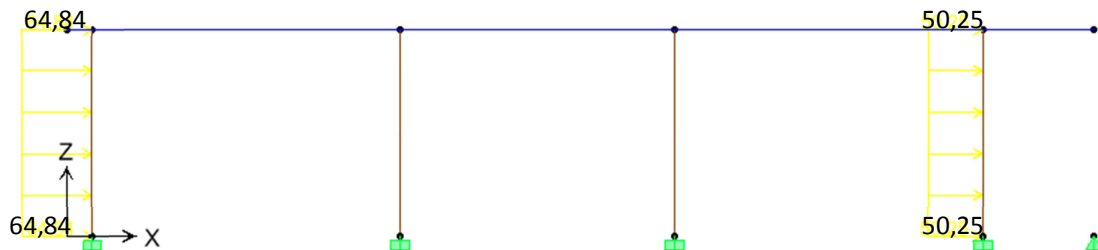


Figura 144. Acciones eólicas en los pórticos paralelos a la cumbrera. Acción externa+ succión interior, sentido positivo
 Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia. S/E

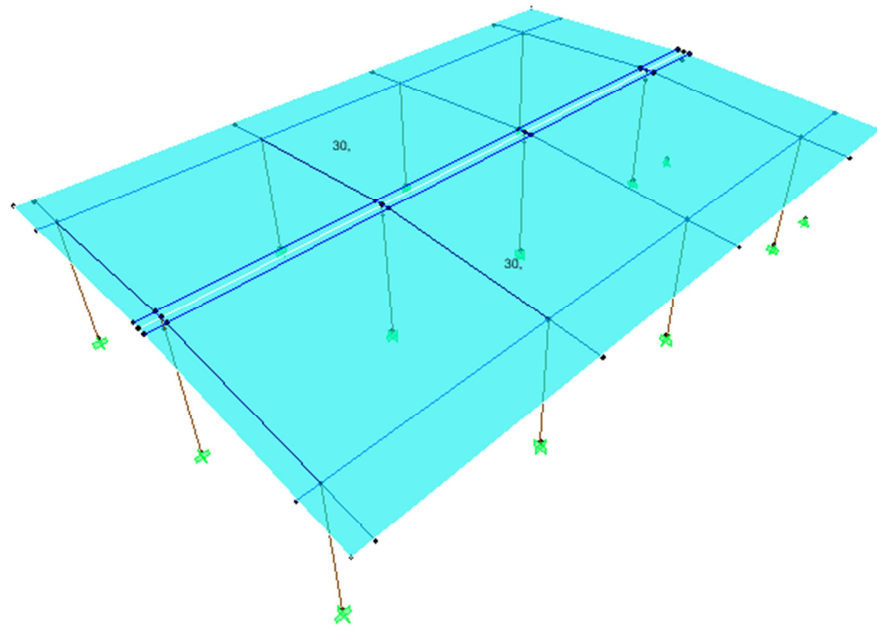


Figura 145. Acciones eólicas en el techo paralelo a la cumbrera. Acción externa+ succión interior, sentido positivo
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia. S/E

W_{4x} Acción externa+ succión interior, sentido negativo. (Ver Figuras N°146 y 147).

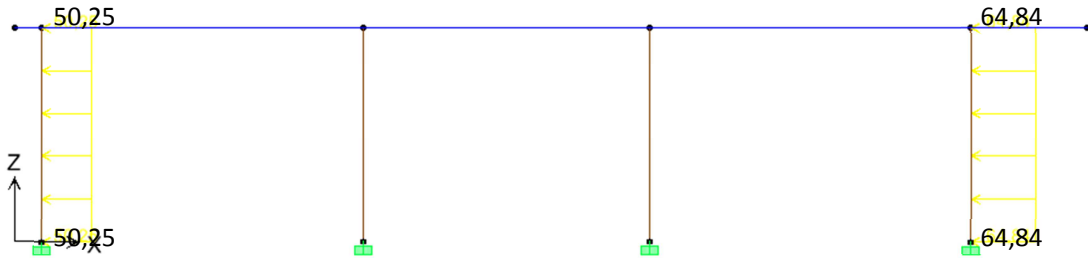


Figura 146. Acciones eólicas en los pórticos paralelos a la cumbrera. Acción externa+ succión interior, sentido negativo
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia. S/E C

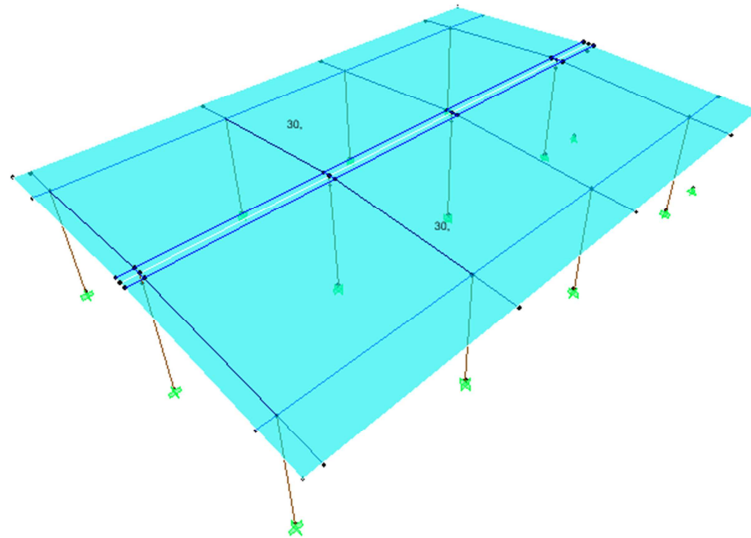


Figura 147. Acciones eólicas en el techo paralelo a la cumbrera. Acción externa+ succión interior, sentido negativo
 Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia. S/E C

- Componentes y cerramientos.

Se colocaron las cargas distribuidas en las paredes perimetrales y en el techo con el mayor valor obtenido entre las zonas para simplificar el modelo: (Ver Figuras desde el N°148 al 150).

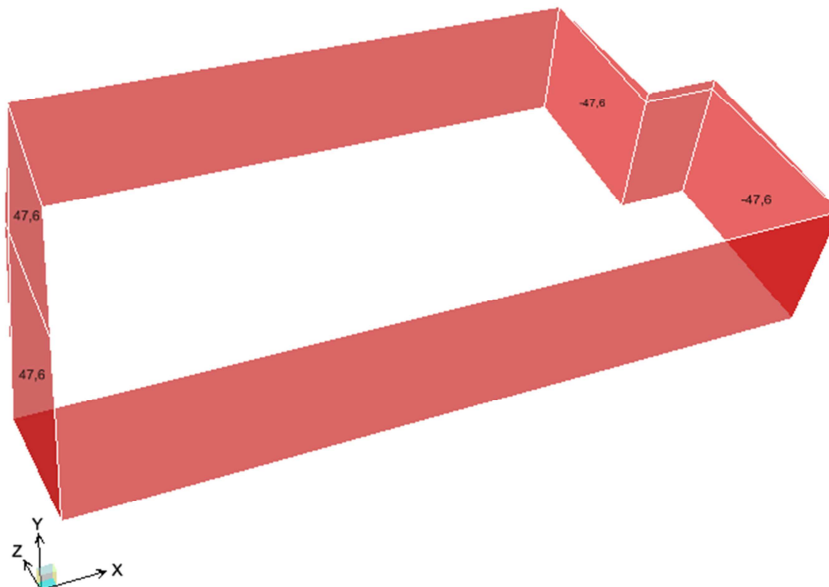


Figura 148 . Acciones eólicas en los componentes y cerramientos transversales a la cumbrera
 Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia. S/E

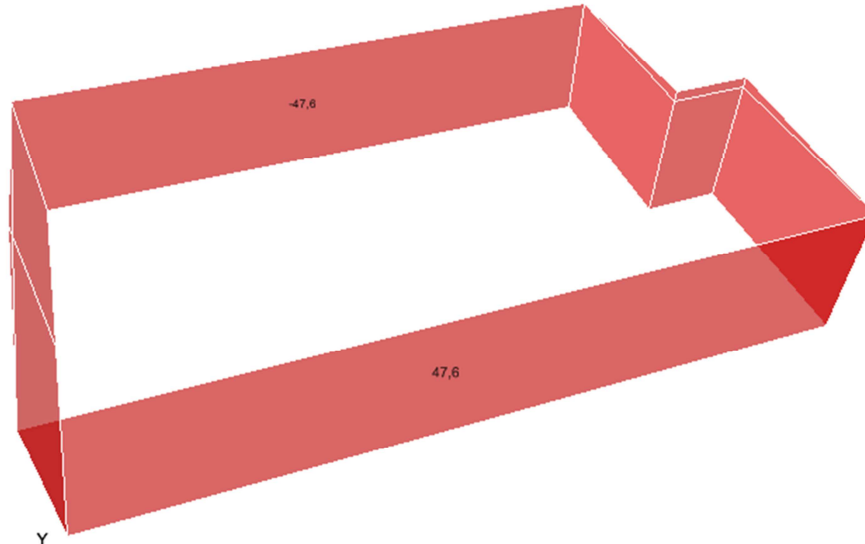


Figura 149. Acciones eólicas en los componentes y cerramientos paralelos a la cumbrera
 Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia. S/E

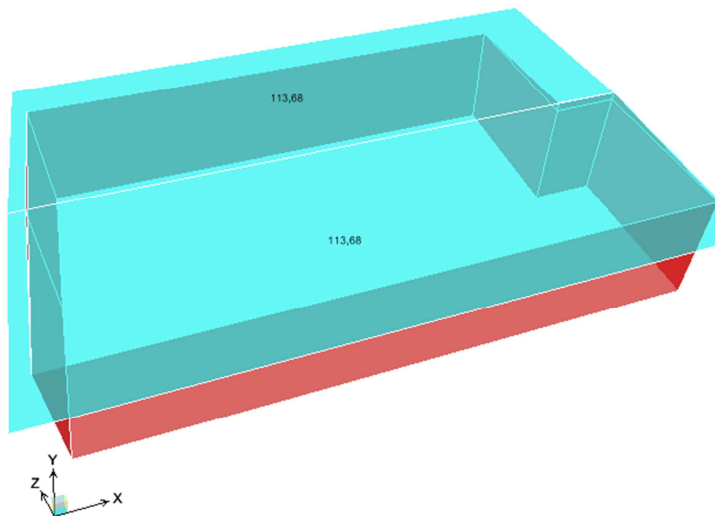


Figura 150. Acciones eólicas en los componentes y cerramientos del techo a la cumbrera
 Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia. S/E

Después de asignar las reacciones tanto a los sistemas resistentes a viento como a los componentes y cerramientos se procedió a correr el programa, resultando que con las menores secciones para los perfiles, CP140 (Columnas) y VP140 (Vigas), la relación demanda/capacidad cumple. (Ver Figura N°151).

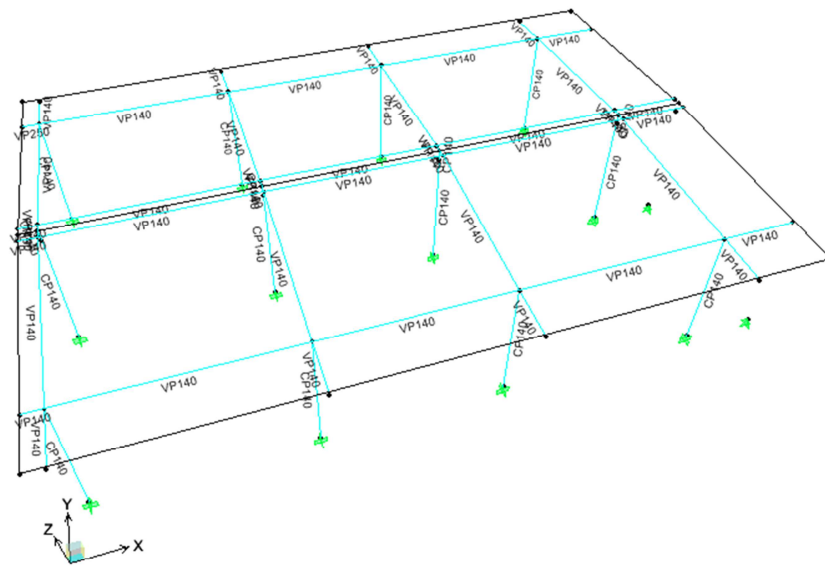


Figura 151 Verificación de la demanda/capacidad de los pórticos estructurales por efecto de las acciones eólicas

Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia. S/E

V.3.3 Perfiles finales para pórticos estructurales

Al comparar las dos acciones estudiadas los elementos estructurales bajo el sismo se encuentran más solicitados y por ello los perfiles finales escogidos para la vivienda se presentan en las Figuras desde el N°:152 a la 154.

Tabla 54 Perfiles definitivos de la vivienda propuesta

PERFILES DEFINITIVOS	
Tipo	Perfil
Columnas	CP140
Vigas de la cumbrera	VP250
Vigas de amarre	VP140
Vigas de Transferencias	VP140

Elaboración: Propia

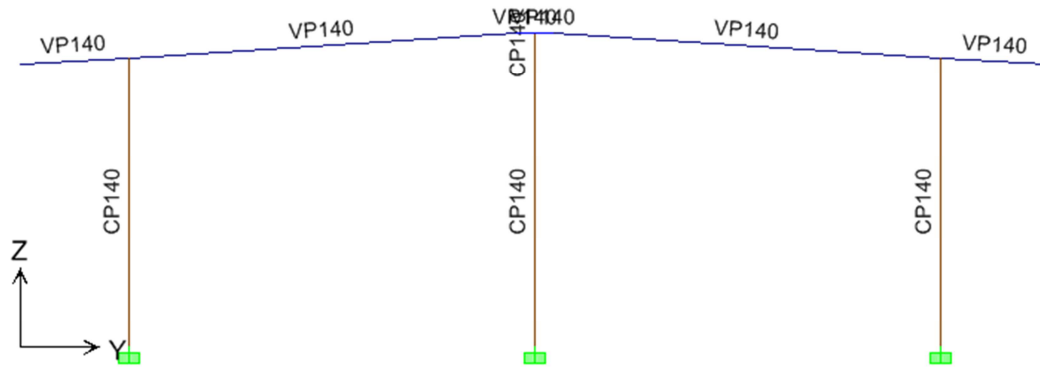


Figura 152 Perfiles finales en los pórticos 1, 2, 3 y 4
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia. S/E

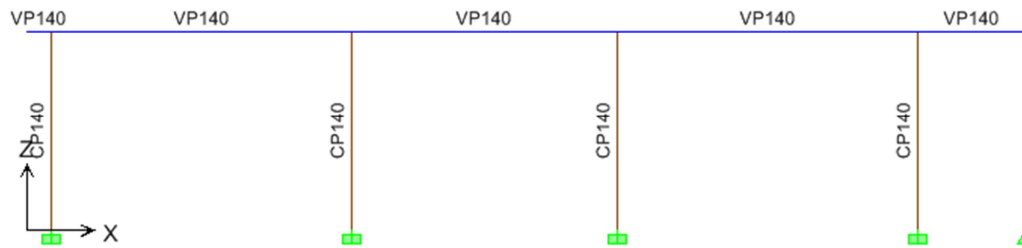


Figura 153 Perfiles finales en los pórticos A y C
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia. S/E

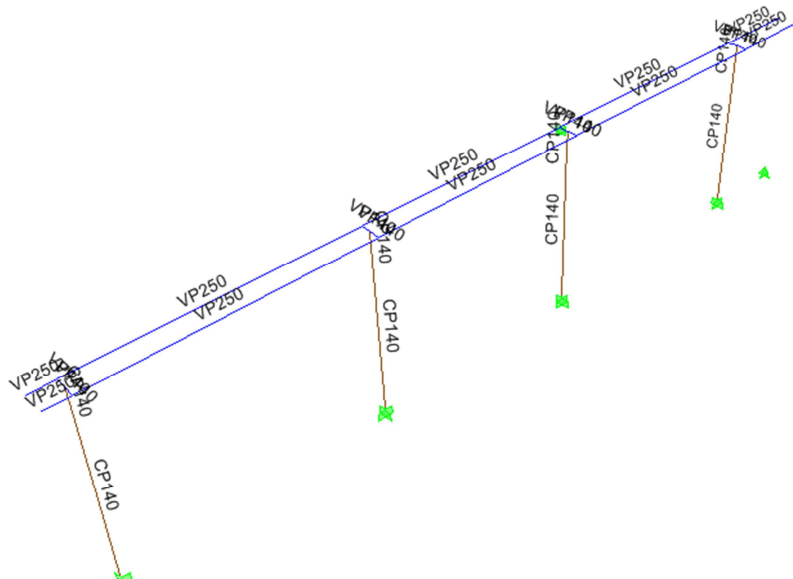


Figura 154 Perfiles finales en el pórtico B
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia. S/E

Por ser una estructura aporticada el tipo de conexión necesario en los nodos son tipo rigidizadas o a momento, que se conocen como Plancha Externa (End-Plate), el diseño se realizaría con el máximo momento probable que viene de la viga:

- Para las vigas de transferencia VP140, el mayor valor es: 17, 281 Kgf-m. (Ver Figura N° 155).

	Mu
Major Bending	17,281
Minor Bending	1,668

Figura 155 Momento máximos y mínimos de la vigas de transferencia VP140
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia.

- Para las vigas de amarre VP140, el mayor valor es: 16, 152 Kgf-m. (Ver Figura N° 156).

	Mu
Major Bending	16,152
Minor Bending	1,320

Figura 156 Momento máximos y mínimos de la vigas de amarre VP140
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia.

Sin embargo al ser una estructura de una sola planta, techo liviano, con restricciones para progresividad vertical y valores de momentos bajos no se justifica la utilización de estas conexiones económicamente costosas.

En el presente trabajo especial de grado no se incluye el diseño de las conexiones ni la plancha base ya que se recomendará para otra investigación.

V.4. Diseño de fundaciones

La zonificación donde se analiza la vivienda propuesta es la Ciudad de Valencia, Edo. Carabobo, al no tener un estudio geotécnico específico, se escogió de una memoria descriptiva realizada en el municipio San Diego (Ciudad de Valencia) la composición del suelo, siendo del tipo arcilloso a limo-arenoso, lo cual indica que predomina el suelo de partículas finas.

V.4.1 Módulo de balasto

El módulo de balasto (K_s) se obtuvo del libro *Cálculo de Estructuras de Cimentación del ingeniero J. Calavera (2000)*, ver Tabla N°55.

Tabla 55 Coeficientes de Balasto

TABLA T-2.6
COEFICIENTES DE BALASTO (N/mm^3)

TIPO DE TERRENO A TÍTULO INDICATIVO	COEFICIENTE DE BALASTO EN PLACA ϕ 750 mm K_{750}	COEFICIENTE DE BALASTO EN PLACA DE 300 · 300 mm K_{300}
Arcillas blandas	$K_{750} \leq 0,018$	$K_{300} \leq 0,04$
Arcillas compactas	$0,018 < K_{750} \leq 0,04$	$0,04 < K_{300} \leq 0,09$
Arenas poco densas	$0,01 < K_{750} \leq 0,02$	$0,02 < K_{300} \leq 0,05$
Arenas de compacidad media	$0,02 < K_{750} \leq 0,04$	$0,05 < K_{300} \leq 0,09$
Arenas densas	$0,04 < K_{750} \leq 0,08$	$0,09 < K_{300} \leq 0,18$
Rocas, gravas compactas	$K_{750} > 0,08$	$K_{300} > 0,18$

Fuente: *Cálculo de Estructuras de Cimentación, Calavera (2000)*

El módulo de balasto del cimiento se determina generalmente a partir del ensayo de placa de carga en un área 300-300 mm. Por ello se eligió el coeficiente K_{300} que es aproximadamente 4 Kg/cm^3 .

V.4.2 Sistema de fundación

El sistema elegido para la vivienda unifamiliar es una losa de fundación, de espesor constante.

Por la distribución de los ejes principales, la losa de fundación trabaja en las dos direcciones:

$$\text{Largo} = (3,60+3,20+2,60+1) = 11,4\text{m.}$$

$$\text{Ancho} = (3,35+3,35) = 6,7\text{m}$$

$$\frac{Largo}{ancho} = \frac{11,4}{6,7}$$

$$\frac{Largo}{ancho} = 1,70$$

Cuando:

$$\frac{Largo}{ancho} < 2 \text{ La losa trabaja en las dos direcciones.}$$

El espesor de la losa de fundación es de 20 cm, ya que en lo especificado por la sección 15.7 de la *FONDONORMA 1753-2006* se indica que el proyecto de las losas apoyadas sobre el terreno deben tener un comportamiento satisfactorio tanto para las acciones estáticas como para las acciones sísmicas y que el dimensionamiento para el Estado Límite de Agotamiento resistente se efectuará para todas las combinaciones de sollicitaciones consideradas para el resto de la estructura, lo cual con este espesor cumple.

V.4.3 Modelo en SAFE 12.3.1

Al ser las acciones sísmicas las que más solicitan a los elementos estructurales de la vivienda, la losa de fundación también se analizó bajo estas acciones cumpliendo con la *sección 11 Fundaciones, Muros de Sostenimiento y Terrenos en Pendiente, de la Norma COVENIN 1756.2001*

Para el diseño de la fundación se procedió a exportar las cargas estáticas *PP, SCP; CV y CVT* del programa ETABS 9.7™ para la planta base. (Ver Figura N°157).

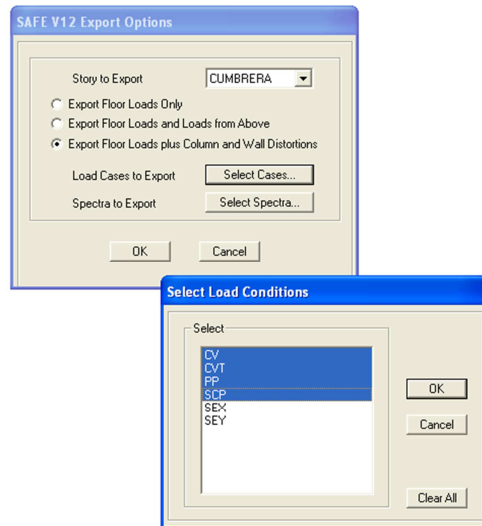


Figura 157 Casos de carga exportar desde ETABS 9.7 TM
 Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia.

Al abrir el programa en SAFE 12.3.1 TM se obtienen los ejes principales de la planta base, así como también las reacciones en los nodos donde se ubican las columnas para cada caso estático (Ver Figura N° 158).

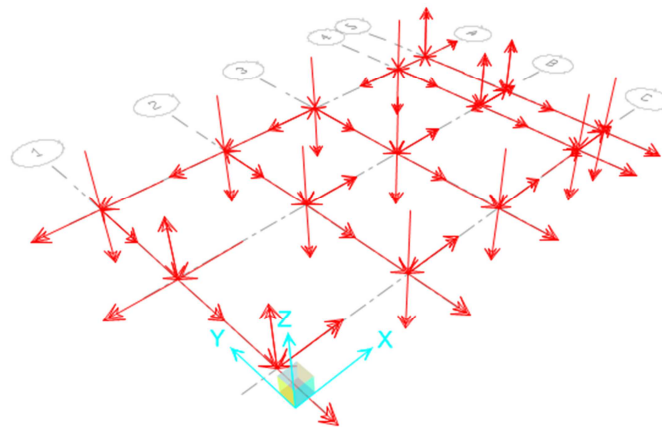


Figura 158 Casos de carga exportar desde ETABS 9.7 TM
 Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

Para exportar las cargas provenientes del sismo, al no tener la vivienda un diafragma rígido se debe realizar manualmente utilizando el programa Excel. El procedimiento realizado fue el siguiente:

Se creó en el programa ETABS 9.7 TM dos casos de carga llamados sismo estático en “X” (SXE) y sismo estático en “Y” (SYE), tipo “QUAKE” (sismo). (Ver Figura N° 159).

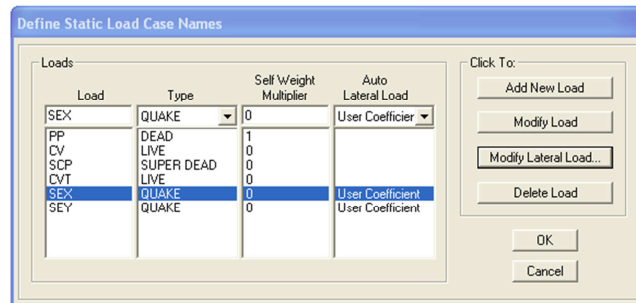


Figura 159 Definición de las casos de sismo estático en ETABS 9.7 TM
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

Para ambos casos en las cargas laterales, se selecciona coeficiente por usuario, donde se colocará una excentricidad de 0,06:

La Figura N° 160 muestra el caso de sismo estático en “X”, SXE

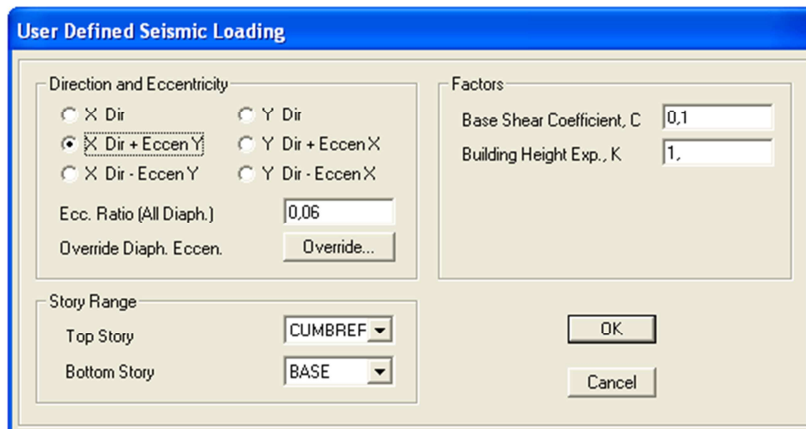


Figura 160 Definición de la excentricidad del caso sísmico estático “X” en ETABS 9.7 TM
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

La Figura N° 161 muestra el caso de sismo estático en “Y”, SYE

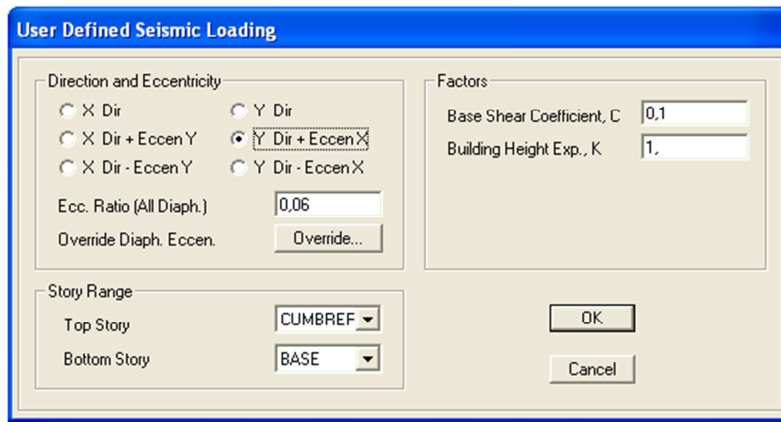


Figura 161 Definición de la excentricidad del caso sísmico estático “Y” en ETABS 9.7 TM
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

Después de correr el modelo se copiaron los cuatro casos de carga sísmicos a Excel para conocer los valores y sentidos reales del sismo en “X” y en “Y”. (Ver Figuras N° 162 y 163)

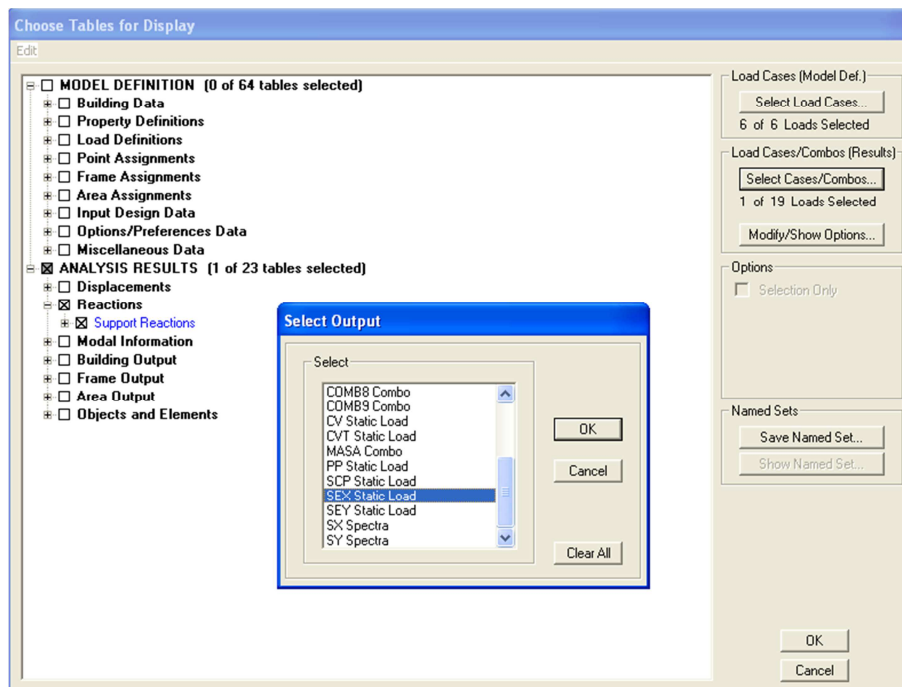


Figura 162 Ubicación de las reacciones del sismo estático para exportar a Excel
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

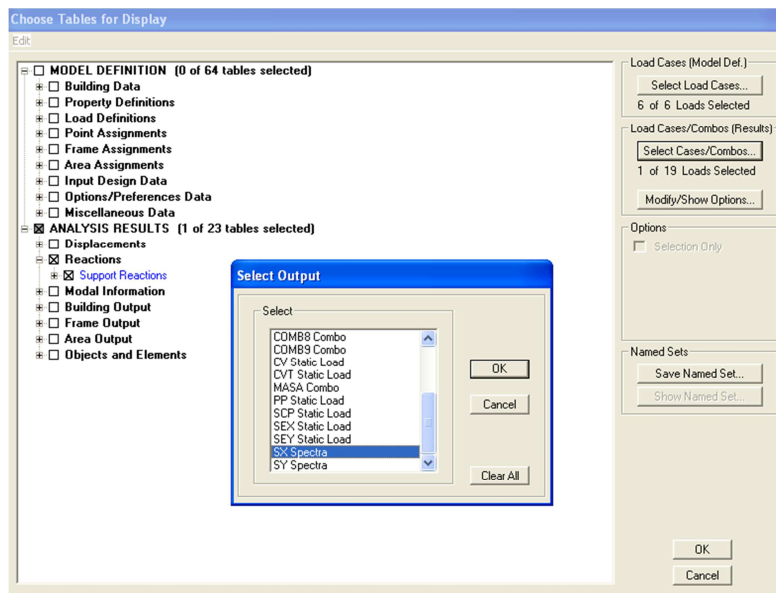


Figura 163 Ubicación de las reacciones del sismo dinámico para exportar a Excel
Fuente: Modelo de ETABS. Elaboración propia

Al crear los casos de carga estática para sismo se consigue los sentidos en la reacciones de la planta base de cada nodo pero no el valor real, por ello se deben tomar los resultados del sísmico dinámico pero con los sentidos del estático.

Se debe conocer que las reacciones positivas en SAFE 12.3.1 TM, son de sentido contrario al ETABS 9.7 TM exceptuando a las reacciones en el eje "Z" (Gravitatorias).

Las Tablas desde el N°56 hasta el 63 presentan las reacciones y signos para cada caso de sismo:

Tabla 56 Reacciones del sismo dinámico en "X"

SX								
Piso	Nodo	Carga	FX (Kgf)	FY (Kgf)	FZ (Kgf)	MX (Kgf/m)	MY (Kgf/m)	MZ (Kgf/m)
BASE	8	SX	133,79	9,12	54,41	1,182	19,774	2,073
BASE	9	SX	0,32	0,55	9,71	1,113	0,924	0,097
BASE	10	SX	0,32	0,97	2,13	2,247	1,565	0,159
BASE	11	SX	0,18	2,76	47,67	5,571	6,138	0,594
BASE	12	SX	127,04	57,2	84,15	0	0	0
BASE	20	SX	31,4	11,12	22,04	4,402	36,975	0,084
BASE	21	SX	9,62	0,36	3,39	0,568	12,044	0
BASE	22	SX	9,56	0,48	179,84	0,961	11,984	0
BASE	23	SX	521,2	61,23	1733,67	23,289	129,515	0,396
BASE	24	SX	620,06	39,96	1819,11	0	0	0
BASE	32	SX	133,21	8,73	54,14	1,056	34,601	1,97
BASE	33	SX	0,32	0,66	8,82	1,793	2,697	0,037
BASE	34	SX	0,33	0,85	16,59	2,849	4,478	0,063
BASE	35	SX	2,25	32,24	67,04	20,78	11,004	2,22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57 Signos del sismo estático en "X"

SXE								
Piso	Nodo	Carga	FX (Kgf)	FY (Kgf)	FZ (Kgf)	MX (Kgf/m)	MY (Kgf/m)	MZ (Kgf/m)
BASE	8	SEX	-30,77	0,92	-12,17	-0,042	-5,263	0,474
BASE	9	SEX	-0,07	0,03	2,74	0,095	0,221	-0,022
BASE	10	SEX	-0,07	-0,05	0,12	0,289	0,419	-0,036
BASE	11	SEX	-0,05	-0,48	-12,31	0,945	1,805	-0,136
BASE	12	SEX	-29,11	15,51	29,95	0	0	0
BASE	20	SEX	-6,69	0,17	3,02	-0,591	-7,949	-0,008
BASE	21	SEX	-2,05	0,04	0,77	0	-2,569	0
BASE	22	SEX	-2,04	0,01	-37,95	0,079	-2,556	0
BASE	23	SEX	-112,1	-8,94	-367,76	3,611	-27,827	-0,088
BASE	24	SEX	-133,11	-6,65	387,74	0	0	0
BASE	32	SEX	-28,33	-0,13	-11,78	0,009	-9,615	-0,471
BASE	33	SEX	-0,06	-0,01	2,5	0,161	0,568	-0,005
BASE	34	SEX	-0,05	-0,04	3,15	0,306	0,991	-0,009
BASE	35	SEX	-0,58	0,04	-21	3,431	2,624	-0,495

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58 Reacciones del sismo estático en "X" real en ETABS 9.7™

SX REAL ETABS								
Piso	Nodo	Carga	FX (Kgf)	FY (Kgf)	FZ (Kgf)	MX (Kgf/m)	MY (Kgf/m)	MZ (Kgf/m)
BASE	8	SX	-133,79	9,12	-54,41	-1,182	-19,774	2,073
BASE	9	SX	-0,32	0,55	9,71	1,113	0,924	-0,097
BASE	10	SX	-0,32	-0,97	2,13	2,247	1,565	-0,159
BASE	11	SX	-0,18	-2,76	-47,67	5,571	6,138	-0,594
BASE	12	SX	-127,04	57,2	84,15	0	0	0
BASE	20	SX	-31,4	11,12	22,04	-4,402	-36,975	-0,084
BASE	21	SX	-9,62	0,36	3,39	0	-12,044	0
BASE	22	SX	-9,56	0,48	-179,84	0,961	-11,984	0
BASE	23	SX	-521,2	-61,23	-1733,67	23,289	-129,515	-0,396
BASE	24	SX	-620,06	-39,96	1819,11	0	0	0
BASE	32	SX	-133,21	-8,73	-54,14	1,056	-34,601	-1,97
BASE	33	SX	-0,32	-0,66	8,82	1,793	2,697	-0,037
BASE	34	SX	-0,33	-0,85	16,59	2,849	4,478	-0,063
BASE	35	SX	-2,25	32,24	-67,04	20,78	11,004	-2,22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59 Reacciones del sismo estático en "X" real en SAFE 12.3.1TM

SX REAL SAFE								
Piso	Nodo	Carga	FX (Kgf)	FY (Kgf)	FZ (Kgf)	MX (Kgf/m)	MY (Kgf/m)	MZ (Kgf/m)
BASE	8	SX	133,79	-9,12	-54,41	1,182	19,774	-2,073
BASE	9	SX	0,32	-0,55	9,71	-1,113	-0,924	0,097
BASE	10	SX	0,32	0,97	2,13	-2,247	-1,565	0,159
BASE	11	SX	0,18	2,76	-47,67	-5,571	-6,138	0,594
BASE	12	SX	127,04	-57,2	84,15	0	0	0
BASE	20	SX	31,4	-11,12	22,04	4,402	36,975	0,084
BASE	21	SX	9,62	-0,36	3,39	0	12,044	0
BASE	22	SX	9,56	-0,48	-179,84	-0,961	11,984	0
BASE	23	SX	521,2	61,23	-1733,67	-23,289	129,515	0,396
BASE	24	SX	620,06	39,96	1819,11	0	0	0
BASE	32	SX	133,21	8,73	-54,14	-1,056	34,601	1,97
BASE	33	SX	0,32	0,66	8,82	-1,793	-2,697	0,037
BASE	34	SX	0,33	0,85	16,59	-2,849	-4,478	0,063
BASE	35	SX	2,25	-32,24	-67,04	-20,78	-11,004	2,22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60 Reacciones del sismo dinámico en "Y"

SY								
Piso	Nodo	Carga	FX (Kgf)	FY (Kgf)	FZ (Kgf)	MX (Kgf/m)	MY (Kgf/m)	MZ (Kgf/m)
BASE	8	SY	3,55	226,17	268,92	25,025	2,559	0,736
BASE	9	SY	0,01	13,91	3,81	17,237	0,311	0,055
BASE	10	SY	0,01	15,11	5,58	18,853	0,509	0,097
BASE	11	SY	0,02	5,72	13,49	10,444	1,865	0,367
BASE	12	SY	2,23	190,11	197,28	0	0	0
BASE	20	SY	2,43	310,22	3,74	94,923	2,862	1,825
BASE	21	SY	0,74	9,26	1,27	12,139	0,925	0,002
BASE	22	SY	0,74	9,94	22,31	13,025	0,921	0,001
BASE	23	SY	47,01	207,67	270,38	74,281	10,911	0,174
BASE	24	SY	54,81	92,21	198,33	0	0	0
BASE	32	SY	13,47	226,97	270,75	25,254	22,05	1,043
BASE	33	SY	0,05	13,65	4,17	16,901	2,509	0,04
BASE	34	SY	0,08	14,48	10,99	18,175	4,144	0,059
BASE	35	SY	0,57	292,62	233,68	32,912	15,28	0,903

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61 Signos del sismo estático en "Y"

SYE								
Piso	Nodo	Carga	FX (Kgf)	FY (Kgf)	FZ (Kgf)	MX (Kgf/m)	MY (Kgf/m)	MZ (Kgf/m)
BASE	8	SEY	-0,43	-50,39	-61,87	5,443	-0,272	-0,029
BASE	9	SEY	0	-2,41	0,6	3,119	0,052	0,01
BASE	10	SEY	0	-2,58	0,97	3,432	0,087	0,018
BASE	11	SEY	0	-1,39	-1,59	2,84	0,324	0,069
BASE	12	SEY	0,46	-35,3	-40,33	0	0	0
BASE	20	SEY	-0,28	-72,6	0,94	20,519	-0,336	0,241
BASE	21	SEY	-0,13	-1,64	0,02	2,182	-0,151	0
BASE	22	SEY	-0,13	-1,74	-7,13	2,329	-0,152	0
BASE	23	SEY	0,08	-57,12	-73,57	18,974	-0,234	-0,021
BASE	24	SEY	0,23	-16,69	28,8	0	0	0
BASE	32	SEY	3,07	-51,02	62,34	5,861	-6,228	0,136
BASE	33	SEY	0,01	-2,35	1,38	3,186	0,697	-0,008
BASE	34	SEY	0,02	-2,45	3,36	3,493	1,153	-0,012
BASE	35	SEY	-0,09	-77,26	61,27	9,905	4,201	-0,113

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62 Reacciones del sismo estático en "Y" para el programa ETABS 9.7 TM

SY REAL ETABS								
Piso	Nodo	Carga	FX (Kgf)	FY (Kgf)	FZ (Kgf)	MX (Kgf/m)	MY (Kgf/m)	MZ (Kgf/m)
BASE	8	SY	-3,55	-226,17	-268,92	25,025	-2,559	-0,736
BASE	9	SY	0	-13,91	3,81	17,237	0,311	0,055
BASE	10	SY	0	-15,11	5,58	18,853	0,509	0,097
BASE	11	SY	0	-5,72	-13,49	10,444	1,865	0,367
BASE	12	SY	2,23	-190,11	-197,28	0	0	0
BASE	20	SY	-2,43	-310,22	3,74	94,923	-2,862	1,825
BASE	21	SY	-0,74	-9,26	1,27	12,139	-0,925	0
BASE	22	SY	-0,74	-9,94	-22,31	13,025	-0,921	0
BASE	23	SY	47,01	-207,67	-270,38	74,281	-10,911	-0,174
BASE	24	SY	54,81	-92,21	198,33	0	0	0
BASE	32	SY	13,47	-226,97	270,75	25,254	-22,05	1,043
BASE	33	SY	0,05	-13,65	4,17	16,901	2,509	-0,04
BASE	34	SY	0,08	-14,48	10,99	18,175	4,144	-0,059
BASE	35	SY	-0,57	-292,62	233,68	32,912	15,28	-0,903

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63 Reacciones del sismo estático en "Y" para el programa SAFE 12.3.1 TM

SY REAL SAFE								
Piso	Nodo	Carga	FX (Kgf)	FY (Kgf)	FZ (Kgf)	MX (Kgf/m)	MY (Kgf/m)	MZ (Kgf/m)
BASE	8	SY	3,55	226,17	-268,92	-25,025	2,559	0,736
BASE	9	SY	0	13,91	3,81	-17,237	-0,311	-0,055
BASE	10	SY	0	15,11	5,58	-18,853	-0,509	-0,097
BASE	11	SY	0	5,72	-13,49	-10,444	-1,865	-0,367
BASE	12	SY	-2,23	190,11	-197,28	0	0	0
BASE	20	SY	2,43	310,22	3,74	-94,923	2,862	-1,825
BASE	21	SY	0,74	9,26	1,27	-12,139	0,925	0
BASE	22	SY	0,74	9,94	-22,31	-13,025	0,921	0
BASE	23	SY	-47,01	207,67	-270,38	-74,281	10,911	0,174
BASE	24	SY	-54,81	92,21	198,33	0	0	0
BASE	32	SY	-13,47	226,97	270,75	-25,254	22,05	-1,043
BASE	33	SY	-0,05	13,65	4,17	-16,901	-2,509	0,04
BASE	34	SY	-0,08	14,48	10,99	-18,175	-4,144	0,059
BASE	35	SY	0,57	292,62	233,68	-32,912	-15,28	0,903

Fuente: Elaboración propia

Luego en el modelo de fundación se asignaron para los nodos de las columnas una reacción del sismo SX y SY con un valor de 1 Kgf para las cargas puntuales y 1 Kgf/m para los momentos, en un área a distribuir de 0,30 x 0,30 m para evaluar el punzonado. (Ver figuras 164 y 165)

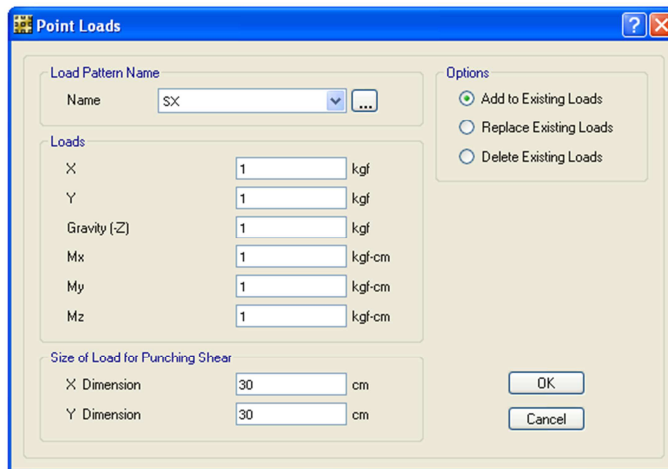


Figura 164 Definición del sismo en "X" en el programa SAFE 12.3.1 TM
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

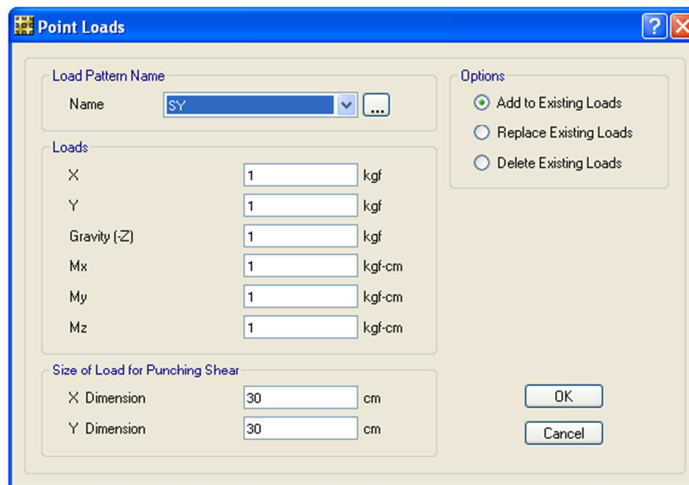


Figura 165 Definición del sismo en "Y" en el programa SAFE 12.3.1 TM
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

En la base interactiva del menú editar, se importaron para ambos casos los valores desde Excel: (Ver Figuras desde el N°166 hasta la 169).

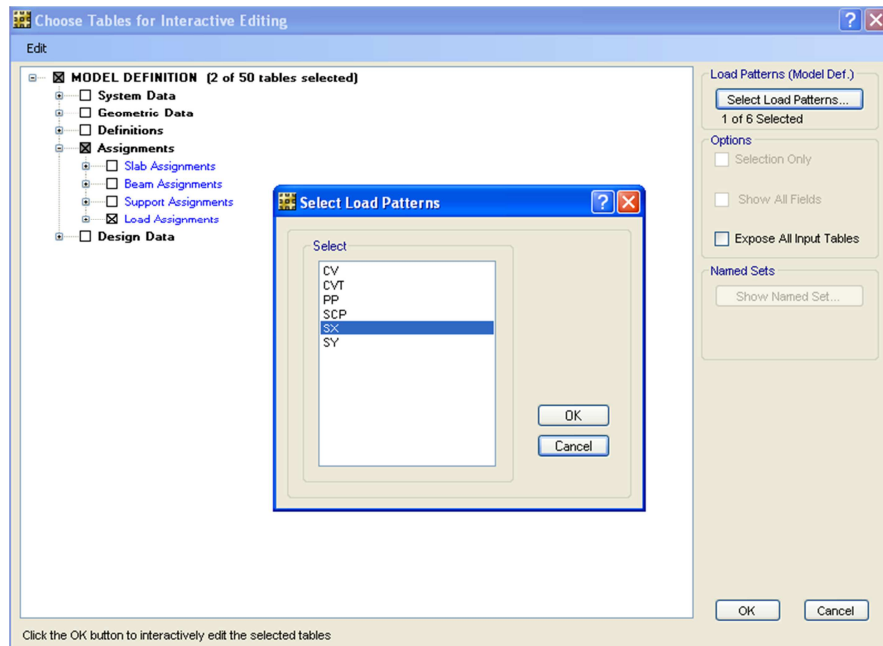


Figura 166 Base interactiva del programa SAFE 12.3.1™ para modificar los valores de las reacciones del sismo en “X”
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

	Point	LoadPat	Fx	Fy	Fgrav	Mx	My	Mz	XDim	YDim
	Text	Text	kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m	m	m
1	8	SX	133,79	-9,12	-54,41	1,18	20,00	-2,07	0,300000	0,300000
2	20	SX	31,40	-11,12	22,04	4,40	37,00	8,400E-02	0,300000	0,300000
3	32	SX	133,21	8,73	-54,14	-1,06	35,00	1,97	0,300000	0,300000
4	9	SX	0,32	-0,55	9,71	-1,11	-0,92	9,700E-02	0,300000	0,300000
5	21	SX	9,62	-0,36	3,39	0,00	12,00	0,00	0,300000	0,300000
6	33	SX	0,32	0,66	8,82	-1,79	-2,70	3,700E-02	0,300000	0,300000
7	10	SX	0,32	0,97	2,13	-2,25	-1,57	0,16	0,300000	0,300000
8	22	SX	9,56	-0,48	-179,84	-0,96	12,00	0,00	0,300000	0,300000
9	34	SX	0,33	0,85	16,59	-2,85	-4,48	6,300E-02	0,300000	0,300000
10	11	SX	0,18	2,76	-47,67	-5,57	-6,14	0,59	0,300000	0,300000
11	23	SX	521,20	61,23	-1733,67	-23,00	130,00	0,40	0,300000	0,300000
12	35	SX	2,25	-32,24	-67,04	-21,00	-11,00	2,22	0,300000	0,300000
13	12	SX	127,04	-57,20	84,15	0,00	0,00	0,00	0,300000	0,300000
14	24	SX	620,06	39,96	1819,11	0,00	0,00	0,00	0,300000	0,300000

Figura 167 Reacciones en el programa SAFE 12.3.1™ del sismo en “X”
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

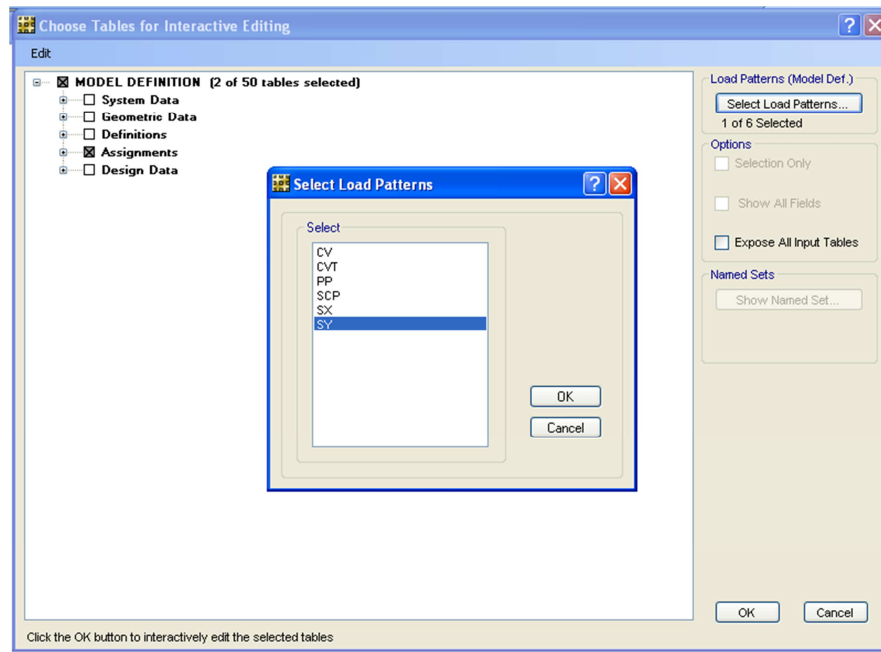


Figura 168 Base interactiva del programa SAFE 12.3.1™ para modificar los valores de las reacciones del sismo en “Y”
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

Interactive Database Editing - Load Assignments - Point Loads

Point	LoadPat	Fx	Fy	Fgrav	Mx	My	Mz	XDim	YDim
Text	Text	kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m	m	m
1	8 SY	3,55	226,17	-268,92	-25,00	2,56	0,74	0,300000	0,300000
2	20 SY	2,43	310,22	3,74	-95,00	2,86	-1,83	0,300000	0,300000
3	32 SY	-13,47	226,97	270,75	-25,00	22,00	-1,04	0,300000	0,300000
4	9 SY	0,00	13,91	3,81	-17,00	-0,31	-5,500E-02	0,300000	0,300000
5	21 SY	0,74	9,26	1,27	-12,00	0,93	0,00	0,300000	0,300000
6	33 SY	-5,000E-02	13,65	4,17	-17,00	-2,51	4,000E-02	0,300000	0,300000
7	10 SY	0,00	15,11	5,58	-19,00	-0,51	-9,700E-02	0,300000	0,300000
8	22 SY	0,74	9,94	-22,31	-13,00	0,92	0,00	0,300000	0,300000
9	34 SY	-8,000E-02	14,48	10,99	-18,00	-4,14	5,900E-02	0,300000	0,300000
10	11 SY	0,00	5,72	-13,49	-10,00	-1,87	-0,37	0,300000	0,300000
11	23 SY	-47,01	207,67	-270,38	-74,00	11,00	0,17	0,300000	0,300000
12	35 SY	0,57	292,62	233,68	-33,00	-15,00	0,90	0,300000	0,300000
13	12 SY	-2,23	190,11	-197,28	0,00	0,00	0,00	0,300000	0,300000
14	24 SY	-54,81	92,21	198,33	0,00	0,00	0,00	0,300000	0,300000

Only Display Import Log if Error or Warning Occurs Overwrite Mode is Off

Figura 169 Reacciones en el programa SAFE 12.3.1™ del sismo en “X”
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

Con todas las reacciones definitivas coladas en los nodos de la base se procedió a definir los materiales para el concreto y las barras de refuerzo (Ver Figura N° 170).

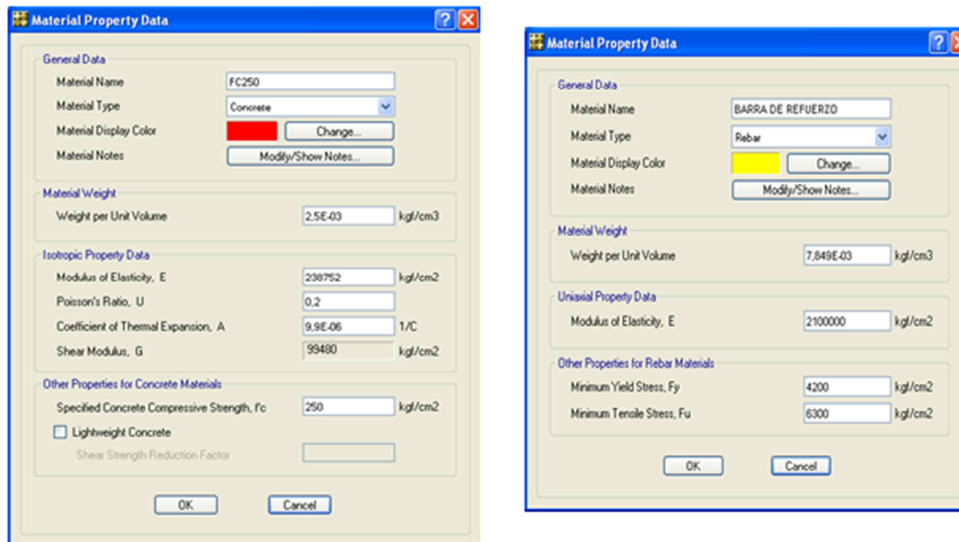


Figura 170 Definición de los materiales constructivos para la losa de fundación
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

Se creó una losa de 20 cm de espesor como primer predimensionamiento. (Ver Figura N° 171).

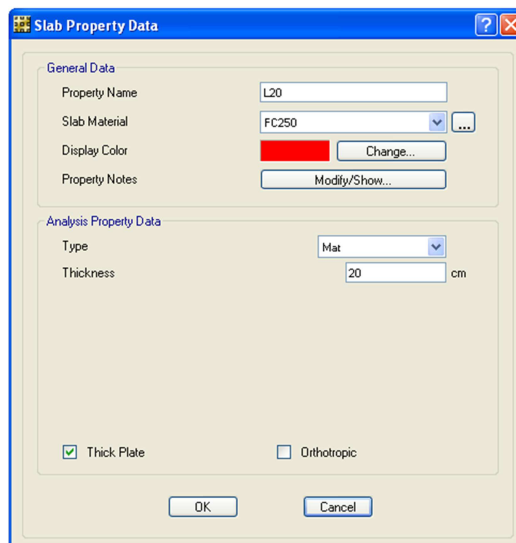


Figura 171 Definición de la losa de fundación
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

En los ejes principales se dibujó la losa con un volado de 1m en cada dirección. (Ver Figura N° 172).

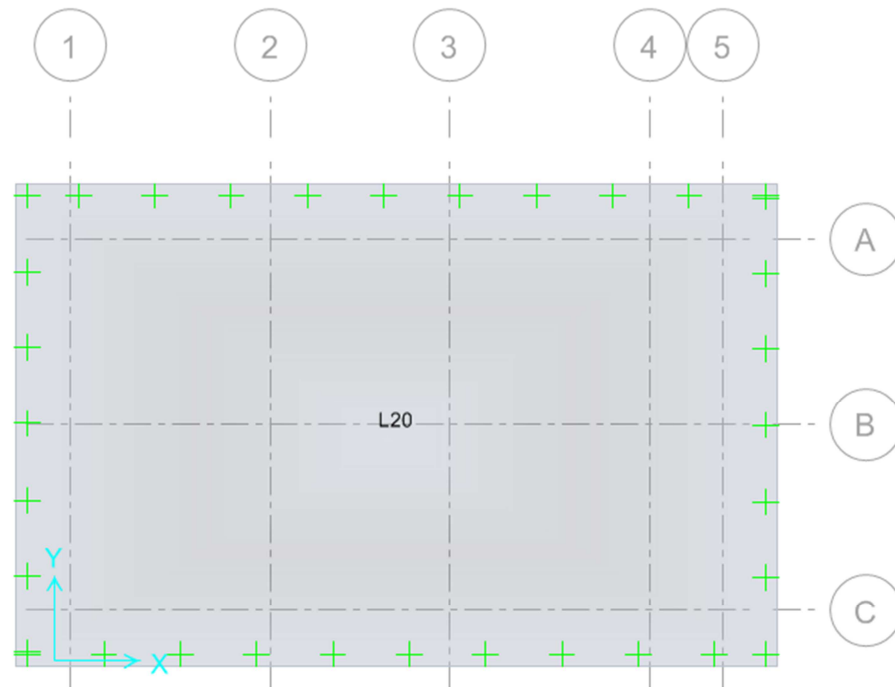


Figura 172 Planta de la losa de fundación definida
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

Se definió la reacción del suelo por el módulo de balasto de 4 Kgf/cm³. (Ver Figuras N° 173 y 174).

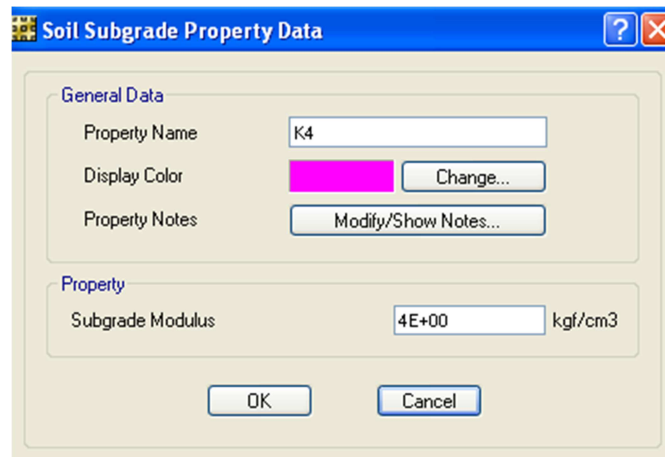


Figura 173 Definición de la reacción del suelo (Módulo de Balasto)
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

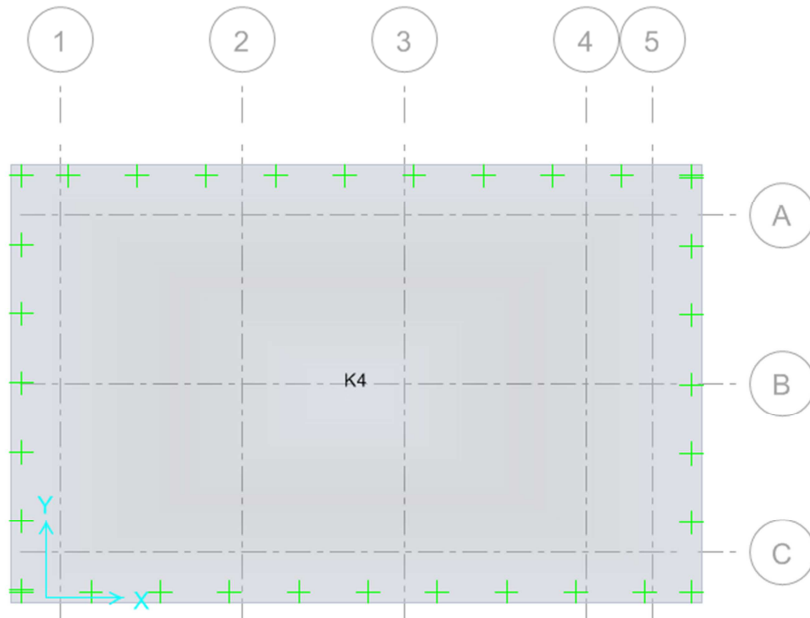


Figura 174 Asignación de la reacción del suelo en la losa de fundación
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

Se asignaron como carga distribuida en la losa, el peso de los bloques de concreto. (Ver Figuras N° 175 y 176).

$$SCP=270\text{Kgf/m}^2$$

Y el uso por el tipo de edificación.(Ver Figuras N° 177 y 1178):

$$CV=175\text{Kgf/m}^2$$

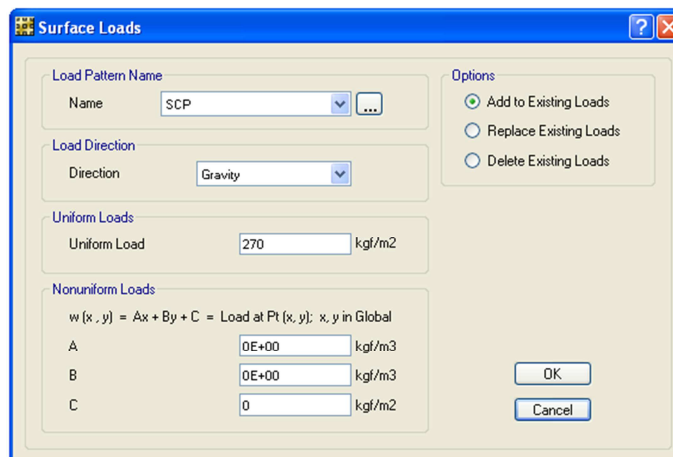


Figura 175 Definición del peso de las paredes en la losa de fundación
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

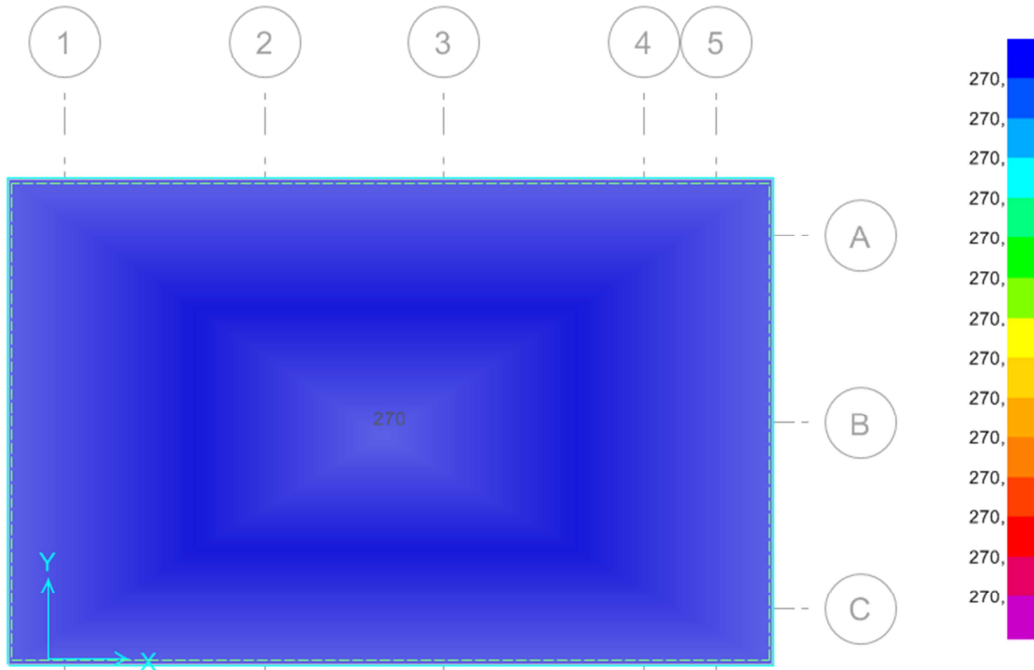


Figura 176 Asignación del peso de las paredes en la losa de fundación
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

Figura 177 Definición de la carga variable por el uso de la edificación en la losa de fundación
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

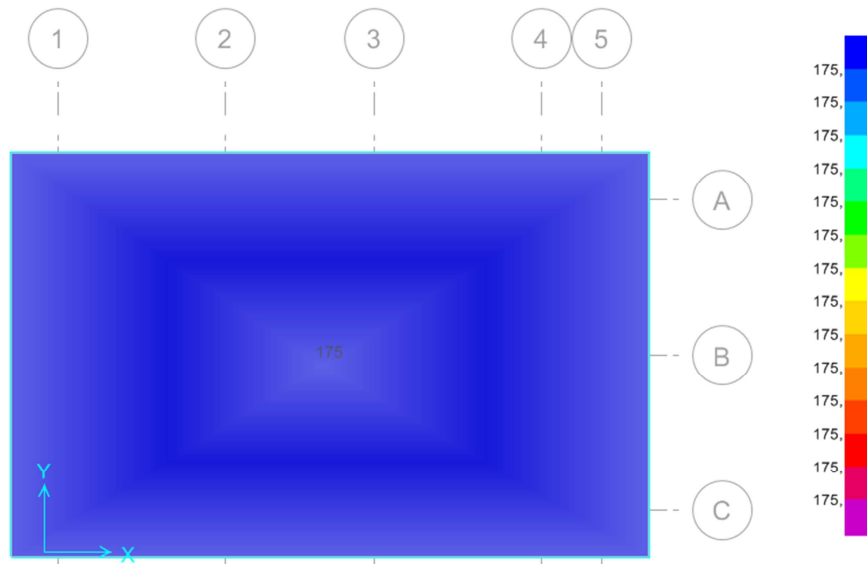


Figura 178 Asignación de la carga variable por el uso de la edificación en la losa de fundación
 Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

Para el diseño del acero en la losa se generaron franjas de diseño de 1,00 m de ancho tanto para las columnas como para el medio de estas en el eje "X" y "Y". (Ver Figuras N° 179 y 180).

Eje "X"

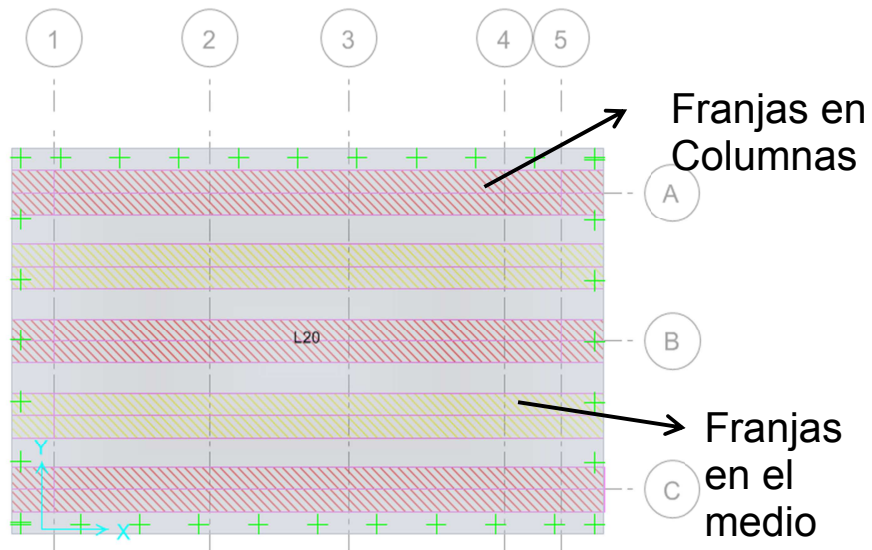


Figura 179 Franjas para el diseño del área de acero en el eje "X"
 Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

Eje "Y"

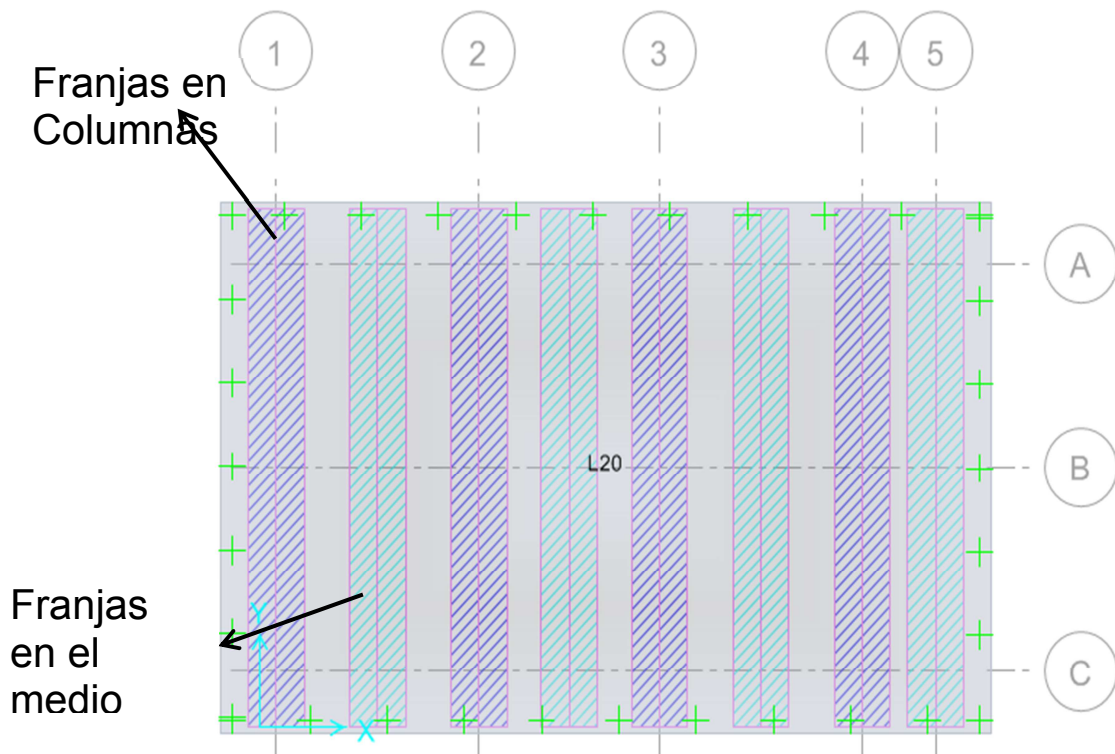


Figura 180 Franjas para el diseño del área de acero en el eje "Y"
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

Se colocó una división de losa "mesh" de 30x 30 cm ya que el módulo de balasto colocado se obtiene de una carga sobre estas dimensiones. (Ver Figura N° 181).

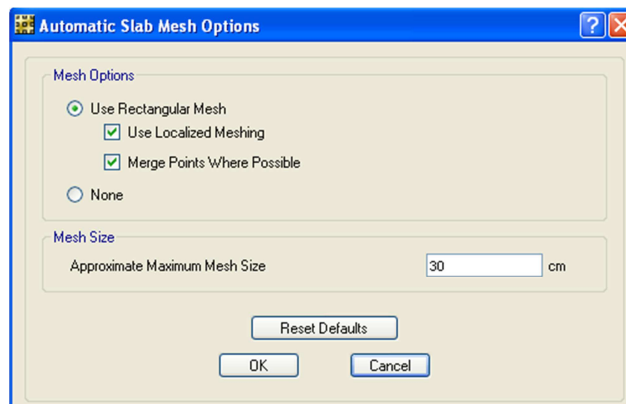


Figura 181 Definición de las divisiones internas en la losa de fundación
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

Se definieron las combinaciones de carga tanto de servicio-normal como de resistencia última. Se crearon dos combinaciones tipo envolvente para los casos de servicio y últimos o de diseño.

Finalmente al correr el modelo se verificó:

V.4.4 Esfuerzos actuantes en el suelo en la condición de servicio.

Es necesario verificar que los esfuerzos actuantes resultado de las Combinaciones de Carga para Servicio, definidas en el *Capítulo 11, sección 11.4.5.1 Verificación de la Capacidad de Soporte* de la norma COVENIN 1756-2001, no excedan en ningún punto de la losa el siguiente valor:

$$q_e \leq 0.6 \times \left(\frac{q_{ult}}{S_e} \right)$$

Ec. 20 Cálculo del valor máximo de esfuerzo permisible
Fuente: Norma COVENIN 1756:2001

Donde: “Se” es igual a 1. Para determinar la capacidad última:

$$q_{ult} = F.S \times (q_{adm})$$

Ec. 21 Cálculo del esfuerzo último.
Fuente: Norma COVENIN 1756:2001

El Factor de seguridad se asumirá como 3, ya que en varias referencias bibliográficas se recomienda este valor para edificaciones. El “qadm” se definió en las condiciones del proyecto como 1,0 Kg/cm², por ser un valor desfavorable; de esta forma se calcula el valor máximo de esfuerzos permisible con las Ecuaciones N°20 y 21.

$$\bullet q_e \leq 0.6 \times \left(\frac{3 \times 1,0 \frac{Kgf}{cm^2}}{1.0} \right) \rightarrow q_e \leq 1,8 \frac{Kgf}{cm^2}$$

La Figura N° 182 muestran el resultado obtenido par a la envolvente con sus valores mínimos (compresión) de las Combinaciones de Servicio:

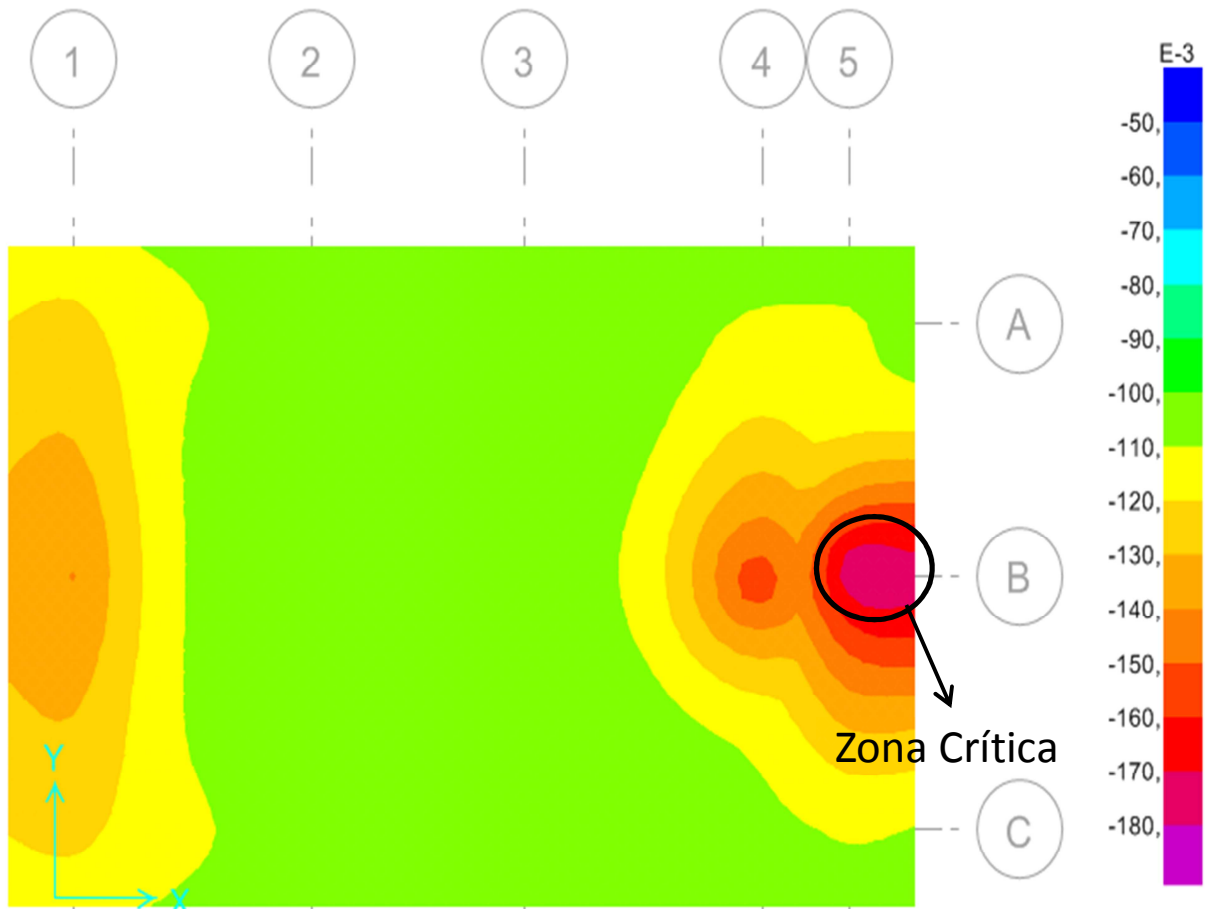


Figura 182 Valores de los esfuerzos mínimos para las combinaciones de servicio
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

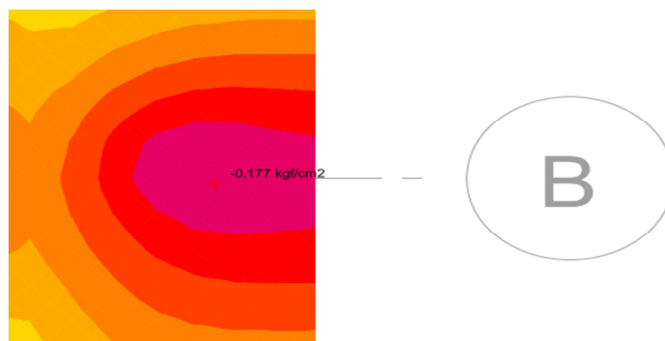


Figura 183 Valor mínimo de esfuerzo obtenido por las combinaciones de servicio
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia.

Se evidencia que la zona crítica se encuentra en el volado del eje B, con un valor máximo de 0,178 Kg/cm², por lo cual no es excedido el máximo esfuerzo antes calculado (Ver Figura N° 183).

V.4.5 Control de esfuerzos de tracción en el suelo

Otro aspecto importante de revisar, en cuanto a los esfuerzos, es el relativo con las zonas de tracción, ya que es necesario controlar que no exista más de un 25% del área total de la losa en tracción para la condición de servicio, ya que de ser así, no se trabajaría eficientemente. Es importante evaluar en cuales combinaciones de diseño ocurre este fenómeno, ya que esta área no debe considerarse para el cálculo del acero requerido por flexión, debido a que modifica los esfuerzos resultantes. A partir de los valores máximos de la envolvente de servicio se obtiene lo siguiente:

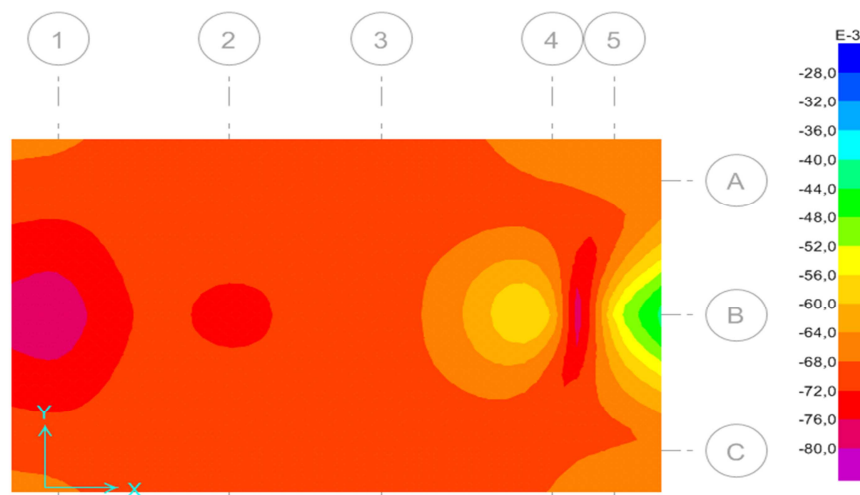


Figura 184 Valores máximos de esfuerzos obtenidos por las combinaciones de servicio (Chequeo del área a tracción)

Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

Se puede observar que no existe zona en tracción. (Ver Figura N° 184).

V.4.6 Verificación por punzonado

Es necesario chequear que para ninguna columna se presente una falla por punzonado, siendo necesario entonces un mayor espesor de losa. A continuación se presenta el valor obtenido de la relación Demanda/Capacidad en cada columna:



Figura 185 Revisión del punzonado en las columnas de la vivienda propuesta
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

Se muestra que en las columnas perimetrales no se presenta el efecto de punzonado mientras que en las columnas centrales el mayor valor es de 0,02, por lo tanto el espesor de 20 cm es suficiente. (Ver Figura N° 185).

V.4.7 Verificación por corte

Debido a que en las losas de fundación no se contempla la colocación de acero por corte, es necesario, verificar que el espesor de losa colocado sea capaz de resistir la mayor demanda de corte resultante de las combinaciones de diseño. La capacidad de corte viene dada por la siguiente formulación:

$$V_c = 0.53 \times \sqrt{f'_c} \times bxd$$

Ec. 22 Cálculo del corte del concreto.
Fuente: Norma COVENIN 1756:2001

Siendo:

$$V_n = V_c \text{ y } \phi V_n \geq V_u.$$

Entonces, se obtiene a partir de la “Envolvente de resistencia última” los valores máximos de corte para las franjas de diseño en ambas direcciones, de forma que se obtenga la mayor demanda por corte “ V_u ”. (Ver Figuras N° 186 y 187).

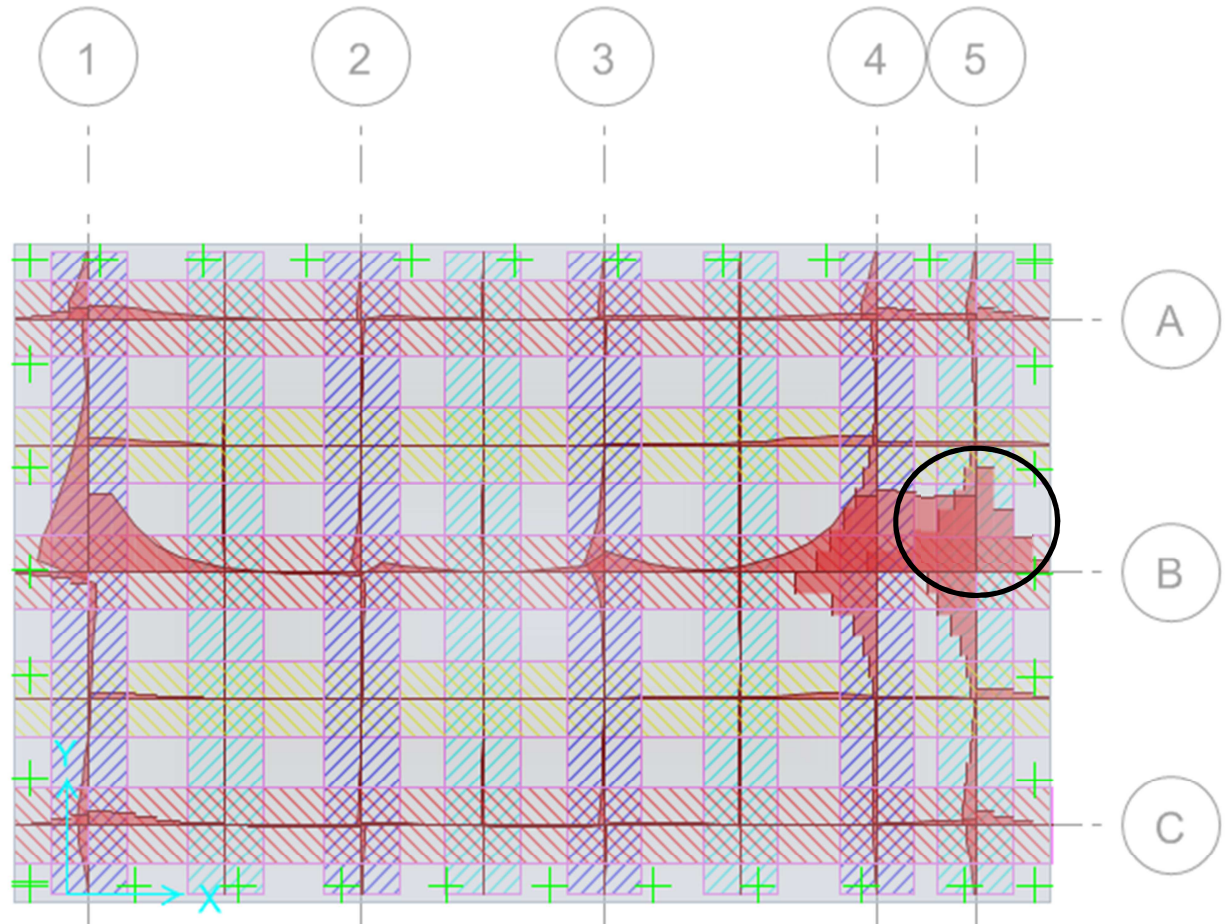


Figura 186 Diagrama de los máximos valores de fuerza cortante por las combinaciones últimas o de diseño en las franjas de diseño “X”
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

Dentro de la zona señalada se obtuvo la mayor demanda por corte en las franjas con dirección “X”, cuya magnitud se muestra en la Figura N° 189.

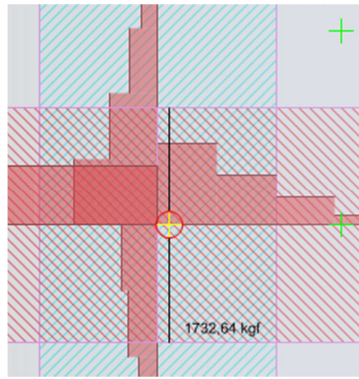


Figura 187 Valor máximo del corte en las franjas de diseño del eje "X" por las combinaciones últimas o de diseño

Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia.

El valor obtenido de V_u es igual a 1732,64 Kgf, bajo una franja de diseño de 1,00 m de ancho.

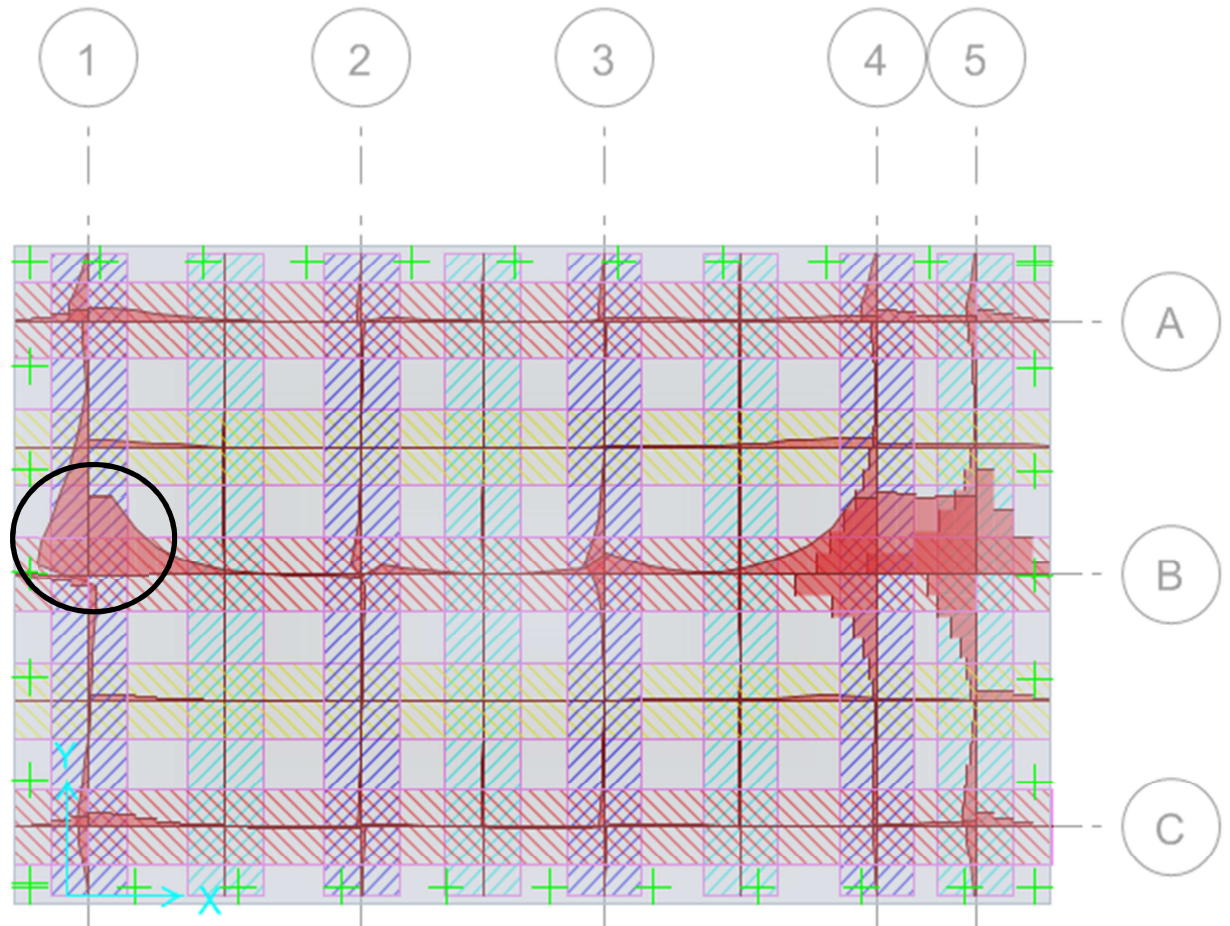


Figura 188 Diagrama de los máximos valores de fuerza cortante por las combinaciones últimas o de diseño en las franjas de diseño "Y"

Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

Dentro de la zona señalada se obtuvo la mayor demanda por corte en las franjas con dirección “Y”, cuya magnitud se muestra en la Figura N°188.

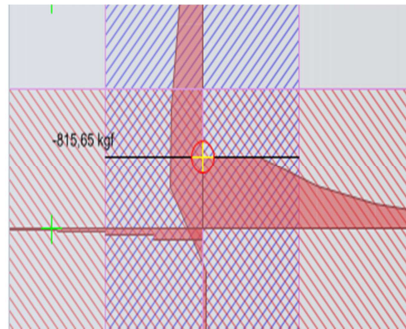


Figura 189 Valor máximo del corte en las franjas de diseño del eje “Y” por las combinaciones últimas o de diseño

Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

El valor obtenido de V_u es igual a 815,65 Kgf, bajo una franja de diseño de 1,0 m de ancho. (Ver Figura N° 189). Como este valor es menor que el obtenido para las franjas en la dirección “X” se utilizará el V_{ux} para comparar los cortes.

Una vez obtenida “ V_u ” se calcula la resistencia minorada, utilizando un factor de minoración igual a 0,85, con la Ecuación N°22. El valor de “ d ” será 20 cm y se asumirá un recubrimiento de 7,5 cm.

$$\phi V_c = 0,85 \times 0,53 \times \sqrt{250 \frac{Kgf}{cm^2}} \times 100cm \times (20cm - 7,5cm) = 8903,78 Kgf$$

$$\phi V_n \geq V_u \rightarrow 8903,78Kgf > 1732,64 Kgf \rightarrow Cumple$$

V.4.8 Aceros requeridos en cada dirección para la losa de fundación

Por medio de las franjas de diseño se obtiene cuanto acero la losa modelada.

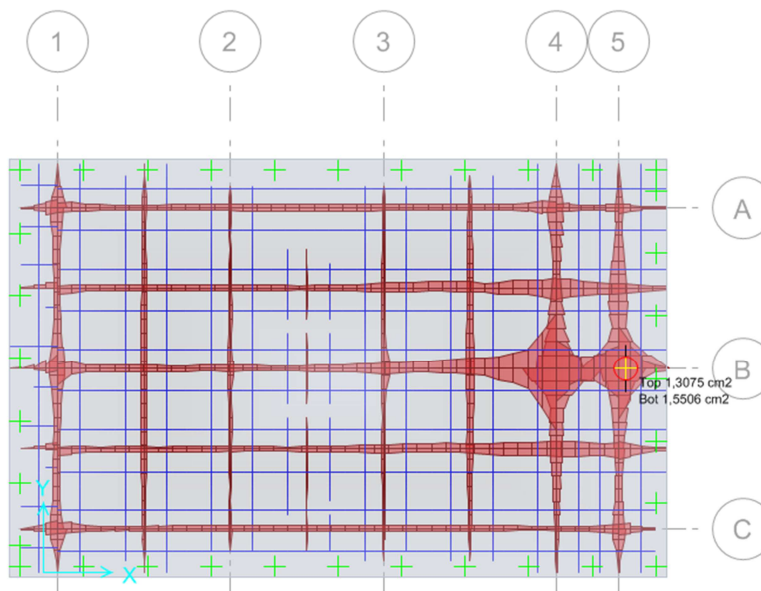


Figura 190 Diagrama de los máximos valores de acero requerido por las combinaciones últimas o de diseño

Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

Sin embargo se observa que en las zonas que requieren mayor área de acero no superan el valor mínimo. (Ver Figura N° 190).

$$A_{smín} = 0,0018 * b * d$$

Ec. 23 Cálculo del acero mínimo
Fuente: FONDONORMA 1753:2003.

Con la Ecuación N° 23 se obtiene el acero mínimo.

$$A_{smín} = 0,0018 * 100 * (20 - 7,5)$$

$$A_{smín} = 2,25 \text{ cm}^2$$

Por medio del menú diseño de losa se puede colocar un armado distribuido, resultando que para barras de 3/8" y una separación de 20 cm en ambas direcciones se cumple con el acero mínimo requerido. (Ver Figuras N° 191 y 192).

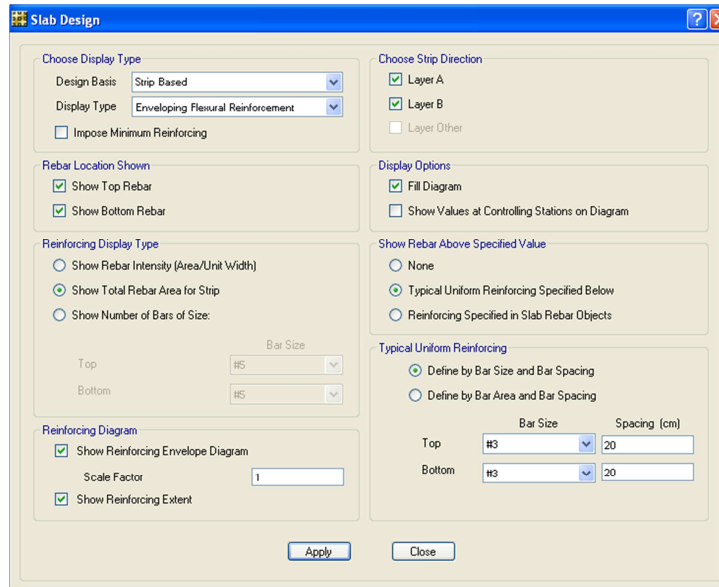


Figura 191 Definición del armado de la losa de fundación por las franjas de diseño
 Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

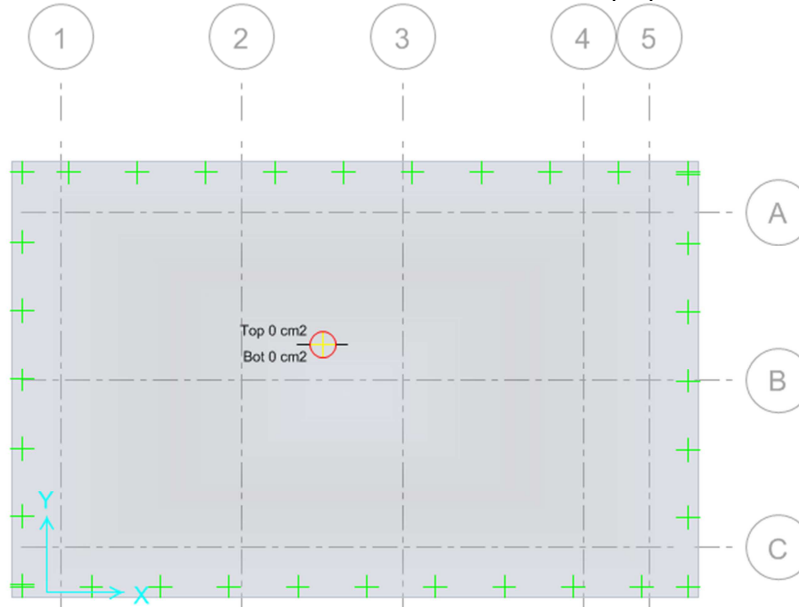


Figura 192 Comprobación del acero requerido una vez definido el armado uniforme en la losa en las franjas de diseño
 Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

De igual forma por el diseño de elementos finitos se cumple con la distribución para el acero superior e inferior en ambas direcciones. (Ver Figuras N° 193 y 194).

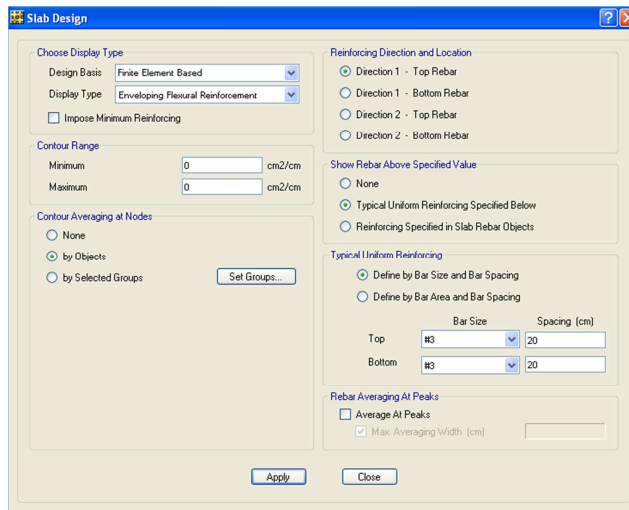


Figura 193 Definición del armado de la losa de fundación por elementos finitos
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

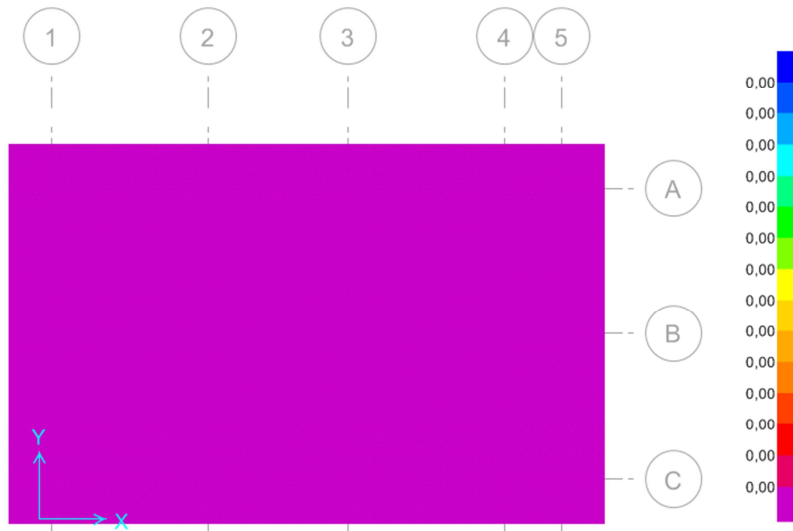


Figura 194 Comprobación del acero requerido una vez definido el armado uniforme en la losa por elementos finitos
Fuente: Modelo de SAFE. Elaboración propia

A continuación se presenta en las Figuras N° 195 y 196 el armado para la losa de fundación:

EMPARRILLADO SUPERIOR

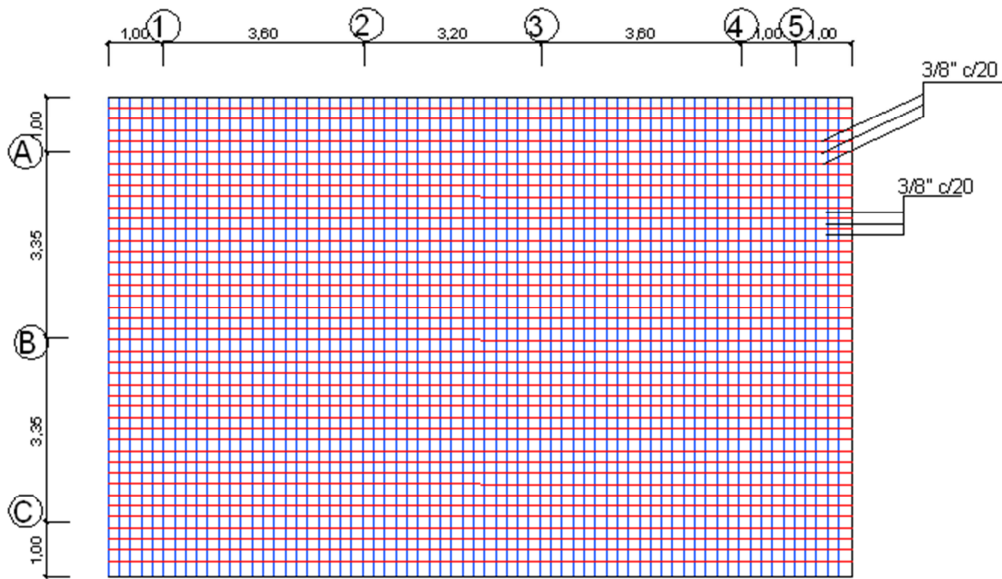


Figura 195 Armado típico de acero requerido en el tope de la losa de fundación
Fuente: Elaboración propia

EMPARRILLADO INFERIOR

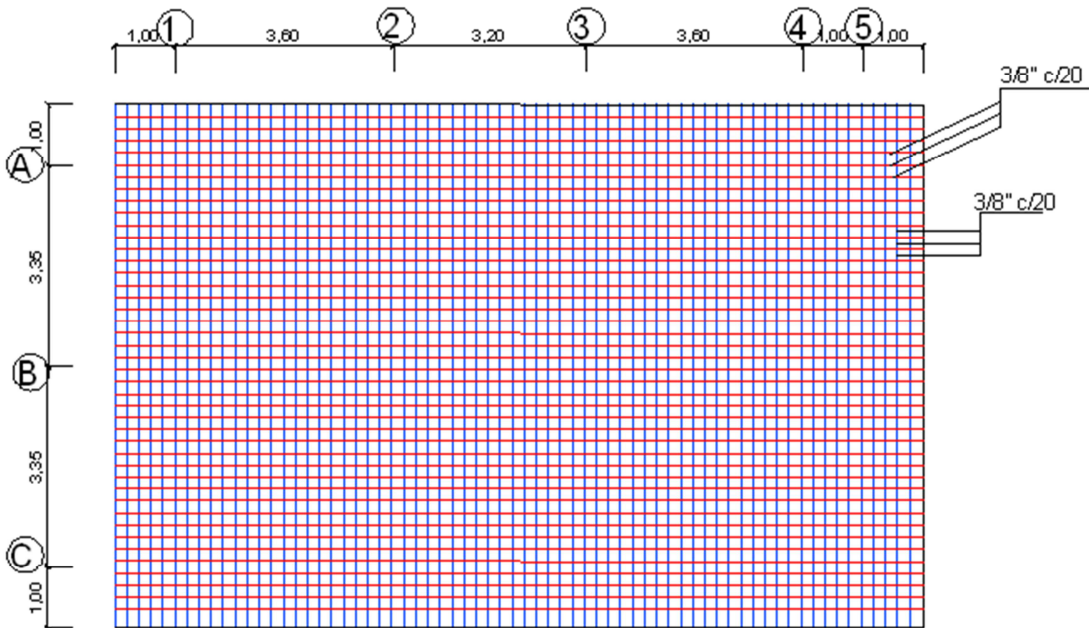


Figura 196 Armado típico de acero requerido en la base de la losa de fundación
Fuente: Elaboración propia

V.5 Diseño de instalaciones

V.5.1 Instalaciones Sanitarias

V.5.1.1 Aguas Blancas

El trazado de la red y el cálculo de las tuberías para la distribución de aguas blancas se basó en el Capítulo XIX de la Gaceta Oficial 4044 (1988), para surtir a cada pieza sanitaria y punto de agua de la vivienda propuesta. Los excusados (w.c) a utilizar en el diseño contienen un depósito para almacenar agua, por lo cual se consideran tipo tanque, cuya presión residual mínima es siete metros (7,00 m).

Se presentan nueve (9) piezas sanitarias (dos lavamanos, dos w.c de tanque, dos duchas, una lavadora, una batea y un fregadero), además un punto de agua en el jardín para riego. Los lavamanos, excusados, fregadero y batea tendrán llave de arresto para permitir el paso y cierre del agua por medio de los usuarios.

La red se inicia con la tubería embutida en la pared de la fachada sur para luego terminar en la pared húmeda que separa los dos sanitarios, sin embargo, durante el recorrido se bordeó la columna 3-C para que no se alterará su resistencia, en este caso la tubería irá embutida en la losa.

El material de las tuberías es PVC (C= 140), por ser económico, de instalación rápida y sencilla. Las conexiones a utilizar en la red son principalmente Codos de 90° y Tees. Se colocó una sola llave de paso principal ya que es una vivienda de bajo costo.

De la acumulación de las unidades de gasto (UG) generadas por cada pieza sanitaria se obtuvieron los gastos probables y a partir de este el diámetro de la tubería en cada tramo (Art. 294); el cálculo se condicionó por la velocidad y la pérdida de carga dentro de la tubería. A continuación la Tabla N°64 presenta las limitaciones recomendadas:

Tabla 64 Velocidades y pérdidas de carga recomendadas para las tuberías de aguas blancas

Diámetro	Velocidad (m/s)	Pérdida de Carga (mca/ml)
$\Phi \leq 1 \frac{1}{2} "$	0,60-1,30	0,04-0,10
$\Phi \geq 2 "$	1,00-2,00	0,04-0,10

Fuente: Guía Instalaciones para Edificios Clase 4. Prof Steve Merlo (2010)

Los valores del caudal, diámetro, pérdidas y velocidades para cada tramo fueron obtenidas del Libro *Agua- Instalaciones Sanitarias en Los Edificios, del arquitecto Luis López (1990)*, para un coeficiente de rugosidad de 140 (Tubería de PVC).

Se calculó la presión residual en cada pieza sanitaria, con el fin de comprobar que la más alejada (en este caso un lavamanos) cumpliera con la presión residual mínima (7,00 m), lo cual cumple (Ver Tablas N° 65 y 66).

Se presenta el trazado en planta y la isometría al final del presente capítulo:

Figura 197. Plano de Instalaciones de Planta de Aguas Blancas

Figura 198 Plano de Instalaciones de Isometría de Aguas Blancas

Tabla 65 Cálculo de diámetros en red de aguas blancas

RED DE AGUAS BLANCAS												
Tramo	Piezas		UG			Q(l/s)	Φ (")	J (mca/ml)	V (m/s)	Lreal (m)	Accesorios y Conexiones	Lequiv (m)
	Clase	Cantidad	Parcial	Tránsito	Total							
1-2	Lavamanos	1	1	0	1	0,20	3/4"	0,04	0,71	0,10	Codo 90°	0,64
2-3	Lavamanos	1	1	1	2	0,20	3/4"	0,04	0,71	0,40	Tee	0,40
3-4	W.C Tanque	1	3	2	5	0,38	1"	0,03	0,75	0,30	Tee	0,52
4-5	W.C Tanque	1	3	5	8	0,49	1"	0,05	0,97	0,35	Tee	0,52
5-6	Ducha	1	2	8	10	0,57	1"	0,07	1,13	0,40	Tee	0,52
6-7	Ducha	1	2	10	12	0,63	1"	0,08	1,25	0,30	Tee	0,52
7-8	-	-	-	12	12	0,63	1"	0,08	1,25	2,59	4 Codo 90°	0,85
8-9	-	-	-	12	12	0,63	1"	0,08	1,25	0,10	Codo 90°	0,85
9-10	Batea	1	3	12	15	0,76	1 1/4"	0,04	0,96	0,60	Tee	0,85
10-11	Lavadora	1	4	15	19	0,89	1 1/4"	0,05	1,13	1,80	Tee	0,85
11-12	Fragadero	1	3	19	22	0,96	1 1/4"	0,06	1,21	0,40	Tee	0,85
12-14	-	-	-	22	22	0,96	1 1/4"	0,06	1,21	0,30	Codo 90°	0,73
13-14	Riego de Jardín	1	3	0	3	0,20	3/4"	0,04	0,71	0,12	Tee	0,73
14-15	-	-	-	25	25	1,11	1 1/2"	0,03	0,97	0,25	Llave de paso	13,70

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 66 Cálculo de presiones residuales.

CÁLCULO DE PRESIONES RESIDUALES												
Tramo	UG	Q(l/s)	Φ (")	Longitudes			Pérdidas		Presiones			
				Lreal (m)	Lequiv (m)	Ltotal (m)	J (mca/ml)	Jtotal (m)	Arriba (m)	Abajo (m)	Piso (m)	Residual(m)
15-14	25	1,11	1 1/2"	0,25	13,70	13,95	0,03	0,42	10,00	9,58	0	9,58
14-13	3	0,20	3/4"	0,12	0,73	0,85	0,04	0,03	9,58	9,55	0	9,55
14-12	22	0,96	1 1/4"	0,30	0,73	1,03	0,06	0,06	9,55	9,49	0	9,49
12-11	22	0,96	1 1/4"	0,40	0,85	1,25	0,06	0,08	9,49	9,41	0	9,41
11-10	19	0,89	1 1/4"	1,80	0,85	2,65	0,05	0,13	9,41	9,28	0	9,28
10-9	15	0,76	1 1/4"	0,60	0,85	1,45	0,04	0,06	9,28	9,22	0	9,22
9-8	12	0,63	1"	0,10	0,85	0,95	0,08	0,08	9,22	9,14	0	9,14
8-7	12	0,63	1"	2,59	0,85	3,44	0,08	0,28	9,14	8,87	0	8,87
7-6	12	0,63	1"	0,30	0,52	0,82	0,08	0,07	8,87	8,80	0	8,80
6-5	10	0,57	1"	0,40	0,52	0,92	0,07	0,06	8,80	8,74	0	8,74
5-4	8	0,49	1"	0,35	0,52	0,87	0,05	0,04	8,74	8,70	0	8,70
4-3	5	0,38	1"	0,30	0,52	0,82	0,03	0,02	8,70	8,67	0	8,67
3-2	2	0,20	3/4"	0,40	0,40	0,80	0,04	0,03	8,67	8,64	0	8,64
2-1	1	0,20	3/4"	0,10	0,64	0,74	0,04	0,03	8,64	8,61	0	8,61

Fuente: Elaboración propia

V.5.1.2 Aguas Residuales

Se realizó el trazado de las aguas servidas que generan las piezas sanitarias y los inodoros de piso según lo establecido por el Capítulo XXIII de la Gaceta Oficial 4044 (1988). El conducto principal de descarga es horizontal y pasa aproximadamente por el centro de todos los ambientes que tienen piezas sanitarias hasta llegar a una tanquilla de descarga, con el fin de economizar costos. Todos los ramales de desagüe de aguas servidas se conectan a 45°. Al inicio de la tubería hay un tapón de registro el cual es necesario para limpieza. Debido a que la distancia total de la tubería principal de recolección es aproximadamente ocho metros (8,00 m) no se necesita otro tapón de registro. Los puntos de descarga son ocho (8) en total hacia la tubería principal.

Las tuberías son de material de PVC (Art. 342), los diámetros dependen de las unidades de descarga (UD) que se asigna a cada pieza (Art.332). Se cumplió con los diámetros y pendientes mínimas recomendados (Art. 330).

El sistema de desagüe de aguas servidas en la vivienda deberá ser adecuadamente ventilado a fin de mantener en el sistema la presión atmosférica en todo momento y proteger el sello de agua en las piezas sanitarias, según Capítulo XXVI de la Gaceta Oficial 4044. Por ello se presenta tubería de ventilación húmeda porque se aprovechan las piezas altas para ventilar la red. El material a utilizar es PVC (Art. 382). Las piezas sanitarias a ventilar son lavamanos, batea, fregadero y w.c de tanque, el tipo de conexión es en conjunto y las tuberías se prolongarán hasta el techo de la vivienda (Art.390), para evitar la infiltración se debe utilizar un material impermeabilizante como pintura acrílica ya que el material del techo es de poliestireno expandido (anime).

De la guía *Sistemas de recolección de aguas negras y drenajes de aguas de lluvias del prof. Steve Merlo*, se presentan los diámetros recomendados para las piezas sanitarias. (Ver Tabla N°67).

Tabla 67 Diámetros mínimos recomendados para las piezas sanitarias.

\varnothing mínimo del punto de desagüe	Pieza Sanitaria
2"	Bañeras, duchas, inodoros, bidets, lavamanos
3"	Lavadoras, bateas, fregaderos, urinarios
4"	W.C

Fuente: Guía de Instalaciones Sanitarias (2010)

La Tabla N° 68 presenta los cálculos de los diámetros para Aguas Residuales:

Tabla 68 Cálculo de diámetros de aguas servidas.

CÁLCULO DE DIÁMETROS PARA TUBERIAS DE AGUAS SERVIDAS									
Tramo	Piezas		Conexiones y Accesorios		UD			Φ (")	I%
	Clase	Cantidad	Red Cloacal	Ventilación	Parcial	Tránsito	Total		
1-3	-	-	T.R, Yee	-	0	0	0	2"	2%
2-3	I.P	1	Codo 90°	-	2	0	2	2"	2%
3-7	-	-	Yee	Codo 90°; Tee	0	2	2	2"	2%
4-5	W.C Tanque	1	Yee	-	4	0	4	4"	1%
6-5	W.C Tanque	1	-	-	4	0	4	4"	1%
5-8	-	-	Codo 90°	-	0	8	8	4"	1%
7-8	-	-	Yee	-	0	2	2	2"	2%
8-11	-	-	Yee	-	0	10	10	4"	1%
9-11	Lavamanos	1	-	Yee Doble	1	0	1	2"	2%
10-11	Lavamanos	1	-	-	1	0	1	2"	2%
11-13	-	-	Yee	-	0	12	12	4"	1%
12-13	I.P	1	Codo 90°	-	2	0	2	2"	2%
13-17	-	-	-	-	0	14	14	4"	1%
14-16	I.P Ducha	1	Codo 90°, Codo 45°, T.R	-	2	0	2	2"	2%
15-16	I.P Ducha	1	Codo 90°, Yee, T.R	-	2	0	2	2"	2%
16-17	-	-	Yee	-	0	4	4	4"	1%
17-21	-	-	Yee	-	0	18	18	4"	1%
18-20	Batea	1	Codo 90°	Codo 90°	2	0	2	3"	2%
19-20	I.P	1	Codo 90°, Yee	-	2	0	2	2"	2%
20-21	-	-	Yee	-	0	4	4	4"	1%
21-23	-	-	Yee	-	0	22	22	4"	1%
22-23	Lavadora	1	Codo 90°	-	4	0	4	3"	2%
23-27	-	-	Yee	-	0	26	26	4"	1%
24-26	Fregadero	1	Codo 90°	Tee	2	0	2	3"	2%
25-26	I.P	1	Codo 90°, Yee	-	2	0	2	4"	1%
26-27	-	-	Yee	-	0	4	4	4"	1%
27-Tanquilla	-	-	-	-	0	30	30	4"	1%

Fuente: Elaboración propia

Se presenta el trazado en planta y la isometría al final del presente capítulo.

Figura 199 Plano de Instalaciones de Planta de Aguas Residuales

Figura 200 Plano de Instalaciones de Isometría de Aguas Residuales.

V.5.1.3 Aguas de Lluvia

La recolección, conducción y disposición de las aguas de lluvia se basa en el Capítulo XXXII de la Gaceta Oficial 4044 (1988). Se utilizó como frecuencia 5 años y duración 10 min, ya que es lo recomendado en el Art. 460 para obtener la intensidad de lluvia en la localidad. La gráfica de las curvas IDF fueron tomadas

del libro *Cloacas y Drenajes del Ing. Simón Arocha (1983)*, para el sector o región tres (III) que es donde se ubica la ciudad de Valencia, Edo. Carabobo (Ver Figura N°201). La intensidad resultó 410 lps/ha (147 mm/h) por lo que se aproximó a 150 mm /h, el cálculo se realizó con la Ecuación N°24. (Ver Figura N°202).



Figura 201 Región III para curvas de precipitación
Fuente: Libro *Cloacas y Drenajes*.

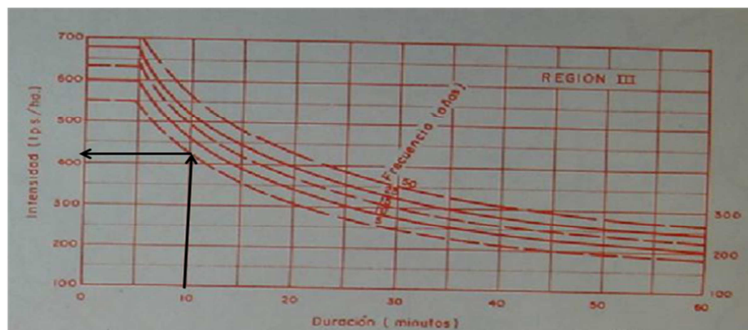


Figura 202 Curvas de Precipitación
Fuente: Libro *Cloacas y Drenajes*.

$$I = 410 \text{ lps/ha}$$

La intensidad obtenida de la curva viene en unidades de litros por segundo por hectáreas. El ingeniero Simón Arocha propone un factor de conversión para cambiar las unidades a mm/h, el cual es 2,78; entonces:

$$\frac{I}{2,78} = \frac{410 \frac{\text{lps}}{\text{ha}}}{2,78}$$

Ec. 24 Conversión de la Intensidad de Lluvia a mm/h
Fuente: Libros *Cloacas y Drenajes (1983)*.

$$I = 147,48 \frac{mm}{h}$$

$$I = 150,00 \frac{mm}{h}$$

Por tener la vivienda propuesta un techo a dos aguas, se tienen dos canalizaciones rectangulares en cada lado con sus respectivos bajantes de lluvia (BALL), estos a su vez se conectan con la tubería principal de descarga que llegará finalmente a la tanquilla. Se prohíbe descargar directamente a la calle (Art. 455). En la entrada de cada BALL se colocó una malla para retener desechos que pueden obstruir las tuberías.

Para el cálculo de los diámetros de tubería o en defecto las dimensiones para los canales rectangulares se proyectaron horizontalmente las áreas drenadas. A continuación se presenta en la Tabla N° 69 los diámetros y pendientes de la red de aguas de lluvia:

Tabla 69 Dimensiones de la Red de agua de lluvia

Datos	
I (mm/h)	150
t (min)	10
F (años)	5

RED DE AGUA DE LLUVIA					
Tramo	I%	Área Drenada (m ²)	Φ (")	bxh (cm x cm)	Tipo de Variante
1-BALL 1	4	48	-	10x10	Rectangular
BALL 1	-	48	3"	-	Circular
BALL 1-2	1	48	3"	-	Circular
3-BALL 2	4	48	-	10x10	Rectangular
BALL 2	-	48	3"	-	Circular
BALL 2- 4	1	48	3"	-	Circular
2-4	4	96	3"	-	Circular
4-TANQUILLA	4	96	3"	-	Circular

Fuente: Elaboración propia

Se presenta la planta e isometría al final del presente capítulo.

Figura 203 Plano de Instalaciones de Planta de Aguas de Lluvia.

Figura 204 Plano de Instalaciones de Isometría de Aguas de Lluvia.

V.5.2 Instalaciones Eléctricas

El cálculo de las instalaciones eléctricas se basó en la iluminación y la fuerza para la vivienda propuesta, obteniendo un tablero principal con cuatro (4) circuitos; dos de iluminación y dos de tomacorrientes para uso general. Cada circuito de iluminación tiene seis (6) puntos de luz en las paredes ya que el techo al ser de material liviano no permite la colocación de luminarias en él. Los puntos de tomacorrientes tienen el máximo valor permitido el cual es diez (10) salidas según COVENIN 200-2004 Código Eléctrico Nacional (CEN).

Los cuatro circuitos principales tienen veinte Amperes (20 A) de protección, y los conductores que van dentro de la tubería son de calibre número 12 tanto para la fase como el neutro (el cual es el mínimo residencial según el CEN). (Ver Tabla N°70).

El material de los conductores es de cobre (Cu) protegidos con un aislante TW (aislante térmico 60°C), ya que es mejor conductor eléctrico que el aluminio y no se corroe. El aislante es TW porque por ser económico y se encuentra disponible en el país.

El circuito general es monofásico 120 V (de baja tensión), ya que al ser la vivienda propuesta una casa de bajo costo, los equipos especiales como lavadora, refrigerador y calentador de agua pueden utilizar este voltaje y por ello incluirse en un circuito de tomacorrientes de uso general. En este trabajo no se contempla el uso de secadoras ni aires acondicionados los cuales necesitan 240 V, ya que la propuesta incluye aspectos bioamigables con el fin de disminuir el consumo eléctrico.

A continuación se presentan las Tablas desde el N° 70 a la 72 y los planos de planta para el cableado en la iluminación y la fuerza. Para el cálculo se utilizaron las Ecuaciones desde el N°25 hasta la 29.

Tabla 70. Cálculo de las cargas en los circuitos de la vivienda propuesta

CARGAS EN CIRCUITOS DE LA VIVIENDA												
Carga	Área (m ²)	Carga Unitaria (W/m ²)	P (W)	Voltaje (V)	I (A)	Corriente Eléctrica Máx (A) CEN	Tipo de Conductor	Calibre para fases	Calibre para neutro	Ø Tubería	IP(A)	Protección CV (A)
ILUMINACIÓN	44	30	1320	120	11	25	Cu-TW	#12	#12	1/2"	18,00	20
ILUMINACIÓN	30	30	900	120	7,5	25	Cu-TW	#12	#12	1/2"	16,25	20
TOMACORRIENTES	-	-	3000	120	25	25	Cu-TW	#12	#12	1/2"	18,75	20

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo tipo (Todas las ecuaciones fueron tomadas de la Guía N° 8 Instalaciones Eléctricas del Prof, Steve Merlo):

Iluminación

$$\text{Potencia} = \text{Carga unitaria} * \text{área de iluminación}$$

Ec. 25 Cálculo de la Potencia

$$\text{Potencia} = 30 \frac{W}{m^2} * 44m^2$$

$$\text{Potencia} = 1320 W$$

$$\text{Corriente Eléctrica} = \frac{\text{Potencia}}{\text{Voltaje}}$$

Ec. 26 Cálculo de la Corriente Eléctrica

$$\text{Corriente Eléctrica} = \frac{1320 W}{120 V}$$

$$\text{Corriente Eléctrica} = 11 A$$

$$\text{Corriente Eléctrica final} = \frac{\text{Corriente Eléctrica Cálculada} + \text{Corriente Eléctrica máxima establecida por el CNE}}{2}$$

Ec. 27 Cálculo de la Corriente Eléctrica final

$$\text{Corriente Eléctrica final} = \frac{11A + 25A}{2}$$

$$\text{Corriente Eléctrica final} = 18 A$$

Con el cálculo de la corriente eléctrica final (Ip) se obtiene la protección que necesita cada circuito, llevando el valor a uno comercial, en este caso:

$$\text{Protección} = 20 A$$

Tomacorrientes de uso general

1 circuito de tomacorrientes----- 1500 W (según CNE).

2 circuito de tomacorrientes----- 3000 W

$$I = \frac{P}{V}$$

Ec. 28 Cálculo de la Intensidad de corriente.

$$I = \frac{3000 W}{120 V}$$

$$I = 25 A$$

$$\text{Corriente Eléctrica final} = \frac{\frac{\text{Corriente Eléctrica Cálculada}}{2} + \text{Corriente Eléctrica máxima establecida por el CNE}}{2}$$

Ec. 29 Cálculo de la Corriente eléctrica final.

$$I_p = \frac{\left(\frac{25}{2}\right) A + 25A}{2}$$

$$I_p = 18,75 A$$

$$\text{Protección} = 20 A$$

Para el cálculo de los tomacorrientes se debe considerar que son circuitos por separado y por ello se dividió la I_{cálculada} entre dos.

Para todos los casos la corriente eléctrica máxima y el calibre de la fase se obtiene de la tabla N° 310-16 del CNE mientras que el número para el neutro es el

menor valor inmediato correspondiente al de la fase, sin embargo para los circuitos en estudio al ser el calibre de la fase #12 el neutro también lo será ya que es el mínimo residencial.

El material de la tubería es PVC por ser internamente liso lo cual impide deterioro del cableado eléctrico.

De las cargas de los circuitos se obtuvo el calibre de la acometida principal y la puesta a tierra (Ver Tabla N° 70), la discretización de las cargas por porcentajes lo establece el CEN, posteriormente se procedió con los cálculos anteriormente descritos.

Tabla 71 Acometida principal de la vivienda propuesta

ACOMETIDA PRINCIPAL		
Carga	Fases	Neutro
ILUMINACIÓN (W)	2220	2220
TOMACORRIENTES (W)	3000	3000
Estudios de Cargas (W)	5220	5220
0-3000 (100%)	3000	3000
3001-7050 (35%)	777	777
SUB-TOTAL (W)	3777	3777
TOTAL (W)	3777	3777
VOLTAJE (V)	120	120
I (A)	31,48	31,48
I MÁXIMA (A) CNE	40	40
CALIBRE FASE	#8	#8
CALIBRE NEUTRO	#10	#10
Ø TUBERÍA	3/4"	3/4"
PROTECCIÓN (A)	35,74	35,74
PROTECCIÓN COMERCIAL (A)	40	40
CONDUCTOR PUESTA A TIERRA	#10	

Fuente: Elaboración propia

Los interruptores o suiches se ubican a 1,20 m del piso. Estos se colocaron a un lado de las puertas, ya que no deben estar por detrás de ellas. Para cada ambiente se colocó un interruptor excepto el pasillo que necesitó dos, dando un total de 11 puntos.

Los tomacorrientes son dobles y se ubican a 0,40 m del piso, en la mesa de trabajo de la cocina a 1,10 m y para el calentador a 1,80 m. Siguiendo los

requerimientos mínimos de tomacorrientes en ambientes de la *guía Instalaciones Eléctricas del prof: Steve Merlo* se colocaron 20 en total. (Ver Tabla N°72).

Tabla 72 Requerimientos mínimos de alumbrado y tomacorrientes

REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES		
Ambiente	Alumbrado	Tomacorrientes
Cocina	1 lámpara de pared cerca del fregadero	1 refrigerador
	1 lámpara de techo para alumbrado general*	1 por cada 1,20 m de área de trabajo 1 campana de ventilación
Lavadero	1 lámpara de techo para alumbrado general*	1 múltiple de uso general
		1 lavadora 1 calentador de agua
Dormitorios	1 lámpara de techo para alumbrado general*	1 por cada 3,60 m de pared
Baños	1 lámpara de techo para alumbrado general*	1 tocador- espejo
Sala	2 lámparas de techo*	Máx. 1,80 m de un tomacorriente
Pasillo	1 lámpara de techo para alumbrado general*	1 por cada 5,00 de pasillo

* Por el material del techo se colocaron las lámparas en las paredes

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se presenta un esquema del tablero principal también llamado breakera, con sus protecciones y el calibre dentro de las tuberías. (Ver Figura N° 205).

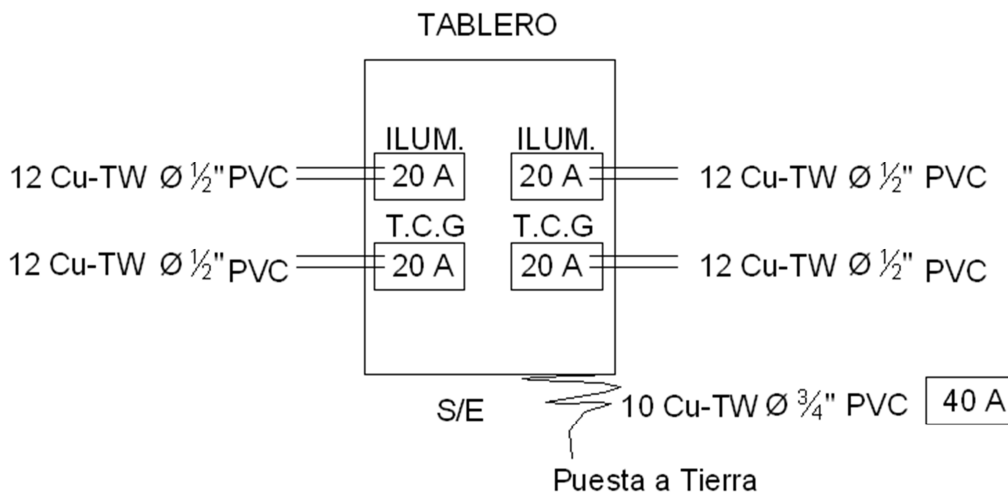


Figura 205 Tablero Principal de la Vivienda Propuesta

Fuente: Elaboración propia

El tablero estará empotrado a la pared en el área de servicio del lavadero, ya que estará al alcance de los usuarios en caso de un evento atípico.

Las plantas con los cricuitos de iluminación y tomacorrientes se presentan al final del presente capítulo.

Figura 206 Instalaciones Eléctricas Iluminación.

Figura 207 Instalaciones Eléctricas Fuerza.

Para efecto del presente trabajo no existe diferencia entre el cálculo de las instalaciones sanitarias y eléctricas para la vivienda bioamigable y las soluciones habitaciones estudiadas. Por ello el ahorro económico dependerá las variables arquitectónicas.

V.6 Presupuesto

V.6.1 Presupuesto de la Vivienda Bioamigable Propuesta

La Tabla N° 73 presenta la relación porcentual de cada actividad para la vivienda propuesta.

Tabla 73 Costos Finales sin I.V.A para cada actividad

COSTO POR ACTIVIDAD DE LA VIVIENDA PROPUESTA		
Actividad	Costo (Bs/Viv)	Relación Porcentual (%)
Obras Preliminares	598	0,23
Estructura	71.866,01	27,78
Arquitectura	138.206,92	53,43
Inst. Sanitarias	28.590,48	11,05
Inst. Eléctricas	19.424,19	7,51
Costo Total (Bs)	258.685,60	
Costo Unitario (Bs/m ²)	3543,64	

Fuente: Elaboración Propia

El presupuesto final, las partidas de cada actividad y el análisis de precio unitario del techo TERMOPANEL (ya que no es una partida tipificada) se presentan en las Tabla desde el N°74 al.79

Tabla 74 Subtotal de Obras Preliminares

PROPUESTA DE VIVIENDA DE BAJO COSTO QUE INCORPORA ASPECTOS DE VIVIENDA BIOAMIGABLE EN ZONA DE ELEVADO PELIGRO SÍSMICO EN VENEZUELA						
PRESUPUESTO						
Elaborado con la Guías Referenciales de Costos del APV- Edición: Septiembre 2012						
OBRAS PRELIMINARES						
N°	COVENIN	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. Bs	Total Bs
1	E.100.S/C.001	Replanteo de las obras	m ²	100	5,29	529
2	E.121.500.000	Desforestación liviana y limpieza/rastrojos, vegetación baja en general con una altura inferior de 8m, menor de una hectarea, incluye desraizamiento	m2	100	0,69	69
Subtotal Obras preliminares (Bs/Viv)						598

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 75 Subtotal de Estructuras

PROPUESTA DE VIVIENDA DE BAJO COSTO QUE INCORPORA ASPECTOS DE VIVIENDA BIOAMIGABLE EN ZONA DE ELEVADO PELIGRO SÍSMICO EN VENEZUELA

PRESUPUESTO

Elaborado con la Guías Referenciales de Costos del APV- Edición: Septiembre 2012

ESTRUCTURAS

N°	COVENIN	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. Bs	Total Bs
3	E.311.110.150	Excavación en tierra a mano para asiento de fundaciones, zanjas, etc. Hasta profundidades comprendidas entre 0m y 1,50m	m ³	34,974	418,07	14621,58
4	E.313.210.000	Carga con equipo liviano de material proveniente de las excavaciones para asiento de fundaciones, zanjas u otros	m ³	34,974	20,17	705,43
5	E.319.100.000	Construcción de base de piedra picada correspondiente a obras preliminares. Incluye el suministro y transporte de material hasta una distancia de 50Km	m ³	11,658	448,01	5222,90
6	E.341.010.114	Encofrado de madera tipo recto, acabado corriente en bases de pavimento y losas de fundación	m ²	242	212,05	51316,10
7	E.802.111.210	Suministro, preparación y colocación de acero de refuerzo Fy 4200 kgf/cm ² , utilizando cabilla igual o menor del N°3 para el concreto armado correspondiente a obras de servicio	Kgf	1295,8738	22,92	29701,43
8	E.326.000.125	Concreto de Fc=250 kgf/cm ² a los 28 días, acabado corriente, para la construcción de losa de fundación, tipo maciza	m ³	23,316	1347,14	31409,92
9	E.362.110.000	Suministro, confección y colocación de estructura metálica simple en columnas CP140. Incluye el transporte de elementos hasta 50 Km	Kgf	754,8	312,59	235942,93
9	E.362.120.000	Suministro, confección y colocación en estructuras metálicas de vigas simples VP140. Incluye el transporte de elementos hasta 50 Km de distancia	Kgf	719,2	167,5	120466,00
10	E.362.120.000	Suministro, confección y colocación en estructuras metálicas de vigas simples VP250. Incluye el transporte de elementos hasta 50 Km de distancia	Kgf	705,6	355,78	251038,37
11	E.361.114.101	Suministro de perfiles de acero tubulares nacionales (UNICON), para la fabricación de estructuras de acero	Kgf	267,92	53,28	14274,78
12	E.392.S/C	Suministro y colocación de cubierta de techo con sistema TERMOPANEL e=10 cm, con gotero, canal y cumbrera. No requiere impermeabilización ni acabado interno	m ²	102	357,87	36502,74
Subtotal Estructuras (Bs/iv)						71.866,01

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 76 Subtotal de Arquitectura

PROPUESTA DE VIVIENDA DE BAJO COSTO QUE INCORPORA ASPECTOS DE VIVIENDA BIOAMIGABLE EN ZONA DE ELEVADO PELIGRO SÍSMICO EN VENEZUELA
--

PRESUPUESTO

Elaborado con la Guías Referenciales de Costos del APV- Edificación: Septiembre 2012

ARQUITECTURA

N°	COVENIN	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. Bs	Total Bs
13	E.411.041.010	Construcción de Paredes de bloques de concreto, cabado corriente e=10cm. No incluye machones, dinteles y brocales.	m ²	48,565	203,92	9903,37
14	E.411.041.015	Construcción de Paredes de bloques de concreto, cabado corriente e=15cm. No incluye machones, dinteles y brocales.	m ²	59,418	289,13	17179,53
15	E.411.041.020	Construcción de Paredes de bloques de concreto, cabado corriente e=20cm. No incluye machones, dinteles y brocales.	m ²	5,447	341,33	1859,22
16	E.414.011.150	Construcción de revestimiento de pisos con mortero de cemento, acabado liso, sin juntas. Incluye mortero base	m ²	76,38	176,9	13511,62
17	E.412.202.003	Construcción de revestimiento exterior en paredes con mortero a base de cal, acabado liso. Incluye friso base	m ²	59,418	262,45	15594,25
18	E.414.094.050	Construcción de revestimiento de pisos con baldosas de cerámica nacional, acabado natural. Incluye mortero base	m ²	7,64	307,78	2351,44
19	E.412.110.007	Construcción de revestimiento interior en paredes con baldosas de cerámica nacional, acabado natural, incluye friso base	m ²	32,22	339,45	10937,08
20	E.437.071.015	Suministro, transporte y colocación de marco de chapa doblada de hierro en paredes de 15cm de espesor. Calibre 18	m	3,1	149,66	463,95
21	E.437.071.010	Suministro, transporte y colocación de marco de chapa doblada de hierro en paredes de 10cm de espesor	m	14,8	132,39	1959,37
22	E.437.011.315	Suministro, transporte y colocación de puertas batientes de lamina sencilla de hierro y romanilla de hierro	m ²	2,1	1354,25	2843,93
23	E.447.011.231	Suministro, transporte y colocación de puertas de madera entamborada tipo batiente	m ²	9,03	829,14	7487,13
24	E.474.522.250	Cerradura de sobreponer, acabado de acero pintado. Cilindro fijo, cerrojo simple, sin pestillo, ambos lados con llave	pza	1	510,66	510,66
25	E.471.311.220	Cerradura de pomo, acabado cromo brillante, cilindro fijo, sin cerrojo, de pestillo simple. Pomo exterior libre. Pomo interior con botón	pza	5	284,54	1422,70
26	E.437.028.262	Suministro, transporte y colocación de ventanas de romanilla de perfiles de aluminio y vidrio. Incluyendo vidrio	m ²	15,8	2044,34	32300,57

ARQUITECTURA

27	E.461.000.801	Esmalte en marcos metálicos	m	17,9	27,38	490,10
28	E.461.000.201	Esmalte en vigas metálicas de alma llena	m ²	49,424	78,86	3897,58
29	E.461.000.101	Esmalte en columnas metálicas	m ²	11,8992	78,86	938,37
30	E.461.000.701	Esmalte en marcos puertas metálicas	m	3,1	58,84	182,40
31	E.462.000.702	Barniz en puertas de madera. Incluyendo fondo sellador	m ²	9,03	65,19	588,67
32	E.464.000.001	Fondo anticorrosivo para elementos y estructuras metálicas	m ²	61,3232	64,26	3940,63
33	E.463.200.503	Pintura de caucho exterior en paredes. Incluyendo fondo antialcalino	m ²	59,418	59,29	3522,89
34	E.463.100.503	Pintura de caucho interior en paredes. Incluyendo fondo antialcalino	m ²	113,43	55,73	6321,45
Subtotal Arquitectura (Bs/Viv)						138.206,92

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 77 Subtotal de Instalaciones Sanitarias

PROPUESTA DE VIVIENDA DE BAJO COSTO QUE INCORPORA ASPECTOS DE
VIVIENDA BIOAMIGABLE EN ZONA DE ELEVADO PELIGRO SÍSMICO EN VENEZUELA

PRESUPUESTO

Elaborado con la Guías Referenciales de Costos del APV- Edificación: Septiembre 2012

INSTALACIONES SANITARIAS

N°	COVENIN	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. Bs	Total Bs
35	E.622.041.051	Punto de aguas residuales de PVC D=2" (51mm), normal e=3,2mm. Embutida o enterrada, incluye conexiones	Punto	7	300,59	2104,13
36	E.622.224.076	Punto de aguas residuales de PVC D=3" (76mm), normal e=3,2mm. Embutida o enterrada, incluye conexiones	Punto	3	352,57	1057,71
37	E.622.261.102	Punto de aguas residuales de PVC D=4" (102mm), normal e=3,2mm. Embutida o enterrada, incluye conexiones	Punto	3	452,14	1356,42
38	E.612.081.051	Tubería de aguas residuales, de PVC, diámetro 2" (51mm), e=3,2mm. Embutida o enterrada. Incluye conexiones	m	6,2	96,28	596,94
39	E.612.081.076	Tubería de aguas residuales, de PVC, diámetro 3" (76mm), e=3,2mm. Embutida o enterrada. Incluye conexiones	m	27	144,89	3912,03
40	E.612.081.102	Tubería de aguas residuales, de PVC, diámetro 4" (102mm), e=3,20mm. Embutida o enterrada. Incluye conexiones	m	10	152,25	1522,50
41	E.613.171.051	Tubería de ventilación sanitaria PVC, Liviano. Diámetro 2"(51mm). Embutida o enterrada. Incluye conexiones	m	8	82,28	658,24
42	E.611.071.019	Tubería de aguas claras, de PVC ASTM soldada para agua fría, diámetro 3/4" (19mm), embutida o enterrada. Incluye conexiones	m	0,8	161,65	129,32
43	E.611.071.025	Tubería de aguas claras, de PVC ASTM soldada para agua fría, diámetro 1" (25mm), embutida o enterrada. Incluye conexiones	m	5,5	388,53	2136,92
44	E.611.071.038	Tubería de aguas claras, de PVC ASTM soldada para agua fría, diámetro 1 1/2" (38mm), embutida o enterrada. Incluye conexiones	m	0,5	178,44	89,22
45	E.611.071.032	Tubería de aguas claras, de PVC ASTM soldada para agua fría, diámetro 1 1/4" (32mm), embutida o enterrada. Incluye conexiones	m	3,5	292,91	1025,19
46	E.667.120.000	I.S. Suministro, Transporte e instalación de ducha de dos llaves	Pieza	2	850,51	1701,02

INSTALACIONES SANITARIAS

47	E.661.110.112	Lavamanos para colgar de 1 llave, blanco o color claro, ancho menor de 54cm, ovalado. Incluye grifería y llave de arresto	Pieza	2	1227,67	2455,34
48	E.662.111.111	Inodoro de asiento, tanque bajo, descarga al piso, blanco o color claro, línea económica convencional. Incluye grifería, llave de arresto, brida, sello de cera y tornillos	Pza	2	1988,32	3976,64
49	E.651.042.051	Tapón de registro, para tubería embutida, de hierro fundido D=2"	Pza	1	642,88	642,88
50	E.667.420.031	Fregadero de una ponchera de acero inoxidable	Pza	1	1384,39	1384,39
51	E.667.310.021	Batea de concreto, una llave, una ponchera. Incluye grifería	Pza	1	964,94	964,94
52	E.632.020.038	Suministro y transporte de llave de paso, tipo esférica o de bola, de aleación de metales, diámetro 1 1/2" (38mm) (150PSI)	Pza	1	881,68	881,68
53	E.614.172.076	Tubería aguas pluviales de P.V.C liviano, diámetro 3" (76mm), e=1,8mm. Vertical o Fijada a la pared. Incluye conexiones	m	4,8	91,43	438,86
54	E.666.311.051	Suministro, transporte e instalación de centro de piso, circular estándar, de bronce, para tubo de descarga de 2".	Pza	4	389,03	1556,12
Subtotal Instalaciones Sanitarias (Bs/Viv)						28.590,48

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 78 Subtotal de Instalaciones Eléctricas y Total de la Vivienda Propuesta

PROPUESTA DE VIVIENDA DE BAJO COSTO QUE INCORPORA ASPECTOS DE
VIVIENDA BIOAMIGABLE EN ZONA DE ELEVADO PELIGRO SÍSMICO EN VENEZUELA

PRESUPUESTO

Elaborado con la Guías Referenciales de Costos del APV- Edición: Septiembre 2012

INSTALACIONES SANITARIAS

N°	COVENIN	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. Bs	Total Bs
55	E.511.111.019	I.E Tubería plastica rigida liviana, pvc, embutida. Diametro 3/4"	m	2,4	36,19	86,86
56	E.511.111.013	I.E Tubería plastica rigida liviana, pvc, embutida. Diametro 1/2"	m	76,17	31,71	2415,35
57	E.521.222.023	I.E Cable de cobre, trenzado, revestido, TW, calibre 12 AWG (2,32mm)	m	76,17	10,36	789,12
58	E.521.222.030	I.E Cable de cobre, trenzado, revestido, TW, calibre 10 AWG (2,95mm)	m	2,4	15,79	37,90
59	E.581.100.050	I.E. Suministro e instalación de bombillos fluorescente de 20 W	Pieza	12	43,77	525,24
60	E.541.111.120	I.E de interruptores combinables simples con tapa metálica, puente y tornillo, 20A	Pieza	10	249,57	2495,70
61	E.541.121.120	I.E de suministro y colocación de interruptores combinables doble, con tapa metálica, puente y tornillo, 20A	Pieza	1	374,35	374,35
62	E.542.221.120	I.E de tomacorrientes con tapa plástica, puente y tornillos, combinable doble, una fase (1), 20 A	Pieza	20	121,07	2421,40
63	E.551.120.412	I.E Tablero metálico convertible, embutido, con puerta, 2 Fases+Neutro, 4 circuitos, barras de 125 Amp. No incluye breaker.	Pza	1	1852,54	1852,54
64	E.563.110.040	I.E. Interruptor termomagnético (breaker) con tornillos, 1 polos, 10 KA ICC 120/240 V Cap 40A	Pza	1	351,22	351,22
65	E.532.110.510	I.E Cajetines metálicos, salida 1/2", profundidad 1 1/2", rectangulares dimensiones 4x2"	Pza	20	351,22	7024,40
66	E.531.210.100	I.E Cajetines metálicos, salidas 1/2-3/4", profundidad 1 1/2", octogonales dimensiones 4"	Pza	12	87,51	1050,12
Subtotal Instalaciones Electricas (Bs/Viv)						19.424,19

Sub-total	258.685,60
IVA (12%)	31042,27

TOTAL VIVIENDA PROPUESTA (Bs/Viv)	289.727,88
--	-------------------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 79 Análisis de Precio Unitario para el techo tipo TERMOPANEL

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Obra: Vivienda Unifamiliar de 73,00 m2. Vivienda Bioamigable

Propietario:

Part. No.: 12 Fecha: 11/10/2012

Descripción: Suministro y colocación de cubierta de techo con Sistema TERMOPANEL e=10cm, con gotero, canal y cumbrera. No requiere impermeabilización ni acabado externo.

Rendimiento: 150,000000

Código: E.392.S/C

Unidad: m2

Cantidad: 102

MATERIALES

No.	Descripción	Und.	Cant.	Desp.	Precio	Total
1	TERMOPANEL e=10cm	m2	1,000000	0,00	260,00	260,00
2	Sellador de Capa Super Plastic	Galon	0,150000	0,00	65,81	9,87
Total Materiales:						269,87

EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Cop/Dep	Precio	Total
1	Equipo para Carpintería	1,000000	0,009990	3.337,24	33,34
2	Andamio tubular (uno a tres cuerpos + 2 tablas)	1,000000	1,000000	200,00	200,00
Total Equipos:					233,34
Costo Unitarios Equipos:					1,56

MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Jornal	Bono	Total Jornal	Total Bono
1	MAESTRO DE OBRA DE 1RA	0,20	166,05	40,50	33,21	8,10
2	MONTADOR	1,00	130,18	40,50	130,18	40,50
4	AYUDANTE	2,00	103,81	40,50	207,62	81,00
SubTotal Mano de Obra:					371,01	129,60
Prestaciones Sociales:					1.220,62	0,00
Total General Mano de Obra:					1.721,23	
Costo Unitario de Mano de Obra:					11,47	

COSTO DIRECTO SUBTOTAL A:	282,90
Administración y Gastos Generales:	42,44
SUBTOTAL B:	325,34
10,00 Imprevisto Utilidad:	32,53
SUBTOTAL C:	357,87
0,00 Financiamiento:	0,00
PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO:	357,87
0,00 Impuesto (I.V.A.):	0,00
0,00 Otros Impuestos:	0,00
PRECIO UNITARIO (Bs.F.):	357,87

Fuente: Elaboración Propia

V.6.2 Comparación de los costos con los planes habitacionales estudiados

Los datos que se presentan en la Tabla N° 80 de los planes habitacionales estudiados fueron suministrados por el Ministerio de Vivienda y Hábitat para este año, sin embargo son estimaciones ya que no se cuenta en físico con el presupuesto de estas viviendas.

Tabla 80 Costos de las viviendas en Estudio a la fecha.

COMPARACIÓN DE COSTOS DE LAS VIVIENDAS ESTUDIADAS			
Vivienda	Área (m²)	Costo (Bs/Viv)	Costo Unitario (Bs/m²)
Bioamigable	73,00	289.727,88	3968,88
Corpozulia	64,74	220.000,00	3398,21
Petrocasa	70,00	250.000,00	3571,43

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO VI

ANÁLISIS DE RESULTADOS

VI. 1 Características de los materiales y técnicas constructivas

Las características de vivienda bioamigable que se tomaron en cuenta para el diseño de la vivienda propuesta contemplan técnicas constructivas y materiales siempre buscando la mayor eficiencia térmica y la reducción de los costos, manteniendo así una excelente calidad.

La técnica constructiva que se utiliza en la vivienda propuesta es tipo aporticado con estructuras metálicas y cerramiento de bloques de concreto hueco, ya que la ejecución de la misma es rápida. La utilización de bloques de concreto es para evitar el deterioro por humedad que puede ocurrir en la zona de estudio.

Siguiendo las estrategias de diseño bioclimático, la envolvente de la vivienda propuesta presenta un material aislante en el techo mientras que en las paredes es un material con mayor permeabilidad, ya que la edificación es de tipo diurno-nocturno. En cuanto a las divisiones internas y distribución de los espacios se cumple con lo establecido en la Gaceta 4044 y 38750.

La distribución de ventanas en planta, el tipo y la altura de las mismas se escogieron en base a la estrategia de ventilación cruzada, garantizando una buena ventilación en las cuatro direcciones principales ya que no se conoce la ubicación de la vivienda en caso de un urbanismo. Las ventanas son de tipo romanilla ya que permiten el paso de la ventilación gradualmente dependiendo de las exigencias del usuario.

VI. 2 Vivienda Bioamigable

De la escala evaluativa se puede indicar que la vivienda propuesta presenta un óptimo nivel en términos de vivienda bioamigable, la vivienda Corpozulia

presenta buenas condiciones mientras que la Petrocasa se encuentra en un rango medio.

El control solar en los techos de las viviendas Corpozulia y Petrocasa es insuficiente, ya que según estudios realizados en el IDEC por el profesor Luis Rosales los techos con colores oscuros como el rojo necesitan una resistencia térmica mayor a $2,5 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}$, para garantizar que sólo se aumente aproximadamente en 2°C la temperatura interior de la vivienda y así mantener un confort térmico, como se puede observar en la Tabla N° 3 ambos techos no lo cumplen. En el caso de la vivienda propuesta el control solar es bueno, ya que presenta un material aislante.

La protección solar en las paredes de todas las viviendas estudiadas fue buena, exceptuando la fachada posterior de Corpozulia la cual presenta un acabado en color oscuro (trincotes).

La vivienda Corpozulia tiene presiones dinámicas en equilibrio para las cuatro direcciones principales. La Petrocasa presenta una diferencia marcada en las presiones de entrada y de salida desmejorando la ventilación cruzada. Todas poseen ventanas permeables las cuales permiten al usuario adaptar el grado de transferencia en el flujo de aire.

Según el instrumento evaluativo para medir la ventilación cruzada en edificaciones, la vivienda propuesta presenta buena ventilación mientras que la Petrocasa presenta un nivel bajo y la Corpozulia presenta un rango intermedio.

El análisis térmico de los planes habitacionales en Ecotect™ indican que para el día más caluroso del año ambas viviendas presentan la misma tendencia de incremento hasta llegar a 35°C . Esto se debe al tipo de envolvente donde tanto el techo como las paredes son permeables y por ello el cambio de temperatura aumenta en el interior del hogar para las horas de mayor incidencia solar.

En el caso de la vivienda propuesta la temperatura promedio en paredes se encuentra 2°C por encima de la zona de confort, sin embargo al utilizar equipos mecánicos como ventiladores los ambientes se refrescaran. Por otra parte el techo se mantiene durante el día a elevadas temperatura ya que éste absorbe la radiación y paulatinamente es que va liberando el calor absorbido. En cuanto al estudio de las sombras todas las ventanas en alguna hora del día no presentan sombra, por ello para disminuir la entrada de los rayos solares se puede incluir toldos móviles, aumentar las dimensiones de los volados o colocar cortinas aún cuando estas no forman parte del sistema para mitigar las cargas de calor porque sólo se utilizarán para bloquear la entrada solar.

La vivienda propuesta y la Petrocasa cumplen con la Gaceta 38750 mientras que la vivienda Corpozulia no cumple completamente ya que presenta una sola unidad de baño. En cuanto a dimensiones mínimas de áreas y acabados, todas cumplen con lo establecido en la Gaceta 4044.

Los materiales utilizados en las viviendas estudiadas son nacionales, lo cual permite minorar costos. Estos son resistentes al fuego en un rango aceptable, sin embargo el material de paredes y techos de la Petrocasa a elevadas temperaturas emite gases tóxicos (humos de ácido clorhídrico) según estudios realizados por el Grupo Greenpeace.

VI. 3 Diseño Estructural

El análisis sísmico determinó el diseño de los pórticos especiales a momentos por estar más solicitados que con respecto a las acciones eólicas.

Las paredes perimetrales aportan mayor rigidez a la estructura, sin embargo no fue necesario modificar las dimensiones de los elementos una vez modela la tabiquería.

Los cortantes basales fueron menores al mínimo en un inicio, por esto se amplificó la fuerza sísmica de manera tal que se cumpliera este requisito. Luego de la revisión, los cortes basales dieron aproximadamente igual al mínimo.

La masa participativa fue mayor al mínimo exigido, alcanzando más del 95% en el Modo 22, se incluyó un amplio número de modos por ser una estructura con diafragma flexible. Los desplazamientos traslacionales se presentan en el modo 4 y 13. Al no diseñar por Capacidad no es necesario cumplir con la recomendación de que los dos primeros modos sean traslaciones y el tercero rotacional.

Las derivas de la estructura fueron menores al máximo valor permitido.

VI. 4 Diseño de Fundaciones

La losa de fundación de espesor 20 cm cumple con todos los requisitos contemplados en la normativa COVENIN 1756-2001. El área de acero y la separación de estos se encuentran en valores aceptables.

VI. 5 Diseño de las Instalaciones

La red de aguas blancas cumple con la demanda de presión mínima (7m por ser piezas de tanque), para el punto más alejado de la misma. Se utilizaron diámetros de $\frac{3}{4}$ ", 1", 1 $\frac{1}{4}$ " y 1 $\frac{1}{2}$ " para garantizar una velocidad del agua dentro de la tubería entre 0,60 - 1,30 m/s y pérdidas de carga entre 0,04-0,10 mca/ml.

Las aguas residuales utilizaron diámetros de tuberías de 2", 3" y 4" cumpliendo con la recomendación de los valores mínimos para cada pieza sanitaria.

La red de aguas de lluvia se encuentra conformada por canalizaciones rectangulares aguas abajo del techo de 10x10 cm, bajantes de agua de lluvia y tuberías de 3" que permiten circular el agua hasta su destino final.

Las lámparas se colocaron en las paredes debido al tipo de material del techo que según datos del fabricante Isotex no es recomendable la ubicación de luminarias en él. Al no permitirse ampliación horizontal ni vertical en la vivienda el tablero principal no incluye circuitos libres.

La ubicación de los tomacorrientes e interruptores cumple con lo recomendado para cada ambiente.

VI. 6 Presupuesto

Para la realización del análisis detallado de cada una de las tareas que son necesarias en la construcción de la vivienda, se utilizaron los precios referenciales del APV Obras para septiembre del año 2012.

La estructura y la arquitectura de la vivienda propuesta suman un costo aproximado del 80%, lo cual implica que son las dos actividades con mayor importancia e impacto económico en la obra.

La vivienda propuesta presenta el costo unitario de construcción (Bs/m²) más alto de todas las que se estudiaron. Sin embargo aún cuando se incluyen los aspectos bioamigables en la vivienda la diferencia máxima con respecto a las otras en promedio es de aproximadamente el 14%, lo cual le aporta un valor agregado.

El costo de la vivienda propuesta se encuentra en el rango establecido por el Ministerio del Poder Popular para la Vivienda y Hábitat por lo que cumple con la premisa de ser de bajo costo.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

La vivienda propuesta cumple con lo establecido bajo el criterio de vivienda bioamigable, también se considera vivienda de bajo costo ya que el precio total es menor a lo indicado por el Ministerio del Poder Popular para la Vivienda y Hábitat, además cumple con la normativa para la Zona sísmica 5.

La vivienda bioamigable de acuerdo a lo planteado en el presente trabajo, es una alternativa factible para ser elaborada en el contexto geográfico de Venezuela específicamente para la Zona sísmica 5, siempre y cuando se realicen los estudios de macroclima y microclima para cada localidad o región; es decir, no es conveniente adoptar un modelo típico para todas las regiones del país ya que los conceptos de habitabilidad y confort térmico no serían utilizados en su totalidad.

Los materiales utilizados en la vivienda propuesta permiten mantener una temperatura estable dentro del recinto. Al utilizar un techo con poliestireno expandido y paredes con bloques huecos de concreto se define una envolvente que involucra aspectos bioclimáticos. Además al ser de producción nacional permiten disminuir costos, lo cual también es un aspecto relevante en términos bioamigables.

Las características de arquitectura cumplen con las dimensiones mínimas, esto pensando principalmente en evitar el hacinamiento y propiciar el buen desenvolvimiento de las actividades de las personas que conviven dentro del hogar.

La vivienda diseñada tiene una estructura aporricada de perfiles de acero nacionales (PROPERCA), con columnas y vigas de transferencia de dimensiones aptas para planes masivos, CP140 y VP140 respectivamente, y VP250 para las vigas de la cumbrera. Los pórticos de la vivienda cumplen con todas las

normativas vigentes estudiadas en el presente trabajo especial de grado. Se utilizó una losa de fundación superficial como cimiento de la estructura, que igualmente cumple con todas las normas establecidas para su tópico.

La vivienda propuesta contempla todos los cálculos de instalaciones sanitarias y eléctricas con el fin de realizar un compendio completo de los materiales utilizados, bajo el aspecto bioamigable.

En términos de vivienda Bioamigable según el instrumento evaluativo en la Tabla N°31 la vivienda propuesta cumple con todos los términos, en comparación a los planes habitacionales estudiados que al menos no satisfacen una de las características.

La vivienda propuesta tiene un mayor costo por área de construcción, esto puede deberse a la inclusión de los aspectos bioamigables, el espesor de la losa de fundación u otros. No se puede precisar con exactitud cuáles son las actividades más destacadas de los planes habitacionales estudiados ya que no se contó con la información en detalle del presupuesto.

El costo unitario (Bs/m²); de la vivienda propuesta sólo excede aproximadamente en un 14 % a las otras soluciones habitacionales estudiadas, lo cual implica que involucrar aspectos bioamigables a viviendas de bajo costo es factible.

RECOMENDACIONES

Se recomienda desarrollar en el área de la vivienda bioclimática futuras investigaciones, a fin de que se generen nuevos diseños para ampliar la oferta desde el punto de vista arquitectónico, costos y calidad.

Se propone incluir el estudio de la recolección de aguas de lluvia para el autoabastecimiento de los inodoros (W.C) para que la vivienda sea sustentable.

Se debe profundizar el estudio en cuanto a las conexiones de viviendas aporticadas con perfiles de acero, de una planta y techo liviano, para conocer la opción más beneficiosa tanto económicamente como estructuralmente, ya que en la actualidad según diversas referencias se utilizan vigas apoyadas sobre las columnas, soldadura o conexiones simples, las cuales no cumplen con la normativa vigente.

Debido a que los sistemas de fundaciones dependen del material del suelo, se recomienda evaluar los demás tipos para conocer la mejor opción económicamente.

Es importante la inclusión de aspectos bioamigables dentro de los planes habitacionales de bajo costo, ya que aunque la inversión inicial es mayor durante la vida útil se reduce el consumo de las variables energéticas.

Se sugiere evaluar el costo total de la vivienda utilizando otro tipo de estructura, como mampostería confinada, técnica de gran auge en la actualidad para este tipo de viviendas, con la finalidad de reducir costos y estudiar el comportamiento de la estructura.

REFERENCIAS

Abadí I, Martín F y otros (2006). *Instrumento de Evaluación de Viviendas de Interés Social*. Centro de Estudio de Espacios Arquitectónicos. FAU-UCV, Caracas.

Armas, M. (2011). *Déficit Habitacional*. Recuperado en Febrero 2, 2012 de <http://www.eluniversal.com/2011/07/22/deficit-habitacional-en-el-pais-es-el-mas-elevado-de-la-region.shtml>

Arnal, E; Gutiérrez, A; Montemayor, F y Achabal, F. (2007) *Proyecto y Construcción de Galpones Modulares*. Venezuela: Fondo Editorial Sidetur.

Arocha, S. (1983). *Cloacas y Drenaje Teoría y Diseño*. Venezuela. Fondo: Ediciones Vega.

Baqueiro, F (2009). *Determinación de la resistencia a compresión diagonal y el módulo de cortante de la mampostería de bloques huecos de concreto*. Recuperado en octubre 1, 2012, de http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen13/determinacion_resistencia_compresion.pdf

Calavera, J. *Cálculo de Estructuras de Cimentación*. Recuperado en Septiembre 14, 2012, de <http://civilunheval.wordpress.com/2010/11/18/calculo-de-estructuras-de-cimentaciones-jose-calavera-ruiz-4ta-edicion/>

De Sousa, C y Denis, R. (2011) *Factibilidad Económica de la Construcción de Viviendas Ecológicas en el Estado Anzoátegui*. Trabajo Especial de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero mención Civil. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Fratelli, M. (1999). *Proyectos Estructurales de Acero*. Recuperado en Julio 23, 2012, de <http://civil-libros.blogspot.com/2011/10/descargar-libros-de-ingenieria-civil.html>.

Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela (1988) 4044. Recuperado en febrero 7, de <http://es.scribd.com/doc/35926651/Normas-Sanitarias-Gaceta-Oficial-N%C2%BA-4044>

Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela (2007) 38750. Recuperado en febrero 7, de <http://es.scribd.com/doc/69592862/GACETA-OFICIAL-38750-condiciones-MINIMAS-DE-VIVIENDAS->

García, C. (2012) *Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción; Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones*. Venezuela: Autor.

Grupo Isotex (2012). *TERMOPANEL- Paneles para techos*. Recuperado en Julio 23, 2012, de <http://www.grupoisotex.com/Productos/Sistemas%20Constructivos/Termopanel.htm>

Hernández, Eliud (2012). *Tablas en Acero- Perfiles, Pernos, Tipos de Aceros, Soldaduras*. [Diapositiva]. Caracas. Universidad Central de Venezuela. 22 diapositivas. Material de clase Análisis y Diseño Estructural Asistido por Computador inédito.

López, L. (1990) *Agua- Instalaciones Sanitarias en los Edificios*. Venezuela: Autor.

López, L. (1990) *Mi Casa*. Venezuela: Ediciones Betanzos.

López, L. (2006). *Manual del Constructor Popular*. Caracas: Ediciones Betanzos.

Merlo, S (2010). *Guía N°2 Dimensiones mínimas y Características de los Ambientes*. Venezuela. Material de clase Instalaciones para Edificios inédito. UCV.

Merlo, S (2010). *Guía N° 4 Dotaciones, Aducción, Piezas sanitarias, Tanque y Sistema de Abastecimiento de Agua en Edificaciones*. Venezuela. Material de clase Instalaciones para Edificios inédito. UCV

Merlo, S (2010). *Guía N°5 Redes de Aguas Blancas*. Venezuela. Material de clase Instalaciones para Edificios inédito. UCV

Merlo, S (2010). *Guía N°6 Sistemas de Recolección de Aguas Servidas y Drenajes de Aguas de Lluvia*. Venezuela. Material de clase Instalaciones para Edificios inédito. UCV

Merlo, S (2010). *Guía N°8 Instalaciones Eléctricas*. Venezuela. Material de clase Instalaciones para Edificios inédito. UCV.

Misión Vivienda (2011). *Tipos de Vivienda Unifamiliar*. Recuperado en agosto 5, 2012, de <http://www.corpozulia.gob.ve/index.php/mision-vivienda>.

Molina, Carlos (2011). *La Vivienda en Venezuela*: Recuperado en marzo 5, 2012, de http://www.slideshare.net/IESA_school_of_management/la-vivienda-en-venezuela-cifras-carlos-albertomolina

Pequiven (2012). *Resultados 2006 Perspectivas 2007*. Recuperado en agosto 5, 2012, de http://www.pequiven.com/pqv/index.php?option=com_content&view=article&id=411:petrocasa-3&catid=1:latest-news

Rosales, L (2008). *Control Solar*. Recuperado en Junio 20, 2012, de <https://sites.google.com/site/climaydiseno/>

Rosales, L (2008). *Diseño Bioclimático*. Recuperado en Junio 20, 2012, de <https://sites.google.com/site/climaydiseno/>

Rosales, L (2008). *Propiedades de Materiales y Cerramientos*. Recuperado en Junio 20, 2012, de <https://sites.google.com/site/climaydiseno/>

Rosales, L (2008). *Ventilación Natural*. Recuperado en Junio 20, 2012, de <https://sites.google.com/site/climaydiseno/>

Sanoja, M y Trías, A. (2009) *Propuesta de Vivienda Progresiva de Bajo Costo que incorpore aspectos de vivienda sana*. Trabajo Especial de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero mención Civil. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Sosa M, Siem G. y otros (2004). *Manual de Diseño para Edificaciones Energéticamente Eficientes en el Trópico*. Caracas.

____(2011). *Misión Vivienda*. Recuperado en febrero 2, 2012, de http://www.mvh.gob.ve/index.php?option=com_content&view=article&id=464:registro-nacional-de-vivienda-arroja-917-del-deficit-habitacional-estimado&catid=45:mision-vivienda-venezuela&Itemid=81

____Resistencia y Conductancia Térmica. Recuperado en junio 10 , 2012, de http://www.ctherm.com/products/tci_thermal_conductivity/helpful_links_tools/thermal_resistance_thermal_conductance/lang/es/.

____Capítulo IV. Recuperado en agosto 28, 2012, de http://biblioteca.unet.edu.ve/db/alexandr/db/bcunet/edocs/TEUNET/2010/pregrado/Arquitectura/CarrilloS_YoselinK/Capitulo4.pdf.