



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA CIVIL

**“UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN”**

PRESENTA:

PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA

DIRECTOR DE TESIS

ING. HÉCTOR JAVIER GUZMÁN OLGUÍN

SINODALES:

M.I. CARMELINO ZEA CONSTANTINO

M.I. ARTURO NAVA MASTACHE

ING. MARCOS TREJO HERNÁNDEZ

ING. JOSÉ LUIS ESQUIVEL ÁVILA

2007



AGRADECIMIENTOS

Le doy las gracias a quienes siempre estuvieron a mi lado, apoyándome en todo, cuidándome y dándome fuerzas para salir a delante con todos mi problemas, académicos, sociales y por su confianza que han depositado en mi.

A mi Padre: Ing Paulino Segura López.

Gracias por tus enseñanzas, orientación y por siempre tener una respuesta a mis dudas y apoyarme en todo, por tus consejos que me han ayudado mucho tanto mi vida cotidiana como en la estudiantil.

A mi Madre: Leticia Ma. E. Tejeda Espinosa.

Gracias por siempre apoyarme en todo, por preocuparte a todo momento por mí, por tus consejos y cuidados.

Al amor de mi vida: M.I. C. Lizett Rivera Valdovinos.

Gracias amor por el apoyo, por tu confianza y el amor tan grande que me diste en los momentos mas difíciles y por el estar conmigo a todo momento.

A mi abuelita: Rosa Maria Espinosa Rentaría.

Gracias por tus primeras enseñanzas académicas y por todo tu amor espero que te sientas orgulloso de mi te quiero mucho.

A mi abuelita: Hortênsia Lopez Ferreira.

Gracias por todo tu apoyo y espero que te sientas orgulloso de mi te quiero mucho.

A mi hermano: Rodrigo Segura Tejeda.

Gracias por tu apoyo, espero ser un ejemplo a seguir para que siempre luches en la vida, para superarte en cada momento.

A mi hermana Selene Segura Tejeda.

Gracias por tu apoyo, espero que sigas adelante en todos tus sueños, recordando que siempre me tendrás para que te oriente en todo lo posible.

A mi sobrino Rodrigo Segura Juárez.

Gracias por hacerme reír y espero que sigas teniendo esas calificaciones tan magnificas y que algún día, ésto que leas, te de fuerza para seguir adelante.

A mi sobrino Ángelo Segura Juárez.

Gracias por darme felicidad, espero que en algunos años más, cuando puedas leer, ésto sea una motivación enorme para seguir adelante en todo.



A mi buen amigo Ing. Héctor Javier Guzmán Olguín.

Gracias por su enseñanza, apoyo, amistad y por su gran vocación de académico y de ser humano.

A mi buen amigo M.I. Carmelino Zea Constantino.

Gracias por su enseñanza y su amistad y de aquellos momentos tan especiales que vivimos fuera de las aulas donde la pasamos tan bien.

A mi buen amigo M.I. Arturo Nava Mastache.

Gracias por su enseñanza y su amistad y de la convivencia que tuvimos fuera del ámbito académico donde la pasamos de maravilla.

A mi buen amigo Ing. Marcos Trejo Hernández.

Gracias por su enseñanza y su amistad y el apoyo tan grande que a todo momento me ha brindado incondicional mente.

A mi buen amigo Ing. José Luis Esquivel.

Gracias por su enseñanza y su amistad y el apoyo tan grande que me ofreció cuando mas lo necesitaba.

A todas aquellas gentes, maestros, laboratorista, compañeros, etc.

Que por ser bastantes personas no los puedo nombrar a cada uno pero gracias por todo su apoyo, enseñanza y amistad.

A Dios.

Gracias por darme la fortaleza, salud, entereza y calma en toda mi vida, gracias por darme sabiduría para realizar todas mis metas, por escucharme en nuestras pláticas y brindarme felicidad. Bendice y protege a toda la gente antes mencionada gracias por darme salud para poder lograr mis metas y consérvame por mucho tiempo a las personas antes mencionadas.



“ UNIVERCIDAD “

**ORO Y AZUL
COLORES QUE CORREN
POR MI SANGRE
ORGULLOSO DE UN ANTIGUO LINAJE
QUE FORMÓ MI VOCACIÓN.**

**QUE ME HA DADO
EL CORAZÓN DE UN PUMA
PARA ENFRENTAR LAS ADVERSIDADES
Y UN ESCUDO QUE LLEVO
PRENDIDO EN MI CORAZÓN.**

**VIVIENDO LOS AMANECERES Y OCASOS
EN UNA CASADE SABIDURÍA
Y ESCUELA DE LA VIDA
ENTRE MONTAÑAS DE LIBROS
Y RÍOS CALCULADORES
ESTABA EMERGIDO
EN UN SUEÑO FANTÁSTICO.**

**MAS NO OLVIDO TUS CAMPOS Y FLORES
DONDE MUCHOS DÍAS ME RECOSTÉ
A LAS SOMBRAS DE TUS ÁRBOLES
DONDE MUCHAS VECES SOÑÉ.**

**UN RECUERDO MUY PROFUNDO,
DE TI TENDRÉ POR LO QUE
ME DISTE E HICISTE DE MÍ
TODO HA TERMINADO
NUCA MAS VOLVERÉ
PERO ME LLEVO
MOMENTOS INOLVIDABLES
DE TODO TU SER.**

PAULNO P. SEGURA TEJEDA.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
I PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO	
1.1 ANTECEDENTES	11
1.2 USOS EN LA ACTUALIDAD	29
II. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS	
2.1 PROPIEDADES FÍSICAS	47
2.2 PROPIEDADES MECÁNICAS	58
III. USO ESTRUCTURAL DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO	
3.1 ESTRUCTURA TIPO PARA CASA HABITACIÓN	65
3.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE DESPLANTE	79
3.3 PROPIEDADES ÍNDICE DEL PANEL COMO MURO	82
3.4 PROPIEDADES ÍNDICE DEL PANEL COMO CUBIERTA	85
IV. CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DE CASA HABITACIÓN CON BASE EN PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO Y EJEMPLO DE APLICACIÓN	
4.1 MEMORIA DE CÁLCULO	92
4.2 DISEÑO	96
4.3 ELABORACIÓN DE PLANOS ARQUITECTÓNICOS Y ESTRUCTURALES	179
V. CONCLUSIONES	194
ANEXOS	000
BIBLIOGRAFÍA	198



INDICE DE TABLAS

I PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO

1.1 ANTECEDENTES

Tabla 1.1.1 Densidad y conductividad térmica a 20 - 25 °C de aislantes de Poliuretano	19
Tabla 1.1.2 Densidad y conductividad térmica a 0 °C de aislantes de Poliuretano	23
Tabla 1.1.3 Densidad y conductividad térmica a 0 °C del aislante de fibra de vidrio	25
Tabla 1.1.4 Densidad y conductividad térmica a 20 - 25 ^o C con aislante de Corcho	26

1.2 USOS EN LA ACTUALIDAD

Tabla 1.2.1 Resistencia a la intemperie de los paneles	39
Tabla 1.2.2 Transmitancia térmica	40

II. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

2.1 PROPIEDADES FÍSICAS

Tabla 2.1.1 Recubierto de zinc aplicado por el proceso de inmersión en caliente para obtener una capa tipo G-9	47
Tabla 2.1.2 Propiedades físicas de algunas calidades de espumas de poliuretano	52
Tabla 2.1.3 Resistencia de los paneles al fuego y al agua	54
Tabla 2.1.4 Propiedades físicas de la resistencias a la compresión del poliuretano	54
Tabla 2.1.5 Comparación de algunos elementos aislantes en la construcción	56



2.2 PROPIEDADES MECÁNICAS

Tabla 2.2.1 Capacidad de carga uniforme entre apoyos	58
Tabla 2.2.2 Capacidad de carga uniforme para apoyo simple, doble y triple	59
Tabla 2.2.3 Módulos de torsión	61
Tabla 2.2.4 Deformación lineal	61
Tabla 2.2.5 Distribución del coeficiente de empuje	62
Tabla 2.2.6. Velocidad Regional	63

III. CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DE CASA HABITACIÓN CON BASE EN PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO Y EJEMPLO DE APLICACIÓN

3.1 MEMORIA DE CÁLCULO

Tabla 4.1.1 Acciones verticales y horizontales (cargas muertas)	93
Tabla 4.1.2 Acciones verticales y horizontales (azotea)	94

3.2 DISEÑO

Tabla 4.2.1. Capacidad de carga uniforme para el panel	96
Tabla 4.2.2. Cálculos del equivalente para 1mm	98
Tabla 4.2.3. Cálculos del equivalente para 2mm	100

ANEXO

Tabla 1.C. Pruebas Estructurales de Panel basadas en las normas ASTM	00
Tabla 2.C. Prueba del núcleo de poliuretano basadas en las normas ASTM	00
Tabla 3.C. Pruebas de la resistencia al fuego basadas en las normas ASTM	00
Tabla 4.C. Pruebas de la resistencia al fuego de materiales de la construcción basadas en las normas ASTM	00



INDICE DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN

Figura. 1. Junta estructural en muros	09
Figura. 2. Junta constructiva moderna	10

I PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO

1.1 ANTECEDENTES

Figura 1.1.1 Comportamiento dinámico-mecánico del poliuretano en diferentes etapas de su comportamiento con base en los estudios realizados con emisiones de onda	14
Figura 1.1.2 Gráfica del comportamiento dinámico-mecánico del poliuretano en relación de la temperatura con la $\tan \delta$ en diferentes etapas de su comportamiento con base en los estudios realizados con emisiones de onda	15
Figura 1.1.3 Gráfica del comportamiento dinámico-mecánico del poliuretano en relación de E (MPa) con T ($^{\circ}$ C) en diferentes etapas de su comportamiento con base en los estudios realizados con emisiones de onda	15
Figura 1.1.4 Comparación de la conductividad térmica, el aire seco, el vapor de agua, el agua y el hielo en el interior de un material aislante como el panel	18
Figura 1.1.5 Relación entre la resistencia térmica (R) y el espesor del revestimiento de espuma de poliuretano comercial	21
Figura 1.1.6 Comparación de la permeabilidad al agua y al vapor de agua de diferentes materiales aislantes a 20 $^{\circ}$ C y con una humedad relativa del 65 %	22
Figura 1.1.7 Características físicas y mecánicas del corcho	26
Figura 1.1.8 Comparación de espesores típicos de aislamiento para casas habitación con temperaturas ambientes medias de 20, 30 y 40 $^{\circ}$ C (espesores redondeados al múltiplo de 5 mm más cercano)	28



1.2 USOS EN LA ACTUALIDAD

Figura 1.2.1 Foto de una casa habitacional en la Ciudad de México	29
Figura 1.2.2 Esquema tridimensional del panel	30
Figura 1.2.3 Equipo de tecnología de punta para la fabricación del sistema de paneles	32
Figura 1.2.4 Conexión universal lineal	33
Figura 1.2.5 Acoplamientos universales para todas las marcas	34
Figura 1.2.6 Instalación eléctrica y sanitaria	36
Figura 1.2.7 Unión de los paneles con flejes y Tapajuntas	37
Figura 1.2.8 Detalle de tapajuntas	37
Figura 1.2.9 Transferencia de carga en el núcleo aislante del 50 mm	38
Figura 1.2.10 Transferencia de carga en el núcleo aislante del 100 mm	38
Figura 1.2.11 Transferencia de carga en el núcleo aislante del 200 mm	39
Figura 1.2.12 Referencia física de los paneles para uso en techos y cubiertas	40
Figura 1.2.13 Referencia de dimensionamiento de paneles muro	41
Figura 1.2.14 Estación de autobuses en Iguala Barcelona	42
Figura 1.2.15 Elementos portantes de fachadas en el Hotel Acosta Centro, 4 Estrellas en Almendralejo, España	43



II. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

2.1 PROPIEDADES FÍSICAS

Figura 2.1.1 Conductividad térmica de un material	48
Figura 2.1.2 Condiciones térmicas mínimas que deben cumplir los edificios	50
Figura 2.1.3 Polimerización de poliuretano	54
Figura 2.1.4 Gráfica de entalpía específica en función de la condensación, vaporización y expansión del panel	57
Figuras 2.1.5 Graficas de entalpía del panel de lámina con alma de poliuretano	57

2.2 PROPIEDADES MECÁNICAS

Figura 2.2.1 Esquema de esfuerzos a la compresión	58
Figura 2.2.2 Esquemas de apoyos	60
Figura 2.2.3 Representación de torsión en el panel	60
Figura 2.2.4. Distribución de coeficiente de empuje	52
Figura 2.2.5. Regionalización eólica de la República Mexicana	53
Figura 2.2.6 Estabilidad dimensional del panel conforme a la Norma ASTM D-2126	64



III. USO ESTRUCTURAL DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO

3.1 ESTRUCTURA TIPO PARA CASA HABITACIÓN

Figura 3.1.1 Estructuración tipo	65
Figura 3.1.2 Esquema de los componentes de una casa tipo	67
Figura 3.1.3 Componentes de perfilaría tipo	68
Figura 3.1.4 Corte de muro	69
Figura 3.1.5 Esquema tipo cubierta a dos aguas	69
Figura 3.1.6 Perfilaría tipo para ventana	70
Figura 3.1.7 Estructura tipo para unión oculta	70
Figura 3.1.8 Esquemización de un cuarto construido con panel	71
Figura 3.1.9 Modelo de cálculo en suelo	73
Figura 3.1.10 Esfuerzo en el modelo de calculo del suelo	74
Figura 3.1.11 Desplazamiento en el modelo del suelo	74
Figura 3.1.12 Desplazamiento en la sección de suelo	75
Figura 3.1.13 Tensión en el modelo de cálculo de la rampa	75
Figura 3.1.14 Deformaciones en el modelo como placa de cubierta	76
Figura 3.1.15 Desplazamientos en los modelos de cálculo en muro	76
Figura 3.1.16 Cambio de espesor en muro	79



3.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE DESPLANTE

Figura 3.2.1 Deshierbe del terreno	79
Figura 3.2.2. Compactación del terreno	80
Figura 3.2.3 Colado de plantilla de concreto pobre	80
Figura 3.2.4 Detalle de la tapa poro y fijación del panel en el firme de compresión	81
Figura 3.2.5 Tablero ahogados en el firme para mayor aislamiento	81

3.3 PROPIEDADES ÍNDICE DEL PANEL COMO MURO

Figura 3.3.1 Plomeo en muros	82
Figura 3.3.2 Perfil esquinero para el arranque de colocación de los paneles	83
Figura 3.3.3 Corte del muro y de machihembra	84
Figura 3.3.4 Detalle de unión en muros	84
Figura 3.3.5 Instalación en muro con refuerzo y firme	85

3.4 PROPIEDADES ÍNDICE DEL PANEL COMO CUBIERTA

Figura 3.4.1 Fijación de la cubierta y preparación	86
Figura 3.4.2 Sellado y fijación de la cubierta	87
Figura 3.4.3 Esquema de fijación y tapajuntas	88
Figura 3.4.4 Esquema de fijación en cubiertas	88



Figura 3.4.5 Detalle de fijación con pijas en cubierta	89
Figura 3.4.6 Esquema de perfil tapajuntas	89
Figura 3.4.7 Esquema de perfil tapagotero	90
Figura 3.4.8 Esquema del perfil esquinero exterior	90
Figura 3.4.9 Esquema del perfil esquinero interior	91

IV. CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DE CASA HABITACIÓN CON BASE EN PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO Y EJEMPLO DE APLICACIÓN

4.2 DISEÑO

Figura 4.2.1. Sección equivalente de panel a una sección rectangular PTR	97
Figura 4.2.2. Modulación equivalente para 1mm	97
Figura 4.2.3. Falla de la sección equivalente	98
Figura 4.2.4. Representación de la Ventana del Programa STAAD (primer cálculo)	99
Figura 4.2.5. Modulación equivalente para 2mm	99
Figura 4.2.6. Falla de la sección equivalente	100
Figura 4.2.7. Representación de la Ventana del Programa STAAD (segundo cálculo)	101
Figura 4.2.8. Datos para el equivalente PTR de 1 m de ancho por 0.0381 mm de altura y 0.002 mm de espesor	101



4.3 ELABORACIÓN DE PLANOS ARQUITECTÓNICOS Y ESTRUCTURALES

Comportamientos mecánicos	103 a 179
Planta arquitectónica	179
Proyección en isométrico	180
Fachada principal	181
Fachada principal corte A-A	182
Instalación eléctrica	183
Simbología de instalación eléctrica	184
Instalación hidráulica	185
Simbología de instalación hidráulica	186
Instalación sanitaria	187
Simbología de instalación sanitaria	188
Detalle de instalación sanitaria	189
Planta estructural	190
Plano estructural isométrico	191
Plano estructural frontal	192
Plano estructural lateral	193
Plano estructural en planta	194

ANEXOS

Figura 1.C Montaje empleado para la prueba de carga lateral	00
Figura 2.C. Montaje y ejecución de la prueba de impacto vertical	00



INTRODUCCIÓN

Con la urgencia de construir un alto número de viviendas, se obliga a los promotores sociales a buscar soluciones constructivas que garanticen los plazos de ejecución, y que en la actualidad consideren otros factores que anteriormente no se consideraban tan importantes, como puede ser la calidad de los materiales o los problemas de aislamiento acústico y térmico.

Nuestro país, con un bajo nivel de industrialización, pone su mirada en los logros de algunos países europeos, que tuvieron que desarrollar grandes planes de vivienda de urgencia como consecuencia de la segunda guerra mundial. En este sentido, cabe destacar a Francia, que había desarrollado unos cuantos sistemas de industrialización cerrada (construcción común), muchas de cuyas patentes se aprovecharon en nuestro país. Precisamente, la presencia masiva de patentes extranjeras en los inicios de la industrialización, supuso un freno para la investigación en ese campo. Otra de las consecuencias más negativas de ese período es que se relaciona muy a menudo la industrialización con la vivienda de emergencia y a su vez con construcciones masivas y de mala calidad. A lo largo de esta tesis, veremos que prefabricación e industrialización no tienen por qué ser sinónimos de mala calidad ni de falta de estética.

Los sistemas de construcción cerrados, que cumplieron un papel importante en la Europa de la posguerra, cayeron en decadencia al inicio de la crisis energética, siendo sustituidos por tecnologías y procedimientos menos rígidos y mas universales como los sistemas abiertos (construcción prefabricada) o la política de componentes que ha dado lugar a la conocida como segunda generación tecnológica en el campo de la industrialización de la construcción.

Así pues, en el mundo se pueden reconocer tres etapas en la industrialización de la vivienda:

- 1960-1970. La urgencia de la vivienda y la búsqueda de soluciones rápidas y baratas.
- 1970-1975. Apogeo de la industrialización.
- 1975-1985. La Crisis del sector.

Período 1960-1970

A principios de los años sesenta la construcción de viviendas se caracterizó por una necesidad alarmante de éstas y por métodos constructivos casi tercermundistas, con una producción de viviendas del orden de ciento cincuenta mil anuales.



La vivienda de los más necesitados fue llevada a cabo por la Obra Sindical del Hogar, perteneciente a Estados Unidos, y fue entonces donde se pusieron en marcha los primeros intentos de industrialización con resultados aceptables, en cuanto a producción para la época. Así se hicieron aproximadamente 6000 mil viviendas provisionales en las más importantes ciudades del mundo y cantidades inferiores en otras ciudades menos importantes. Estas viviendas, realizadas en plazos muy cortos de tiempo, mediante la utilización de procedimientos semi-industrializados, adolecieron de una gran falta de calidad, y por supuesto de estética.

El daño que se hizo a la industrialización o prefabricación, fue considerable, pues desde entonces, en el mundo, popularmente, se ha asociado vivienda de escasa calidad y estética con vivienda prefabricada.

A partir de 1965 empieza a iniciarse tímidamente una actividad realmente industrializadora, que tiene sus bases en Europa, específicamente en Francia. Así se introducen en el mundo, sistemas y patentes.

Contrasta sin embargo la escasa aplicación de estos sistemas durante este período, por parte de La Obra Sindical de Hogar de EU, lo que es un reflejo del escaso interés de los gobiernos mundiales por la investigación en este sector.

Período 1970-1975

La construcción de viviendas continua incrementándose en el mundo, pasando de cerca de doscientas cincuenta mil en 1969 a las cerca de cuatrocientas mil anuales en 1975, dándose un salto cuantitativo en la industrialización de viviendas bastante importante aunque, en comparación con otros países europeos sigue siendo muy bajo. En esta época alrededor del mundo es en donde se lleva a cabo la construcción con grandes paneles aprovechando patentes extranjeras (básicamente francesas) que habían quedado ya desfasadas en sus países de origen, sobre todo por las nuevas normativas de vivienda, mucho más exigentes que las de la posguerra.

Influye en este aumento de la prefabricación en España, el creciente interés de la administración gubernamental, que incluso llega a reservar un cupo de diez mil viviendas para realizar concursos para promover más procedimientos industrializados.

Todos estos factores, hacen que se realicen en el mundo, promociones de una cierta calidad. Resulta difícil calcular el número total de viviendas con sistemas de prefabricación que se hicieron en este período, pero según un aproximado, puede cifrarse en unas sesenta mil, con una producción de diez mil a quince mil anuales.



Período 1975-1985

La crisis energética y como consecuencia la económica, golpea al sector de la construcción duramente este período, produciéndose una contracción de la promoción de viviendas muy importante, de tal forma que de las cerca diez o quince mil viviendas de 1975 se pasa en tan sólo en cinco años a menos de doscientas cincuenta mil, reduciéndose la promoción de viviendas.

La incipiente industria de prefabricación se ve seriamente afectada debido a los gastos de plantilla, amortizaciones de maquinaria etc; de tal manera, que de unas 20 a 25 industrias de producción, apenas sobrevivieron un veinte por ciento.

Las empresas de prefabricación soportaron apenas la crisis, debido a que los sistemas cerrados que se utilizaban necesitaban de grandes promociones, para poder ser económicamente rentables, además de ser enormemente restrictivos en cuanto a diseño, es decir, requiere tipologías de bloques muy concretas, escasas luces y poca libertad en la distribución interior. Estando así las cosas, la década de los ochenta termina definitivamente con los intentos de industrialización para el sistema cerrado para la construcción de viviendas.

Sin embargo, a finales de los setenta y principios de los ochenta, comenzó a desarrollarse con fuerza, un nuevo concepto en Europa, oponiéndose a las restricciones tanto arquitectónicas como físicas y estéticas de los sistemas cerrados, y empieza a hablarse con más insistencia de los sistemas de componentes, de catálogos y de compatibilidad de sistemas. En definitiva, se antepone el llamado concepto de industrialización abierta, frente al de industrialización cerrada.

Período actual:

Así nos encontramos en la situación actual, donde las necesidades de vivienda social son distintas, en donde las promociones no adquieren las proporciones gigantescas de los años del desarrollo, y las exigencias de calidad han aumentado significativamente. Esta situación tiene condicionantes muy distintas a las anteriores, pero ello no significa que hayamos llegado a una situación incompatible con el proceso industrializado de la construcción de viviendas, significa que hay que hacer en este sentido un cambio cualitativo y cuantitativo.

Clasificación de los Sistemas:

De acuerdo con la definición de sistema constructivo, podemos clasificarlos, por su interacción y compatibilidad con el resto de las edificaciones, de la siguiente manera:



- **Sistemas cerrados.**

Decimos que un sistema constructivo es cerrado cuando se emplean elementos no introducidos en el mercado pero que siguen un conjunto de características especiales para el sistema. En este tipo de sistemas el producto no son los componentes sino el edificio completo terminado.

En los sistemas constructivos cerrados, la prefabricación de piezas es elemento clave. Estas piezas se consideran ligeras si su peso es inferior a los 30 kg; medianas si no sobrepasan los 500 kg. y pesadas si su peso es superior.

Los elementos a prefabricar, pueden clasificarse en:

- a) Bidimensionales: Son piezas en donde dos de sus medidas espaciales son exageradamente grandes respecto a una tercera. Según sus dimensiones se clasifican en bloques, paneles, elementos esbeltos y paneles de grandes dimensiones.
- b) Tridimensionales: Son siempre de grandes dimensiones y suelen comprender una o varias piezas habitables.

La construcción a base de grandes elementos espaciales permite aumentar considerablemente el nivel de industrialización, limitando el trabajo en obra al montaje de las células (habitaciones) y al acoplamiento de las distintas instalaciones.

La construcción cerrada con grandes elementos

Dada la importancia que tiene en el sector de la vivienda social la construcción mediante elementos de grandes dimensiones, se describirá brevemente los diferentes sistemas constructivos:

- Construcciones con muros portantes:

El uso de este tipo de muros, fue el primer tipo y el más abundante, en los inicios de la prefabricación, consiste en descansar los forjados sobre paneles resistentes que hacen el papel de muros portantes.

Según el esquema de distribución de cargas se clasifican en :

- Sistema Longitudinal
- Sistema Cruzado
- Sistema Transversal

- Construcciones con estructura resistente.

En estos sistemas, se prefabrica la estructura portante a base de pilares y jácenas (vigas madre), disponiéndose sobre ellos las placas de forjado y los grandes paneles de cerramiento.



Según el esquema resistente se clasifican en:

- Sistema de soportes y vigas
- Sistema de soportes sin vigas
- Sistema de pórticos prefabricados.

- Construcción con elementos prefabricados espaciales o tridimensionales.

Estos sistemas son extremadamente rígidos, y aunque supone, al menos en teoría, el máximo nivel de industrialización, no se puede hablar de una verdadera implantación en el mundo, ya que, como se ha comentado, los escasos ejemplos que se han realizado no se han visto acompañados de resultados brillantes. Otra cosa distinta es la prefabricación de módulos tales como baños, cocinas, cierto tipo de instalaciones etc., tienen una buena implantación en Europa y ahora parece que se están abriendo camino en nuestro país.

Los sistemas cerrados con componentes: los Mecanos

Aparte de la industrialización pesada existen lo que se ha acordado en llamar MECANOS, que se definen como aquellos sistemas cerrados donde se emplean componentes definidos que figuran en un catálogo, generalmente presentado por un solo fabricante o algún grupo asociado de fabricantes.

Los mecanos tienen la ventaja de que una construcción se puede realizar íntegramente con los componentes, sin necesidad de comprometerse, puesto que al fabricarse una familia de componentes, éstos únicamente pueden ensamblarse entre sí. En definitiva, el fabricante crea sus propias reglas del juego, y elude el cumplimiento de una serie de normas comunes, como sería el caso en un sistema abierto.

Los componentes cuando son en pequeño número están bien estudiados, al igual que su producción, pudiendo ser fabricados de forma muy mecanizada. Al ser fácil su almacenaje y tener una fabricación bien planificada, permite plazos de entrega rápidos.

En la actualidad hay mecanos ligeros para construcciones escolares y oficinas y otros menos ligeros, a base de concreto armado para viviendas unifamiliares.

Hoy en día la fusión de los mecanos, no parece muy viable, pues existen numerosas patentes que muchas veces impiden su universalización.

- **Sistemas abiertos**

La construcción por componentes compatibles: El Sistema Abierto

Como ya se ha comentado cuando un sistema es cerrado, los elementos se fabrican a medida para una obra concreta, no cumpliendo otros requisitos que la especificación del proyecto, para el que se solicitan, y que, normalmente no vuelven a usarse en otra construcción, a no ser que sea un sistema Mecano.



Por el contrario, si el sistema constructivo se presenta como un mercado abierto, comprendiendo un cierto número de componentes compatibles entre ellos, que posean reglas que aseguren dicha compatibilidad interna, entonces se hablará de un sistema abierto.

Es preciso que un sistema constructivo pertenezca al mercado del conjunto de la industrialización abierta, que su logística se sitúe dentro de las condiciones generales de compatibilidad. Sin embargo, esta facilidad actual constituye un peligro para el futuro, puesto que se corre el riesgo de aceptar sistemas constructivos que no serán compatibles con otros.

El problema raíz del sistema abierto está en la fabricación de componentes, y esto es una tarea difícil y complicada que debe ser dirigida por la administración gubernamental, asegurando a través de normativa los factores de normalización y de calidad; y además permite una evolución natural del mercado, con lo que gradualmente los técnicos van familiarizándose con productos nuevos, que se introducen en el mercado a medida que lo requieran las necesidades del sector.

Los componentes de un sistema abierto

En la construcción nos encontramos con una serie de materiales y productos con los que se realizan las distintas unidades de obra y que tienen características diferentes.

Así nos encontramos con, los materiales primarios, los elaborados y los semiproductos, pero nos centraremos en los elementos prefabricados que son productos mucho mas elaborados y completos, pues normalmente cumplen el 90% o más de las exigencias funcionales a satisfacer por el elemento correspondiente y, además, su colocación en la obra se ha simplificado notablemente, llegando a un montaje simple, con tendencia a hacerlo por procedimientos sencillos (atornillado, soldadura, etc).

En esta línea se va haciendo usual el empleo de paneles de fachada, tabiques prefabricados de escayola (yeso calcinado), de cartón etc.

Los componentes o elementos industrializados compatibles

Son productos que perfeccionan el elemento prefabricado al reunir las siguientes características:

- a) Se realizan en fábrica, independientemente de un proyecto concreto y por tanto, existe una total independencia entre producción y su empleo o utilización.
- b) Respetan los acuerdos o normas dimensionales
- c) Están disponibles en un catálogo que reúne a los elementos de su familia, a diferencia de los catálogos de los mecanos que solo valen para los elementos del mismo fabricante.



d) Además esa disponibilidad debe ser rápida, ya sea porque hay existencia en almacenes, o ya sea por que hay una organización industrial tal que permita una respuesta suficientemente rápida.

e) Que su fabricación sea en serie analógica (detallada elemento por elemento, pero producción en serie), en lugar de en serie icástica (simple producción masiva en serie) para conseguir la mayor variedad posible de elementos con la mínima mano de obra, recurriendo a:

1.- Empleo de maquinaria que posibilite una gran variedad de los productos gracias a la intervención de medios informáticos que se interrelacionen con el proceso productivo.

2.- Utilización de tecnologías basadas en maquinarias de productividad elevada, pero en las que se pueda modificar su fabricación fácilmente sin que esto suponga gastos de importancia.

Con ambos se consigue las ventajas de la producción en serie, pero manteniendo una variedad, que satisfaga a la demanda cada vez en mayor grado según se vaya extendiendo el uso de estos elementos.

f) La puesta en obra debe ser muy simple, con sistemas de unión sencillos, y con una predeterminación de los tiempos de montaje, que ya estarán predefinidos en las especificaciones.

g) Tendencia a que los componentes tengan dimensiones y pesos que permitan la utilización de los medios de transporte y manipulación usuales en construcción, y por tanto acercando este producto a todo tipo de obras, (grandes conjuntos, edificios singulares, viviendas unifamiliares, rurales, etc.) y a todo tipo de constructor.

h) Que estén compuestos con materiales usuales en el campo de la construcción tradicional e industrializada recomendándose que la entrada de materiales nuevos se haga muy lentamente.

En su producción pueden entrar, no tan sólo tecnologías como la del concreto, sino otras más generalizadas en la industria tales como la conformación al vacío, la extrusión, el plegado, el moldeo, la inyección, etc.

En resumen, a la vista de los materiales y elementos utilizados en la construcción, nos encontramos con los componentes compatibles, que son los más perfeccionados de la gama, gracias a sus especiales características entre las que destacan su ínter cambiabilidad y su capacidad para múltiples aplicaciones.

Los Subsistemas Constructivos como componentes en la industrialización abierta

Junto a los componentes aparecen en el mercado mundial los llamados subsistemas constructivos que comprenden estructuras, cerramientos, divisiones e incluso, equipos sanitarios, pero que tienen que cumplir una característica esencial, y es que cualquiera de sus elementos puede ser sustituido por componentes de cualquier procedencia.



La aparición de los sistemas constructivos está íntimamente ligada al aprovechamiento de altas tecnologías y de la capacidad de producción de los métodos de los grandes paneles prefabricados de concreto principalmente, que se adaptan a los condicionantes de la industrialización abierta, y se modernizan sobre todo en el sistema de uniones y de reducciones de peso.

Estos Subsistemas Constructivos deberán cumplir las siguientes condiciones:

- a) Disponibilidad.
- b) Estarán concebidos independientemente de un proyecto concreto.
- c) Tendrán uniones rápidas y simples eliminando paulatinamente los métodos húmedos (morteros y cementos) en favor de los secos (soldaduras, remaches, etc.)
- d) Tendrán la posibilidad de ser usados en viviendas unifamiliares por pequeñas que sean y por pequeñas y medianas empresas.

Las juntas

Ya se ha mencionado la compatibilidad dimensional entre componentes, que es indispensable en un sistema abierto, otro aspecto a compatibilizar, es la junta de unión de los elementos.

El problema de los prefabricados son las juntas de unión o ensamblaje de los distintos componentes, ya que para que éste pueda cumplir su función adecuadamente es imprescindible una junta apropiada y bien ejecutada.

En edificación abierta mediante componentes ligeros, el número de juntas está en relación inversa, y de forma directa con el tamaño y peso de los componentes, de tal manera que si bien es cierto que a componentes más ligeros la maniobrabilidad es mayor, no es menos cierto que el problema de la ejecución de juntas, y por consiguiente el costo de la mano de obra se multiplica.

Imaginemos una fachada construida mediante industrialización abierta, con lo que tendremos sus correspondientes paneles de ciegos de fachada y sus respectivos componentes de ventana. Para poder satisfacer todos los requisitos de la normativa vigente en materia de vivienda, es preciso que tenga un cierto aislamiento acústico, un coeficiente de transmisión y dilatación térmica, ciertas capacidades mecánicas, etc.

La violación de alguno de estos requisitos se producirá probablemente por un problema de juntas antes que por cualquier fallo en los componentes.

En la construcción tradicional, se utilizan elementos de pequeño tamaño, tales como ladrillos, tejas, etc; en donde las juntas representan también el máximo riesgo de deterioro del fin propio del elemento construido.



En la década de los sesenta, con la aparición de la maquinaria en la construcción, se pensó en reducir al máximo las juntas entre elementos prefabricados, en consecuencia el peso y el volumen de dichos elementos aumentó considerablemente, hasta tal punto que se consiguió el manejo de paneles enteros con la altura de una planta, eliminándose las juntas horizontales, el paso siguiente fue la elaboración de las células tridimensionales con materiales homogéneos, que representan el máximo ahorro en juntas.

La gran complejidad funcional de un edificio, y la gran diversidad de materiales y tecnologías que intervienen en él mismo, trae consigo la necesidad de ejecutar un buen número de juntas y ensamblajes.

A la junta que es imprescindible hay que darle su importancia, reconociéndola como protagonista esencial con la que no hay más remedio que contar, ya que aparte de sus características físicas según su función, nos facilita, el medio para construir mejor con sistemas y productos que nos proporcionan la nueva tecnología.

Esta tendencia a valorar las juntas y ensamblajes, está muy marcada en la edificación mediante componentes, ya que ésta, por definición, necesita de un extenso mercado, con distintos fabricantes de distintos países que a su vez ofertan productos cada vez menos pesados y voluminosos.

Se podría pensar, dado el escaso número de estudios e investigaciones existentes en nuestro país, así como la escasa ayuda oficial, que el tema ha sido abandonado, o cuanto menos relegado a la iniciativa privada exclusivamente.

En nuestro país se han realizado escasísimos estudios encaminados a calcular la repercusión económica de las juntas (ver figura 1).

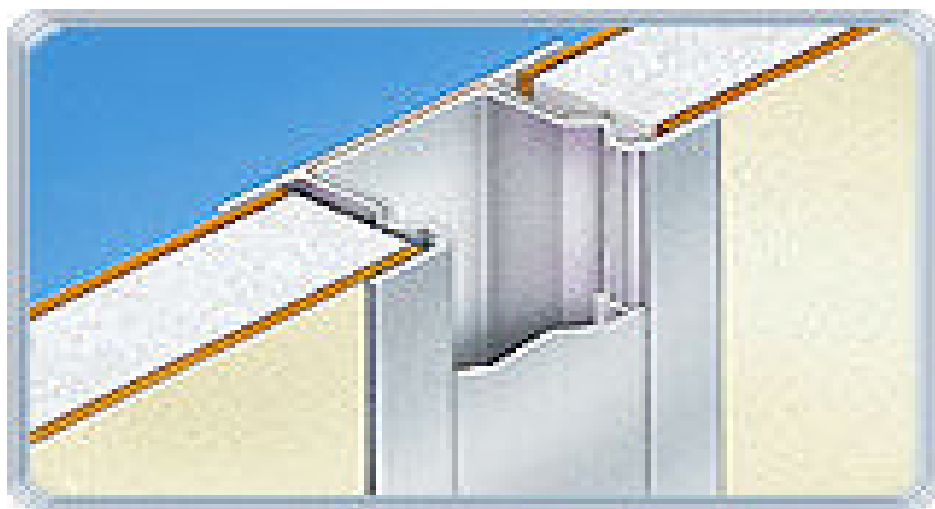


Figura 1. Junta estructural en muros



Un estudio serio sobre la materia se hizo en Francia a mediados de los setenta. En dicho trabajo se analizaron todos los costos de producción relativos a la forma de los bordes de los componentes, la complicación de los moldes y de las operaciones de moldeo para ejecutar los perfiles del borde, los materiales y accesorios diversos que intervienen en la confección de juntas, tanto en fábrica o taller como en obra, los correspondientes gastos de mano de obra, principalmente para la puesta en obra que consiste sobre todo, en ensamblajes. Pues bien estos estudios demostraron que el cincuenta por ciento del precio total resultante debería asignarse a las juntas.

Pero no pensemos que esto es debido a que se trata de un proceso industrializado; el mismo estudio concluía que esta proporción era prácticamente la misma tanto si se trata de edificación abierta mediante componentes como si se trata de una edificación convencional a base de ladrillos con juntas de mortero. Este porcentaje disminuía tan solo ligeramente en las obras de prefabricación pesada, donde se habían limitado las juntas al mínimo indispensable. No obstante sería bueno hacer un estudio de similares características en el momento actual y en nuestro país que contemplará además los gastos de mantenimiento y reposición tanto de juntas como del conjunto del edificio, en el tiempo, pues es evidente que ciertas juntas requieren un mantenimiento especial, más constante que las tradicionales, ya que como hemos dicho, son a menudo los puntos mas débiles del edificio.

La experiencia que se tiene ahora de edificios construidos en los sesenta y setenta confirman que la mayor parte de las reclamaciones tienen su origen en las juntas, que en su mayoría fueron juntas mal ejecutadas antes que mal diseñadas. Todo ello lleva a la necesidad de mejorar tanto los materiales como los métodos constructivos (ver la figura 2)

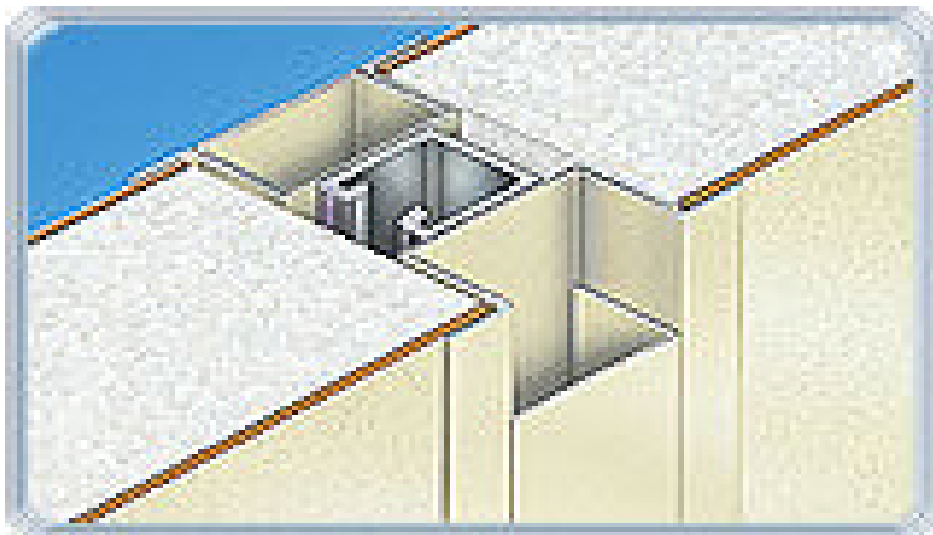


Figura 2. Junta constructiva moderna



I . PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO

1.1 ANTECEDENTES

El hábitat de los primeros homínidos fueron refugios cubiertos con pieles que se desmontaban y trasladaban de un lugar a otro, que junto con las cuevas y cavernas de cada lugar, servían para resguardarse en las épocas más frías.

En el periodo Neolítico (7,000 a.C. -2,500 a.C.) el hombre empieza a cultivar la tierra y domesticar animales reproduciéndolos en cautividad. Con la agricultura y la ganadería, se convierte en sedentario y con ello empieza la construcción de refugios con los materiales de cada lugar.

De esta forma, en las zonas más septentrionales del planeta, con climas muy fríos y bosques abundantes se ha utilizado la madera como material de construcción que, con las mejoras tecnológicas de cada época, ha llegado hasta nuestros días. En el resto del territorio se ha utilizado básicamente la piedra, la cerámica y la tierra para conformar los edificios.

La piedra, la cerámica y la tierra prensada, son materiales que se caracterizan por un buen comportamiento estructural a los esfuerzos de compresión, pero deficiente a los esfuerzos de flexo-tracción. Es por ello que los profesionales de la construcción con su ingenio han creado tipologías estructurales con el fin de cubrir espacios con estos materiales, generando bóvedas, arcos, muros, pilares, dinteles y contrafuertes.

La construcción mural se caracteriza por una estructura vertical a base de muros de grandes dimensiones con materiales de una densidad elevada y una estructura horizontal formada con materiales trabajando a compresión y bien aparejados entre ellos.

También la madera ha estado presente en la cubrición de espacios, debido a su buen comportamiento a flexo-tracción, pero es notorio que han sido los materiales pétreos y cerámicos a los que la arquitectura culta occidental les ha conferido esta misión en los edificios emblemáticos. De esta forma se edificaron las basílicas romanas, las iglesias, los monasterios románicos y las catedrales góticas que llevaron a la piedra a su límite estructural.

Con este tipo de construcción mural masiva, el aumento de la masa de los elementos estructurales favorece y mejora todos sus requerimientos, como:

- La resistencia especialmente a compresión aumenta con la masa.
- Con el espesor y la densidad del material aumenta el aislamiento térmico.
- El aislamiento acústico mejora con la masa.
- La impermeabilización aumenta con la masa.



Es por todo ello, que esta tipología constructiva de construcción masiva, que ha llegado hasta nuestros días ha generado una tendencia a identificar que la masividad es favorable y de esta forma, aún hoy en día, está bastante extendido identificar la densidad de los materiales con la solidez y calidad constructiva o estructural. Curiosamente esto no pasa en los países con una tradición en la construcción en madera donde se ha desarrollado una tipología constructiva ligera.

Aunque nuestra tradición constructiva se caracteriza por la masividad y la densidad de los materiales; el espíritu de superación del hombre y la ambición de crear cada vez edificios mayores, han hecho pensar en aligerar las estructuras, especialmente los elementos horizontales, para cubrir edificios con claros cada vez mayores.

De esta forma encontramos en la historia de la construcción brillantes ejemplos de aligeramiento como el Panteón de Roma que hizo construir Marco Agripa en el 27 a.C. cubierto con una bóveda de 43.30 m. de diámetro interior, aligerada con fornículas interiores y formada con una argamasa (mezcla de cal, arena y agua) de piedra tosca y escoria volcánica.

A lo largo de los últimos 5,000 años de construcción masiva podemos encontrar otros ejemplos singulares de aligeramiento, pero en general este sistema constructivo ha llegado con muy pocas variables hasta el siglo XX, en donde diversos descubrimientos científicos y tecnológicos han llevado a una renovación tecnológica en la construcción.

Estos avances llevaron principalmente a la obtención de dos materiales de nueva creación, como fueron el acero, el concreto armado y los paneles.

También se desarrollaron nuevas propuestas científicas para analizar el comportamiento mecánico y estructural, que acabaron por modificar el sistema constructivo tradicional y de esta forma se establece un nuevo modelo estructural, la estructura porticada.

Este nuevo sistema constructivo provocó un cambio profundo en la forma de diseñar y ejecutar la arquitectura ya que, además de utilizar nuevos materiales con comportamientos diferentes a los tradicionales, ha supuesto una pérdida de la homogeneidad que aportaba la estructura, dado que ella sola, configuraba, prácticamente todo el edificio. La nueva tipología constructiva es heterogénea y cada elemento cumple una función específica. La estructura soporta al edificio, el cerramiento protege, la cubierta impermeabiliza, etc.

Desde un punto de vista de análisis tecnológico se puede comprobar que, con el paso de las estructuras murales a las porticadas, las misiones de los forjados han variado. Mientras que la misión principal, de los forjados tradicionales de madera y en los primeros forjados metálicos, era transmitir por sus extremos las reacciones verticales que recibían, a las estructuras verticales; en los forjados de las estructuras porticadas, además de transmitir las reacciones, estos deben de arriostrar la estructura vertical, mucho más esbelta, dando de esta forma estabilidad al conjunto.



La estructura ligera esta diseñada con estructuras de materiales ligeros, su uso principal es la edificación industrializada en países con una tradición constructiva ligera, con un peso propio inferior a 100 kg/m^2

Algunos tipos de estructuras ligeras se mencionadas a continuación:

- Edificación en Madera.
- Losa Reticular.
- Vigueta y Bovedilla.
- Estructuras metálicas.
- Perfiles laminados en caliente.
- Perfiles laminados en frío.
- Perfiles conformados.
- Estructuras tensadas.

El poliuretano expandido, al igual que el resto de plásticos, son fruto de las innovaciones científicas y tecnológicas del siglo XX. Su descubridor fue el Doctor Fritz Stastny, para el desarrollo de materiales plásticos en Ludwigshafen (Alemania).

Al igual que pasa con muchos de los grandes hallazgos científicos, el descubrimiento del poliuretano expandido fue fruto del azar. Él mismo lo describió así en su diario de laboratorio, del que a continuación se mencionan algunos fragmentos:

“A 18 de octubre de 1949, procedo a preparar una mezcla de 250 g de Estireno/polietileno 6:4, 35g de éter y 3 g de peroxido de bezoilo y la dejo reposar en un recipiente metálico” (El éter de petróleo es una mezcla de hidrocarburos volátiles entre los cuales se encuentra el pentano).

“A 1 de diciembre de 1949, la solución se ha convertido en un disco rígido y translucido”. (Se había conseguido integrar una sustancia volátil, el éter de petróleo, en la masa del polímero).

“Coloco el disco en el secador a temperatura dejándolo dentro de su recipiente original, aunque con la tapa ligeramente apretada”. Su intención era observar los resultados pocas horas después. Sin embargo por descuido el recipiente se quedó en el secador toda la tarde y la noche siguiente. Al volver al día siguiente por la mañana el disco rígido y translúcido se había convertido en una pequeña torre de espuma de unos 25 cm de altura. En su cúspide se encontraba la tapa del recipiente inclinada hacia un lado.



La primera patente del producto fue extendida como un polímero, donde figuraban como inventores el Dr. Fritz Stastny y el jefe de su departamento el Dr. Rudolf Gäth y se presentó el 28 de febrero de 1950, fecha en que se considera formalmente el inicio del poliuretano expandido. En los años siguientes, él mismo y su equipo desarrollarían la expansión con vapor de agua.

A partir de la patente del producto se empiezan a desarrollar aplicaciones para el nuevo material. Se transforma mediante mecanizado y moldeo y se obtienen aplicaciones diversas especialmente en los campos del aislamiento térmico, embalaje, conservación y transporte de alimentos, fabricación de moldes, árido para concretos y aplicaciones diversas en el campo de la construcción, entre las que se encuentra las piezas de entrevigado y los bloques aligerantes, como los primeros paneles.

En España una de las primeras empresas dedicada a la transformación del material fue Porex Hispania S.A., con diversos centros de producción y sucursales cubriendo todo el territorio español. La primera aplicación documentada del poliuretano expandido, como pieza de paneles, fue para aligerar una sección, la encontramos en la cubierta del edificio Urumea, en el año 1969, obra de los arquitectos Marquet Unzurrunzaga Zulaica.

Análisis de las propiedades dinámico-mecánicas.

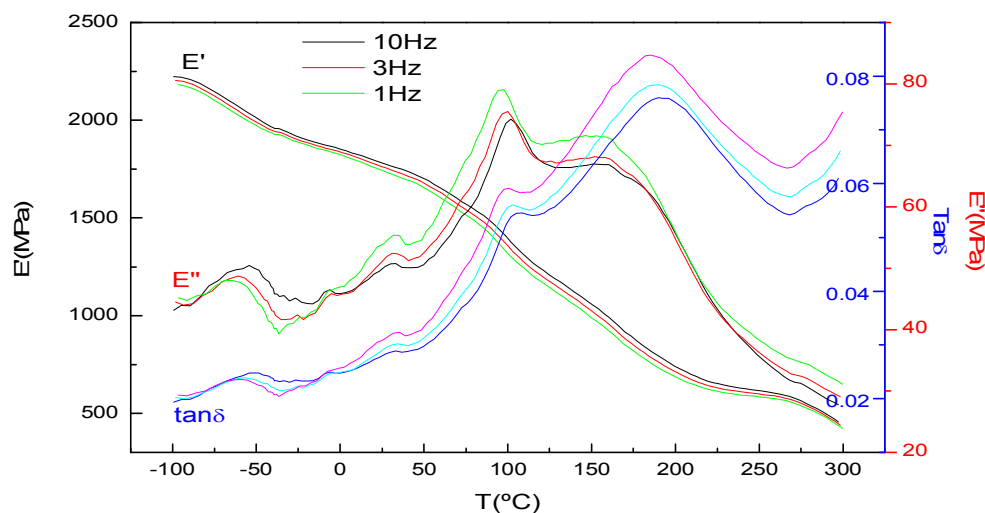


Figura 1.1.1. Comportamiento dinámico-mecánico del poliuretano en diferentes etapas de su comportamiento con base en los estudios realizados con emisiones de onda.

Fuente: ASTM C 165 Método estándar de prueba para la medición de las propiedades de resistencia de los aislamientos térmicos.

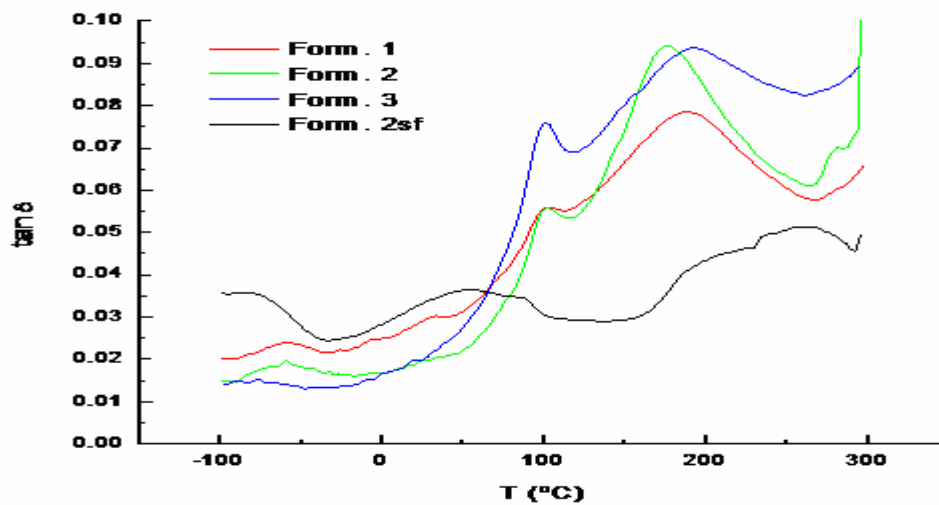


Figura 1.1.2. Gráfica del comportamiento dinámico-mecánico del poliuretano en relación de la temperatura con la $\tan \delta$ en diferentes etapas de su comportamiento con base en los estudios realizados con emisiones de onda.

Fuente: ASTM C 165 Método estándar de prueba para la medición de las propiedades de resistencia de los aislamientos térmicos.

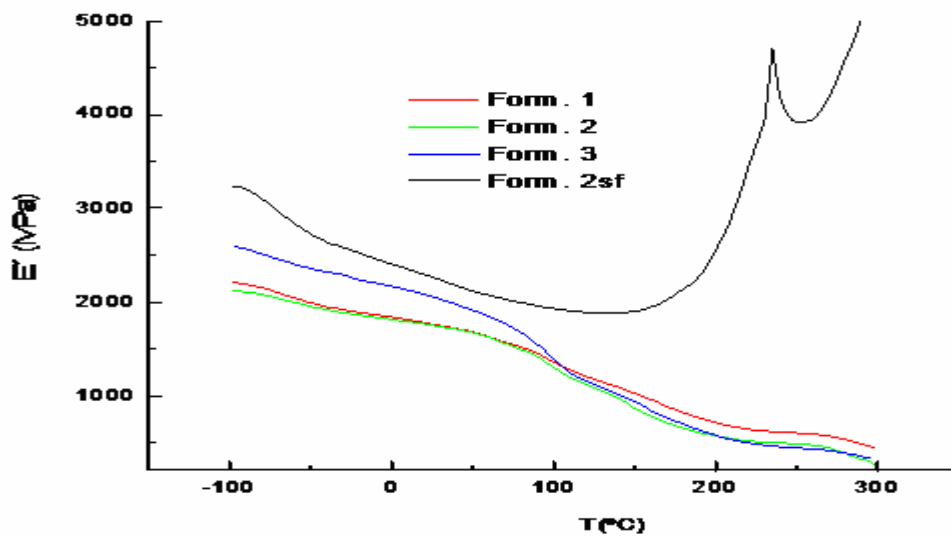


Figura 1.1.3. Gráfica del comportamiento dinámico-mecánico del poliuretano en relación de $E \text{ (MPa)}$ con $T (^{\circ}\text{C})$ en diferentes etapas de su comportamiento con base en los estudios realizados con emisiones de onda.

Fuente: ASTM C 165 Método estándar de prueba para la medición de las propiedades de resistencia de los aislamientos térmicos.



Modos de transmisión de calor.

Es importante conocer el modo en que se produce la transferencia de calor en las construcciones, el calor puede transferirse por conducción, por convección o por radiación, o por una combinación de los tres modos. El calor siempre se mueve de las zonas más calientes a las más frías; busca el equilibrio. Si el interior de una casa habitacional aislada está más frío que el aire exterior, la casa atrae calor del exterior. Cuanto mayor es la diferencia de temperatura, más rápidamente fluye el calor hacia la zona más fría.

Conducción.

Es la transmisión de energía calorífica, de molécula a molécula, a través de un material, ya sea sólido, líquido o gaseoso. Para que el calor se transmita por conducción, deberá haber contacto físico entre partículas y cierta diferencia de temperatura. Así, la conductividad térmica es la medida de la velocidad en la que el flujo de calor pasa de una partícula a otra. La tasa de flujo de calor a través de un material específico estará determinada por la diferencia de temperatura y la conductividad térmica del material.

Convección.

Es la transmisión de calor debida al movimiento del aire (un gas) o un líquido calentado de un lugar a otro, llevando consigo el calor que contiene. La tasa de flujo de calor varía en función de la temperatura del gas o líquido en movimiento y de su caudal.

Radiación.

La energía calorífica se transmite en forma de luz, como radiación infrarroja u otro tipo de ondas electromagnéticas. Esta energía emana de un cuerpo caliente y sólo puede transmitirse libremente a través de medios completamente transparentes. La atmósfera, el vidrio y los materiales translúcidos dejan pasar una cantidad significativa de calor radiante, que puede ser absorbido cuando incide en una superficie.

Es un hecho sobradamente conocido que las superficies de colores claros o brillantes reflejan más calor radiante que las superficies negras u oscuras, por lo que las primeras tardarán más tiempo en calentarse. En la práctica, la infiltración de calor en las cámaras refrigerantes o hieleras y casas es el resultado de una combinación de los tres modos mencionados, pero el modo de transmisión más significativo es por conducción a través de las paredes y el suelo.

Las propiedades térmicas de los materiales aislantes y de otros materiales de construcción comunes, se conocen o pueden medirse con precisión. Puede calcularse la cantidad de calor transmitido (flujo) a través de cualquier combinación de materiales. No obstante, para poder calcular las pérdidas de calor es necesario conocer determinados términos técnicos y comprender tanto éstos como los factores que intervienen.



La necesidad del aislamiento

La función primaria de los materiales termo aislantes utilizados es reducir la transmisión de calor a través de las paredes, cubiertas y tuberías.

Al reducir la cantidad de calor infiltrado, puede reducirse la cantidad de frío o calor. Según se ha explicado antes, la temperatura se reduce o aumenta porque absorbe la energía calorífica del cuerpo humano y muebles, pero también absorbe la energía calorífica que se infiltra a través de las paredes y suelo.

El aislante de las paredes y del suelo puede reducir la cantidad de calor que penetra en el mismo y reducir así la cantidad de temperatura necesaria para que el medio se mantenga estable.

Las principales ventajas de aislar una casa habitación con materiales adecuados son:

- Evitar la transmisión de calor procedente del aire caliente circundante, a través de las paredes, cubierta, tuberías y fuentes de calor de la casa habitación.
- Aprovechar al máximo el espacio útil de la casa habitación.
- Ayudar a reducir las necesidades energéticas de los sistemas de refrigeración y calefacción, si se utilizan.

Materiales aislantes

De los diversos materiales aislantes disponibles en el mercado para las construcciones, son pocos los que resultan completamente satisfactorios para esta finalidad. Los problemas principales son la falta de resistencia mecánica suficiente y la absorción de humedad. Este último es un problema particularmente significativo en las casas habitación que utilizan la ventilación como medio de enfriamiento.

Los materiales termoaislantes basan sus propiedades en la retención de burbujas o bolsas de gas en el seno de una estructura espumosa. Si estas células de gas se llenan de humedad, se reduce significativamente su capacidad aislante.

La conductividad térmica del agua (a 10 °C) es de $0,5 \text{ kcal} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ y la del hielo (a 0 °C) es de $2 \text{ kcal} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ (unas cuatro veces mayor que la del agua). En cambio, la del aire seco en reposo es de cerca de $0,02 \text{ kcal} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.

La figura 1.1.4 muestra la conductividad térmica del R-11 (triclorofluorometano), el aire seco, el vapor de agua y el hielo en el interior de un material aislante e ilustra el significativo aumento de la conductividad térmica que puede producirse si el aire o gas se sustituye por vapor de agua en el aislante.



CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

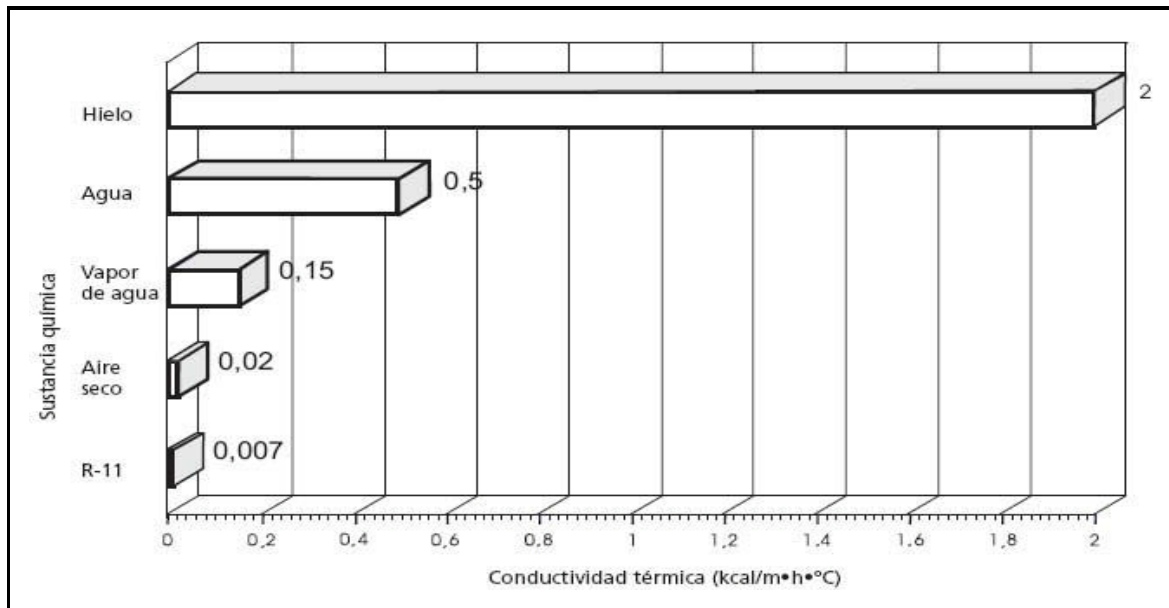


Figura 1.1.4. Comparación de la conductividad térmica, el aire seco, el vapor de agua, el agua y el hielo en el interior de un material aislante como el panel

Fuente: American Society for Testing and Materials

Los materiales aislantes pueden absorber humedad no sólo por contacto directo con el agua que se infiltra en las paredes de la casa, sino también por condensación de vapor de agua en las paredes cuando se alcanza el punto de rocío en el gradiente de temperaturas del interior de las paredes.

La incorporación en el diseño del aislante de barreras adecuadas contra el vapor de agua es, por consiguiente, esencial para protegerlo de la absorción de humedad. En la mayoría de los climas, la transmisión de vapor de agua se producirá normalmente del exterior al interior de las paredes de la casa, ya que la temperatura externa será probablemente superior a la temperatura interna. Si se quiere prevenir este efecto, es necesario disponer una capa impermeable de protección contra la humedad en el exterior del aislante, así como una barrera contra la humedad en el revestimiento, para evitar la penetración en el aislante del agua. La barrera contra el vapor puede estar formada por superficies impermeables de paneles aislantes prefabricados (paneles de tipo emparedado, en los que una cara, de láminas de acero galvanizado de espesor reducido, es la barrera contra el vapor, y la otra el acabado interior de láminas de aluminio o de acero galvanizado recubiertas con plástico), plásticos reforzados, láminas de polietileno, películas de plástico de espesor mínimo de 0,2 mm o papel de aluminio de espesor mínimo de 0,02 mm, laminado con una membrana de brea. La tabla 1.1 muestra las principales características que deberá tener un material aislante adecuado.



Materiales termo aislantes

Existen muy diversos materiales termo aislantes, pero pocos se ajustan a las necesidades constructivas de las casas modernas. La selección del material aislante deberá basarse en su costo inicial, su eficacia, su durabilidad, su adaptabilidad a la forma de la casa y los métodos de instalación disponibles en cada lugar. Desde un punto de vista económico, puede ser preferible elegir un material aislante con una conductividad térmica baja que aumentar el espesor del aislamiento de las paredes de la casa. Al reducir la conductividad térmica, se necesitará menos aislante para una determinada capacidad de conservación del frío y calor y se dispondrá de un mayor volumen utilizable en la casa.

Espuma de poliuretano

Uno de los mejores aislantes disponibles en el mercado para la construcción es la espuma de poliuretano. Tiene buenas propiedades termoaislantes, una baja permeabilidad al vapor de agua, una alta resistencia a la absorción de agua, una resistencia mecánica relativamente alta y una baja densidad. Además, su instalación es relativamente fácil y económica. En la Tabla 1.1.1 se muestran las principales características de las espumas de poliuretano.

La espuma de poliuretano es un aislante eficaz porque tiene una alta proporción (al menos un 90 por ciento) de micro células cerradas, no conectadas entre sí, llenas de gas inerte. Hasta hace poco, el gas inerte utilizado con más frecuencia en las espumas de poliuretano era el R-11 (triclorofluorometano). Sin embargo, el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono ha exigido la eliminación gradual del uso de CFC (clorofluorocarbonos) como el R-11. Están investigándose actualmente agentes espumantes que lo sustituyan, entre ellos hidrocarburos, hidrofluorocarburos y gases inertes como el dióxido de carbono.

Tabla 1.1.1. Densidad y conductividad térmica a 20 - 25 °C de aislantes de poliuretano

Tipo	Densidad (kg/m³)	Conductividad térmica (W·m-1·°C-1)/(kcal·h-1·m-1·°C-1)
Espuma de poliuretano	30	0.026 - 0.0224
Plancha rígida de poliuretano expandido	30	0.0225 - 0.0193
Plancha rígida de poliuretano expandido	40	0.023 - 0.02
Plancha rígida de poliuretano expandido	80	0.04 - 0.34
Poliuretano expandido in situ	24-40	0.0245 – 0.0211



Las espumas de poliuretano se aplican y usan principalmente en forma de planchas o bloques rígidos y tuberías preformadas de diversas formas y tamaños. Las principales aplicaciones de estos tipos de espumas son en cámaras frigoríficas, almacenes de hielo y en casas habitación. Pueden producirse paneles estructurales tipo emparedado, con bloques de espuma de poliuretano, para uso en almacenes frigoríficos y casas prefabricadas.

Las espumas de poliuretano pueden producirse también in situ por diversos métodos, como los siguientes:

Puede verterse in situ: Para ello, se mezclan las sustancias químicas, por medios manuales o mecánicos, y se vierten en moldes abiertos o en los espacios que es necesario aislar térmicamente. La mezcla genera una espuma y se solidifica. En caso necesario, la espuma solidificada puede cortarse para darle el tamaño o la forma necesaria.

Puede rociarse directamente sobre una superficie sólida por medio de pistolas que mezclan y atomizan la espuma en el momento de su aplicación. Por ejemplo, se puede rociar directamente en las superficies exteriores de bodegas o casas, mientras que en las zonas inaccesibles el aislante puede ser pulverizado y acumulado sin necesidad de moldes. La espuma se adhiere a sí misma y a la mayoría de los metales, maderas y otros materiales. Puede también ser inyectada en una cavidad (por ejemplo, para producir cajones termoaislados moldeados). Las técnicas de rociado e inyección están convirtiéndose en las más utilizadas para la instalación de espuma de poliuretano rígida en los paneles tipo emparedado.

En la espumación, la mezcla de sustancias químicas se aplica parcialmente preexpandida, en forma de aerosol con textura cremosa. Para la preexpansión inmediata se necesitan equipos adecuados, incluido un agente espumante adicional. La fase final de la expansión se produce al completarse la reacción química. Esta técnica se utiliza cuando se necesitan paneles de espuma rígidos, con una relación resistencia/peso alta.

Las normas contra incendios exigen la incorporación de agentes ignífugos a la espuma aislante de poliuretano. Además, se puede añadirse un revestimiento protector para dificultar la ignición de la espuma por efecto de una llama pequeña.

Según pruebas de laboratorio, la espuma de poliuretano (rígida) no protegida que contiene un agente ignífugo no prenderá por efecto de llamas pequeñas como las producidas por cerillas, pero arderá rápidamente si se expone a fuentes de grandes llamas y calor intenso. No obstante, cuando la espuma de poliuretano se protege del contacto directo con las llamas y se excluye la presencia de aire, se elimina la posibilidad de que arda. Asimismo, el tipo de resina y de isocianato utilizados en la fabricación de la espuma pueden influir en sus características de resistencia al fuego.

Las espumas elaboradas con disocianato de tolueno tienden a reblandecerse y fundirse más fácilmente por efecto del calor que las elaboradas con disocianato de difenilmetano.



Existen varias calidades de espumas de poliuretano, algunas de las cuales son particularmente resistentes al fuego. Estas espumas, que contienen isocianurato, pueden resistir de 10 a 25 minutos antes de que el fuego las atravesase cuando se exponen a una llama de una antorcha de propano a 1 200 °C (las espumas de poliuretano normalizadas en las mismas condiciones de ensayo, resisten unos 10 segundos), por lo que ofrecen una resistencia alta a la penetración efectiva del fuego. Las espumas de isocianurato disponibles en el mercado tienen una densidad media de 35 kg/m³, una conductividad térmica de 0,022 kcal·h⁻¹·m⁻¹·°C⁻¹ y una permeancia al vapor de agua de 16,7 g·cm·m⁻²·día⁻¹·mmHg⁻¹. La Figura 1.1.5 muestra la relación entre la resistencia térmica (R) y el espesor de espumas de isocianurato comerciales.

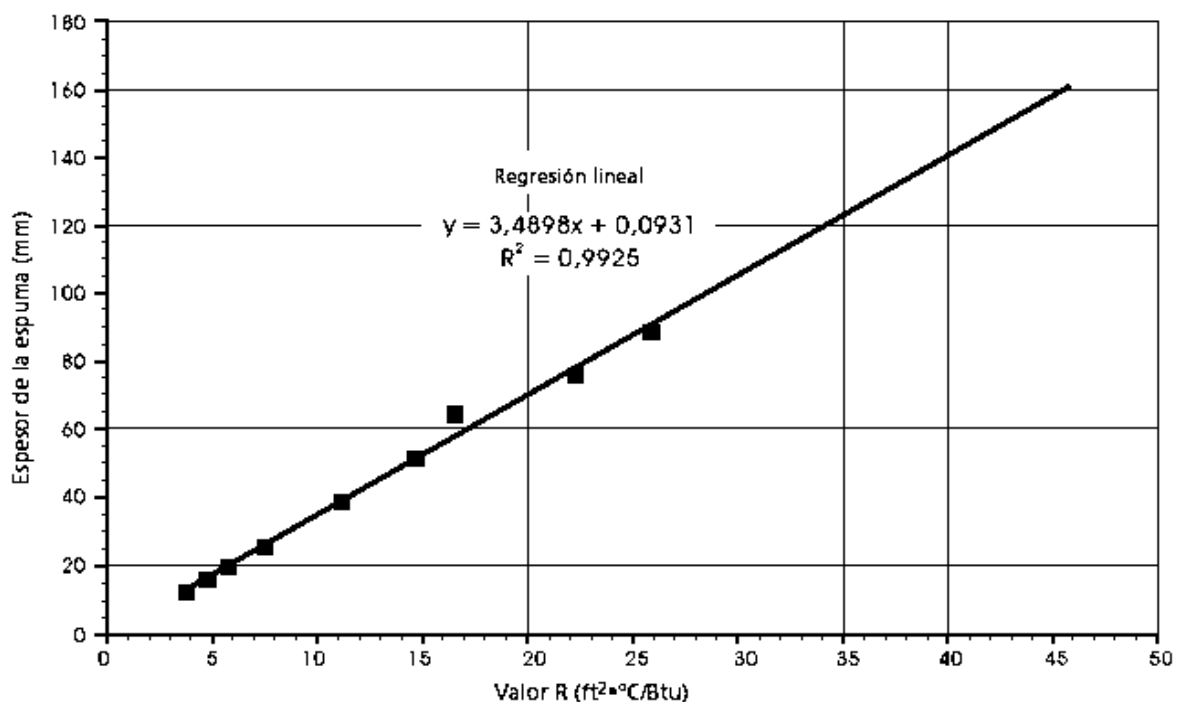


Figura 1.1.5. Relación entre la resistencia térmica (R) y el espesor del revestimiento de espuma de poliuretano comercial.

Fuente: Datos obtenidos de un fabricante canadiense.

Otras calidades del poliuretano, es que éste es particularmente resistente y tiene densidades bastante altas. Por ejemplo, la espuma rígida normalizada que se utiliza como aislante en cámaras frigoríficas puede tener una densidad de 30-40 kg/m³, mientras que la densidad de otras calidades de espuma utilizadas como núcleo estructural en casas es de 100 a 300 kg/m³. La resistencia a la compresión de la espuma varía en función de su densidad, siendo de 2 a 3 kg/cm² en las espumas con densidades de 35 a 40 kg/m³ y mayor en espumas con densidades más altas.



Poliuretano expandido

El estireno puede transformarse, mediante polimerización, en bolitas blancas de plástico de poliestireno. Estas bolitas pueden expandirse a continuación para formar una espuma conocida como poliuretano expandido.

Hay dos formas principales de fabricar poliuretano expandido mediante la extrucción y el modelo de bloques.

Propiedades físicas de algunas calidades de espumas de poliuretano

Según se especifica la American Society for Testing and Materials (ASTM), la espuma tiene un valor de 1 PSI (pound/square inch: libras/pulgada cuadrada) = $0,070307 \text{ kg/cm}^2$, ver figura 1.1.6.

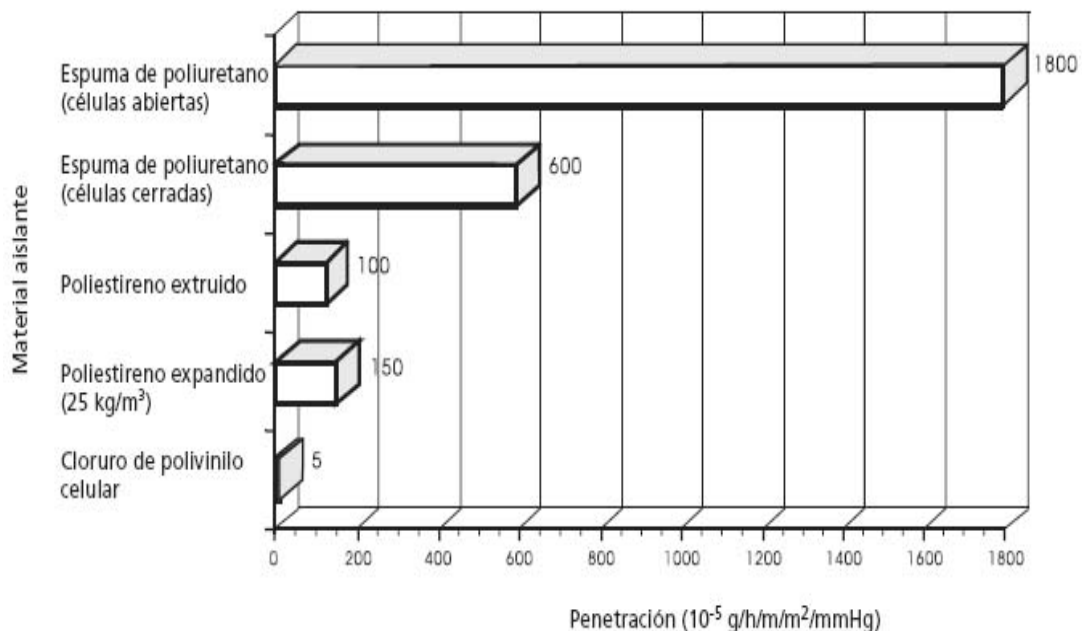


Figura 1.1.6. Comparación de la permeabilidad al agua y al vapor de agua de diferentes materiales aislantes a 20°C y con una humedad relativa del 65 %.

Las espumas extruidas se elaboran mezclando el poliuretano con un disolvente, añadiendo un gas bajo presión y, finalmente, sometiendo la mezcla a un proceso de extrusión para obtener el espesor necesario. El proceso de extrusión mejora las características de la espuma final, como su resistencia mecánica, ya que genera poros no conectados entre sí y un material más homogéneo. La resistencia mecánica de las espumas de poliuretano expandido puede variar entre 0.4 y 1.1 kg/cm^2 . Hay disponibles varias calidades de espumas, con una densidad comprendida entre 10 y 33 kg/m^3 y una conductividad térmica que disminuye a medida que aumenta la densidad, según se muestra en el Tabla 1.1.2



Tabla 1.1.2. Densidad y conductividad térmica a 0 °C de aislantes de poliuretano

Tipo	Densidad (kg/m ³)	Conductividad térmica (W m ⁻¹ °C ⁻¹)/(kcal h ⁻¹ m ⁻¹ °C ⁻¹)
Espuma expandida de tipo I	10	0.057- 0.049
Espuma expandida de tipo II	12	0.044 - 0.038
Espuma expandida de tipo III	15	0.037 - 0.032
Espuma expandida de tipo IV	20	0.034 - 0.029
Espuma expandida de tipo V	25	0.033 - .028
Espuma extruida rígida	33	0.033 - 0.028

Esta última característica los hace poco adecuados para su uso en casas habitación.

Pueden fabricarse paneles de planchas rígidas con poliuretano expandido de diferentes densidades y diversos espesores y tamaños.

Perlita expandida

La perlita es una roca volcánica que contiene del 2 al 5 por ciento de agua ligada. Es una sustancia químicamente inerte compuesta básicamente por sílice y aluminio, pero que contiene también algunas impurezas, como Na₂O, CaO, MgO y K₂O, que son higroscópicas, es decir que absorben fácilmente la humedad. Por consiguiente, en función de las condiciones de almacenamiento y de la calidad de la perlita, puede reducirse al mínimo la absorción de humedad. La perlita expandida tiene una densidad media de alrededor de 130 kg/m³ y una conductividad térmica de alrededor de 0,04 kcal·m⁻¹·h⁻¹·°C⁻¹ (0,047 W·m⁻¹·°C⁻¹). Se expande cuando se calienta rápidamente a una temperatura entre 800 y 1 200 °C. Las partículas de perlita, cuya forma es granular, se expanden como consecuencia de la volatilización del agua ligada y la formación de vidrio natural. Así, los principales parámetros que definen las características de la perlita expandida son:

- El origen del mineral de perlita.
- Las características granulométricas del mineral antes del proceso de expansión.
- La temperatura de expansión.

Tiene una buena eficacia aislante, pero sólo cuando está seca o en forma de gránulos sueltos. Los gránulos de perlita tienden a absorber humedad y a asentarse tras su instalación, por lo que con el tiempo pierde eficacia como material aislante. La forma más habitual de aplicar la perlita es vertiendo los gránulos y esparciéndolos manualmente. Puede rellenar espacios pequeños de forma más completa que los materiales aislantes fibrosos.



Los materiales aislantes sueltos de relleno, como la perlita expandida, pueden usarse en combinación con otros tipos de materiales aislantes (por ejemplo, bloques de plásticos celulares) para rellenar los lugares de forma irregular en un panel en los que el corte de bloques con la forma deseada sería laborioso y no resultaría plenamente satisfactorio.

Es importante mencionar, que la manipulación e instalación de la perlita expandida deben realizarse con precaución, ya que el polvo de perlita puede ocasionar envenenamiento crónico.

Fibra de vidrio

También se utiliza como material aislante la estera (tejido entrelazado) de fibra de vidrio, cuyas ventajas son las siguientes:

- Alta resistencia al fuego;
- Alta resistencia a la contaminación microbiológica;
- Buena resistencia a la mayoría de las sustancias químicas;
- Alta resistencia al calor;
- Densidades altas;
- Resistencia estructural media.
- Baja conductividad térmica (ver tabla 1.1.3).

Existen rollos de aislante de fibra de vidrio (telas y estereras) de diferentes espesores. La anchura de estas estereras dependerá de la forma en que vayan a instalarse y algunas están revestidas por una cara con una lámina de metal o papel Kraft que actúa como barrera contra los vapores de agua.



Tabla 1.1.3. Densidad y conductividad térmica a 0 °C del aislante de fibra de vidrio

Tipo	Densidad (kg/m ³)	Conductividad térmica (W m ⁻¹ °C ⁻¹)/(kcal h ⁻¹ m ⁻¹ °C ⁻¹)
Tipo I	43374	0.044/0.038
Tipo II	19-30	0.037/0.032
Tipo III	31-45	0.034/0.029
Tipo IV	46-65	0.033/0.028
Tipo V	66-90	0.033/0.028
Tipo VI	91	0.036/0.031
Fibra de vidrio, ligada con resina	64-144	0.036/0.031

Sin embargo, las esteras termoaislantes de fibra de vidrio tienen algunas limitaciones técnicas, entre las que destacan las siguientes:

- Escasa resistencia estructural o resistencia a la compresión;
- Tendencia a asentarse después de la instalación si no se instalan correctamente;
- Permeabilidad a la humedad.

Corcho

El corcho es probablemente uno de los materiales aislantes más antiguos que se han utilizado comercialmente y hubo un tiempo en que fue el material aislante más utilizado en la industria de la impermeabilización. Actualmente, debido a la escasez de productores de corcho, su precio es relativamente alto comparado con otros materiales aislantes. En consecuencia, su uso es muy escaso, excepto como base de algunas máquinas, para reducir la transmisión de vibraciones. Puede obtenerse en forma de planchas o bloques expandidos, así como en forma granular; su densidad varía entre 110 y 130 kg/m³ y su resistencia mecánica es de 2.2 kg/m². Sólo puede utilizarse hasta temperaturas de 65 °C. Tiene una buena eficacia termoaislante, es bastante resistente a la compresión y no arde fácilmente. Su principal limitación técnica es su tendencia a absorber humedad, siendo su permeancia media al vapor de agua de 12.5 g·cm·m⁻²·día⁻¹·mmHg⁻¹. La figura 1.1.7 muestra algunas características típicas del corcho.

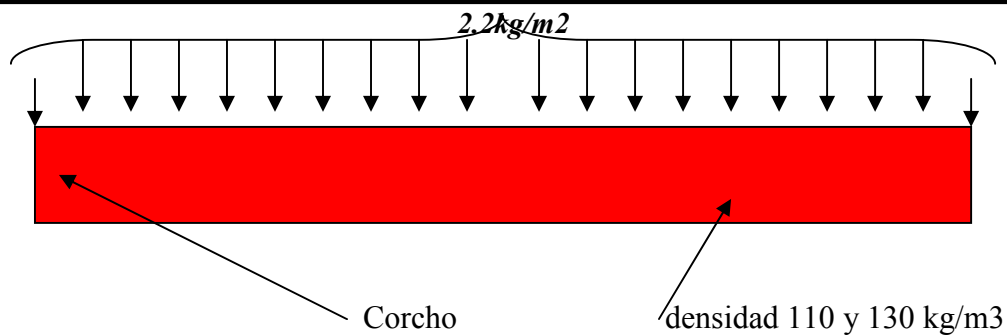


Figura 1.1.7. Características físicas y mecánicas del corcho

En la tabla 1.1.4 se comparan algunos de los materiales más comúnmente utilizados con fines de aislamiento.

Tabla 1.1.4. Densidad y conductividad térmica a 20-25 °C del aislante de corcho

Tipo	Densidad (kg/m ³)	Conductividad térmica (W m ⁻¹ °C ⁻¹)/(kcal h ⁻¹ m ⁻¹ °C ⁻¹)
Granulado suelto y seco	115	0.052/0.0447
Granulado	86	0.048/0.041
Bloque de corcho expandido	130	0.04/0.344
Plancha de corcho expandido	150	0.043/0.037
Expandido, ligado con resinas o brea	100-150	0.043/0.037
Expandido, ligado con resinas o brea	150-250	0.048/0.041



Comparación de los diversos aislantes

Se comparan los espesores típicos de diferentes materiales aislantes para casas habitación en zonas templadas y tropicales, con temperaturas ambientes medias de 20, 30 y 40 °C.

La selección del espesor para el aislamiento óptimo de casas habitación dependerá de factores como los costos del aislamiento (materiales e instalación), los costos del aire acondicionado (o de de la energía y el equipo, según las necesidades del clima), el ahorro anual en costos de enfriamiento debido a la mayor eficacia del aislamiento, y las condiciones locales, ver figura 1.1.8.

Por consiguiente, el espesor óptimo del aislamiento deberá determinarse caso por caso. No obstante, teniendo en cuenta las condiciones ambientales del lugar en el que probablemente operará la casa, que no dependen de cálculos económicos, deberá determinarse un espesor de aislamiento mínimo recomendado. En la práctica, deberá alcanzarse un equilibrio entre el espesor óptimo del aislamiento y los costos del sistema de aire acondicionado.

Al elegir el espesor de aislamiento óptimo debe tenerse en cuenta también, para fines de planificación, las infiltraciones de calor por radiación y conducción.

Determinados aspectos de la selección de los materiales aislantes y del revestimiento protector para las casas habitación deben considerarse detenidamente. Por ejemplo, la perlita, el corcho y otros materiales aislantes muy higroscópicos no deberán usarse en las paredes laterales ni el suelo (debido a las condiciones extremadamente húmedas existentes en estas zonas), a no ser que se dispongan sobre estos materiales revestimientos impermeables adecuados.

Los revestimientos consistentes en tablones de madera o láminas de madera contrachapada no son, por sí solos, adecuados para proteger a los materiales aislantes en las paredes o suelos húmedos de las casas habitación. Una buena solución es optar por revestimientos protectores de metal que puedan soldarse, a condición de que las uniones sean fuertes y que pueda garantizarse su impermeabilidad completa. Los revestimientos de metal disponibles en el mercado más adecuados para las casas prefabricadas son las planchas de aleación de aluminio extruidas y las placas de acero dulce. No obstante, como la soldadura de aleaciones de aluminio es difícil y costosa, el revestimiento de aleación de aluminio deberá prepararse antes de la aplicación del aislante, con el fin de evitar la posibilidad de incendio de algunos materiales aislantes celulares. En caso contrario, deberán tomarse precauciones estrictas contra el fuego durante la instalación del revestimiento o cuando sea necesario repararlo. Mediante la aplicación de materiales aislantes de espumación in situ, es posible aislar fácilmente muros, aplicando la espuma entre el casco y la placa de acero del depósito o las paredes casa, evitando así los riesgos de incendio ocasionados por las operaciones de soldadura (ver figura 1.1.8.)



AISLAMIENTO PARA CASAS HABITACIÓN

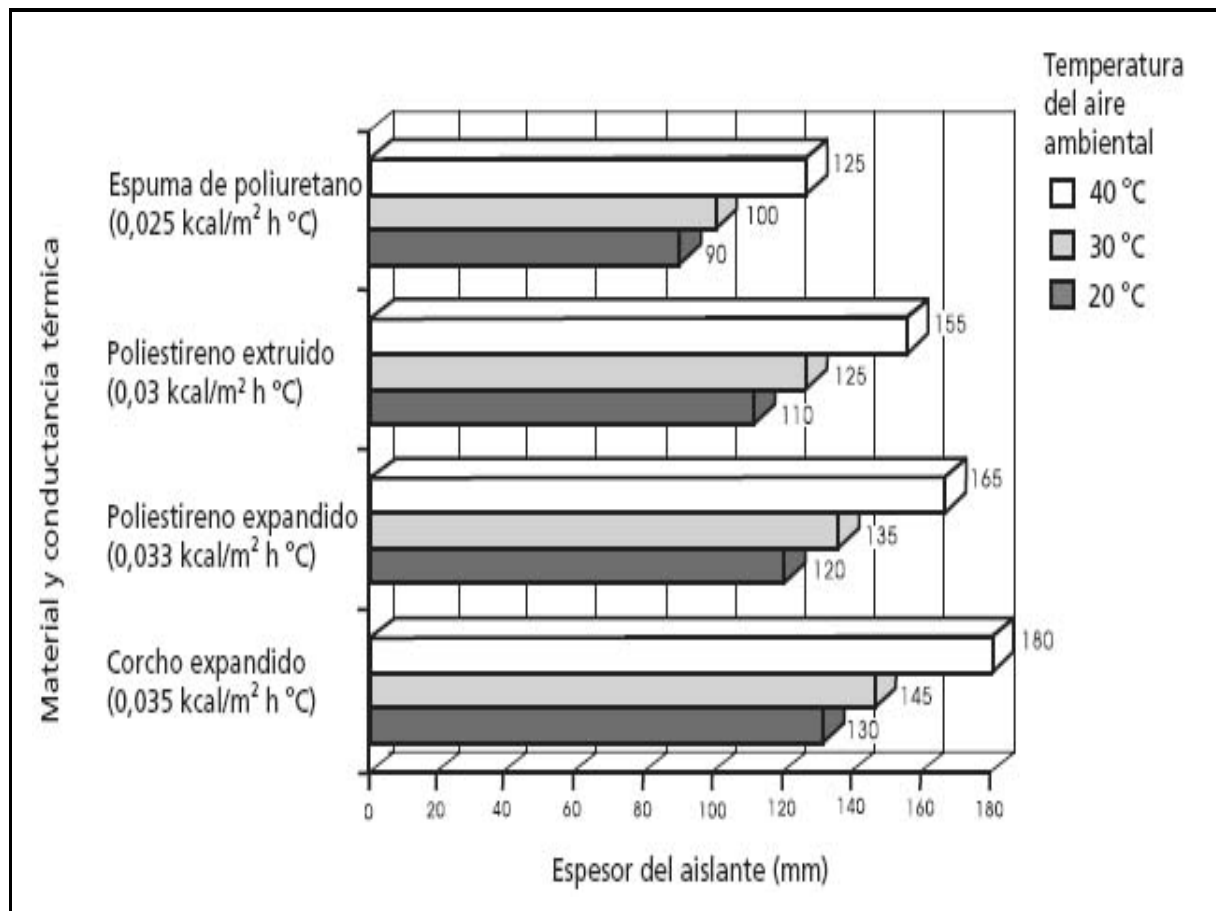


Figura: 1.1.8. Comparación de espesores típicos de aislamiento para casas habitación con temperaturas ambientales medias de 20, 30 y 40 °C (espesores redondeados al múltiplo de 5 mm más cercano)

Un material de revestimiento utilizado habitualmente para las casas habitación, en particular para las estructuras de madera, es el plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV), que puede aplicarse directamente sobre algunos plásticos celulares expandidos aislantes (como las espumas de poliuretano).

Otro método en el que se utiliza espuma de poliuretano expandida junto con un revestimiento de PRFV consiste en proteger el aislante con láminas de contrachapado de un espesor de al menos 8 mm y una capa de alquitrán, y después cubrir el contrachapado con una capa de PRFV de espesor menor.



1.2 USOS EN LA ACTUALIDAD

Hoy, más que nunca, el desarrollo de las distintas técnicas de construcción está en relación con la tarea de satisfacer los deseos del ser humano. Las técnicas constructivas tienen por objeto fundamental la conformación y ensamblaje de los diversos elementos para que en las edificaciones tengan un comportamiento solidario, por lo que variarán en función de que el material llegue a obra como una pasta moldeable, en forma de grandes piezas, etc.

Y en cada caso serán diferentes tanto el proceso de conformación como los mecanismos utilizados para conseguir que la obra quede entera y unida.

En este sentido, hay quienes opinan que las actividades de la construcción no admiten una industrialización intensiva, debido principalmente a sus peculiaridades: ubicación fija en un determinado terreno, el factor climático, la baja calificación de la mano de obra, un proceso fragmentado, etc.; sin embargo, para poder cumplir correctamente su función, cualquier material nuevo requiere nuevas estructuras de puesta en obra.

En un gran porcentaje la construcción de viviendas se realiza teniendo como base una modulación muy similar, para lo cual se emplean sistemas de ejecución que prácticamente no han variado en más de 50 años, cuando en su ejecución pueden tener cabida nuevos sistemas estandarizados que posibilitarían la entrada de una mano de obra más calificada y la posibilidad de obtener una disminución de los costos de producción. Si la construcción no cambia sus métodos, los rendimientos sólo pueden mejorarse simplificando drásticamente los sistemas constructivos como los paneles de lámina con alma de poliuretano (ver la figura 1.2.1)



Figura 1.2.1. Foto de una casa habitacional en la Ciudad de México.

Fuente: Paulino Segura Tejeda



Es importante que los constructores que intervienen en el proceso de edificación tengan en cuenta que, desde un punto de vista técnico, la industrialización de los distintos métodos y procedimientos empleados en él, no corta la libertad de concepción de la arquitectura.

En la década de los 60, cuando la demanda de viviendas se transformó en uno de los argumentos políticos, se especuló con las distintas alternativas que presentaba la tecnología.

Ello facilitó que durante estos años se produjera una gran explosión de los sistemas europeos de prefabricación pesada o la evolución hacia una elevada industrialización en la obra, introduciendo, por ejemplo, los sistemas de grandes paneles prefabricados e incluso los sistemas tridimensionales (ver la Figura 1.2.2). No obstante, estas formulaciones no pudieron beneficiarse ni de los medios y maquinaria actuales ni del desarrollo que hoy tienen los paneles de lámina con núcleo de poliuretano.

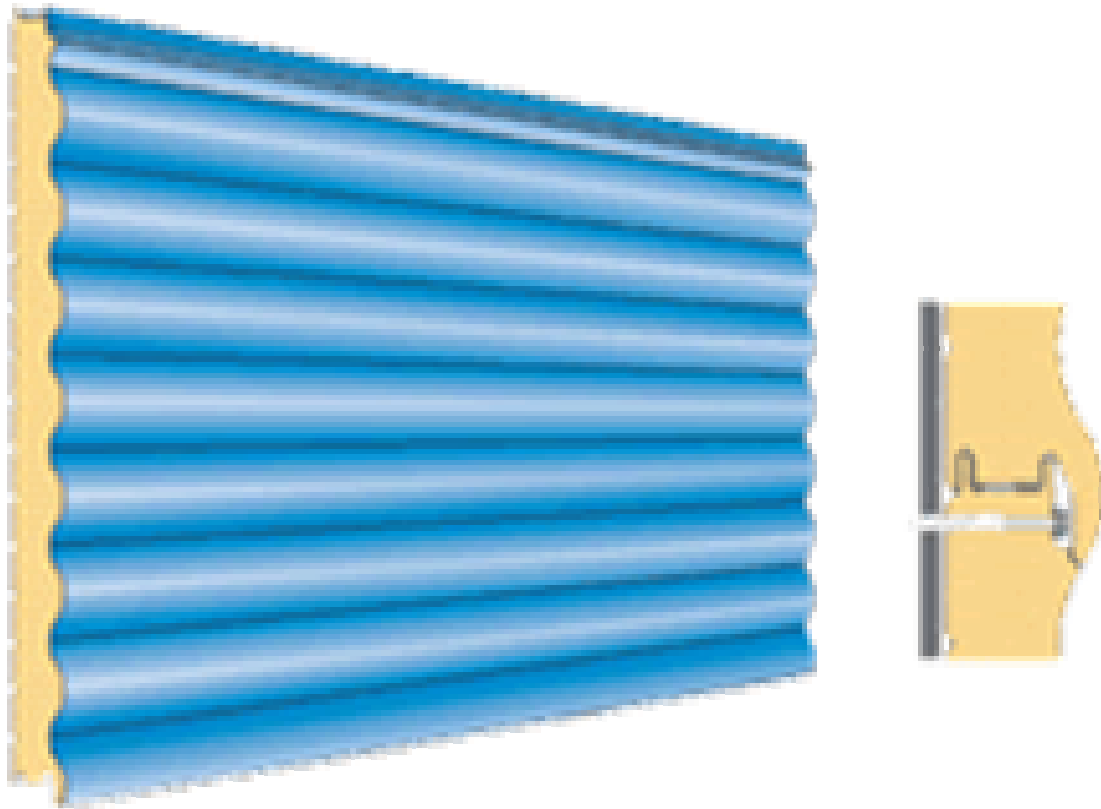


Figura 1.2.2. Esquema tridimensional del panel

Fuente: MULTI PANEL México 2001



Todas aquellas personas que intervienen en el proceso edificatorio, tienen una gran parte de la responsabilidad de alcanzar el nivel de industrialización que la construcción se merece. Por lo que se debe comenzar por comprender el verdadero concepto de industrialización en la edificación y analizar, científicamente, las distintas técnicas que se desarrollan en la actualidad en este campo, especialmente si están consideradas como una verdadera alternativa dentro de las innovaciones tecnológicas.

Desde esta perspectiva interesa dejar claro el concepto de prefabricación, que no es ni más ni menos que el de fabricar antes manteniendo la opción de elegir el prefabricado en obra. Esto significa que prefabricación, no quiere decir industrialización y éste ha sido uno de los errores que se han cometido al introducirla en el proceso constructivo, porque se ha presentado básicamente bajo la forma de construcción prefabricada. Ahora bien, no cabe duda que si se aprovechan al máximo las posibilidades de producción, se obtiene un elemento con un buen grado de acabado y se simplifica su puesta en obra, con lo cual se cumplirá una gran parte de los requisitos exigidos por la industrialización; pero sin olvidar que, los paneles, no es la única forma en que se manifiesta la industrialización en el proceso constructivo.

Son varios los criterios que podemos emplear para llegar a una tipología de los sistemas de construcción industrializada. Sin embargo, el acercamiento a las técnicas constructivas de la edificación plantea una primera clasificación, en función de que la vivienda se considere como un todo o como un conjunto de elementos funcionales de la misma. Ambos enfoques pueden responder a estrategias distintas, en donde caben desde las estructuras industrializadas de elementos lineales hasta los sistemas que emplean infraestructura de encofrados industrializados, pasando por los forjados y establece una subdivisión de los métodos industrializados. En este sentido parece correcto el criterio utilizado por la mayoría de los expertos, que distingue entre el método de grandes prefabricados, también denominado de modelos, donde se incluyen los sistemas de grandes paneles prefabricados.

Desde el punto de vista económico, el concepto de industrialización se basa en la organización del proceso en función de los métodos y tecnologías más adecuados a la demanda del producto, su diseño, fabricación y construcción. Ahora bien, desde un aspecto más tecnológico, podemos definirla como la organización del proceso basado en la mecanización, la racionalización y la automatización de los métodos y tecnologías.

La industrialización de los métodos constructivos nos proporciona una fabricación continua de los productos maximizando los costos y aumentando la productividad.

Está claro que debe entenderse, especialmente cuando se trata de la construcción de edificios, que la mecanización del proceso será la mayor posible, que la racionalización debe darse en todo el proceso (proyecto, gestión y ejecución) y que la automatización esté presente al máximo en las distintas tareas, y siempre basada en mayor calidad-menor costo (ver la Figura 1.2.3).

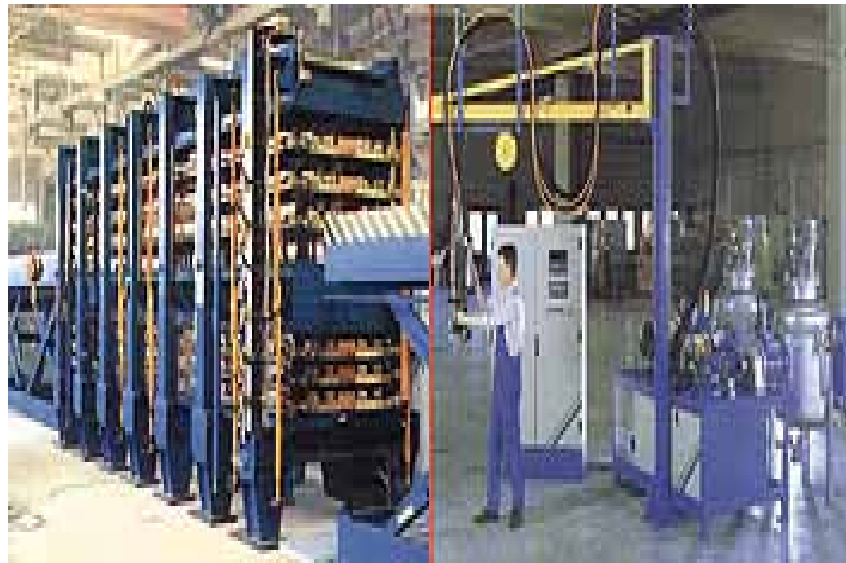


Figura 1.2.3. Equipo de tecnología de punta para la fabricación del sistema de paneles

Fuente: MULTI PANEL México 2001

La búsqueda de mejores técnicas viene, asimismo, motivada por la seguridad en las construcciones, y que entre las principales causas de accidentes en la construcción se encuentran la multiplicidad de actividades que se desarrollan y la gran cantidad de elementos provisionales que emplean.

Aclarados los conceptos anteriores y dejando constancia que cualquier solución técnico constructiva depende del contexto de su aplicación (necesidad de viviendas, tipología del edificio, volumen de construcción, recursos naturales, nivel de empleo de mano de obra, situación del mercado, etc), podemos considerar distintos objetivos que pueden alcanzarse con la utilización de las técnicas industrializadas en la construcción.

- Aumentar la productividad: Con lo que se da respuesta a la demanda de construcción de viviendas y se potenciaría el sector de la construcción.
- Reducir los plazos de ejecución: Principalmente debido a que ésta se programa desde el proyecto, pero también porque se emplean especialistas en el montaje de componentes fabricados en factoría donde existe una independencia de otros factores que influyen en la obra, como, por ejemplo, los climatológicos.
- Paralelamente, conseguir una reducción en los costos: En especial por disminución de los tiempos de puesta en obra.



- Garantizar una calidad constante en el producto, al fabricarse y montarse en obra mediante un riguroso control de calidad.
- Bajo costo de transportación, almacenaje y ejecución.
- Conseguir un aumento de la seguridad de los operarios al programar desde el proyecto y poder obtener un nivel más calificado.

Con respecto al tema de los costos tenemos que aclarar que el empleo de las técnicas industrializadas disminuye el porcentaje de mano de obra por m² construido, se reducen los plazos y, como hemos indicado, los costos. No obstante, debemos destacar que, en la actualidad, las tecnologías existentes en el mercado son, aproximadamente, entre un 15% y un 25% más caras que los métodos tradicionales. Pero, a la vez, se detecta que el precio de comercialización de algunos componentes industrializados es muy alto en comparación con los materiales empleados en su proceso de fabricación, transporte y montaje. No hay duda que la demanda de estos componentes es aún es escasa, en muchos casos existe una oferta monopolista y por ello hoy existe competencia técnica y comercial y las inversiones en instalaciones industriales, implantación y comercialización, repercuten en un porcentaje elevado en los costos de estos productos, por lo que, en mi opinión, el incremento de la demanda de estas técnicas conseguiría la reducción de los precios.

Regresando al método de modelos, éste posee ciertas características principales y es que los elementos no pueden intercambiarse entre las distintas marcas, al igual que sucede en la industria en general. Por el contrario, la característica principal del método de elementos es su ínter cambiabilidad, ya que en un mismo edificio pueden utilizarse distintos componentes fabricados en factorías distintas, montándose en obra con uniones sencillas y universales (ver la Figura 1.2.4 y 1.2.5).

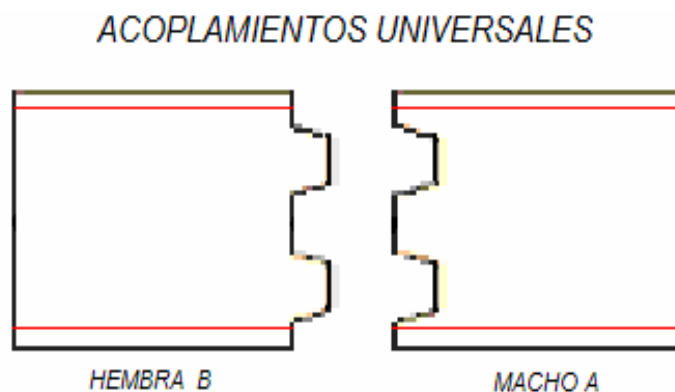
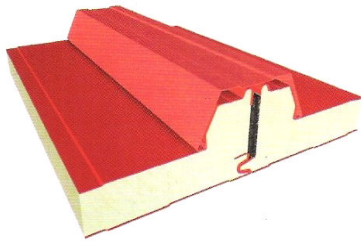
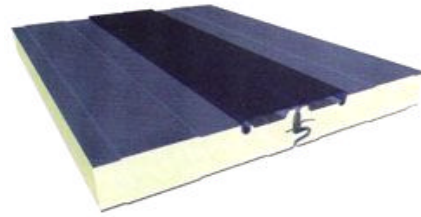


Figura 1.2.4. Conexión universal lineal

Fuente: Paulino Segura Tejeda.



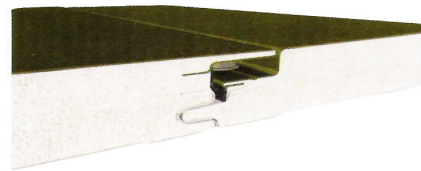
Marca X



Marca Y



Marca Z



Marca W

Figura 1.2.5. Acoplamientos universales para todas las marcas

Fuente: MULTI PANEL México 2001

Los deseos de cambios tecnológicos y la necesidad de reducir el tiempo de empleo de mano de obra en los costos unitarios han forzado la tendencia de los constructores a incluir productos prefabricados como un modo de simplificar los procesos de ejecución y como un medio de optimizar los procesos productivos.

Esto ha favorecido el surgimiento de los componentes industrializados compatibles como perfeccionamiento de los elementos prefabricados.

Las características que deben cumplir, por tanto estos elementos compatibles, pueden resumirse

- Se realizan en fábrica, con total independencia de cualquier proyecto, para integrarse en obra mediante un montaje simple.
- Deben respetar los acuerdos o normas de coordinación dimensional y de inter cambiabilidad (tolerancias, juntas, etc.).



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



El sistema permite una construcción rápida a partir de elementos prefabricados que cuentan con el control de calidad de fábrica. Los materiales permiten acabados que vienen de fábrica, a través de pintura aplicada a las láminas metálicas de los paneles.

Este sistema permite construcciones de hasta tres pisos; sin embargo para viviendas de más de un piso requieren estructura metálica adicional.

Como en varios casos similares discutidos anteriormente, es difícil pronosticar la aceptación del comprador potencial del sistema pero en la actualidad cuenta con mucha aceptación y grandes aplicaciones como continuación podemos observar su utilización en grandes proyectos, por su sistema constructivo preindustrializado se encuentra dentro de los de tipo liviano y montaje en seco y otorga sobresalientes ventajas ante lo conocido, ya sea en características técnicas, tiempos y versatilidad. Esencialmente, se trata de una lámina plegada que conforma una estructura que transmite su carga al suelo en forma uniforme, resultado de dichos pliegues o nervaduras (la estructura primaria y secundaria del sistema, que al actuar en conjunto constituyen una unidad autoportante).

De esta forma, queda planteada una unidad resistente, modulada que asegura la continuidad constructiva y morfológica (pared-techo-pared) para que toda acción sobre la misma, tenga la adecuada respuesta.

Panel de lámina con núcleo de poliuretano

Es un sistema constructivo basado en un panel aislante de acero con núcleo de poliuretano.

La capacidad estructural del panel, permite que sea utilizado como sistema constructivo auto soportante en edificios de un piso como oficinas, comedores y casa habitación.

Por su recubrimiento de pintura, posee gran resistencia a la corrosión y a los ambientes húmedos.

Aplicaciones

Se utiliza principalmente como panel de muro o cielo, para proyectos que necesitan de un ambiente con temperatura controlada

Áreas de Proyectos:

- Casas habitación
- Vitivinícolas
- Industrias Procesadoras de Alimentos
- Campamentos Mineros
- Establecimientos Educativos
- Instalaciones de Faenas
- Refrigeración



Ventajas

- Buen desempeño estructural que disminuye los elementos de apoyo.
- Unión de paneles sin puentes térmicos de gran valor estético.
- Poliuretano auto extingible.
- Variados espesores.

La unión longitudinal, posee un ensamble más cercano al borde externo del panel, dejando una mayor superficie de contacto del poliestireno, eliminando los riesgos de puentes térmicos, acumulamiento de polvo y materiales orgánicos.

Instalación

El sistema de instalación es rápido, limpio y efectivo, ya que los paneles vienen predimensionados desde la planta, además pueden ser desmontados y reutilizados, no se necesita de maquinaria especializada ni de gente especialista es el montaje de la estructura, ésta se coloca sobre una base de concreto pobre, evitando elementos de apoyo estructurares.

El Sistema eléctrico y sanitario es de fácil instalación, se introduce por el núcleo de poliuretano (ver la figura 1.2.6)

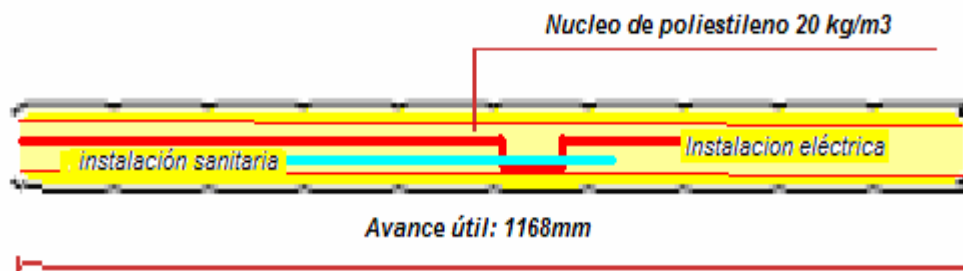


Figura 1.2.6. Instalación eléctrica y sanitaria

Fuente: Paulino Segura Tejeda.

Unión Longitudinal

Sistema de unión machihembrado que permite un excelente calce de los núcleos de poliuretano aumentando la permeabilidad del sistema, para una mejor impermeabilidad existe una gran variedad de sellos plásticos o tapa juntas (ver las figuras 1.2.7 y 1.2.8)

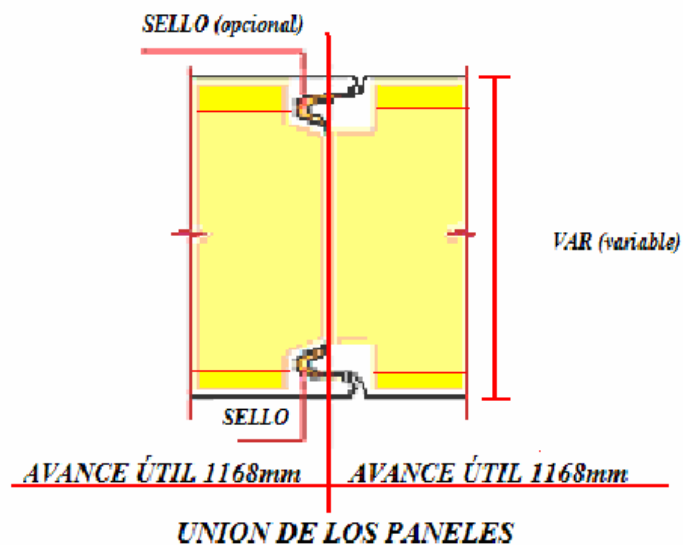


Figura 1.2.7. Unión de los paneles con flejes y tapajuntas

Fuente: Paulino Segura Tejeda

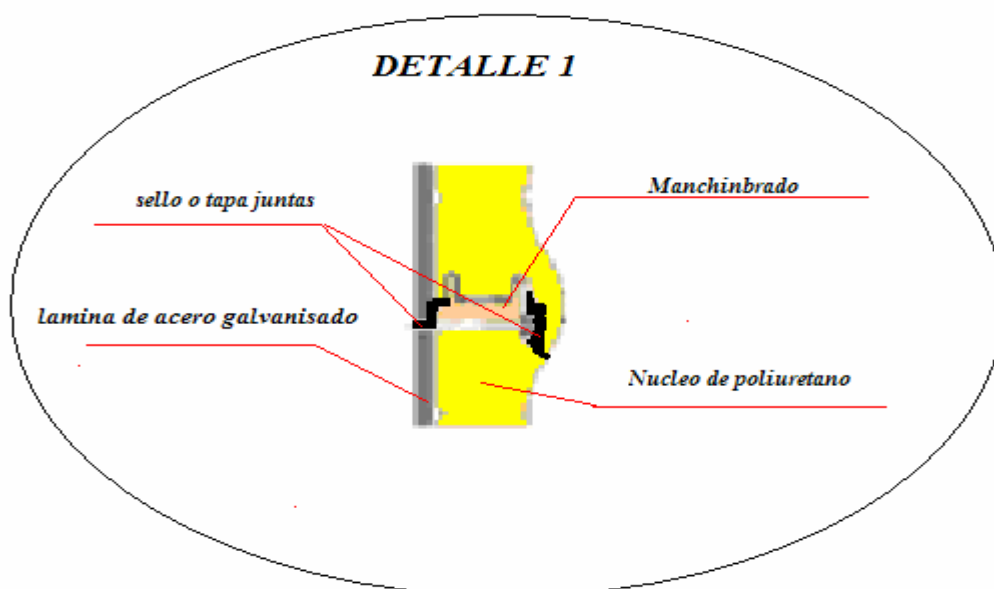


Figura 1.2.8. Detalle de tapajuntas

Fuente: Paulino Segura Tejeda



Sistema de Unión Transversal de Panel

Sistema de unión endentado que permite la transferencia de carga en el núcleo aislante, logrando un comportamiento monolítico del panel, sin generar puentes térmicos (ver la figuras 1.2.9, 1.2.10 y 1.2.11.)

PANEL 50

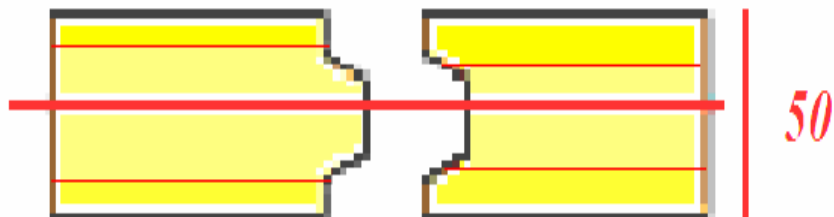


Figura 1.2.9. Transferencia de carga en el núcleo aislante de 50mm

Fuente: Paulino Segura Tejeda

PANEL 100

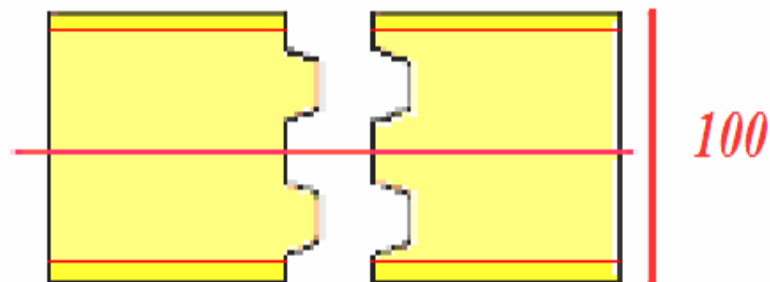


Figura 1.2.10. Transferencias de cargas en el núcleo aislante de 100mm

Fuente: Paulino Segura Tejeda



PANEL 200

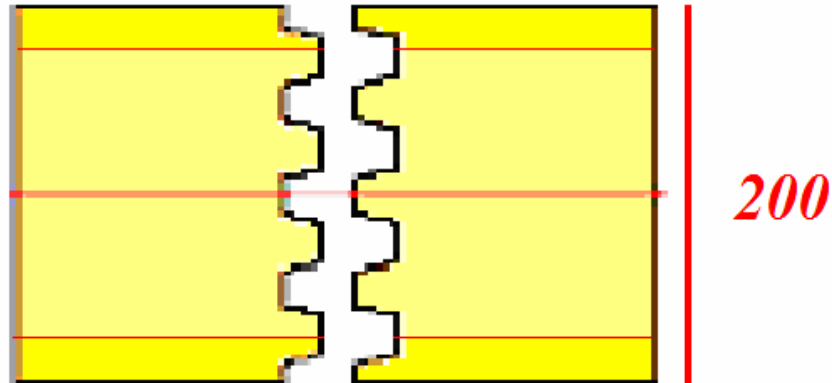


Figura 1.2.11. Transferencias de carga en el núcleo aislante de 200mm

Fuente: Paulino Segura Tejeda

Características técnicas

El panel emparedado con núcleo de poliuretano, con dos caras de acero 0.5 mm presenta las siguientes características (ver tabla 1.2.1 y 1.2.2)

Tabla 1.2.1. Resistencia a la intemperie de los paneles

Avance Util:	1.168 mm
Acero:	0.5 mm
Espesores Poliestireno(mm):	50, 75, 100, 120, 150, 200, 250.
Densidad Poliestireno:	20 kg/m ³
Densidad Poliestireno:	21 kg/m ³

Fuente: MULTI PANEL México 2001



Tabla 1.2.2. Transmitancia térmica.

TABLA DE TRANSMITANCIA						
Propiedades Térmicas			Elementos Horizontales		Elementos Verticales	
			(Flujo Ascendente)		(Flujo Ascendente)	
Espesor	Peso	Largo	Resistencia a Térmica	Transmitancia	Resistencia Térmica	Transmitancia
(mm)	(kg/m ²)	(m)	(m ² K/W)	(W/m ² K)	(m ² K/W)	(W/m ² K)
50	9.1	8	1,442	0,693	1,472	0,679
75	9.6	12	2,093	0,478	2,123	0,471
100	10.1	14	2,744	0,364	2,774	0,360
120	10.5	14	3,265	0,306	3,295	0,303
150	11.1	14	4,046	0,247	4,076	0,245
200	12.1	14	5,348	0,187	5,378	0,186
250	13.1	14	6,650	0,150	6,680	0,150

Fuente: MULTI PANEL México 2001

Los paneles tienen como característica un emparedado formado por dos láminas de metal, aluminio liso o acero galvanizado de diferentes espesores y un núcleo o relleno de poliuretano inyectado, lo que conforma un panel monolítico que garantiza el mayor aislamiento térmico y rigidez estructural, permitiendo grandes ahorros en costos de estructuras como son los paneles para techos o cubiertas (ver Figura 1.2.12.)

Paneles para Techos	
Espesor del Panel: 35.50mm Ancho Útil: 960mm	
Espesor del Panel: 35.50mm Ancho Útil: 960mm	
Espesor del Panel: 24mm Ancho Útil: 960mm	

Figura 1.2.12. Referencias físicas de los paneles para uso en techos o cubiertas

Fuente: MULTI PANEL México 2001



También están diseñados para resolver problemas específicos de temperaturas como son: cavas de refrigeración, ambientes de temperatura controlada, túneles de secado, hogares con aire acondicionado y paredes divisorias en industrias, pudiendo ser pintados en esmaltes o acabados texturizados (ver Figura 1.2.13).

Tabiques, Paredes y Cavas	
Espesor del Panel: 35, 50, 70, 80, 150 Ancho Útil: 1.080mm	
Espesor del Panel: 35, 50, 70, 80, 150 Ancho Útil: 1.132mm	
Espesor del Panel: 80, 100, 150mm Ancho Útil: 960mm	

Figura 1.2.13. Referencia de dimensionamiento de paneles muro

Fuente: MULTI PANEL México 2001

Actualmente se puede encontrar paneles de hasta 12 metros de longitud sin solape, especiales para naves industriales, estadios, iglesias, escuelas, mercados y estacionamientos con una gran versatilidad y funcionamiento estructural (ver Figura 1.2.14 y 1.2.15), los cuales se caracterizan por:

- No necesitar mantenimiento
- Abaratar los costos de estructuras
- Excelente aislamiento térmico y acústico
- No requiere maquinaria pesada
- No requiere mano de obra calificada
- Reducción de tiempos en obra
- Almacenamiento rápido
- Considerar el ahorro de energía, entre otras.



APLICACIONES EN CUBIERTAS

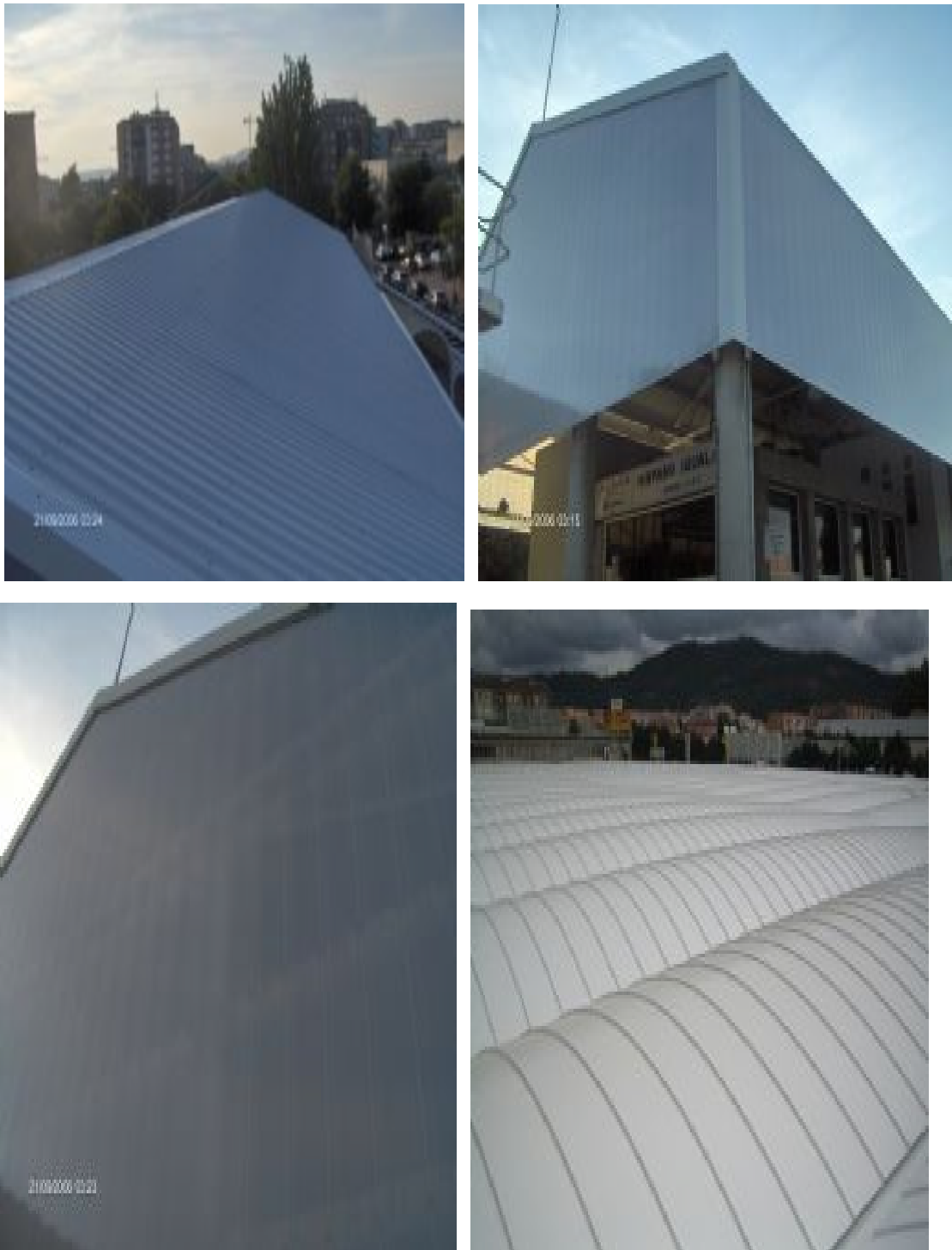


Figura 1.2.14. Estación de autobuses en Iguala, Barcelona.

Fuente: MULTI PANEL México 2001



FIGURA 1.2.15. Elementos portantes de fachadas en el Hotel Acosta Centro, 4 Estrellas en Almendralejo, España.

Fuente: MULTI PANEL México 2001



Es un método industrializado de obra seca a partir de paneles de poliuretano expandido y lámina metálica. Emplea paneles tipo emparedado (poliuretano expandido dentro de lámina metálica), perfilaría en aluminio, y cubierta también con paneles tipo emparedado. La estructura está compuesta por perfiles de aluminio anclados con pernos de expansión a la losa de concreto que sirve de cimentación. La edificación obtenida tiene un adecuado aislamiento térmico y acústico y es resistente a efectos climáticos.

Montaje en lugar de construcción

Cuando mayor son las piezas, más rápido se puede construir una pared o una estructura. En la construcción de viviendas se están utilizando de manera creciente componentes fabricados en plantas de producción, que se ensamblan sobre el terreno. Algunos defienden que es una solución que acelera el proceso de construcción y reduce costos e impactos ambientales.

Viviendas para ensamblar

El concepto de vivienda prefabricada se suele asociar con bungalow o caravanas. Sin embargo, desde las primeras casas a las actuales propuestas de modernas viviendas modulares, son numerosas las construcciones cuyos componentes se han fabricado en una planta situada a kilómetros del lugar donde finalmente se convertirán en un hogar. Las piezas se comercializan y compran como un kit que el usuario final monta en el terreno que destine a ello. Este tipo de viviendas totalmente modulares suelen ser de una sola planta y unifamiliares, aunque también las hay de dos alturas.

En la construcción de casas habitación, son cada vez más las personas que buscan la utilización de grandes elementos constructivos prefabricados. Básicamente se utilizan pilares, forjados y cubiertas prefabricadas, así como aplacados para cerramientos horizontales. Este tipo de construcción permitirá componer y levantar todo tipo de edificios en menos tiempo, ya que se conseguirá una mayor rapidez de ejecución y se reducirán los tiempos de espera.

Ventajas de los prefabricados

La construcción se convertirá en una actividad continua, al menos en la planta de producción, en la que durante todo el año se fabricarán los componentes de las futuras edificaciones. Esto permitirá que los trabajadores del sector de la construcción, o una parte de ellos, tengan un empleo fijo menos sujeto a las variaciones de los ritmos del sector.

Ligado a esto, se tienen a los promotores de la construcción, que defienden como una ventaja, el hecho de que la mano de obra que trabajará en estas cadenas de montaje no necesitará una formación especializada. Esto resulta interesante a para los promotores de viviendas en países en los que, por ejemplo, se construye habitualmente un gran número de viviendas de madera, como en Estados Unidos.



Este nuevo sistema de construcción permitirá prescindir de un carpintero profesional y emplear a un obrero no especializado en la cadena de montaje. Por supuesto, este obrero percibiría un salario más bajo.

La rapidez de montaje, tanto en el caso de viviendas modulares como en edificios con componentes prefabricados, hará que se acorte el tiempo de ejecución de la obra, en algunos casos a la mitad, aunque resulta más espectacular en el caso de viviendas totalmente construidas en fábrica. Tras su transporte al sitio de construcción, una vivienda totalmente prefabricada puede ser montada, cerrada y ocupada en cuestión de días.

El ahorro de materiales utilizados en obra, con los elementos prefabricados en edificios o en las viviendas modulares, es posible, ya que la construcción o montaje es en seco, es decir, se puede prescindir del mortero.

Habrà una reducción de los residuos de la construcción, al llegar los componentes prefabricados a obra, se reducirá la cantidad de residuos generados en el terreno donde se realiza la construcción (embalajes, rotura de piezas, etc.)

Se afirma que se pueden crear productos finales que permiten el ahorro de energía. Por ejemplo, se construirían paneles para viviendas modulares con un mayor aislamiento térmico que el que se suele aplicar en la mayoría de las obras.

Los componentes prefabricados se construirán con materiales de la misma calidad que en la obra o incluso de calidad superior, puesto que los componentes y proceso de producción estarán sujetos a un mayor control en la planta (condiciones ambientales, controles de calidad, etc.). Además, los materiales estarán menos expuestos a inclemencias meteorológicas, ya que el montaje se realiza en un breve período de tiempo y éstos no estarían expuestos a condiciones climáticas adversas durante meses.

La prefabricación de elementos constructivos podrá abrir el camino hacia la creación de edificios en que será más sencillo desensamblar o deconstruir cuando estos llegan al final de su vida útil y poder así utilizar los materiales en otro lugar. También será posible un mayor control sobre los procesos y materiales, tanto en la gestión de residuos generados (más sencilla en planta que en obra) como en la eliminación de productos tóxicos.

En algunos casos, la vivienda podrá ser totalmente desmontada y llevada a otro emplazamiento elegido, si los habitantes así lo deciden.

Con todo lo descrito anteriormente, se ahorran algunos materiales, tiempo de ejecución y mano de obra que a su vez redundan en un ahorro económico.

Sin embargo, dadas las características del tipo de urbanismo y de la edificación en nuestro país, estas ventajas se reducen en cierto grado, pues muchas de ellas se asocian a la vivienda prefabricada unifamiliar.



Las casas totalmente modulares están mucho más extendidas en otros países cuyo urbanismo es más difuso, pues su aplicación en el entorno urbano y plurifamiliar es más limitada. Pero los teóricos beneficios ambientales de la construcción con prefabricados tienen actualmente defensores por doquier y merecen una reflexión más detenida.

Desde el punto de vista medioambiental, no está tan claro que los prefabricados sean una solución de bajo impacto para una construcción más ecológica.

Las viviendas prefabricadas no están producidas con materiales ecológicos, sino con productos similares a la edificación convencional.

Pero de hecho utilizan materiales que necesitan grandes cantidades de energía en su fabricación y consumen recursos no renovables.

Transporte. Las emisiones que genera el transporte son el 40 % del total de emisiones de gases de efecto invernadero.

Los elementos o viviendas prefabricadas requieren un desplazamiento, desde la planta al emplazamiento final.

Un suplemento que añadir al transporte inicial de las materias primas hasta la planta de ensamblaje.

Los residuos se generarían en planta. Que se produzcan menos residuos en obra no quiere decir que no se generen. Materiales defectuosos y embalajes de materias primas se convertirán en residuos en la planta de fabricación, aunque no se hagan visibles sobre el terreno. Sin embargo, su gestión deba estar sometida a un mayor control.

Los prefabricados aportan algunas ventajas de efectividad y facilidad de trabajo en el proceso de construcción de viviendas. Sin embargo, salvo excepciones, no se puede considerar que este tipo de construcción tenga un menor impacto ambiental global, con la actual utilización de materiales y los actuales sistemas de transporte de elevada huella ecológica.

Podemos pensar que las ventajas que se asocian a los prefabricados tienen más que ver con la facilidad y la eficacia a la hora de gestionar la puesta en obra, e incluso con economizar recursos (también humanos), que con la ecología.

Seguir utilizando materiales intensivos en energía y contaminantes en su fabricación no es ambientalmente viable, así como mantener o continuar la dependencia del transporte a larga distancia de los materiales que van a conformar el edificio.



II . CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS

2.1 PROPIEDADES FÍSICAS

Es un panel fabricado en línea continua, dispuesto a manera de emparedado, formado por un núcleo o centro de espuma rígida de poliuretano y dos caras de lámina de diversos acabados.

Propiedades físicas de la espuma rígida de poliuretano (núcleo)

Plástico celular con una densidad media de 40 Kg/m^3 , conforme a la Norma ASTM D-1622 (Método de prueba estándar para la densidad evidente de plásticos celulares rígidos) y una estructura interna de 90% de celdas cerradas, conforme a la Norma ASTM D-2856 (Espumas autoextinguibles).

Galvanizado: Recubierto de zinc aplicado por el proceso de inmersión en caliente para obtener una capa tipo G-90 (equivalente a 0.9 Oz/pie^2 por ambas caras), con la finalidad de proteger el acero contra la corrosión (ver tabla 2.1.1).

Tabla 2.1.1. Recubierto de zinc aplicado por el proceso de inmersión en caliente para obtener una capa tipo G-90

	TECHO		MURO		ECONOMURO	
ANCHO	100 cms.		110 cms. / 106.7 cms.		110 cms. / 106.7 cms.	
	Estándar	Especial	Estándar	Especial	Estándar	Especial
ESPESOR / CALIBRE*	2" (26/26)	3" (26/26)	2" (26/26)	3" (26/26)	2" (26)	3" (26)
	2 1/2" (26/26)	5" (26/26)	2 1/2" (26/26)	5" (26/26)	2 1/2" (26)	5" (26)
	4" (26/26)	6" (26/26)	4" (26/26)	6" (26/26)	4" (26)	6" (26)
COLORES	Blanco/Blanco Arena/Arena	Cualquier Otro	Blanco/Blanco Arena/Arena	Cualquier Otro	• Blanco/Blanco (Papel Vinil) • Blanco/Negro (Papel Ultraface) • Arena/Blanco (Papel Vinil) • Arena/Negro (Papel Ultraface)	Cualquier Otro en la cara de lámina
ACABADO Y CONFIGURACION	Poliéster Estandar Liso con Ribs en ambas caras	• Acero Inoxidable por una o ambas caras • Poliéster Estandar Liso con Ribs/ Liner Panel de 0.060" o 0.090"	Poliéster Estandar Liso con Ribs en ambas caras	• Acero Inoxidable por una o ambas caras • Poliéster Estandar Liso con Ribs/ Liner Panel de 0.060" o 0.090"	Poliéster Estandar Liso con Ribs y Liso en cara de papel	• Acero Inoxidable/ Papel



Materiales termo aislantes, características técnicas y criterios de selección

Modos de transmisión del calor

El calor puede transferirse por conducción, por convección o por radiación, o por una combinación de los tres modos. El calor siempre se mueve de las zonas más calientes a las más frías; busca el equilibrio. Cuanto mayor es la diferencia de temperatura, más rápidamente fluye el calor hacia la zona más fría. Estas definiciones ya han sido contempladas, un ejemplo de muestra en la figura 2.1.1

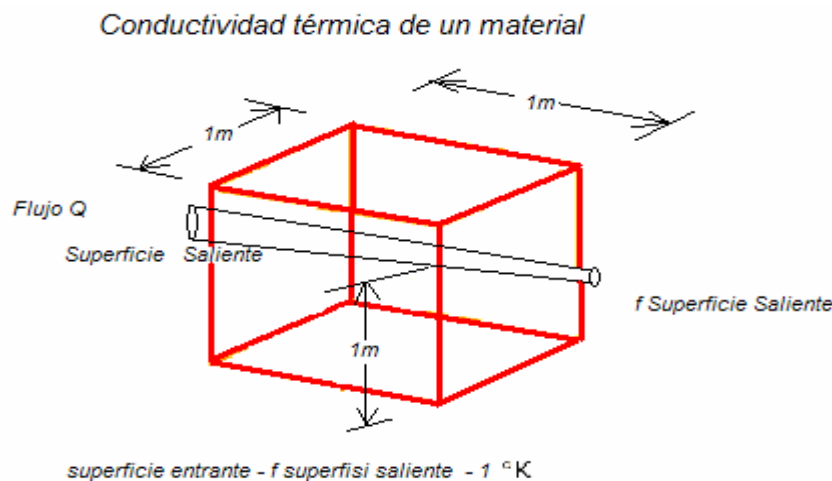


Figura 2.1.1 Conductividad térmica de un material

La transmitancia térmica U de un cerramiento es la cantidad de calor que lo atraviesa. Se calcula como la inversa de la suma de resistencias térmicas de cada material que compone el cerramiento, incluyendo las resistencias térmicas superficiales interna y externa (estos últimos valores dependen del sentido de flujo de calor y de la situación del cerramiento respecto al edificio. Cuanto menor sea la U de un cerramiento, mejor aislamiento térmico tiene.

Humedad Absoluta

Es la cantidad de vapor de agua contenida en el aire, en valor absoluto $H_{abs} = g$ vapor de agua / kg aire seco.

Humedad de Saturación

Es la cantidad máxima de vapor de agua que admite el aire, a partir de la cual se produce condensación o licuación. También se le llama punto de rocío.



Presión de Vapor

Es la presión del vapor de agua que contiene el aire. Cuando hay humedad de saturación se alcanza la presión de saturación. Se mide en Pascales.

Humedad Relativa

Es la cantidad de vapor de agua contenida en el aire, en valor relativo, es decir, el porcentaje de la humedad de saturación.

Condensaciones Superficiales

Son la licuación del vapor de agua que se produce en la superficie de un material al sobrepasar la humedad absoluta a la de saturación. Se evitan aumentando las temperaturas superficiales, ya sea mejorando el aislamiento, suprimiendo puentes térmicos, ventilando o controlando la emisión del vapor de agua.

Factor de Difusión

Factor de Difusión (coeficiente m), es la resistividad o factor de resistencia a la difusión del vapor de agua que tiene un material. Su valor (adimensional) viene dado normalmente tomando como referencia o valor unidad la resistividad del aire seco en reposo (m aire en reposo = 1). Ejemplo: m ladrillo = 10 (su resistividad es diez veces mayor que la del aire en reposo).

Resistencia al Vapor de Agua

Es igual al coeficiente m , por el espesor del material en metros. $R_v = m * e$. Si se trata de un cerramiento de varias hojas: $R_v \text{ tot} = m_1 * e_1 + m_2 * e_2 + m_3 * e_3 + \dots + m_n * e_n$.

Permeancia al Vapor de Agua

Es igual a la inversa de la resistencia al vapor de agua. $P = 1 / R_v$.

Barreras de Vapor

Son láminas de materiales plásticos o metálicos (polietileno, aluminio, etc.) que presentan buena resistencia al paso del vapor de agua, lo que evita en gran medida que se produzcan condensaciones y humedades en los materiales que protegen, las cuales deteriorarían su capacidad aislante.

Condiciones Térmicas en los Edificios

Se deben de tener en cuenta las condiciones térmicas mínimas que deben cumplir los edificios y los materiales que conforman sus cerramientos (ver Figura 2.1.2).

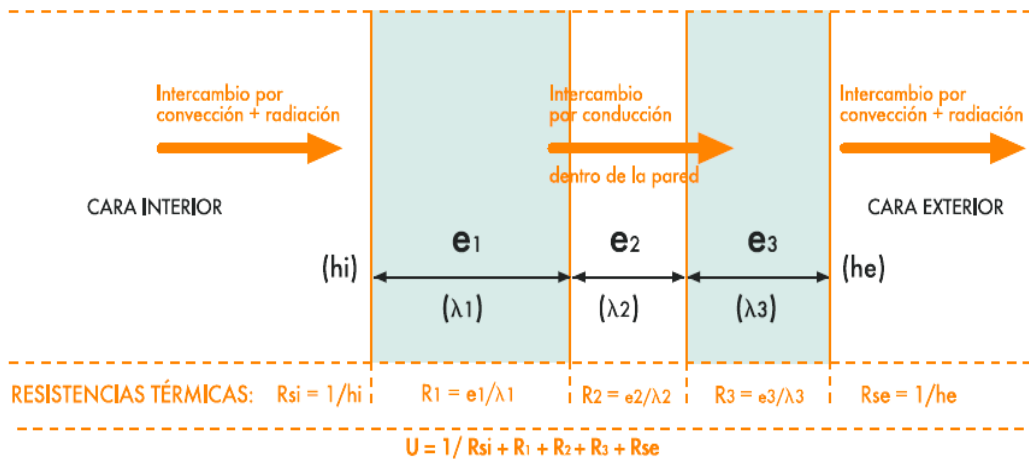


Figura 2.1.2. Condiciones térmicas mínimas que deben cumplir los edificios

Puede calcularse la cantidad de calor (flujo) transmitido a través de cualquier combinación de materiales. No obstante, para poder calcular las pérdidas de calor es necesario conocer determinados términos técnicos y comprender tanto éstos como los factores.

Energía calorífica

Una kilocaloría (1 kcal o 1 000 calorías) es la cantidad de calor (energía) necesaria para aumentar en un grado centígrado ($^{\circ}\text{C}$) la temperatura de un kilogramo de agua. La unidad de energía en el sistema internacional (SI) es el julio (J). Una kcal corresponde a unos 4.18 kJ (esta equivalencia varía ligeramente en función de la temperatura).

Otra unidad de energía es el BTU (British thermal unit o unidad térmica británica). Una BTU equivale aproximadamente a 1 kJ.

Conductividad térmica

Es una medida de la capacidad de un material para conducir el calor a través de su masa. Cada material, ya sea aislante o de otro tipo, tiene un valor de conductividad térmica específico que permite determinar su eficacia como aislante del calor.

Puede definirse como la cantidad de calor o energía (expresada en kcal, BTU o J) que puede conducirse por unidad de tiempo a través de la unidad de superficie de un material de espesor unitario, cuando la diferencia de temperatura es la unidad. La conductividad térmica puede expresarse en $\text{kcal/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$, en $\text{Btu/ft} \cdot ^{\circ}\text{F}$ y, en el SI, en vatios $\text{W/m} \cdot ^{\circ}\text{C}$. La conductividad térmica se conoce también como (k).



Coefficiente de conductancia térmica (L) ($\text{kcal}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$)

Se identifica mediante la letra (L) y se define como la cantidad de calor (en kcal) conducido en una hora a través de 1 m^2 de material, de un espesor de 1 m, cuando la diferencia de temperatura entre los lados del material en condiciones de flujo continuo de calor es de 1°C . La conductancia térmica se determina experimentalmente y es el parámetro básico de cualquier material aislante. Puede expresarse en unidades del SI, $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, o en $\text{BTU}\cdot\text{ft}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}\cdot^{\circ}\text{F}^{-1}$.

Resistividad térmica

La resistividad térmica es la inversa de la conductividad térmica $k = 1/k$

Resistencia térmica (R)

La resistencia térmica (R) es la inversa de la conductancia térmica $R = 1/L$ y se utiliza para calcular la resistencia térmica de cualquier material, simple o compuesto.

El valor R puede definirse, como la resistencia que ejerce un material determinado al flujo de calor. Un buen material aislante tendrá una resistencia térmica (R) alta. Para espesores diferentes de 1 m, la resistencia térmica aumenta en proporción directa al aumento del espesor del material aislante.

Coefficiente de transmisión de calor (U) ($\text{kcal}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$)

El símbolo U designa el coeficiente global de transmisión de calor de cualquier sección de un material simple o compuesto. Las unidades de U en el SI son kcal sobre el producto del metro cuadrado de sección por hora por grado centígrado (de diferencia de temperatura entre el aire interior y el exterior). Puede también expresarse en otros sistemas de unidades. El coeficiente U incluye las resistencias térmicas de ambas caras de las paredes o suelos, así como la resistencia térmica de las capas y espacios de aire que pueda contener la pared o el suelo en su interior.

Permeancia al vapor de agua (pv)

Se define como la cantidad de vapor de agua que atraviesa la unidad de superficie de un material de espesor unitario, cuando la diferencia de presión de vapor de agua entre ambas caras del material es la unidad. Puede expresarse en $\text{g}\cdot\text{cm}\cdot\text{mm Hg}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$, en el SI, o bien en $\text{g}\cdot\text{m}\cdot\text{MN}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ (gramos por metro sobre el producto de meganewton por segundo).

Resistencia al vapor de agua (rv)

Es la inversa de la permeancia al vapor de agua y se define como $rv = 1/pv$ (ver tabla 2.1.2).



Tabla 2.1.2. Propiedades físicas de algunas calidades de espumas de poliuretano

Propiedades físicas	Unidades	Temp. de ensayo (°F/°C)	Método de la American Society for Testing and Materials (ASTM)
Densidad nominal	lb/ft (kg/m ³)	74/23.3	D1622
Resistencia a la compresión:			
a) Paralela	PSI ²	74/23.3	D1621
b) Perpendicular	PSI	74/23.3	D1621
Módulo de compresión:			
a) Paralela	PSI	74/23.3	D1621
b) Perpendicular	PSI	74/23.3	D1621
Resistencia a la tracción:			
a) Paralela	PSI	74/23.3	D1623
b) Perpendicular	PSI	74/23.3	D1623
Resistencia al cizallamiento: Perpendicular	PSI	74/23.3	C273
Resistencia al fuego	ND	74/23.3	D1692
Conductividad térmica (k)	Btu/ft ² .	74/23.3	C177
	h°F/in	74/23.3	
a) En volumen	%	74/23.3	D2127
b) En peso	lb/ft ²	74/23.3	D2127
Estabilidad dimensional:			
a) Cambio neto de volumen:			
1 día	%	160/71.1	D2126
			Prac. E
7 días	%	160/71.1	D2126
			Prac. E
28 días	%	160/71.1	D2126
			Prac. E
b) Deformación lineal media			
1 día	%	160/71.1	D2126
			Prac. E
7 días	%	160/71.1	D2126
			Prac. E
28 días	%	160/71.1	D2126
			Prac. E

El aislamiento tiene la función primaria de reducir la transmisión de calor a través de las paredes.

Los materiales termoaislantes basan sus propiedades en la retención de burbujas o bolsas de gas en el seno de una estructura espumosa. Si estas células de gas se llenan de humedad, se reduce significativamente su capacidad aislante.



La conductividad térmica del agua (a 10 °C) es de $0.5 \text{ kcal m}^{-1}\text{h}^{-1}\text{°C}^{-1}$, En cambio, la del aire seco en reposo es de cerca de $0.2 \text{ kcal m}^{-1}\text{h}^{-1}\text{°C}^{-1}$.

Materiales termoaislantes

Existen muy diversos materiales termoaislantes. La selección del material aislante deberá basarse en su costo inicial, su eficacia, su durabilidad, a su adaptabilidad al clima y a los métodos de instalación disponibles en cada lugar.

Espuma de poliuretano

Uno de los mejores aislantes disponibles en el mercado es la espuma de poliuretano. Tiene buenas propiedades termoaislantes, una baja permeabilidad al vapor de agua, una alta resistencia a la absorción de agua, una resistencia mecánica relativamente alta y una baja densidad. Además, su instalación es relativamente fácil y económica.

Conductividad térmica

Los mejores materiales aislantes serán los que tengan una conductividad térmica más baja, dado que tendrán un menor coeficiente global de transmisión de calor, con lo que se necesitará menos material aislante.

Permeabilidad al vapor de agua

Los mejores materiales aislantes serán los que tengan una permeabilidad al vapor de agua muy baja, de modo que la absorción de agua sea despreciable y se reduzcan principalmente la corrosión.

Características de resistencia e instalación

El material aislante deberá ser resistente al agua, a los disolventes y a las sustancias químicas. Deberá ser duradero y no perder su eficacia aislante rápidamente. Deberá poderse instalar con instrumentos simples. Deberá ser económico, tanto en términos de la inversión inicial como en su rentabilidad a largo plazo. No deberá generar ni absorber olores. No deberá verse afectado por hongos o mohos ni atraer parásitos. Deberá tener dimensiones estables.

Características de seguridad

El material aislante deberá estar clasificado como no inflamable y no explosivo. Si llegara a arder, los productos de su combustión no deberán constituir un peligro por su toxicidad.

Existen varias calidades de espumas de poliuretano, algunas de las cuales son particularmente resistentes al fuego. Estas espumas, contienen isocianurato y pueden resistir de 10 a 25 minutos antes de que el fuego las atravesase cuando se exponen a una llama de una antorcha de propano a 1 200 °C.



En cuanto a la absorción de agua, ésta deberá ser despreciable (ver tabla 2.1.3).

La resistencia a la compresión de la espuma varía en función de su densidad, siendo de 2 a 3 kg/cm² en las espumas con densidades de 35 a 40 kg/m³ y mayor en espumas con densidades más altas (ver tabla 2.1.4).

Tabla 2.1.3. Resistencia de los paneles al fuego y al agua

Resistencia al fuego	Conductividad térmica (k) Btu/ft ² . h°F/in	Absorción de agua en peso lb/ft ²
Nula	0.11 a 0.16	0.040
Nula		0.025
Nula		0.020
No arde		0.040
No arde		0.040

Tabla 2.1.4. Propiedades físicas de la resistencias a la compresión del poliuretano

Calidades de espumas de poliuretano	Densidad Nominal lb/ft ³ (kg/m ³)	Resistencia a la compresión: PSI ²	Resistencia a la compresión: PSI
		a) Paralela	b) Perpendicular
9002-2B	2 (32)	38	18
9002-3B	3 (48)	70	36
9002-4B	4 (64)	100	68
9005-2	2 (32)	25	20
9006-4	4 (64)	75	48

El poliuretano puede transformarse, mediante polimerización, en bolitas blancas de plástico de poliestireno. Estas bolitas pueden expandirse para formar una espuma conocida como poliuretano expandido. Hay dos formas principales de fabricar poliuretano expandido: mediante extrusión y mediante moldeo de bloques (ver la figura 2.1.3).



Figura 2.1.3. Polimerización de poliuretano



Las espumas de poliestireno expandido presentan ciertas limitaciones técnicas, ya que son inflamables, aunque existen espumas ignífugas; se descomponen gradualmente al exponerse directamente a la luz solar; reaccionan con los disolventes utilizados en la instalación de plástico reforzado con fibra de vidrio (como los poliésteres con estireno), así como con otros disolventes orgánicos (gasolina, queroseno, acetona, etc).

Comparación entre diversos aislantes

Se comparan algunos de los materiales más comúnmente utilizados con fines de aislamiento, indicándose la resistencia térmica (R) y las ventajas e inconvenientes de cada tipo de material.

En general, los materiales más costosos, como las espumas de poliuretano, tienen una mayor eficacia aislante para un espesor dado. Es posible comparar los diversos tipos de materiales aislantes basándose en sus valores de R (ver tabla 2.1.5).



Tabla 2.1.5. Comparación de algunos elementos aislantes en la construcción

Material aislante	Resistencia térmica (R) por pulgada	Ventajas	Inconvenientes
Poliuretano, en plancha	6.25	Muy buena R; puede usarse con resinas de fibra de vidrio	No siempre es fácil de obtener; relativamente caro
Poliuretano, rociado	7	Muy buena R; puede usarse con resinas de fibra de vidrio; aplicación sencilla con equipo de rociado	No siempre es fácil de obtener; caro; exige equipo especial de rociado
Poliuretano, vertido (mezcla química de dos componentes)	7	Muy buena R; puede usarse con resinas de fibra de vidrio; aplicación relativamente sencilla	No siempre es fácil de obtener; caro; los volúmenes deben calcularse muy cuidadosamente
Poliestireno, en láminas (lisas)	5	Fácilmente disponible, de bajo costo, R razonable	No puede usarse con resinas de fibra de vidrio, a no ser que se proteja; se daña fácilmente
Poliestireno, expandido in situ y en perlas moldeadas expandidas	3.75-4	Valores de R razonables, menor costo que las láminas de superficie lisa	No puede usarse con resinas de fibra de vidrio, a no ser que se proteja; se daña fácilmente
Plancha de corcho	3.33	Disponible en muchos mercados; costo razonable; puede recubrirse con fibra de vidrio	R menor que la del poliuretano para espumas de estireno
Rollos de lana de fibra de vidrio	3.33	Bajo costo; instalación fácil	Absorbe agua u otros líquidos con facilidad, y pierde capacidad aislante al mojarse
Rollos de lana mineral	3.7	Bajo costo; instalación fácil	Absorbe agua u otros líquidos con facilidad, y pierde capacidad aislante al mojarse
Virutas de madera	2.2	Fácilmente disponible; bajo costo	Absorbe humedad y su R se reduce al mojarse; se descompone
Aserrín	2.44	Fácilmente disponible; bajo costo	Absorbe humedad y su R se reduce al mojarse; se compacta por efecto de las vibraciones
Paja		Fácilmente disponible; bajo costo	Absorbe humedad y su R se reduce al mojarse; alberga insectos, etc.
Espacio de aire	1	Costo nulo	Es necesario sellarlo completamente para evitar la circulación de aire que ocasiona la infiltración de calor

En las figuras 2.1.4 y 2.1.5, se puede observar como la vaporización y condensación de la humedad presente, modifican la energía presente en el panel, así como la presión absoluta que se ejerce en sus paredes. Lo anterior es de gran importancia, ya que afecta directamente la resistencia del panel.

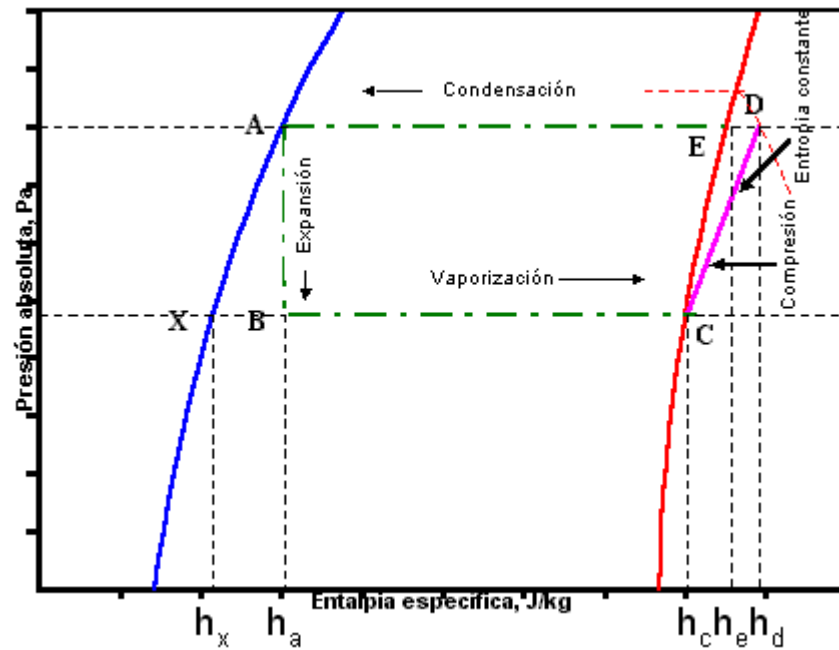
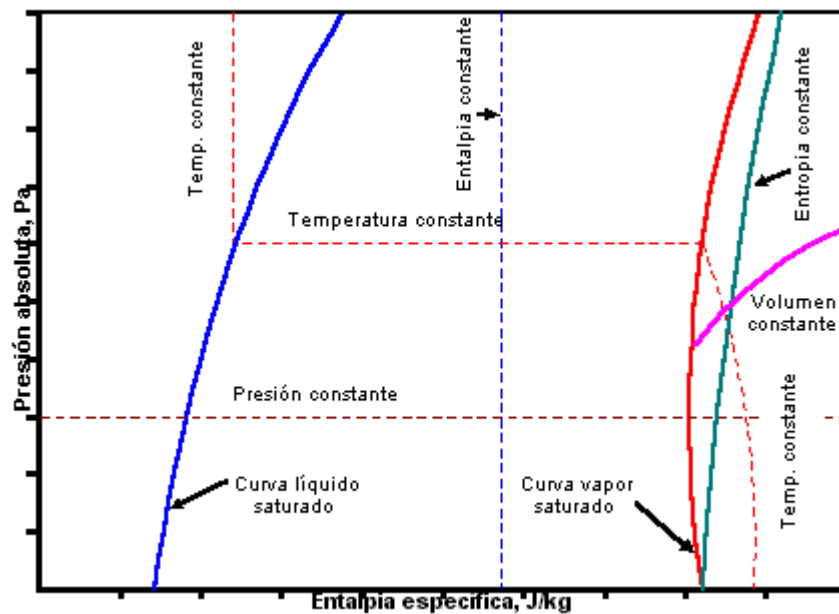


Figura 2.1.4. Gráfica de entalpía específica en función de la condensación, vaporización y expansión del panel



Figuras 2.1.5. Graficas de entalpía del panel de lámina con alma de poliuretano



2.2 PROPIEDADES MECÁNICAS

Esfuerzo de compresión:

La Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM) tiene dos métodos que pueden usarse para medir la resistencia a la compresión en las espumas utilizadas en este sistema, ellas son las ASTM D-1621 y la ASTM.1.12 que poseen métodos estándar de prueba para las propiedades de resistencia de los plásticos de células rígidas.

Ambos métodos nos deben llevar a resultados similares del orden de los (110-172) KPa. Una resistencia inferior a los 110 KPa, cae fuera del rango mínimo que exigen las norma ASTM.1.12. Conforme a la Norma ASTM D-1621, ver la figura 2.2.1 y las tablas 2.2.1 y 2.2.2

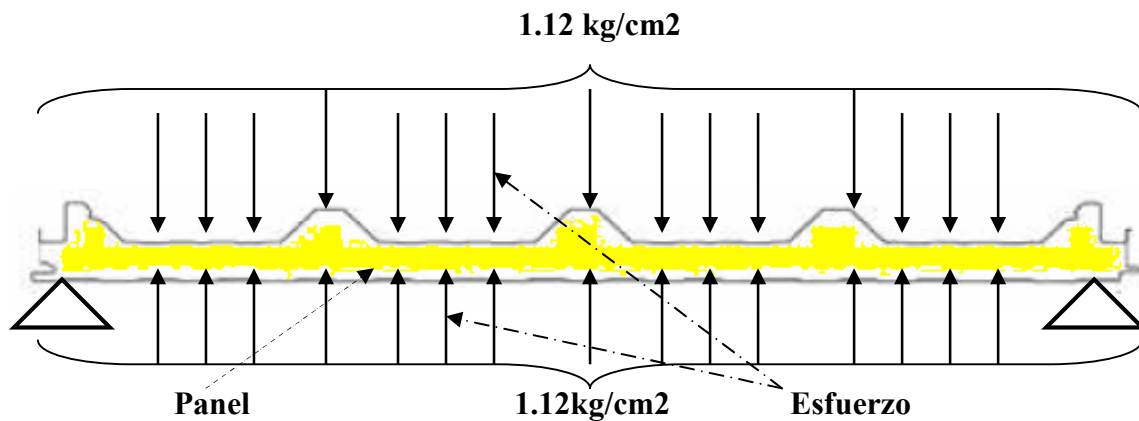


Figura 2.2.1. Esquema de esfuerzos a la compresión

Tabla 2.2.1. Capacidad de carga uniforme entre apoyos

TABLA DE CAPACIDAD DE CARGA UNIFORME													
		DISTANCIA ENTRE APOYOS (MTS.)											
ESPESOR DEL PANEL	DEFLEXION MAXIMA PERMITIDA												
		CALIBRE No. 26						CALIBRE No. 28					
		2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
1	L/240	233	155	97	65	---	---	192	141	89	59	---	---
	L/120	233	162	119	91	---	---	192	146	107	82	---	---
1 1/2"	L/240	347	241	167	112	---	---	264	216	151	101	---	---
	L/120	347	241	177	135	---	---	264	216	158	121	---	---
2	L/240	475	330	242	174	---	---	335	279	216	156	---	---
	L/120	475	330	242	185	---	---	335	279	216	165	---	---
2 1/2"	L/240	612	425	312	239	---	---	406	339	278	213	---	---
	L/120	612	425	312	239	---	---	406	339	278	213	---	---
3"	L/240	744	517	384	302	---	---	477	400	341	269	---	---
	L/120	744	517	384	302	---	---	477	400	341	269	---	---
4"	L/240	923	641	471	361	270	---	621	517	415	318	238	---
	L/120	923	641	471	361	270	---	621	517	415	318	238	---
5"	L/240	1102	765	558	420	315	236	765	634	489	367	275	206
	L/120	1102	765	558	420	315	236	765	634	489	367	275	206

Tabla 2.2.2. Capacidad de carga uniforme para apoyo simple, doble y triple

TABLA DE CAPACIDAD DE CARGA UNIFORME PARA LAMINA EN POSICION NORMAL (ECONOTECHO) Kg/M²																								
		DISTANCIA ENTRE APOYOS (MTS.)																						
		APOYO SIMPLE								APOYO DOBLE								APOYO TRIPLE						
CALIBRE		1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75
0.015"	ESF.	216							274	177	124	92	71	57	47	39	342	220	154	114	88	71		
28	L/240		139	88	59	41	30	23															57	43
0.018"	ESF.	288							338	218	153	113	88	70	58	49	421	271	190	141	109	87		
26	L/240		169	108	71	50	36	27															69	52
0.020"	ESF.	296							382	246	172	128	99	79	65	55	476	306	214	159	123	98		
24	L/240		188	118	79	56	41	30															76	57

TABLA DE CAPACIDAD DE CARGA UNIFORME PARA LAMINA EN POSICION INVERTIDA (DECK) Kg/M²																								
		DISTANCIA ENTRE APOYOS (MTS.)																						
		APOYO SIMPLE								APOYO DOBLE								APOYO TRIPLE						
CALIBRE		1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50		
0.015"	ESF.																							
	28	L/240	76	39	23	14	10	7	5	181	93	54	34	23	16	12	142	73	42	27	18	13	9	
0.018"	ESF.																							
	26	L/240	93	48	28	18	12	8	6	222	115	67	42	28	20	15	175	90	52	33	22	16	12	
0.020"	ESF.																							
	24	L/240	104	54	31	20	13	9	7	248	128	74	47	32	22	16	195	101	59	37	25	18	13	



Esfuerzo de Tensión:

La tensión máxima que debe de soportar una espuma rígida es de 1.76 kg/cm^2 , conforme a la Norma ASTM D-1623 (ver figura 2.2.2 y 2.2.3 y las tablas 2.2.3 y 2.2.4).

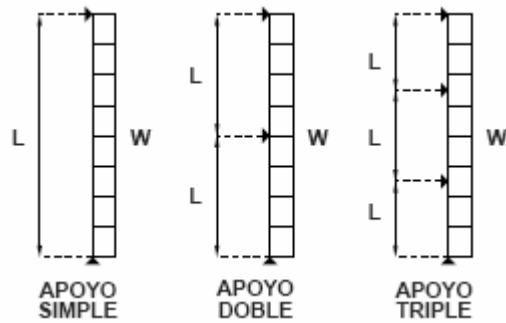


Figura 2.2.2. Esquemas de apoyos

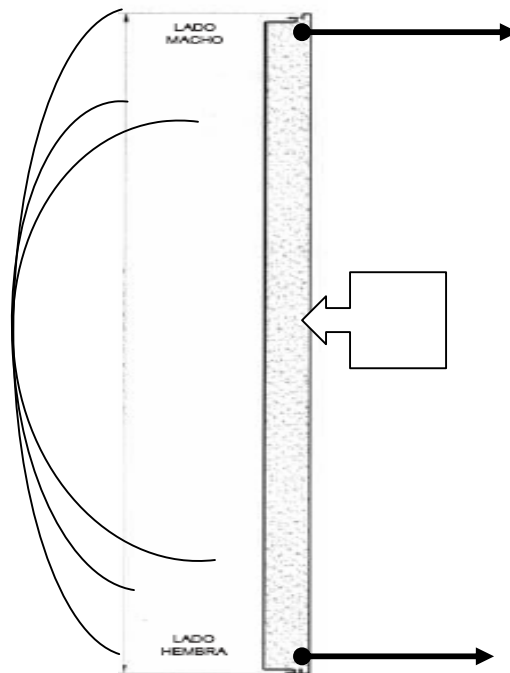


Figura 2.2.3. Representación de torsión en el panel



Tabla 2.2.3. Módulos de torsión

Módulo de compresión A) Paralela PSI	Módulo de compresión B) Perpendicular PSI	Resistencia a la tracción A) Paralela PSI	Resistencia a la tracción B) Perpendicular PSI	Resistencia al cizallamiento Perpendicular
1050	450	56	40	33
1750	950	84	65	50
2500	1500	112	90	65
600	500	40	35	26
2000	900	90	77	50

Tabla 2.2.4. Deformación lineal

Cambio neto de volumen % (7 días)	Cambio neto de volumen % (28 días)	Deformación lineal media % (1 día)	Deformación lineal media % (7 días)	Deformación lineal media % (28 días)
2	2.5	0.7	1	1.2
1	1.5	0.5	0.7	1
1	1.5	0.5	0.7	1
1.2	1.7	0.6	0.8	1.4
1.3	2.7	0.6	1.4	1.8

Cargas de Viento: Se considera de alta resistencia según la región (ver figuras 2.2.4 y 2.2.5 y tablas 2.2.5 y 2.2.6).

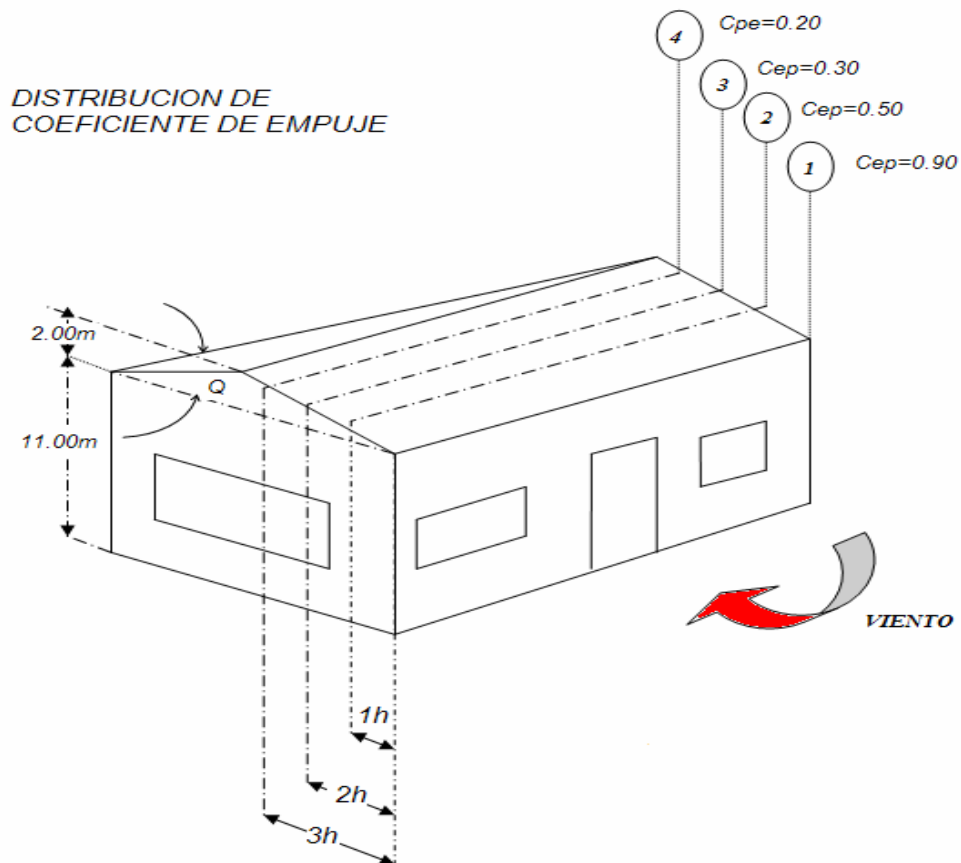


Figura 2.2.5. Distribución de coeficiente de empuje

Tabla 2.2.5. Distribución del coeficiente de empuje

DISTRIBUCION DE COEFICIENTE DE EMPUJE			
	Cpe	Cpi	Pd
1	0.9	0.8	1.7
2	0.5	0.8	1.3
3	0.3	0.8	1.45
4	0.2	0.8	1
	Pe = PRESIÓN EXTERIOR		
	Pi = PRESIÓN INTERIOR		
	Pd = PRESIÓN NETA		



Figura 2.2.5. Regionalización eólica de la República Mexicana
Referencia: Manual de diseño de obras civiles, CFE, 1993)

● Torreón y Jalisco por tener una velocidad regional de 165 km/h, para un tiempo de retorno (T.R). de 50 años, requieren 4 pijas por placa de fijación.

Tabla 2.2.6. Velocidad Regional

ZONA	VELOCIDAD REGIONAL (km/hr) ESTRUCTURA TIPO B (TR= 60 AÑOS)
1	160
2	160
3	130
4	160
5	120
6	160
7	110

Las velocidades regionales que aquí se establecen son representativas de toda una zona y pueden no ser estrictamente aplicables en localidades específicas dentro de ella.

Dichas velocidades, entonces, han de considerarse como mínimas.



Estabilidad Dimensional: Conforme a la Norma ASTM D-2126, ver figura

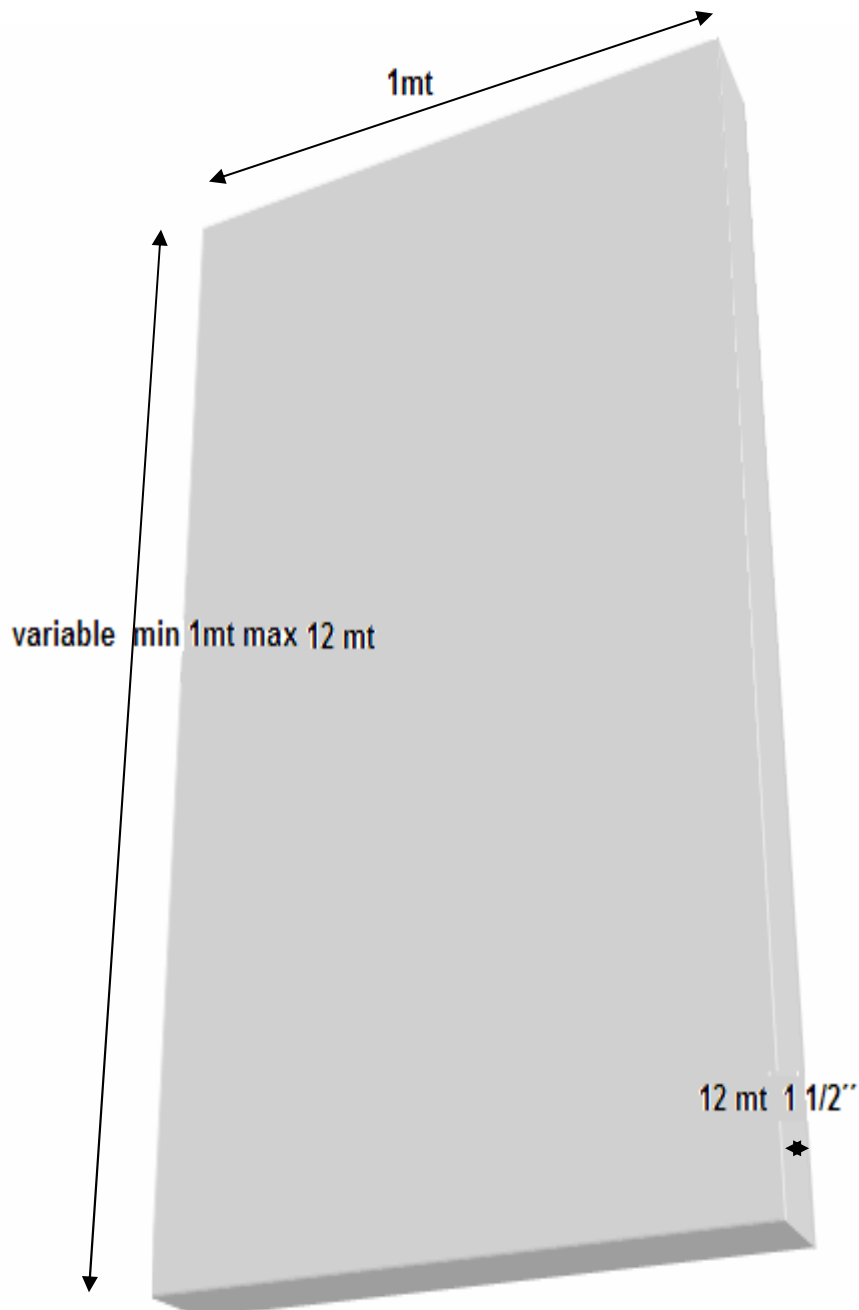


Figura 2.2.6 Estabilidad dimensional del panel conforme a la Norma ASTM D-2126



III.- USO ESTRUCTURAL DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO

3.1 ESTRUCTURA TIPO PARA CASA HABITACIÓN

El proyecto consiste en aplicar las diferentes posibilidades que ofrecen los materiales compuestos en el diseño de pequeños módulos convertibles y habitables. Estas pequeñas estructuras desmontables y reutilizables según las necesidades, deben tener un diseño funcional, coherente y utilizar materiales respetuosos con el medio ambiente. El estudio abarca la selección de los componentes más idóneos según las necesidades y requerimientos exigidos por cada elemento de la estructura. La mayor parte de las piezas utilizadas en la estructura se realizan mediante el proceso de pultrusión (proceso productivo automatizado para la fabricación en continuo de perfiles con secciones constantes de material compuesto de resinas termoestables y fibras de materiales mecánicamente más resistentes). Para el cálculo y comprobación de las diferentes secciones existentes, actualmente, se han utilizado programas informáticos de cálculo basados en elementos finitos (ver la figura 3.1.1)

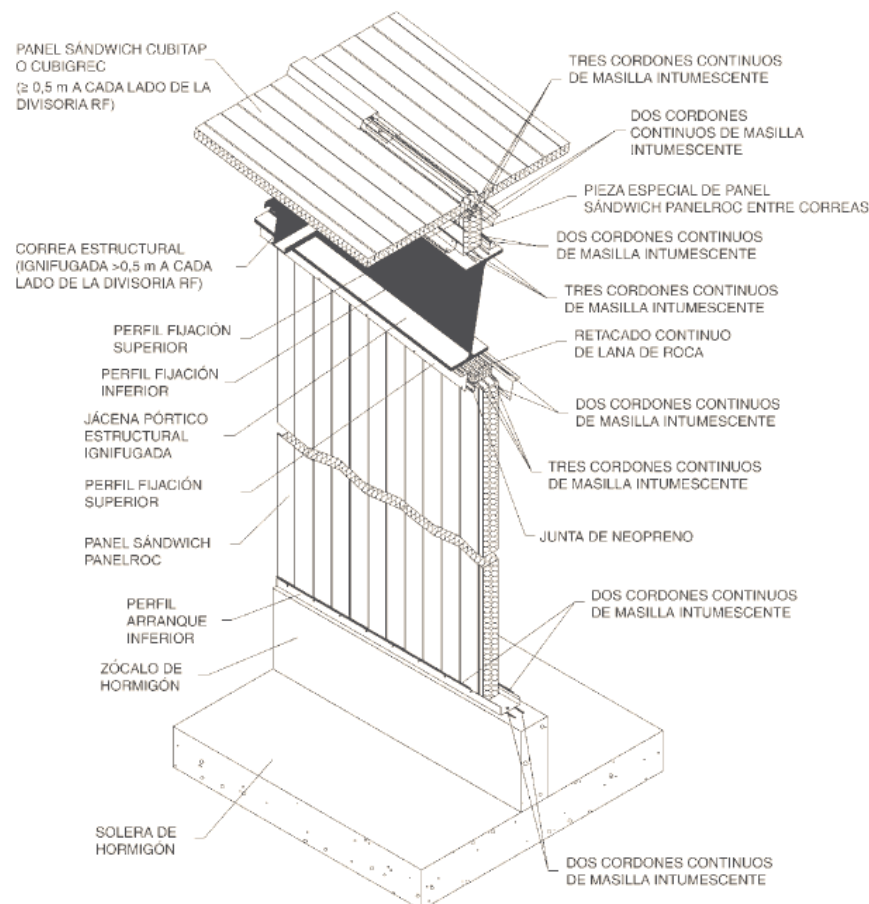


Figura 3.1.1. Estructuración tipo



Inicialmente sería necesario explicar, desde un principio, las razones por las que los materiales compuestos pueden utilizarse en la construcción de estructuras o elementos estructurales. Los paneles son materiales ligeros que presentan a su vez elevadas propiedades mecánicas si se relacionan con su densidad (propiedades mecánicas específicas superiores a las del acero), y ofrecen otras ventajas, como por ejemplo, son resistentes a la corrosión, permiten una gran libertad en el diseño, resistentes al choque y a la corrosión, aislantes térmicos y eléctricos, soportan perfectamente los agentes químicos, impermeables al agua, no magnéticos, resistentes al fuego, decorativos y prácticamente sin mantenimiento. Son materiales de larga duración, permiten la autocoloración en el proceso de transformación y además, son reciclables.

El interés de cualquier proyecto, se centra en el diseño de una estructura funcional, habitable y de pequeñas dimensiones, aplicando diferentes materiales compuestos, según la parte de la estructura, para poder demostrar su aplicación con arreglo a las necesidades que pueden surgir cuando se utilizan en el terreno de la construcción, evaluando sus características y contemplando sus posibles limitaciones (ver a figuras 3.1.2 y 3.1.3).

A su vez, estas estructuras pueden ofrecer diferentes aplicaciones, según las necesidades.

Por ejemplo, se pueden convertir en bares de temporada situados próximos a las playas, en puntos de asistencia de la Cruz Roja, en estaciones meteorológicas, en bungalows de camping, etc; teniendo como gran ventaja que cuando estas estructuras dejan de ser usadas, se pueden desmontar y dejan de ocupar un espacio muerto en calles u otros lugares.

Las necesidades que se deben implementar en el diseño de esta estructura son:

- Estructura de utilización sencilla, desmontable y de buenas condiciones de habitabilidad.
- Eliminación de las posibles barreras arquitectónicas.
- Resistencia a la corrosión, rayos ultravioleta (UV).
- Garantizar una durabilidad mínima de 15 años.
- Producir un mínimo impacto con el entorno.
- Respetar el medio ambiente.
- Estabilidad estructural.



ESTRUCTURACION TIPO

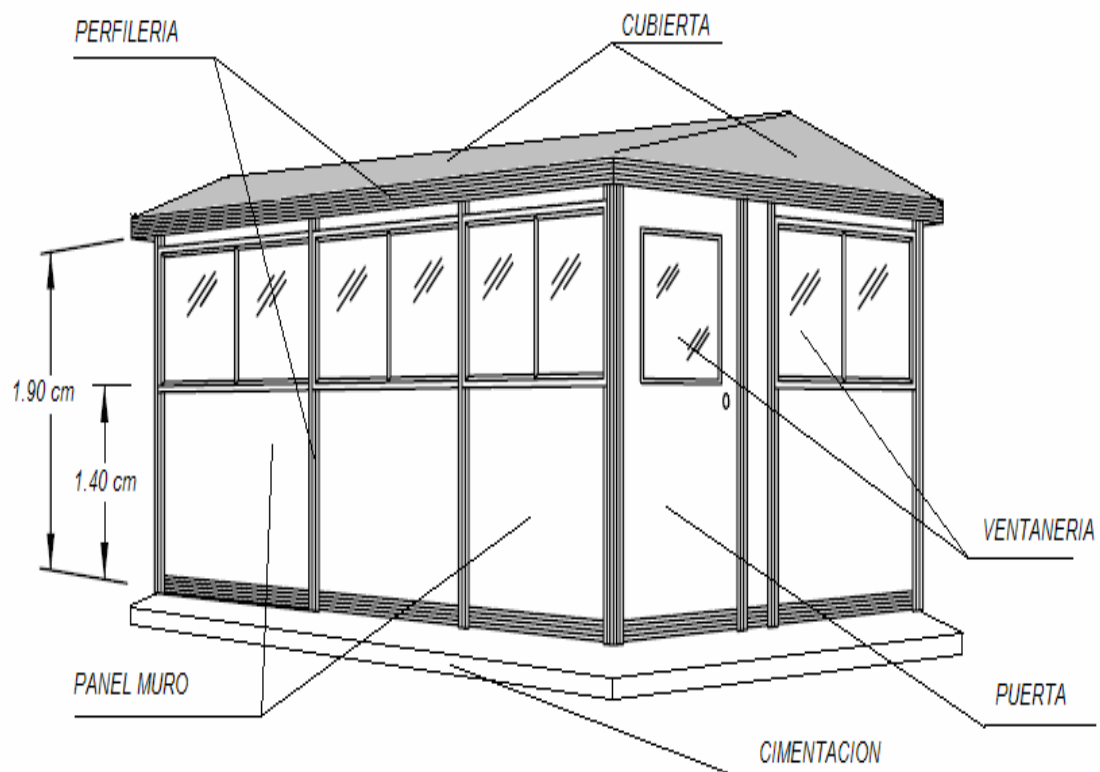


Figura 3.1.2. Esquema de los componentes de una casa tipo

La mayoría de los materiales utilizados en la estructura son transformados por pultrusión. La característica principal de los productos pultrusionados estriba en la posibilidad de cambiar la formulación de la resina, el contenido de fibra y los tipos de refuerzo, manteniendo la misma sección transversal del perfil para satisfacer las demandas de las construcciones.

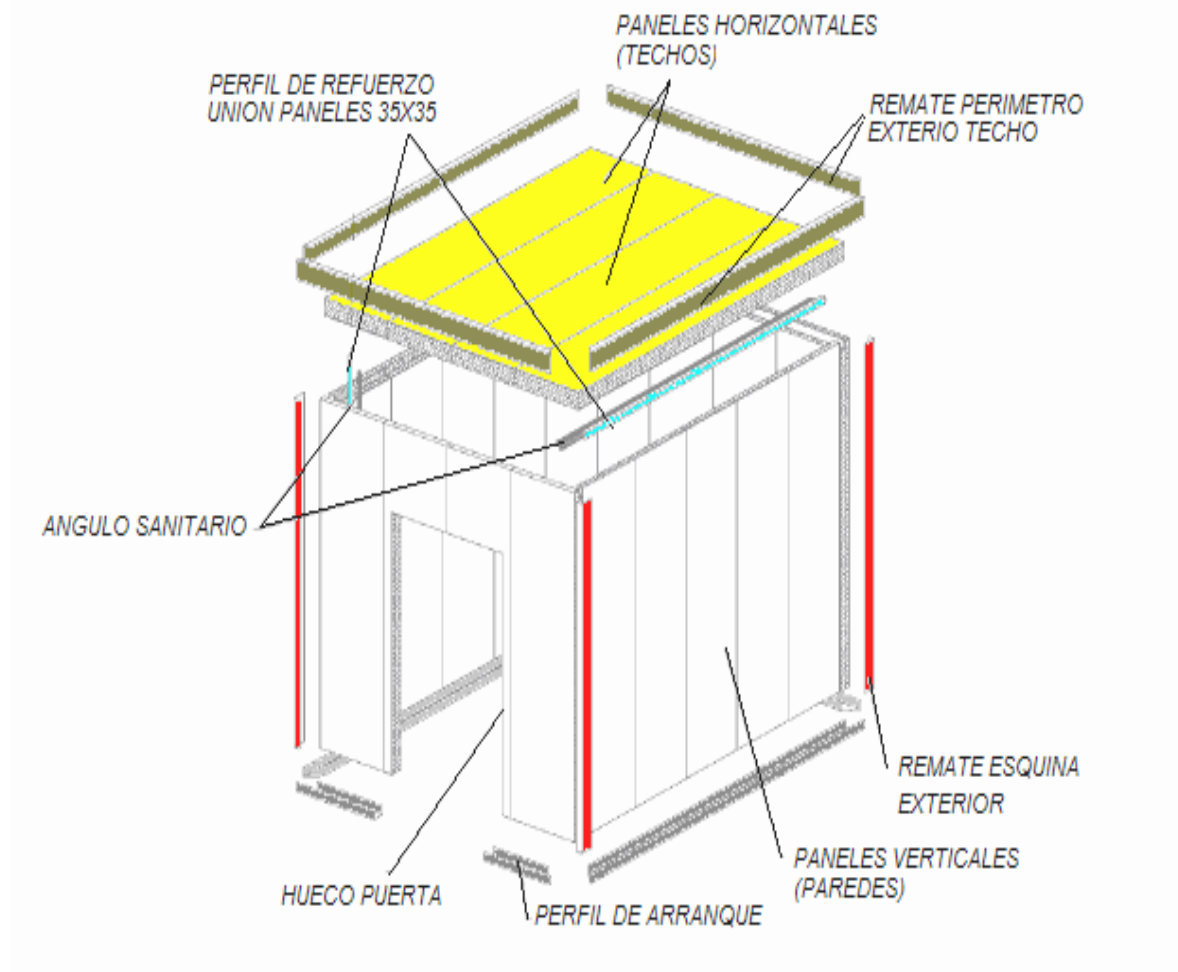


Figura 3.1.3. Componentes de perfilaría tipo

Se han utilizado una combinación de diferentes materiales, según las necesidades constructivas de los elementos de la estructura.

Para los elementos pultrusionados se utiliza resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio, alternada con metros de hilos continuos. Esta combinación es muy adecuada en cuanto a resistencia mecánica y economía del producto.

Muro:

Para los cierres verticales se han utilizado paneles emparedado formados por un núcleo de espuma de poliuretano, y con caras exteriores formadas por lámina pintada.

Estos paneles ofrecen varias ventajas, desde una gran resistencia a los esfuerzos, pasando por su ligereza, su resistencia química y control de los rayos U.V. Los paneles emparedado, van empotrados en sus bordes por perfiles pultrusionados (ver figura 3.1.4)



CORTE DEL MURO



Figura 3.1.4 Corte de muro.

Cubierta:

La cubierta complementa su sistema de unión con la tapajunta, elemento que protege los accesorios de fijación, asegurando la impermeabilidad del techo (ver figura 3.1.5)

CUBIERTA TIPO DOS AGUAS

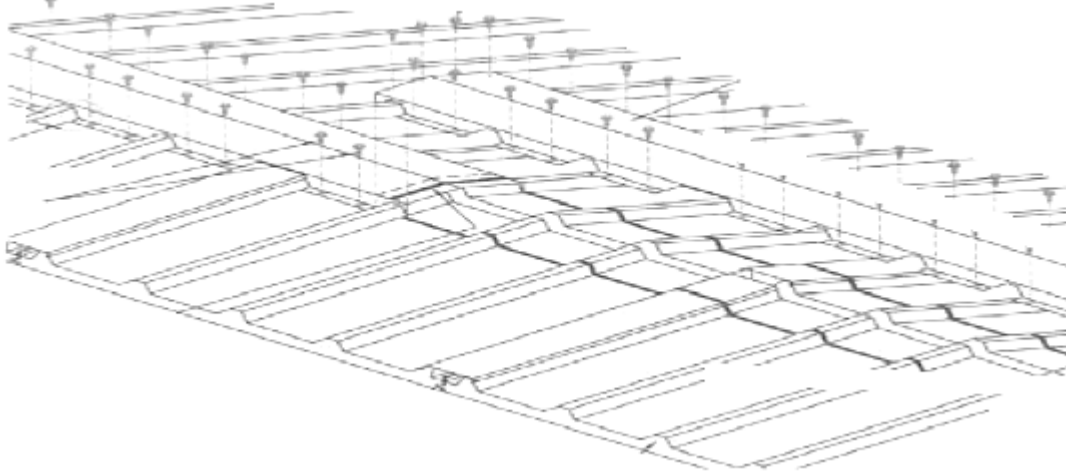


Figura 3.1.5. Esquema tipo cubierta a dos aguas

Ventana y Puerta:

Se utilizará perfilaría especial para los marcos de puertas y ventanas, ésto ayudará como apoyo a los claros de dichos elementos (ver la figura 3.1.6).

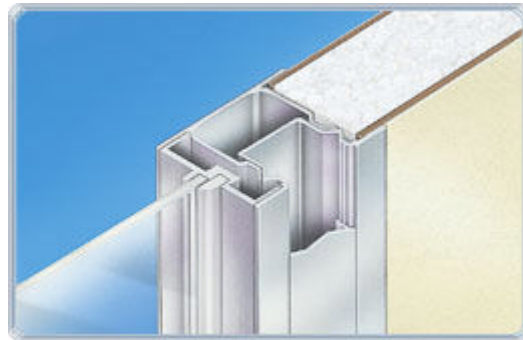


Figura 3.1.6. Perfilaría tipo para ventana

Estructura:

Se utilizarán perfiles estructurales de diferente sección, de forma que cumplan con los requerimientos exigidos y ofrezcan un acabado estético (ver figura 3.1.7).



Figura 3.1.7. Estructura tipo para unión oculta

Considerando todos los elementos descritos anteriormente, en la figura 3.1.8 se puede observar el esquema de una habitación construida con panel, que engloba todos sus accesorios.

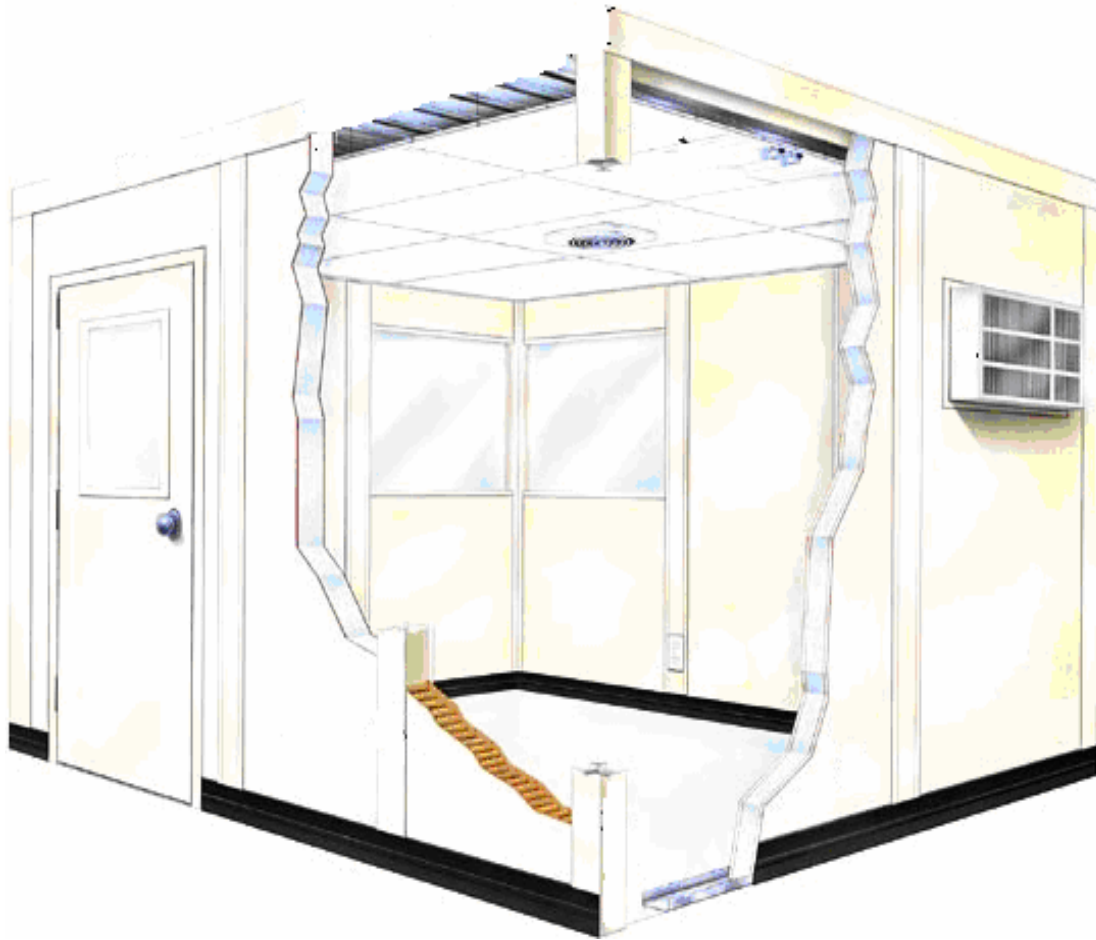


Figura 3.1.8 Esquematización de un cuarto construido con panel

Transformación de los elementos constructivos:

La pultrusión es un proceso productivo automatizado para la producción en continuo de perfiles con secciones constantes en cierto material.

Ejemplo de estudio de diseño y cálculo de una estructura, gracias al empleo de la herramienta llamada CAE (Ingeniería Asistida por ordenador):

El cálculo de materiales compuestos consiste en el estudio de materiales no isotrópicos, es decir, que sus propiedades varían según la orientación del material. El estudio de este tipo de materiales los trata en forma de laminados (teoría de placas laminadas), formados a su vez por un conjunto de láminas, cada una orientada en ángulos diferentes.



El estudio realizado para el ejemplo, se apoya de forma fundamental en el diseño y cálculo de una estructura empleando CAE. Esta herramienta permite la simulación del comportamiento de un producto en condiciones de servicio. Gracias a la simulación se puede reproducir el comportamiento real de un sistema, en este caso de la estructura, frente a los requerimientos físicos que impone la realidad. Todo ello, considerando la aplicación de las teorías de elementos finitos (FEM) bajo soportes informáticos.

Las fases del análisis mediante elementos finitos son:

- * Identificar el problema, geometría y propiedades de los materiales.
- * Definir la geometría del modelo.
- * Mallado del modelo con elementos finitos.
- * Aplicar condiciones de contorno al modelo.
- * Aplicar cargas.
- * Definir las propiedades de los materiales.
- * Someter al modelo al análisis correspondiente.
- * Representar, interpretar y finalmente evaluar la gráfica y numéricamente los resultados del análisis.
- * Modificar el modelo si fuese necesario, y repetir el análisis.

La simulación permite predecir los errores del proyecto en etapas iniciales, como consecuencia directa, el grado de incertidumbre del mismo baja automáticamente.

La evolución de los modelos numéricos (FEM), pero sobretudo el aumento de prestaciones de los equipos informáticos, permite asegurar que la simulación calculada sea prácticamente coincidente con la realidad.

Para poder realizar un estudio más preciso y detallado se ha estudiado hacer discreta la estructura en diversos modelos de cálculo. De esta forma se aprovecha de forma óptima los recursos del software utilizado y se gana tiempo en el diseño y cálculo.

El proceso de trabajo con CAE para el diseño, cálculo y comprobación de la estructura, consiste en partir de una información inicial, normalmente gráfica, que no es más que el diseño inicial de la estructura. Esta información gráfica se simplifica y recibe el nombre de Modelo de Cálculo. Para realizar un análisis detallado de la estructura de estudio, por medio de las teorías de elementos finitos, el modelo de estudio ha de simular el problema real, y a la vez sintetizar el problema (eliminar detalles sin importancia).



Una vez obtenido el modelo de cálculo, éste pasa a la etapa de mallado del modelo, donde se discretiza la geometría del modelo en partes elementales.

Una vez discretizado el modelo, se introducen las propiedades de los materiales utilizados y las condiciones de contorno que se presentan en la realidad y con todo ello, se pasa a la etapa de cálculo del modelo a través de las teorías de elementos finitos (ver figura 3.1.9).

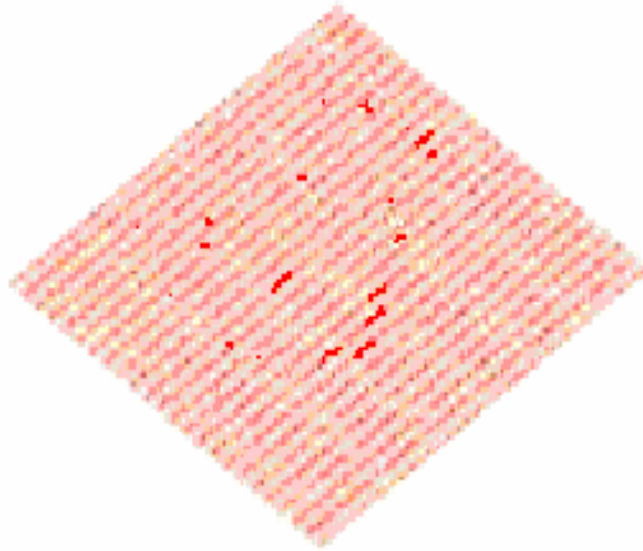


Figura 3.1.9. Modelo de cálculo del suelo.

Finalizado este proceso de cálculo, se extraen los resultados (tensiones, deformaciones, desplazamientos, etc.), que deben de analizarse para que en sucesivas aproximaciones lleguemos a la solución óptima en cuanto a necesidades geométricas y materiales utilizados.

Para realizar un análisis detallado de la estructura de estudio, por medio de las teorías de elementos finitos, se debe modelizar la estructura en un modelo de cálculo. Este modelo ha de simular el problema real y a la vez sintetizar el problema.

En las figuras de la 3.1.10 a la 3.1.15 se presentan, como ejemplos, algunas representaciones de diferentes elementos de la estructura (suelo, sección suelo, rampa, placa de la cubierta, pared).

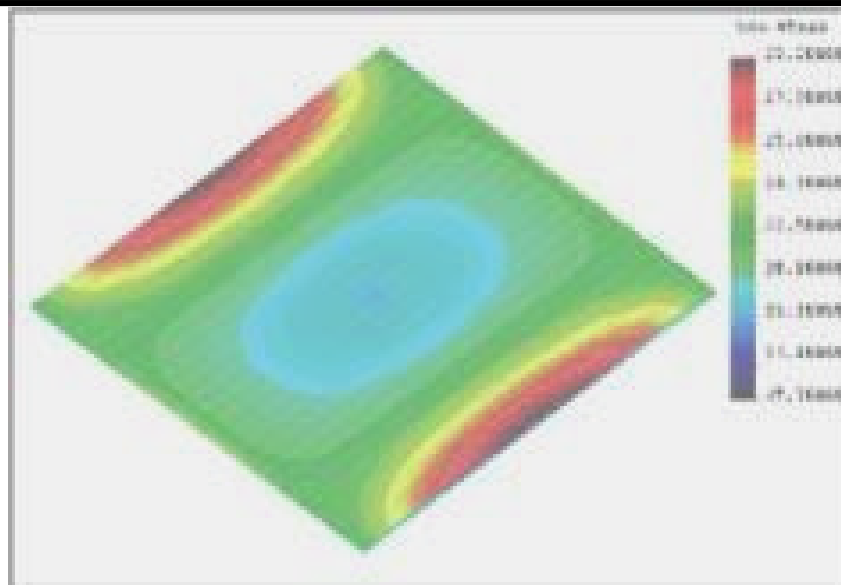


Figura 3.1.10. Esfuerzos en el modelo de cálculo del suelo.

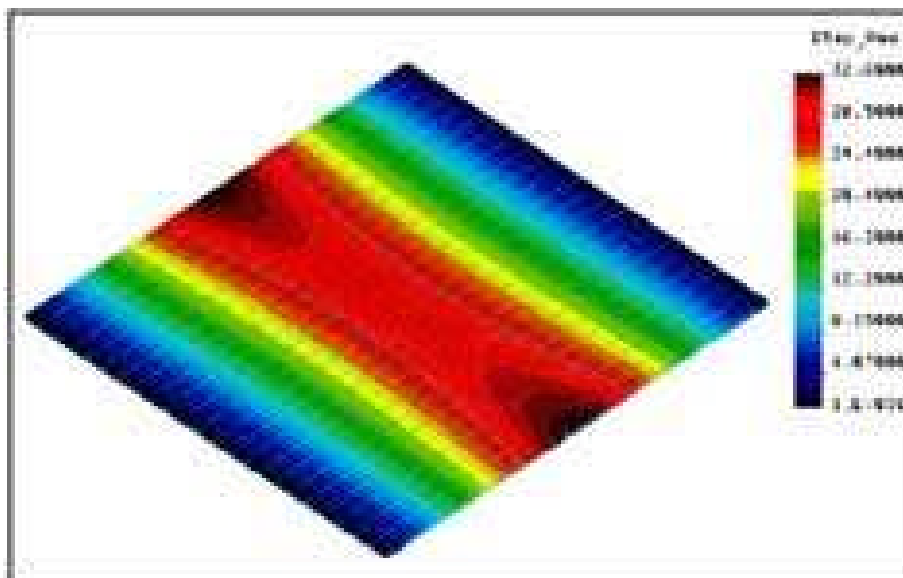


Figura 3.1.11. Desplazamientos en el modelo del suelo.

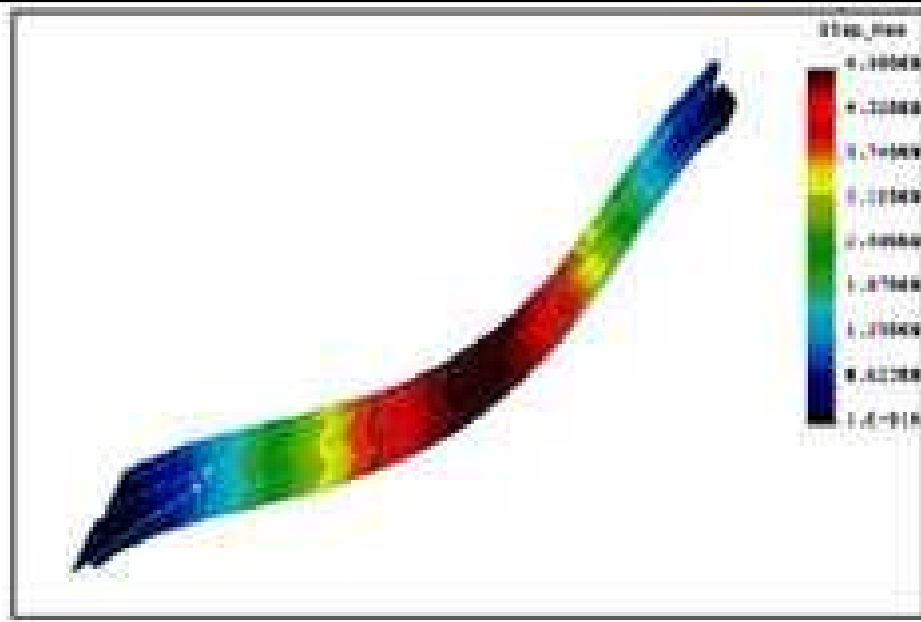


Figura 3.1.12. Desplazamientos en la sección del suelo.

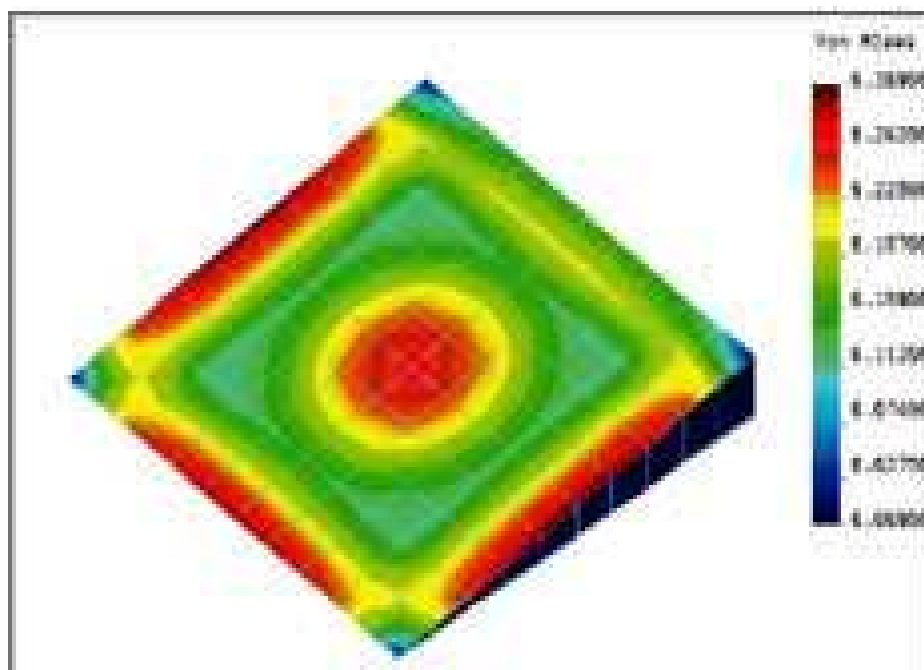


Figura 3.1.13. Tensiones en el modelo de cálculo de la rampa.

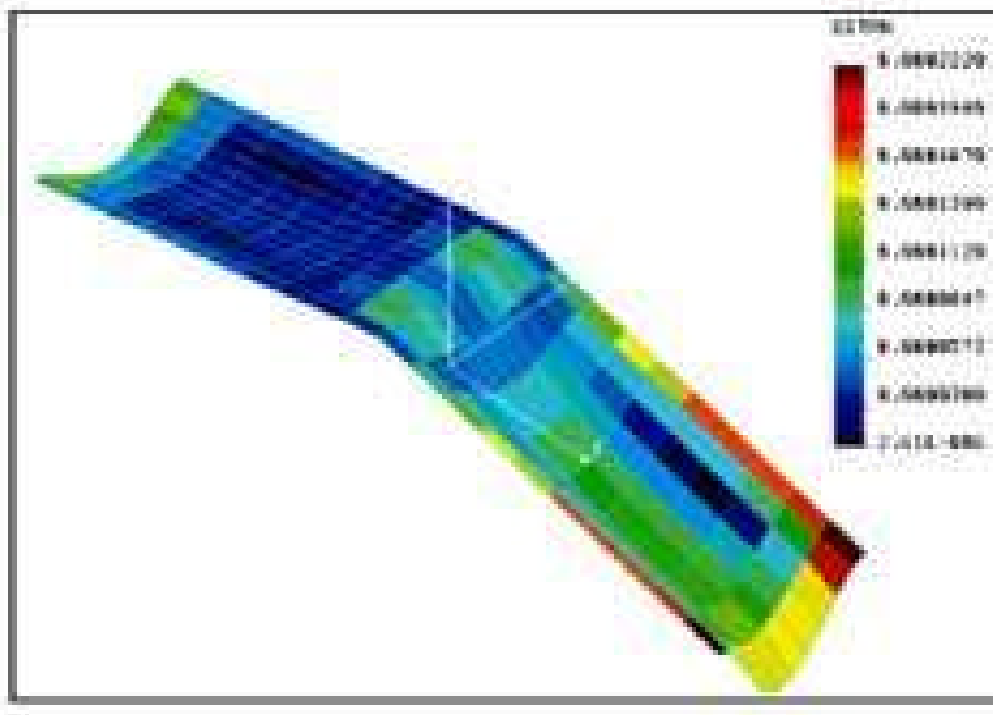


Figura 3.1.14. Deformaciones en el modelo como placa de cubierta.

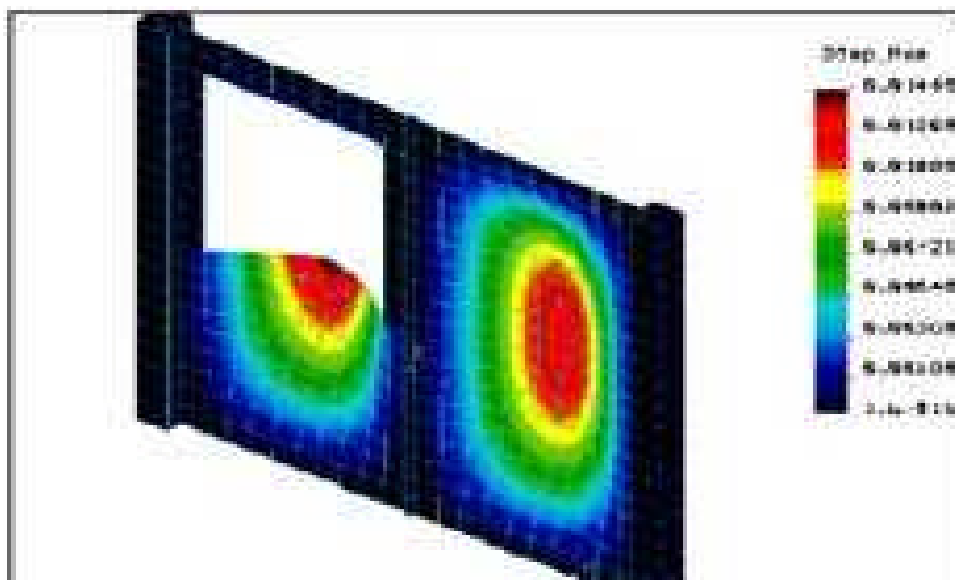


Figura 3.1.15. Desplazamientos en los modelos de cálculo en muro.



La utilización de los materiales compuestos en la construcción de grandes y pequeñas estructuras, no solamente es algo fiable y realizable, sino que implementa a todo el conjunto del proyecto de una serie de ventajas que hacen muy atractiva su utilización para estos fines.

Como se ha podido ver a lo largo de esta tesis, se puede obtener una estructura funcional, gracias a la combinación de diferentes materiales compuestos y así adecuarlos a las necesidades del diseño. Esta facilidad de combinación ayuda a crear diseños que pueden ser atractivos.

Una de las mayores ventajas de la estructura desmontable es su versatilidad, ya que según las necesidades, usos y lugares de localización se puede adaptar y convertir en, bares junto a una playa, en bungalows, en puestos de atención de la Cruz Roja, etc.

Los elementos constructivos básicos utilizados, desde los paneles emparedado hasta las piezas de resina de poliéster reforzadas con fibra de vidrio, no solamente son adecuados para reemplazar a elementos metálicos u otros materiales más clásicos, sino que además, la utilización de estos materiales permite realizar diferentes elementos estructurales, y gracias a ellos se pueden utilizar sistemas constructivos más rápidos y sencillos.

El respeto al medio ambiente queda garantizado por el bajo gasto energético que supone la obtención de los materiales utilizados, y por el mínimo mantenimiento que asegura una duración mucho más grande que las estructuras tradicionales. Asimismo, el reciclado resulta sencillo y efectivo.

Detalles de ejecución

Inspección de la estructura de soporte

Se debe revisar el alineamiento y plomeo de la estructura de soporte, utilizando hilo tanto en sentido horizontal como en el vertical, haciendo los ajustes necesarios para recibir el panel de manera apropiada; a su vez se debe verificar que las dimensiones reales de la estructura o bastidor de soporte correspondan a las dimensiones consideradas.

Preparación

Es importante coordinar que las uniones entre el panel de fachada y los remates a cubierta estén bien colocados para asegurarse de evitar infiltraciones de agua a la casa.

Instalación y manejo

Al colocar los perfiles de arranque es necesario cuidar su correcta nivelación y al instalar cada pieza se debe asegurar que cada una de éstas esté nivelada, siguiendo un mismo paño exterior; apoyándose con la ayuda de hilos colocados horizontal y verticalmente a los paños exteriores del panel.



Para que la estructura funcione adecuadamente es importante evitar el sobretorque al colocar las pijas, verificando cada fijación con nivel, no se permitiéndose la fijación del lado interior hacia el exterior del panel.

Las maniobras de manejo e instalación deberán hacerse con un número de personas necesarias dependiendo de la longitud del panel y del tipo, ya sea recto o curvo.

Materiales dañados

Al ser los paneles materiales de grandes dimensiones que juegan un papel de suma importancia en el aspecto estructural de lo que se quiere construir, se les debe proteger durante su traslado, en la descarga y en su almacenaje.

Una vez que ya haya sido instalado el panel, se le debe inspeccionar para aprobar o reprobar inmediatamente la instalación y el estado de éste, con el fin de evitar retrasos o el dejar piezas dañadas.

Perfilería

El sistema de construcción de los paneles se complementa con la utilización de accesorios y perfiles de unión, como se muestra a continuación:

- Ángulo de anclaje interior
- Moldura muro-piso-puerta
- Medio canal inferior-exterior
- Tapajunta
- Canal inferior-exterior
- Contenedor de cumbrera
- Canal inferior-interior o Canal U
- Caballete
- Remate para contenedor especial
- Botaguas
- Esquinero exterior estándar
- Esquinero interior estándar y especial con pijas autorroscantes
- Tapagotero
- Esquinero exterior para techo con clavos ancla y remaches pop
- Moldura tipo T para plafón
- Placas de fijación para techo.
- Moldura para cambio de espesor en muro techo.
- Moldura para cambio de espesor en muro.



CAMBIO DE ESPESOR EN MURO

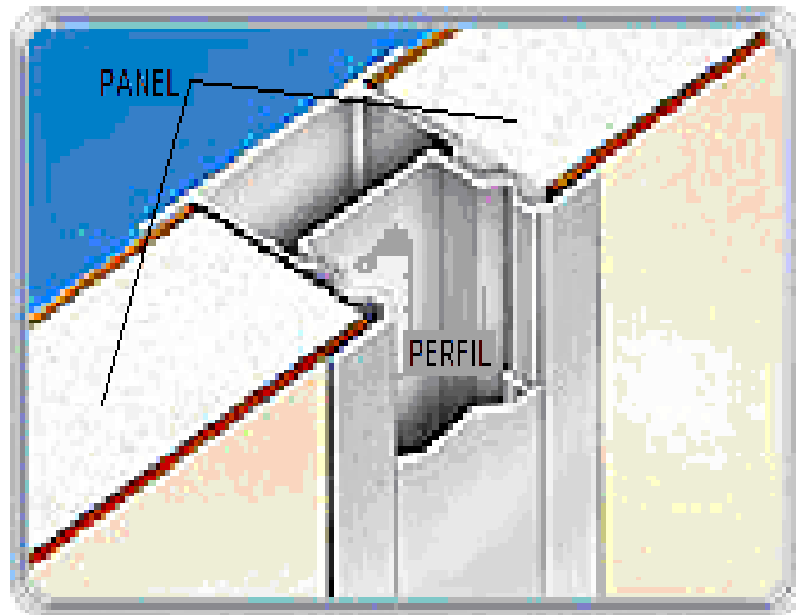


Figura 3.1.16. Cambio de espesor en muro

3.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE DESPLANTE

1. Se deberán de llevar a cabo, los trabajos de deshierbe para tener un terreno limpio posterior mente, se deberá nivelar el terreno (ver figura 3.2.1 y figura 3.2.2).



Figura 3.2.1. Deshierbe del terreno



Figura 3.2.2. Compactación del terreno

2. Se debe de colar una plantilla de concreto pobre $f'c = 100 \text{ kg./cm}^2$ de 5 cm de espesor (ver la figura 3.2.3).



Figura 3.2.3. Colado de plantilla de concreto pobre



3. Se debe aplicar la tapa poro (ver la Figura 3.2.4).

DESPLANTE

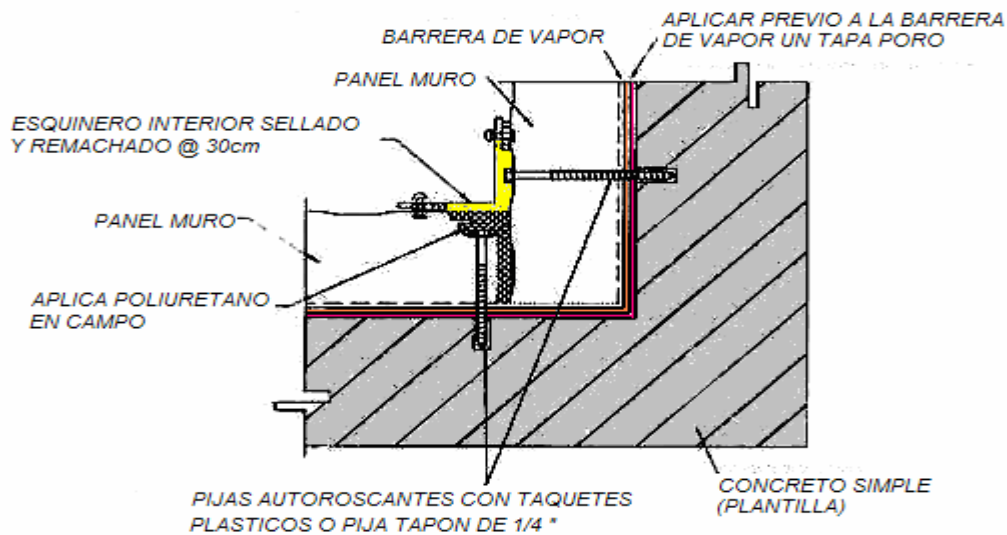


Figura 3.2.4. Detallé de la tapa poro y fijación del panel en el firme de compresión

4. Finalmente se deberán colocar los tableros muro de manera ahogada para brindar el aislamiento requerido y se sellarán sus traslapes (es importante empapelar los tableros durante el colado del firme) (ver la figura 3.2.5).



Figura 3.2.5. Tablero ahogado en el firme para mayor aislamiento



Especificación del concreto

El concreto para firme se deberá solicitar a la planta de concreto, o bien, fabricarlo en obra con las siguientes características:

- Relación agua/cemento = 1/3 con una resistencia a la compresión $f'c = 100 \text{ kg./cm}^2$
- Tamaño nominal máximo del agregado = 19 mm = $\frac{3}{4}$ "

Acabado de pisos

Deberá colocarse un acabado final en el firme de trabajo para obtener los siguientes beneficios: sellar la porosidad del concreto, evitar posibles infiltraciones, proteger al concreto de daños por ácidos y/o agentes agresivos y brindar una superficie que cumpla con aprobaciones de las normas

3.3 PROPIEDADES ÍNDICE DEL PANEL COMO MURO

Se deberá verificar que los muros se encuentren plomeados y no existan bordos, de lo contrario, se deberán corregir estos detalles (ver figura 3.3.1).



Figura 3.3.1. Plomeo en muros

Se debe aplicar la tapa poro y posteriormente la barrera de vapor tanto en muros como en losas; anterior a esto se debe instalar la moldura de desplante (ángulo de anclaje interior), fijada al piso con clavos ancla y al panel con remaches pop ambos a cada 30 cm, sellando la unión de la moldura con el piso y con el panel (ver la figura 3.3.2).

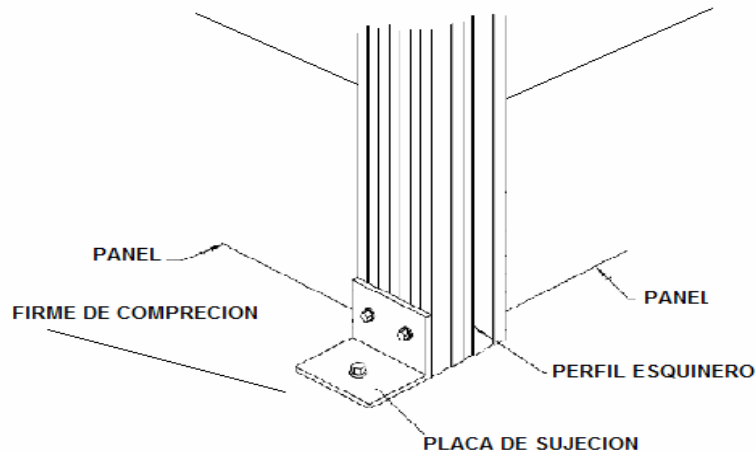


Figura 3.3.2. Perfil esquinero para el arranque de colocación de los paneles

Se inicia la instalación del muro (en muros y losas), comenzando por una esquina y colocando las fijaciones especificadas (ocultas y expuestas), a la separación indicada (antes de realizar el ensamble de los paneles, es necesario aplicar el sellado en la machihembra y en la junta interior de los paneles, además de aplicar el poliuretano en uniones muro-muro y muro-plafón) (ver las figuras 3.3.3, 3.3.4 y 3.3.5).

Finalmente se complementa la instalación con la colocación de la moldura tipo esquinero interior en las intersecciones muro-muro y muro-plafón, sellándola en la unión con el panel y fijada con remaches pop a cada 30 cm



TRASLAPE DE PANELES MACHIHEMBRA

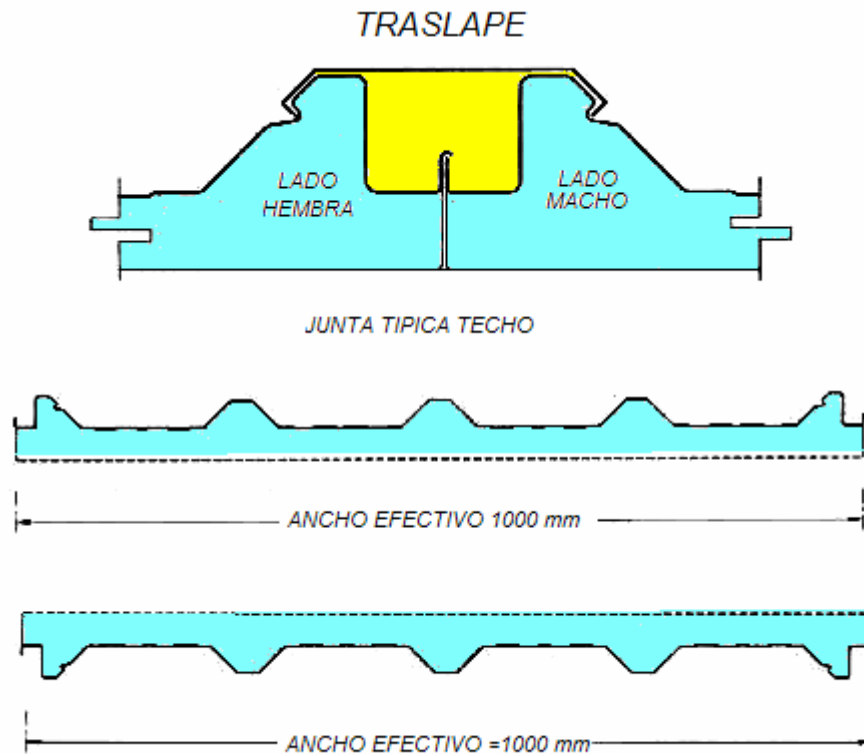


Figura 3.3.3. Corte del muro y de machihembra

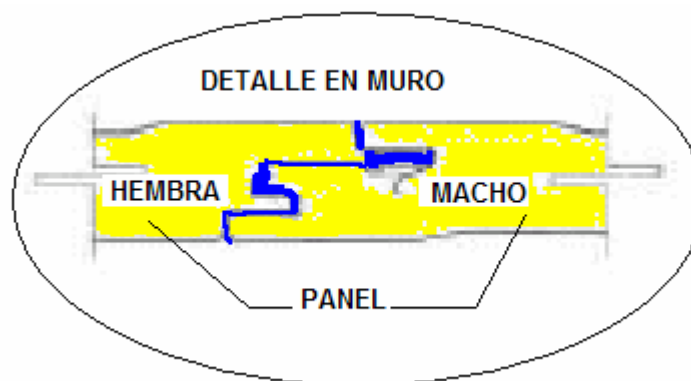


Figura 3.3.4. Detalle de unión en muros



ESQUEMA DE INSTALACIÓN EN MURO

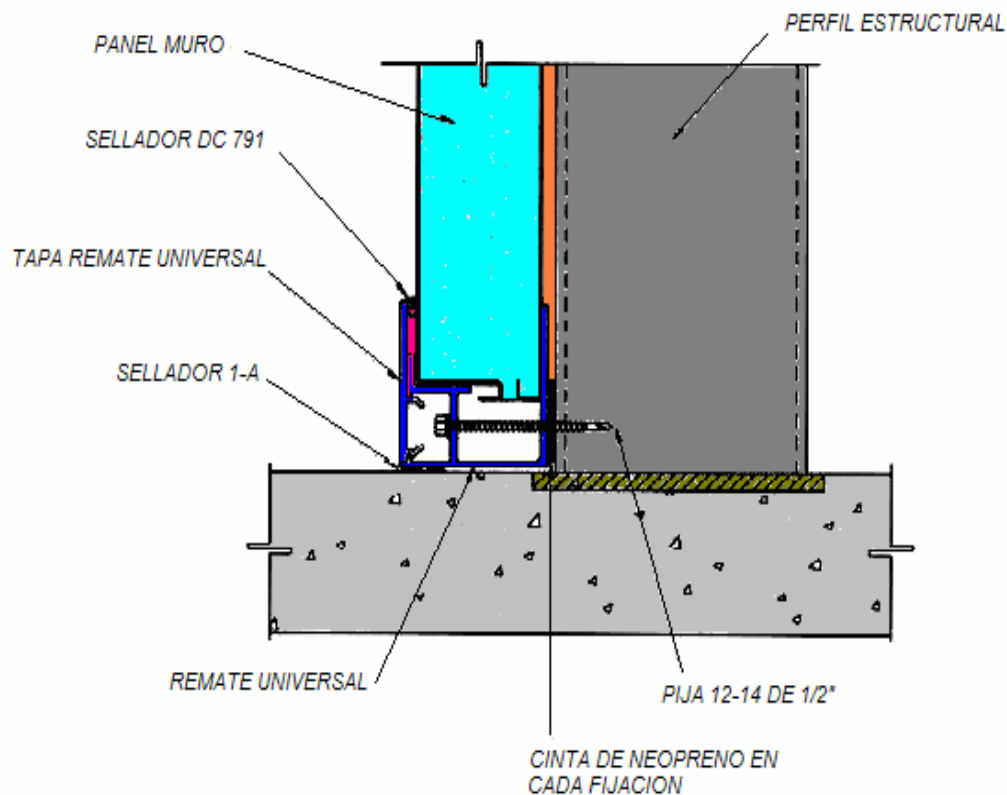


Figura 3.3.5. Instalación en muro con refuerzo y firme

3.4 PROPIEDADES ÍNDICE DEL PANEL COMO CUBIERTA

Instalación inicial

Se recomienda que al terminar la instalación de los paneles, éstos reciban la limpieza necesaria mínima para remover la grasa, tierra, polvo y marcas de manejo normales, debidas a la instalación.

Se considerará una atención particular para la remoción de rebabas de metal sueltas o ligeramente incrustadas en la capa de pintura de la lámina, así como cualquier fragmento o elemento de metal, tales como clavos, remaches, tornillos, etc; ya que éstas partículas, originadas por el uso de taladros o por cortes en campo, contienen acero al carbón, las cuales, si son dejadas, se oxidarán rápidamente y serán una fuente de corrosión, que es uno de los aspectos fundamentales que se quiere evitar para que la estructura funcione adecuadamente.

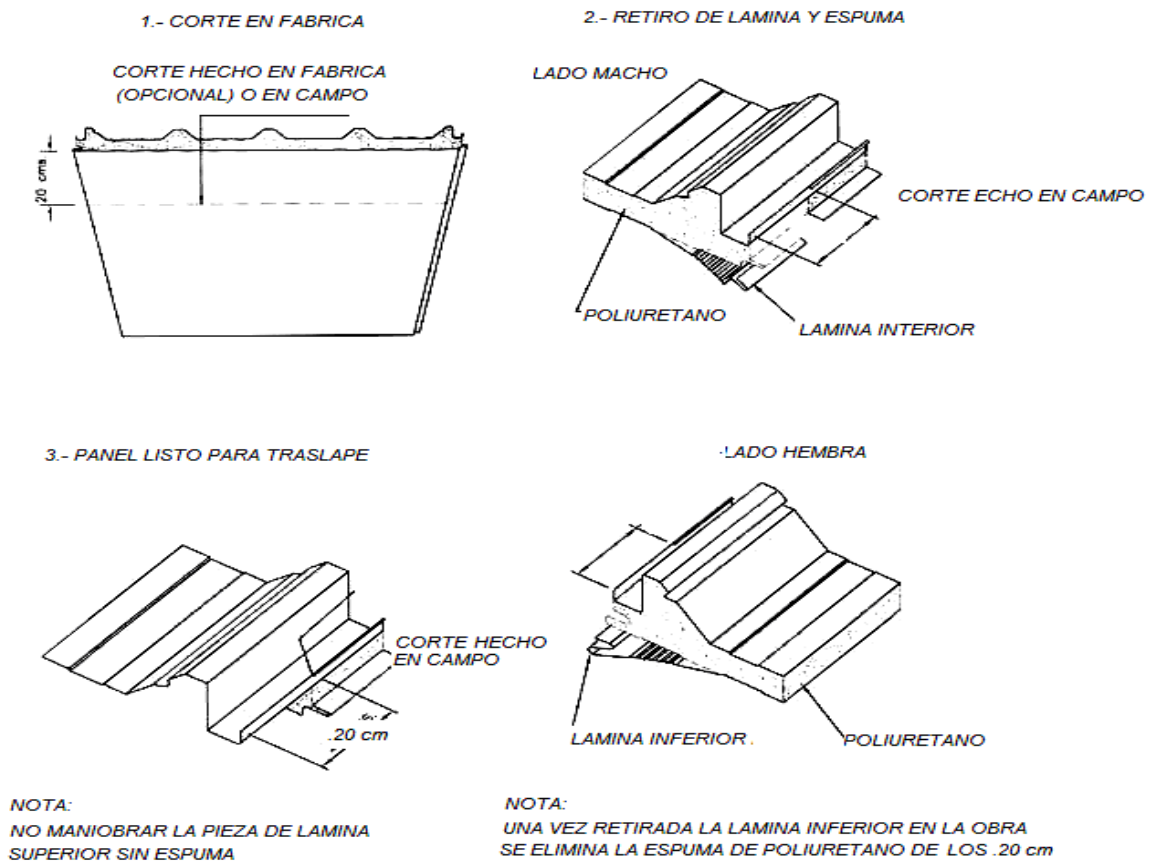


Figura 3.4.1. Fijación de la cubierta y preparación

Los techos suspendidos o plafones utilizados, requieren un sellado adecuado en el junteo de los paneles por la cara caliente (lámina), además de la aplicación de poliuretano de un componente en la unión a tope; el espacio que queda por encima del plafón deberá tener una ventilación adecuada con un mínimo de seis cambios de aire por hora, para minimizar la posibilidad de condensación (ver figura 3.4.1).



También es importante aislar mediante poliuretano de un componente para los puntos de perforación del panel (tensores, birlos, varillas de suspensión), con la finalidad de evitar puentes térmicos.

Es recomendable instalar una estructura independiente (paso de gato), para evitar el tránsito directo sobre el plafón, durante la inspección o mantenimiento de tuberías y cableados.

Antes de iniciar la instalación es necesario revisar la estructura de soporte para verificar que esté perfectamente instalada y alineada, con el fin de asegurarse de que está en condiciones de recibir los paneles (ver figura 3.4.2).

SELLADO EN CUBIERTA



Figura 3.4.2. Sellado y fijación de la cubierta



El sistema de instalación del panel techo consiste en fijar los paneles mediante placas de fijación galvanizadas y pijas autorroscantes galvanizadas de 1/4" de diámetro por un largo igual al espesor del panel a fijar más 1" (ver figura 3.4.3 y 3.4.4).

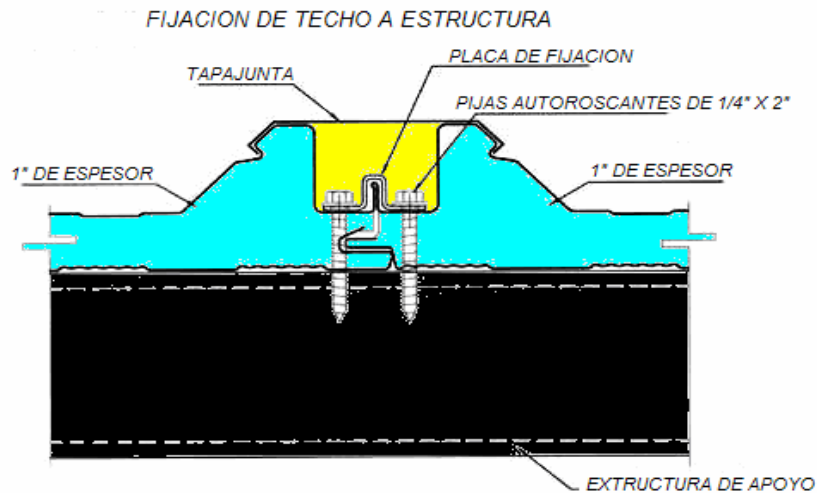


Figura 3.4.3. Esquema de fijación y tapajuntas

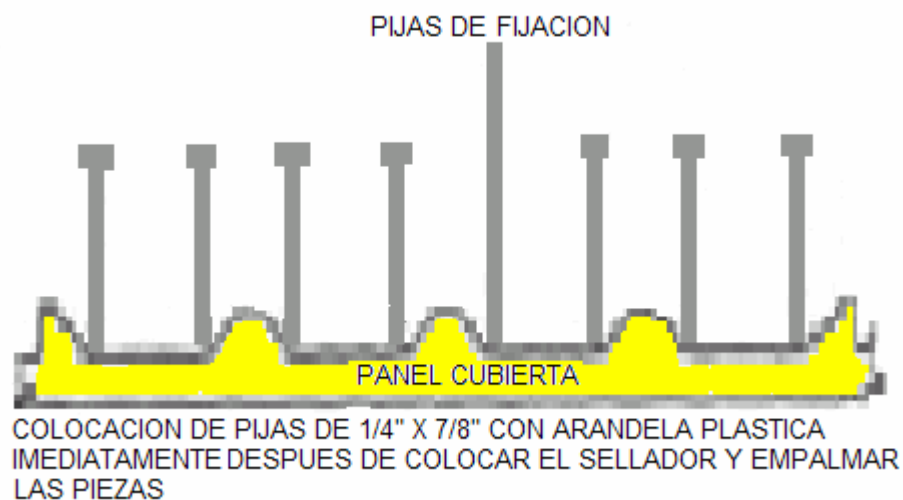


Figura 3.4.4. Esquema de fijación en cubiertas

La perfilaría de fijación para la cubierta la podemos intercalar con los paneles para sellar algunos componentes como los esquineros y remates de la cubierta, se puede tener otros componentes útiles para los remates de las cubiertas, como los que se pueden observar en las figuras 3.4.5, 3.4.6, 3.4.7 , 3.4.8 y 3.4.9



4.- SELLADO Y FIJACION DE TRASLAPE

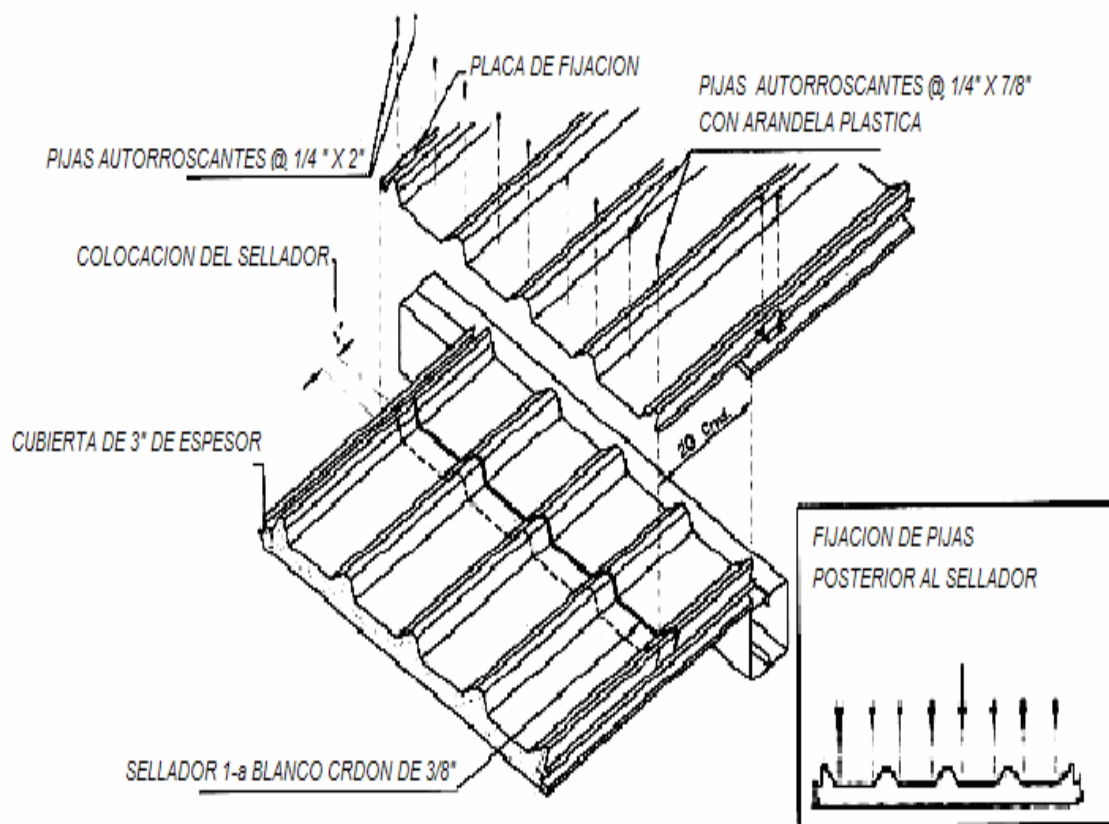


Figura 3.4.5. Detalle de fijación con pijas en cubierta

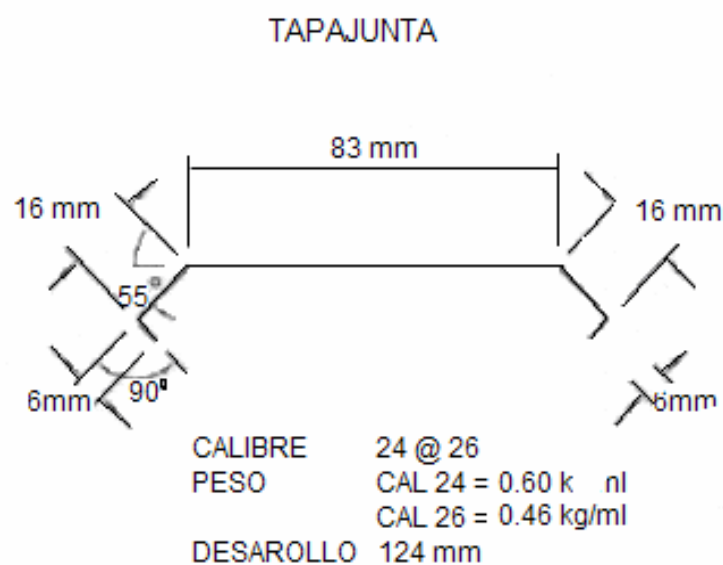


Figura 3.4.6. Esquema de perfil tapajuntas

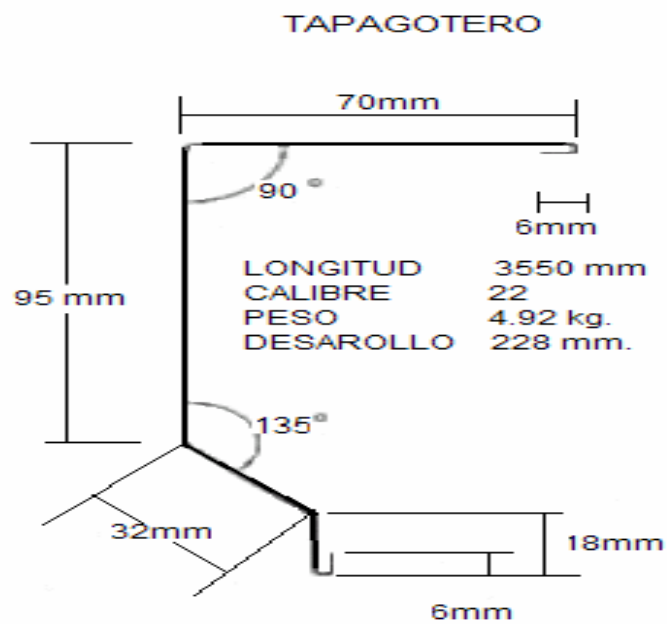


Figura 3.4.7. Esquema de perfil tapagotero

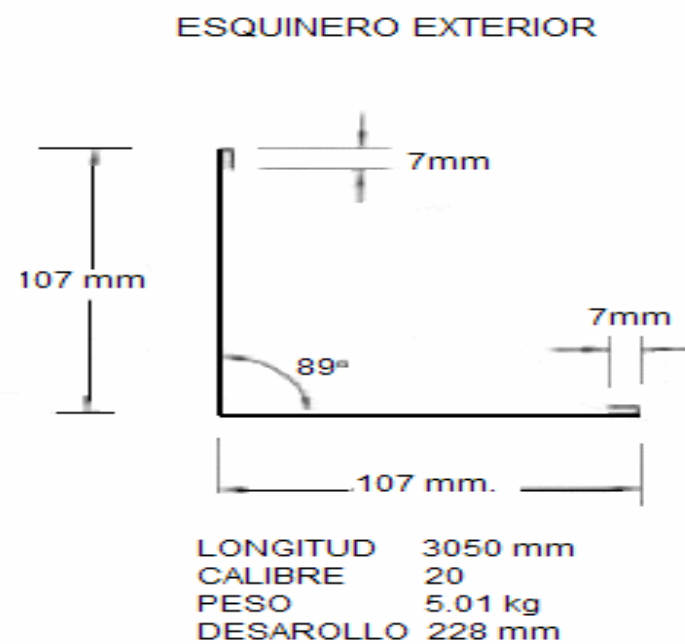


Figura 3.4.8. Esquema del perfil esquinero exterior



ESQUINERO INTERIOR

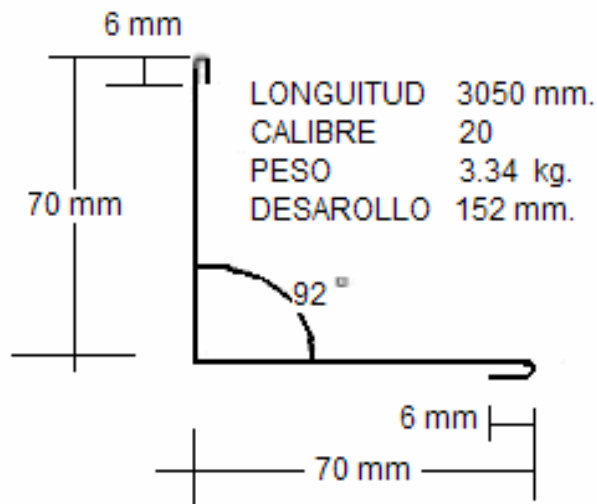


Figura 3.4.9 Esquema del perfil esquinero interior



IV. CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DE CASA HABITACIÓN CON BASE EN PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO Y EJEMPLO DE APLICACIÓN

4.1 MEMORIA DE CÁLCULO

Memoria de cálculo para una casa habitación tipo, construida en base a panel de lámina con núcleo de poliuretano calibre 26 de 1 ½" de espesor.

Secuencia para el cálculo estructural de la casa habitación construida en base a panel de lámina con núcleo de poliuretano calibre 26 de 1 ½" de espesor.

Introducción

Se realizó el estudio de la estabilidad estructural ante cargas verticales y horizontales de la casa habitación arriba mencionada.

La estructura se resolvió tomando como base un proyecto arquitectónico original.

Descripción de la construcción

El proyecto consiste en un cuerpo estructural de un nivel, con un área total de 49 m² construidos.

La estructuración es en base a muros de panel de lámina con núcleo de poliuretano calibre 26 de 1 ½" de espesor.

La cubierta es en base a panel de lámina con núcleo de poliuretano de 1 ½" de espesor calibre 26 apoyadas en los muros, las cargas se transmiten a la cimentación por medio de los muros. La cimentación es una losa propuesta de concreto reforzado.

Normas de diseño

El análisis y diseño de la cimentación de concreto fue cumpliendo con las especificaciones de las NTC-DCEC (Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto).



Calidad de los materiales

La calidad de los materiales utilizados en la construcción de la estructura son:

- a) Concreto con resistencia a la compresión a los 28 días de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$
- b) Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- c) Muros de panel de lámina con núcleo de poliuretano con $f_y = 2,800 \text{ kg/cm}^2$
- d) Cubierta de panel de lámina con núcleo de poliuretano con $f_y = 2,800 \text{ kg/cm}^2$

Estimación de las acciones verticales y horizontales.

A. Cargas muertas:

La especificación de cargas muertas se realizó con base a los pesos volumétricos de los materiales que conforman la estructura, los cuales se transcriben a continuación (Tabla 4.1.1).

Tabla 4.1.1. Acciones verticales y horizontales (cargas muertas)

ACCIONES VERTICALES Y HORIZONTALES	
CARGAS MUERTAS	
DESCRIPCION	PESO VOLUMÉTRICO (kg/m^3)
Concreto reforzado	2,400
Estructura metálica	7,850

Referencia: Paulino Segura Tejeda

B. Cargas vivas:

Las cargas vivas utilizadas en el análisis estructural, fueron consideradas de acuerdo a las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal 2004 en la siguiente forma (Tabla 4.1.2).



Tabla 4.1.2. Acciones verticales y horizontales (azotea)

AZOTEA CON PENDIENTE MAYOR AL 5%	
ACCIONES VERTICALES Y HORIZONTALES	
DESCRIPCION	CARGA VIVA MÁXIMA (W_m) kg/m^2
Azotea	40
DESCRIPCION	CARGA VIVA INSTANTÁNEA (W_a) kg/m^2
Azotea	20

Referencia: Paulino Segura Tejeda

Las cargas de revisión por acciones verticales se obtuvieron multiplicando las cargas de servicio por un factor de descarga igual a 1.0 y las cargas para revisar acciones accidentales, se obtuvieron multiplicando las cargas de servicio y las acciones de viento por 0.75, debido a que podemos considerar un incremento del 30 % para cargas accidentales.

Revisión de la estabilidad estructural ante cargas verticales y ante viento, de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias para Viento del RCDF-2004 (Reglamento de Construcción del Distrito Federal).

A. Análisis por cargas verticales:

El análisis de los diferentes elementos que conforman la estructura, se efectuó de acuerdo a la distribución de cargas en función de las condiciones de apoyo. La bajada de cargas se realizó suponiendo que la cubierta apoyada en la dirección de carga distribuyen su carga a los muros.

B. Análisis sísmico:

Para este tipo de estructura el análisis sísmico se despreció ya que la masa de los elementos que gravitan en la estructura es muy pequeña. Por tanto solo se procedió a realizar un análisis por viento.

C. Análisis por Viento:

El análisis por viento se consideró de acuerdo a las Normas Técnicas Complementarias De Diseño por Viento del RCDF 2004; considerando los siguientes parámetros:

- Clasificación de la estructura:
- De acuerdo a su respuesta ante la acción del viento
- Estructura Tipo I .- poco sensible a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento



La velocidad de diseño se determino como sigue:

$$V_d = F_{tr} * F_a * V_r$$

Donde:

F_{tr} es el factor de topografía igual a 1.0 para terreno tipo R2 T3; terreno prácticamente plano

$$F_a = 1.0 \text{ por ser } z < 10\text{m}$$

$$V_r = 36 \text{ m/s}$$

Así:

$$V_d = 1.0 * 1.0 * 36 = 36 \text{ m/s}$$

La presión se determinó de la siguiente manera:

$$P_z = 0.048 * C_p * V_d^2$$

Entonces

$$P_z = 0.048 * C_p * (36)^2 = 62.208 * C_p$$

$$C_p = 0.8 + 0.75 = 1.55 \text{ presiones de barlovento + presiones interiores}$$

$$P_z = 62.208 * 1.55 = 96.42 \text{ kg/m}^2$$

Aun así se revisó la estructura de acuerdo con las consideraciones que recomienda los fabricantes.

Obtención y valuación de resultados.

Una vez efectuada la revisión, se encontró que la estructura cumple con las condiciones de seguridad de los estados límite de falla y de servicio, que fija el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias correspondientes 2004.



4.2 DISEÑO

DESCRIPTIVA DE LA EQUIVALENTE DEL PANEL A UNA SECCIÓN PTR ESTRUCTURAL PARA CÁLCULOS ESTRUCTURALES EN EL PROGRAMA STAAD.

De las tablas de fabricante se obtuvieron los datos de la capacidad de carga para el panel de $1\frac{1}{2}$ " y calibre 28 para un claro no mayor a 3.50 m con dos apoyos simples, como se aprecia en la tabla 4.2.1.

Tabla 4.2.1. Capacidad de carga uniforme para el panel

TABLA DE CAPACIDAD DE CARGA UNIFORME PARA MULTYTECHO® W (Kg/M²)											
		DISTANCIA ENTRE APOYOS (MTS.)									
ESPESOR DEL PANEL	DEFLEXION MAXIMA PERMITIDA										
		CALIBRE No. 28					CALIBRE No. 28				
		2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
1"	L/240	84	54	37	27	20	72	47	33	23	17
	L/120	118	88	68	53	39	103	77	60	47	35
1 1/2"	L/240	111	75	53	39	30	95	65	46	34	26
	L/120	155	118	93	75	59	134	103	82	66	52
2"	L/240	139	97	71	53	41	117	83	61	46	35
	L/120	192	151	120	98	81	165	130	105	85	70
2 1/2"	L/240	168	120	89	68	53	140	101	76	58	45
	L/120	231	184	149	122	101	197	158	128	106	88
3"	L/240	195	142	107	82	64	162	119	91	70	54
	L/120	269	217	177	145	122	238	185	151	126	106
4"	L/240	255	191	147	117	94	210	158	123	97	79
	L/120	360	286	236	197	165	296	243	202	169	143
6"	L/240	314	240	187	152	124	258	197	155	124	104
	L/120	431	355	295	249	208	364	301	253	212	180

Referencia: MULTIPANEL

De esta forma se obtuvo la equivalencia de un panel versus una sección estructural (PTR) permitiendo piezas equivalentes para alimentar al paquete STAAD.

Los datos del fabricante son:

Espeor del panel $1\frac{1}{2}$ "

Su deflexión máxima es de L/120

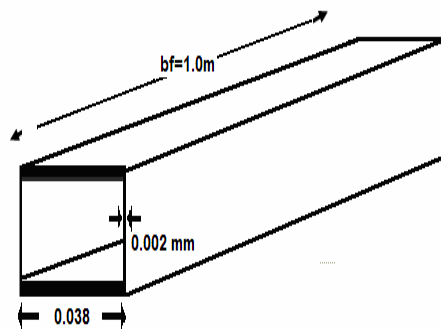
El calibre de la lámina es No 26

Con una carga uniforme de 93 kg/m^2



Por tanto se utilizó los datos antes mencionadas para el análisis de equivalencia del panel, que tiene un ancho efectivo de 1m, por lo que se tomó una carga uniforme de 93 kg/m.

La sección equivalente de panel es una sección rectangular de PTR con la que se analizó la estructura de panel de lámina con núcleo de poliuretano (ver figura 4.2.1)



Las dimensiones de la sección equivalente son:

Longitud efectiva = 3.50 m

Ancho efectivo = 0.038 m

Con una alma de 0.002 m

La carga uniforme = 93 kg/m²

Figura 4.2.1. Sección equivalente de panel a una sección rectangular PTR

Referencia: Paulino Segura Tejeda

Con los datos anteriores se cargó el programa con el equivalente.

Se comenzó a modular con el equivalen para 1mm. (Ver figura 4.2.1 y tabla 4.2.2 en todos sus incisos).

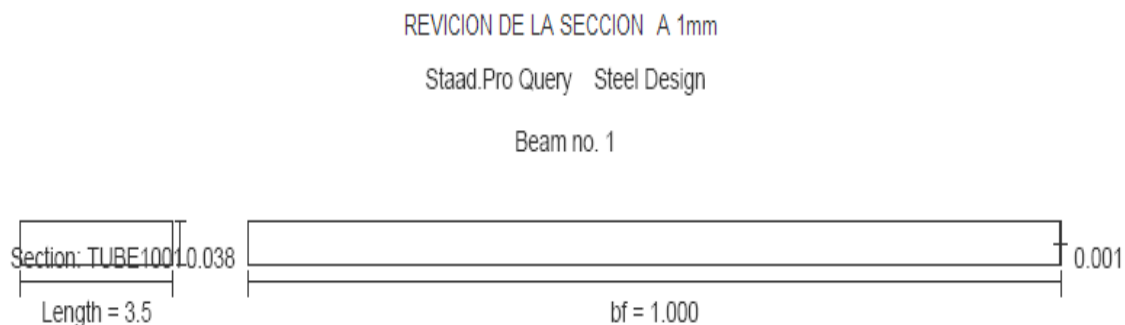


Figura 4.2.2. Modulación equivalente para 1mm

Referencia: Paulino Segura Tejeda



Tabla 4.2.2. Cálculos del equivalente para 1mm

Critical load (MTO,METE)

Load	1
Location	1.750
FX	0.000 T
My	0.000
Mz	-0.142

a)

DESIGN STRESSES (NEW, MMS)

YLD	248.200	FA	28.950
FCZ	148.920	FTZ	148.920
FCY	148.920	FTY	148.920
FT	148.920	FV	99.280

b)

Code	Result	Ratio	Critical	KLR
AISC-89	FAIL	2.557	AISC- H1-3	190.947

c)

Referencia: Paulino Segura Tejeda

Sección equivalente con 1mm de espesor, la falla que presenta es de mas de 2.5 veces al esfuerzo permisible de los datos del fabricante (ver figura 4.2.3).



2.5



Figura 4.2.3. Falla de la sección equivalente

Referencia: Paulino Segura Tejeda



Se muestra la representación de la ventana del programa STAAD donde soporta lo mencionado en la parte superior.

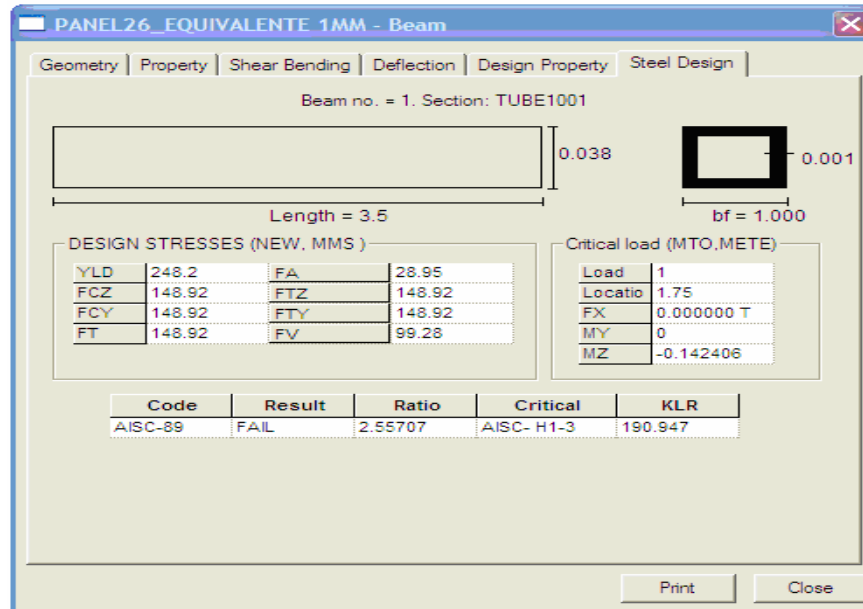


Figura 4.2.4. Representación de la Ventana del Programa STAAD (primer cálculo)

Referencia: Paulino Segura Tejeda

Los resultados antes mostrados dieron como resultado que el equivalente no pasaba desarrollando una falla por lo que se realizó otro cálculo.

Se realizó la revisión para 2mm de espesor del PTR, obteniéndose los siguientes resultados (ver figura 4.2.5 y tabla 4.2.3 en todos sus incisos).



Figura 4.2.5. Modulación equivalente para 2mm

Referencia: Paulino Segura Tejeda



Tabla 4.2.3. Cálculos del equivalente para 2mm

Critical load (MTO,METE)

Load	1
Location	1.750
FX	0.000 T
My	0.000
Mz	-0.142

a)

DESIGN STRESSES (NEW, MMS)

YLD	248.200	FA	27.450
FCZ	148.920	FTZ	148.920
FCY	148.920	FTY	148.920
FT	148.920	FV	99.280

b)

Code	Result	Ratio	Critical	KLR
AISC-89	PASS	0.556	AISC- H1-3	196.093

c)

Referencia: Paulino Segura Tejeda

El panel es equivalente a una sección de tipo PTR de 2m de ancho por 0.0381mm de altura con 0.002 mm de espesor y su cálculo es el siguiente.

La longitud entre sus apoyos es de 3.50 m donde la sección esta simplemente apoyada y su carga es de 93 kg/m²

Donde:

$$f = M / I * y$$

$$f = 14200 / 131.776 * 1.905 = 205.28 \text{ kg /cm}^2$$

$$Fa = 0.6 fy = 0.6 * 2800 = 1680 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto se rige por la relación de esbeltez.

La sección equivalente para 2mm es adecuada; por lo tanto la estructura pasa, ya que es igual al esfuerzo permisible de los datos del fabricante (ver figura 4.2.6).

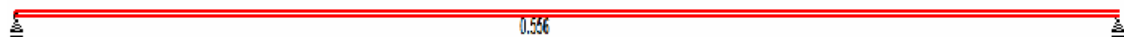


Figura 4.2.6. Falla de la sección equivalente

Referencia: Paulino Segura Tejeda



Se muestra la representación de la ventana del programa STAAD donde soporta lo mencionado en la parte superior (ver figura 4.2.7).

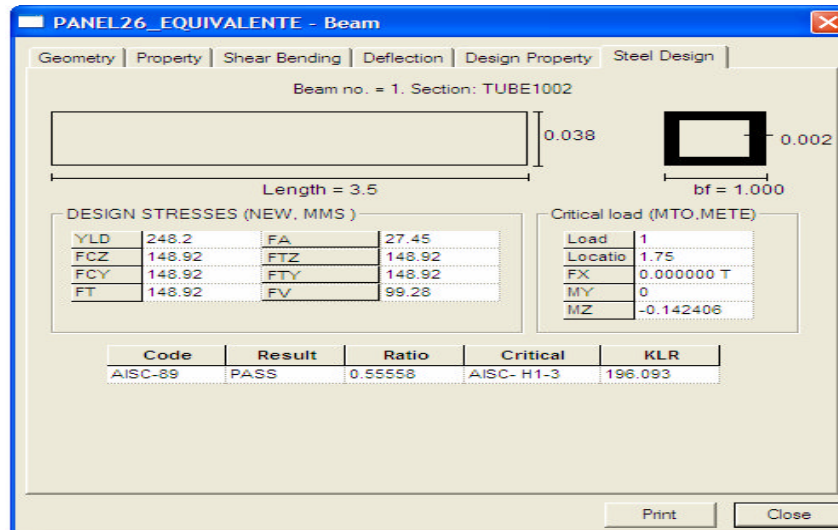


Figura 4.2.7. Representación de la Ventana del Programa STAAD (segundo cálculo)

Referencia: Paulino Segura Tejeda

Para finalizar el equivalente que fue el utilizado es de una sección de tipo PTR de 1m ancho por 0.0381mm de altura con 0.002 mm de espesor y se cargó en el programa STAAD para desarrollar los cálculos estructurales de la casa habitación de panel (ver figura 4.2.8).

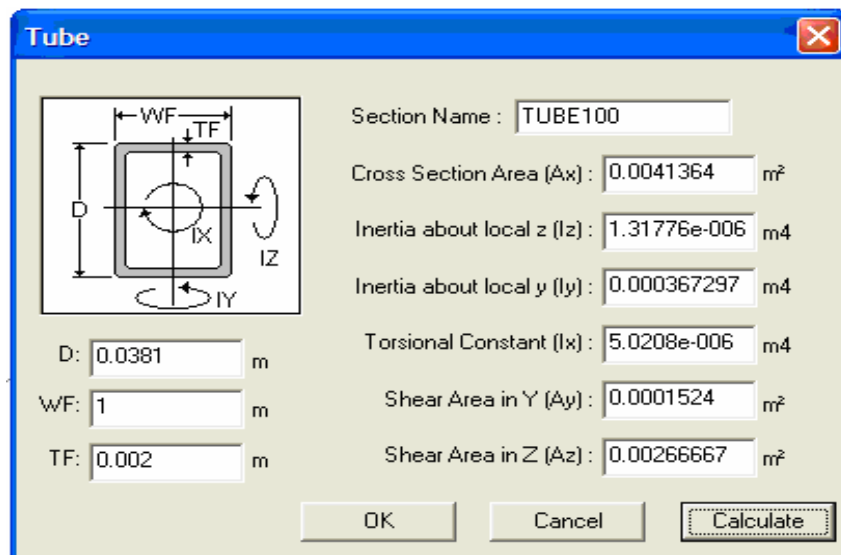


Figura 4.2.8. Datos para el equivalente PTR de 1 m de ancho por 0.0381 mm de altura y 0.002 mm de espesor.

Referencia: Paulino Segura Tejeda



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



En los siguiente recuadros se demuestran los comportamientos mecánicos del equivalente de la sección de tipo PTR de 2 m ancho por 0.0381 mm de altura con 0.002 mm para el cálculo estructural de la casa habitación de panel de lámina con el núcleo de poliuretano.

	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No	PANEL	Sheet No	1	Rev	
		Part	DE ESPESOR 1 1/2"				
		Ref	CAPACIDAD DE CARGA				
		By	PAULINO P.S.T	Date	20-Jun-07	Chd	
Job Title	SECCION EQUIVALENTE PANEL CAL. 26		File	PANEL EQUIVALENTE		Date/Time	20-Jun-2007 11:21
Client	FACULTAD DE INGENIERIA						

Job Information

	Engineer	Checked	Approved
Name:	PST	ELB	EPLB
Date:	21-Jun-07	21-Jun-07	21-Jun-07

Comments

TOMANDO COMO BASE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL FABRICANTE DEL PANEL PARA UNA LONGITUD DE 3.50 m DE LONGITUD , SIMPLEMENTE APOYADA Y UNA FLECHA DE L/120 TENEMOS QUE EL PANEL SOPORTA 93 k/m2 COMO EL PANEL TIENE 1m DE ANCHO TOMAREMOS UNA CARGA UNIFORME DE 93 kg/m

Structure Type

Number of Nodes	2	Highest Node	2
Number of Elements	1	Highest Beam	1

Number of Basic Load Cases	1
Number of Combination Load Cases	0

Included in this printout are data for:

All	The Whole Structure
-----	---------------------

Included in this printout are results for load cases:

Type	L/C	Name
Primary	1	CARGA VERTICAL

Print Time/Date: 20/06/2007 11:00 STAAD.Pro for Windows Release 2004 Print Run 1 of 5

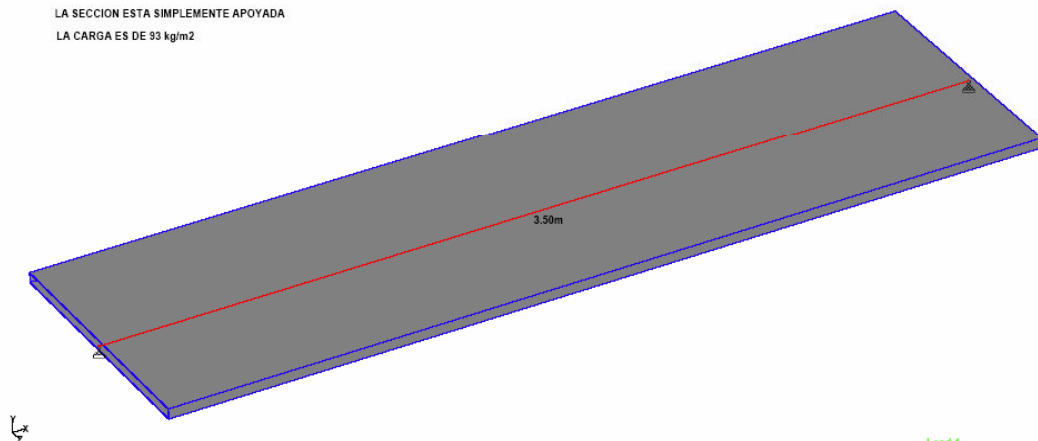


UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No PANEL	Sheet No 2	Rev
	Part DE ESPESOR 1 1/2"		
Job Title SECCION EQUIVALENTE PANEL CAL.26	Ref CAPACIDAD DE CARGA		
	By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd		
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File PANEL EQUIVALENTE	Date/Time 20-Jun-2007 11:21	

EL PANEL ES UNA SECCION TIPO PTR DE 1 m DE ANCHO POR 0.0381m DE ALTURA CON 0.002m DE ESPESOR
LA LONGITUD ENTRE APOYOS ES DE 3.50 m
LA SECCION ESTA SIMPLEMENTE APOYADA
LA CARGA ES DE 93 kg/m2



Load 1

SECCION TRANSVERSAL EQUIVALENTE TIPO PTR

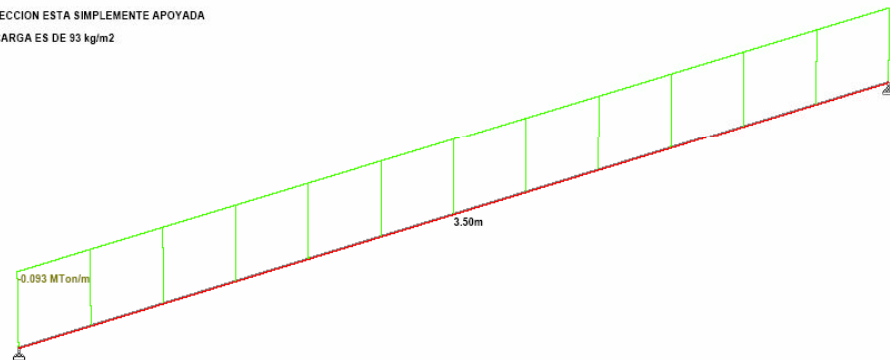


UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No PANEL	Sheet No 3	Rev
	Part DE ESPESOR		
Job Title SECCION EQUIVALENTE PANEL CAL.26	Ref CAPACIDAD DE CARGA		
	By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd		
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File PANEL EQUIVALENTE	Date/Time 20-Jun-2007 11:21	

EL PANEL ES UNA SECCION TIPO PTR DE 1 m DE ANCHO POR 0.0381m DE ALTURA CON 0.002m DE ESPESOR
LA LONGITUD ENTRE APOYOS ES DE 3.50 m
LA SECCION ESTA SIMPLEMENTE APOYADA
LA CARGA ES DE 93 kg/m²



Load 1

1 CARGA VERTICAL DE 93 kg/m²

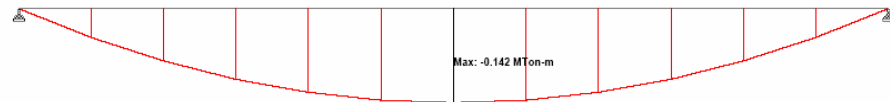


UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No PANEL	Sheet No 4	Rev
	Part DE ESPESOR 1 1/2"		
Job Title SECCION EQUIVALENTE PANEL 26	Ref CAPACIDAD DE CARGA		
	By PAULINO P.S.T Date 20Jun-07 Chd		
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File PANEL EQUIVALENTE	Date/Time 20-Jun-2007 01:21	

EL PANEL ES UNA SECCION TIPO PTR DE 1 m DE ANCHO POR 0.0381m DE ALTURA CON 0.002m DE ESPESOR
LA LONGITUD ENTRE APOYOS ES DE 3.50 m $f = M/I \cdot y$
LA SECCION ESTA SIMPLEMENTE APOYADA $f = 14200/131.776 \cdot 1.905 = 205.28 \text{ Kg/cm}^2$
LA CARGA ES DE 93 kg/m² $Fa = 0.6fy = 0.6 \cdot 2800 = 1680 \text{ kg/cm}^2$



Load 1 : Bending Z
Moment - MTon-m

ESFUERZOS EN LA VIGA

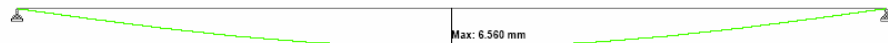


UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No PANEL	Sheet No 5	Rev
	Part DE ESPESOR 1 1/2"		
Job Title SECCION EQUIVALENTE PANEL 26	Ref CAPACIDAD DE CARGA		
	By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd		
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File PANEL EQUIVALENTE	Date/Time 20-Jun-2007 11:21	

EL PANEL ES UNA SECCION TIPO PTR DE 1 m DE ANCHO POR 0.0381m DE ALTURA CON 0.002m DE ESPESOR
 LA LONGITUD ENTRE APOYOS ES DE 3.50 m $f = M/I \cdot y$
 LA SECCION ESTA SIMPLEMENTE APOYADA $f = 14200/131.776 \cdot 1.905 = 205.28 \text{ Kg/cm}^2$
 LA CARGA ES DE 93 kg/m² $Fa = 0.6fy = 0.6 \cdot 2800 = 1680 \text{ kg/cm}^2$



Load 1 : Displacement
Displacement - mm

DEFLEXION EN LA VIGA



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



Por lo antes mencionado se comienza a cargar los datos en el programa STAAD para los cálculos y el modelo estructural de la casa habitación de panel de lámina con el núcleo de poliuretano de 49 m², importando la falla por viento, ya que la falla por sismo es despreciable por ser una estructura portante.

	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 1	Rev
	Job Title TESIS PROFESIONAL	Part CASA HABITACION		
		Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
		By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd		
	Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

Job Information

	Engineer	Checked	Approved
Name:	PST	ELB	EPLB
Date:	20-Jun-07	20-Jun-07	20-Jun-07

Comments

CASA HABITACION DE UN NIVEL DE
49 m2 DE CONSTRUCCION
CUENTA CON SALA COMEDOR
COCINA, BAÑO COMPLETO
DOS RECAMARAS CON CLOSET
PANEL CALIBRE 26 DE 1- 1/2 PULGADAS DE ESPESOR

Structure Type	SPACE FRAME
----------------	-------------

Number of Nodes	119	Highest Node	119
Number of Elements	131	Highest Beam	131

Number of Basic Load Cases	4
Number of Combination Load Cases	3

Included in this printout are data for:

All	The Whole Structure
-----	---------------------

Included in this printout are results for load cases:

Type	L/C	Name
Primary	1	CARGA MUERTA + PESO PROPIO
Primary	2	CARGA VIVA
Primary	3	VIENTO PARALELO A LAS GENERATRICES
Primary	4	VIENTO PERPENDICULAR A LAS GENERATRICES
Combination	5	1.0 CM + 1.0 CV
Combination	6	0.75 CM + 0.375 CV + 0.375 VIENTO PAR
Combination	7	0.75 CM + 0.375 CV + 0.375 VIENTO PER

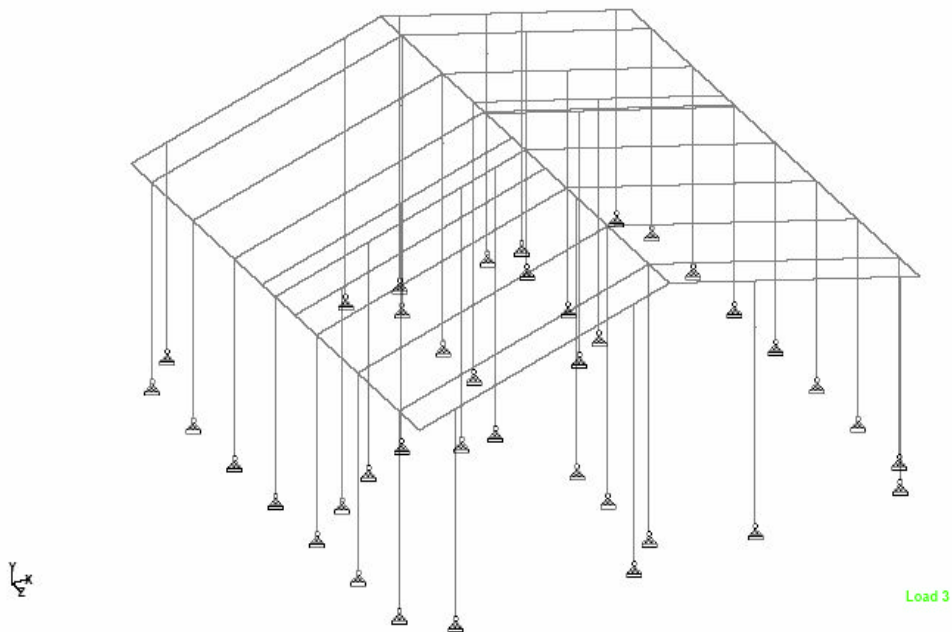
Print Time/Date: 22/06/2007 01:08 STAAD.Pro for Windows Release 2004 Print Run 1 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 2	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



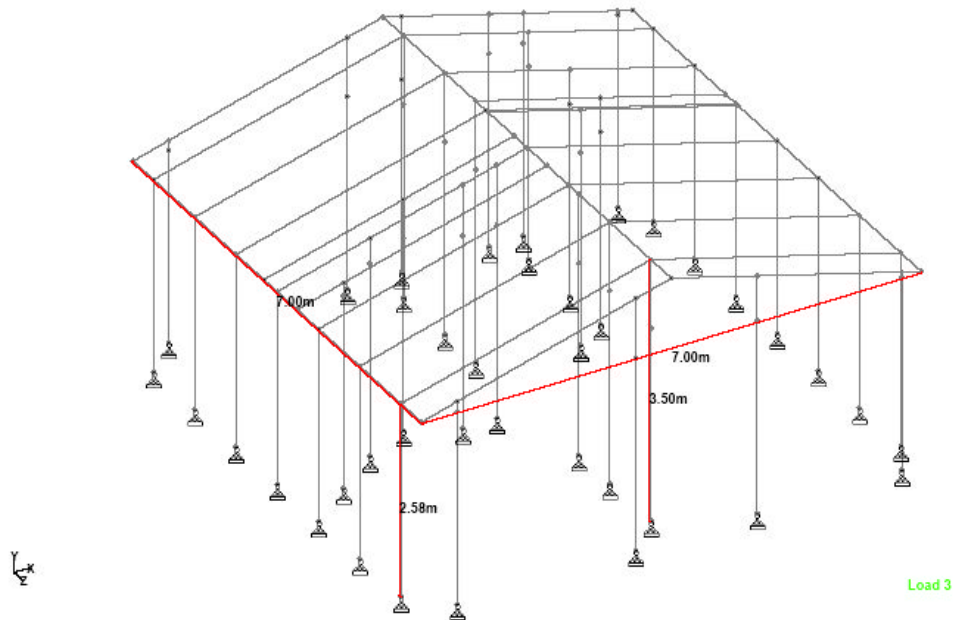
GEOMETRIA DE LA ESTRUCTURA



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 3	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

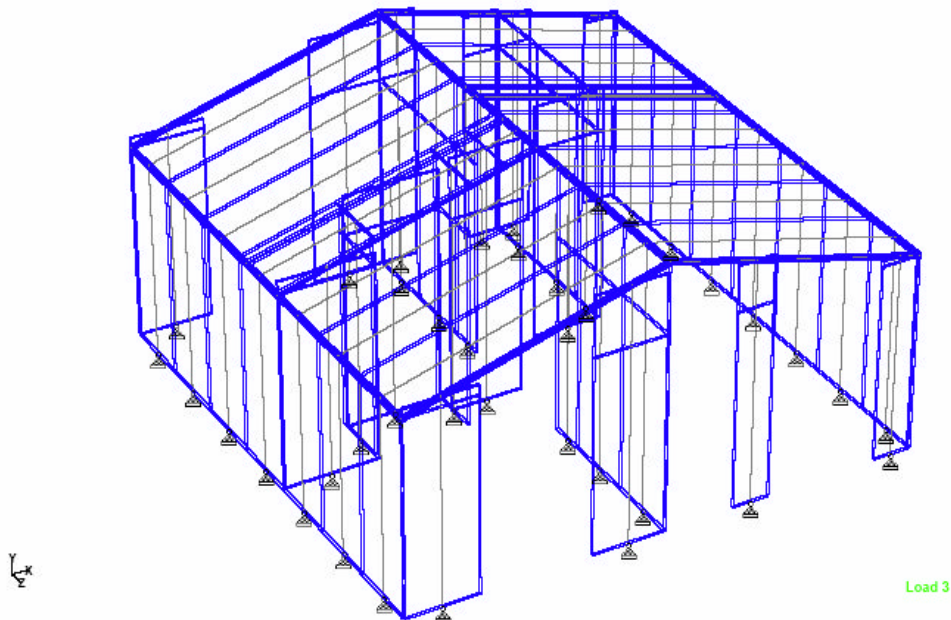
Print Run 3 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 4	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



PANELES DE LA ESTRUCTURA

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

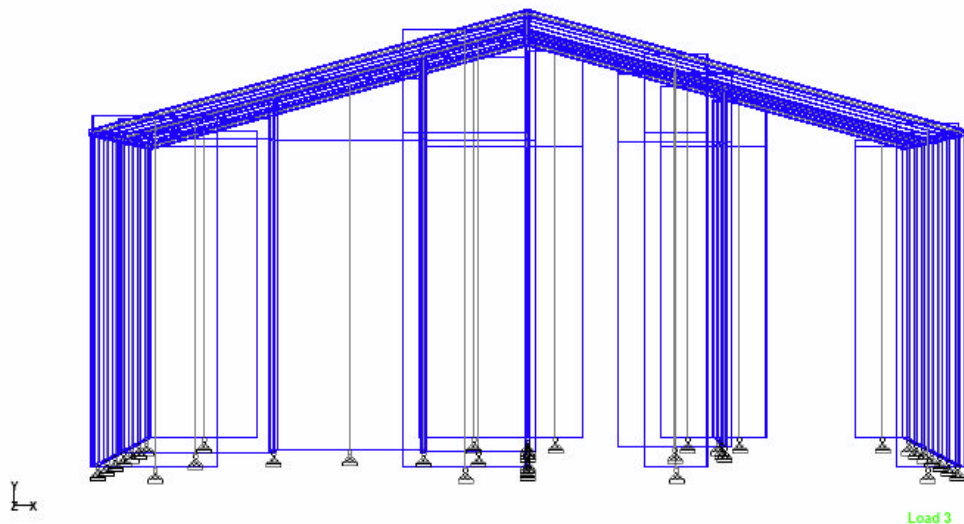
Print Run 4 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 5	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



Whole Structure 1

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

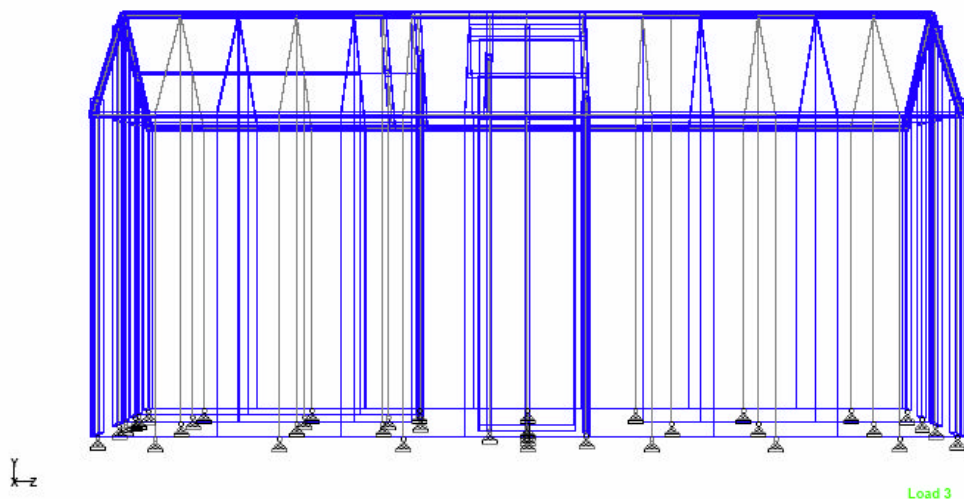
Print Run 5 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 6	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



Whole Structure 2

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 6 of 70



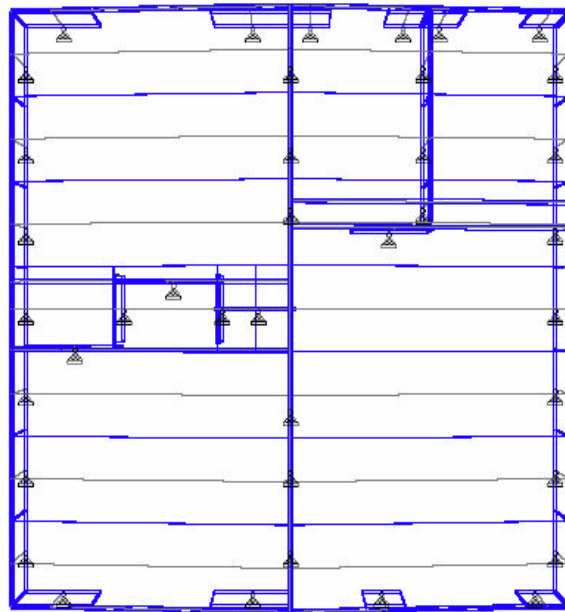
UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 7	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



PLANTA



Load 3

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

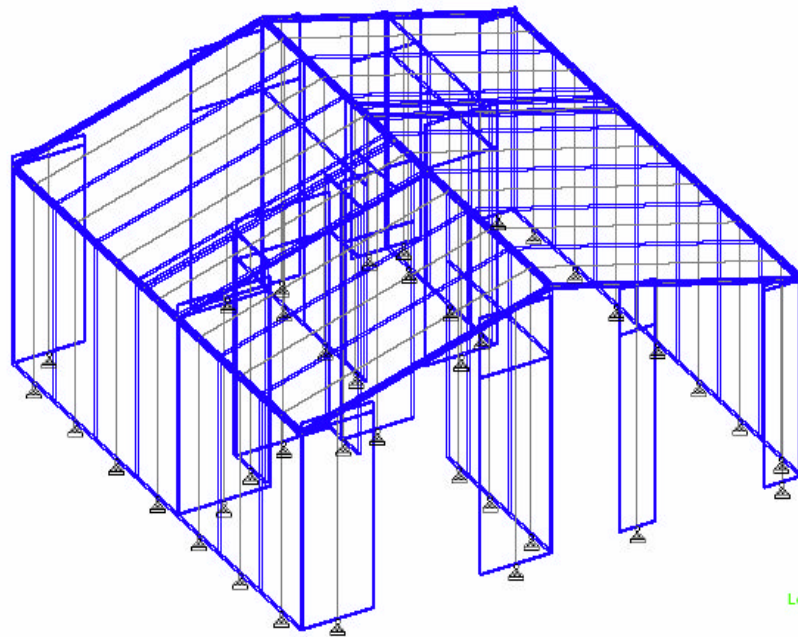
Print Run 7 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 8	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



ISOMETRICO

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

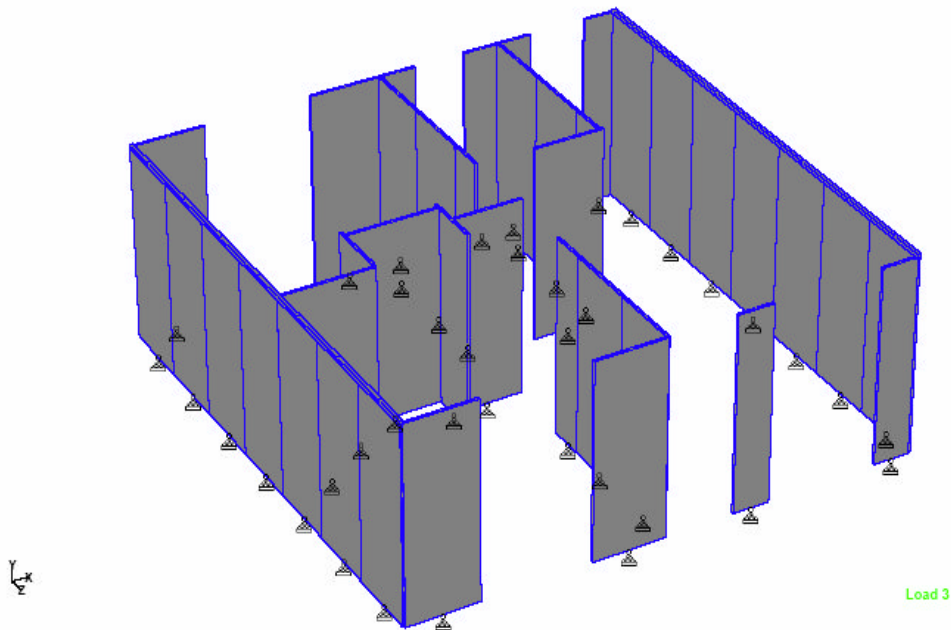
Print Run 8 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 9	Rev
	Part	CASA HABITACION	
	Ref	PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
	By	PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07 Chd
	Client	FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std Date/Time 22-Jun-2007 01:07



MUROS INTERIORES

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

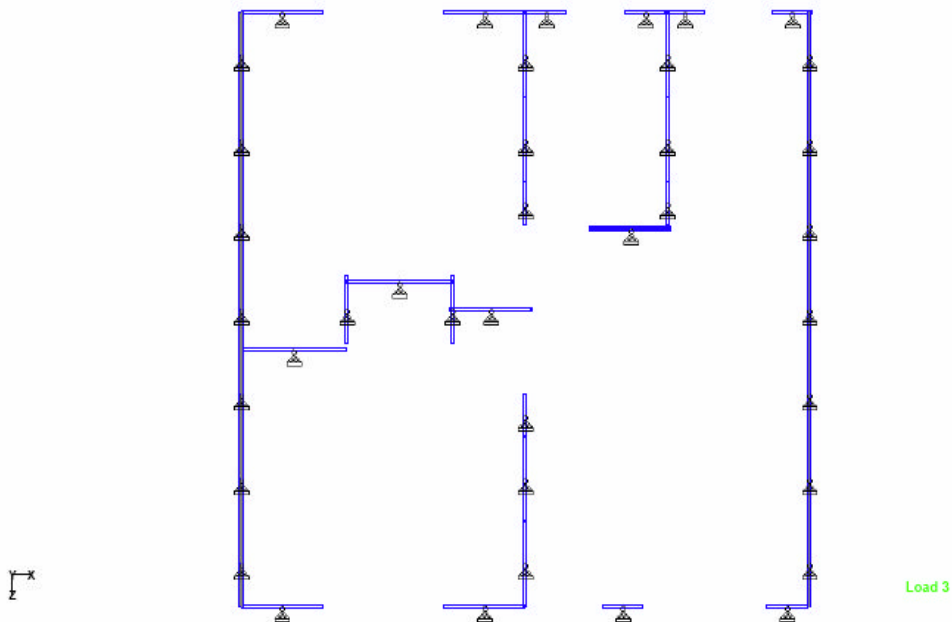
Print Run 9 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 10	Rev
	Part	CASA HABITACION	
	Ref	PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
	By	PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07 Chd
	Client	FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std Date/Time 22-Jun-2007 01:07



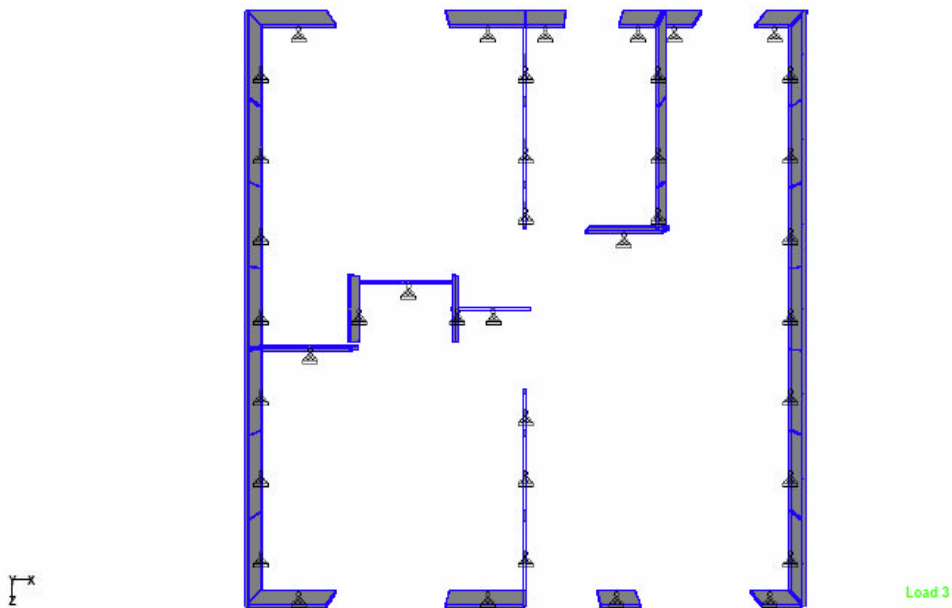
MUROS EN PLANTA



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 11	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title T TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

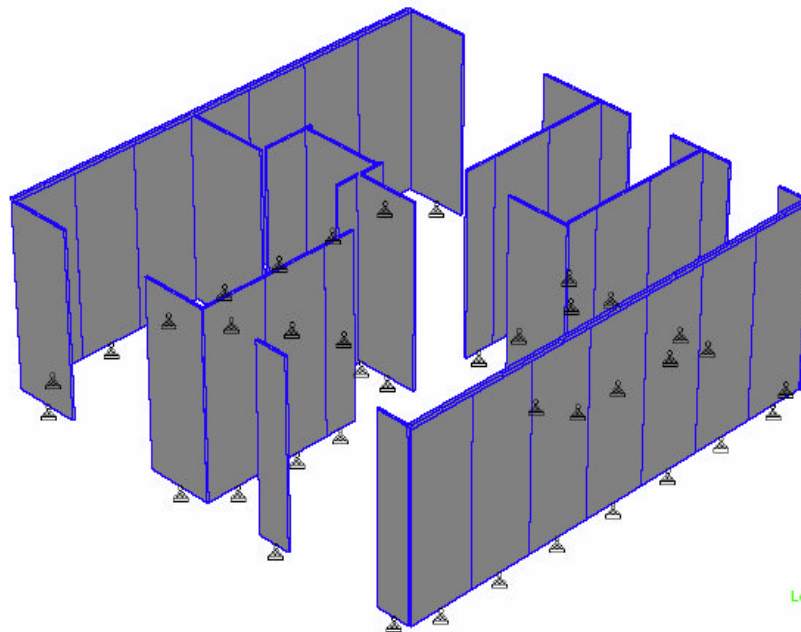
Print Run 11 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 12	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



Load 3

PERSPECTIVA

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

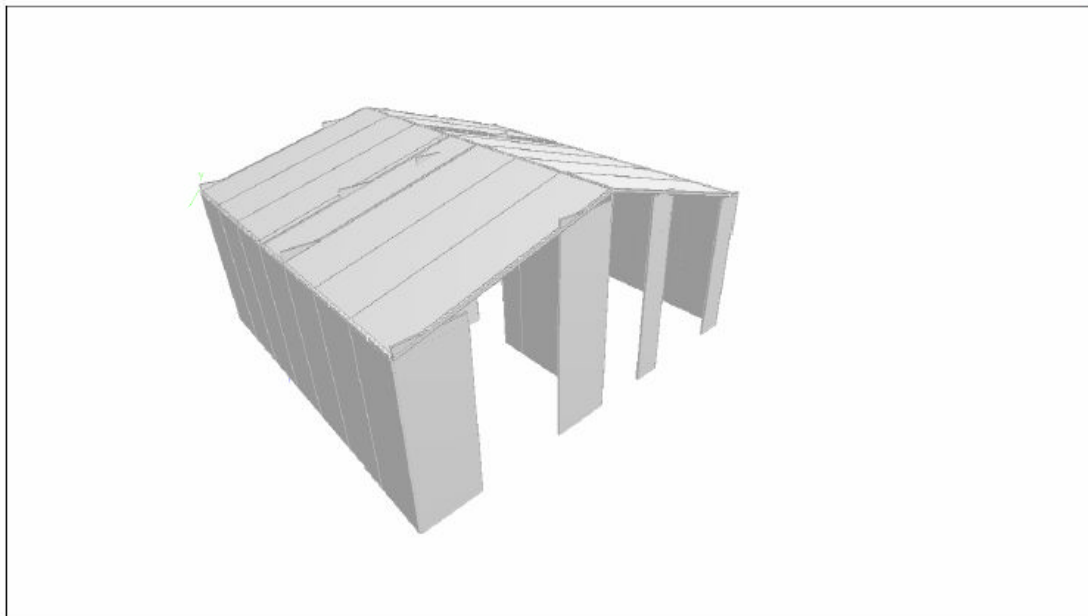
Print Run 12 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 13	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



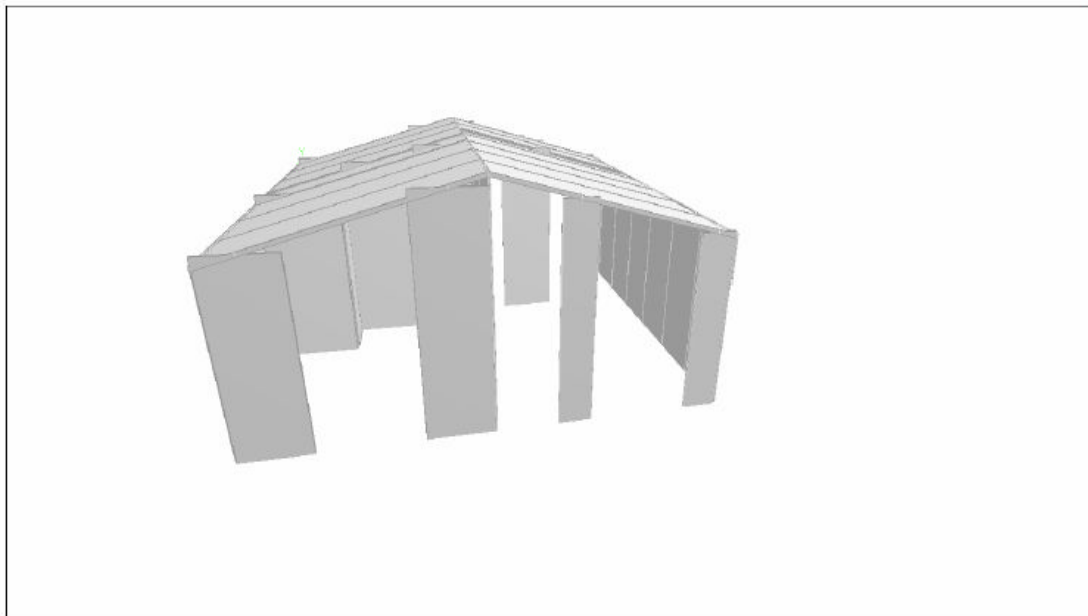
3D Rendered View 1



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 14	Rev
	Part CASA HABITACION		
	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
	By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd		
Job Title TESIS PROFESIONAL	File CASA MUL 4 E2.std		
Client FACULTAD DE INGENIERIA	Date/Time 22-Jun-2007 01:07		



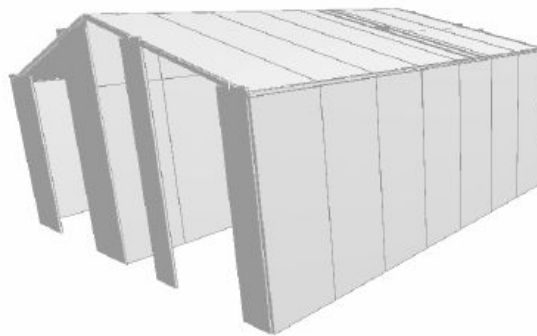
3D Rendered View 2



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 15	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



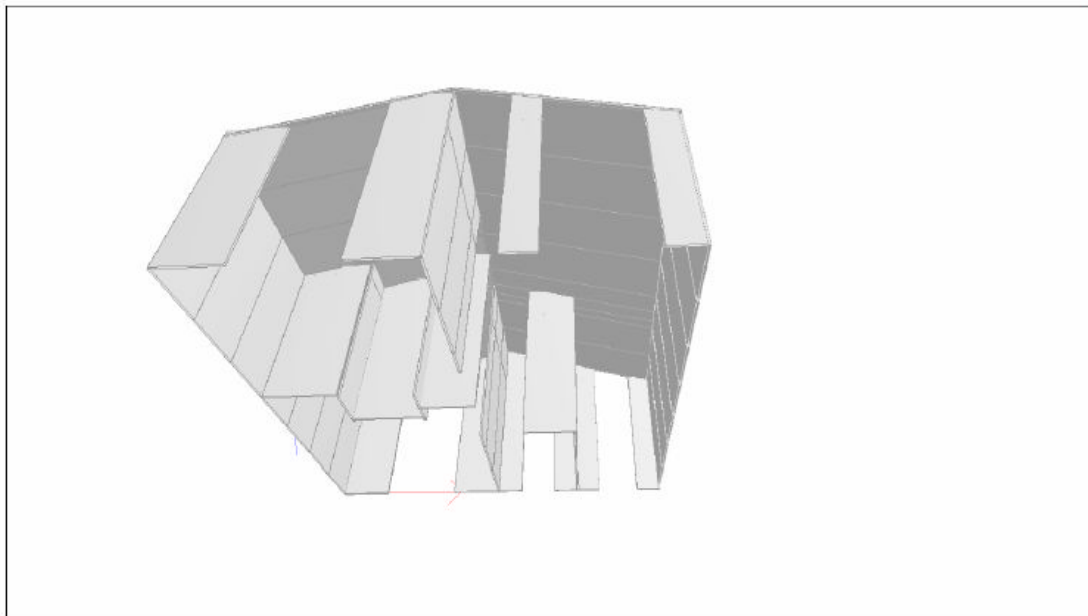
3D Rendered View 3



**UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN**



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 16	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



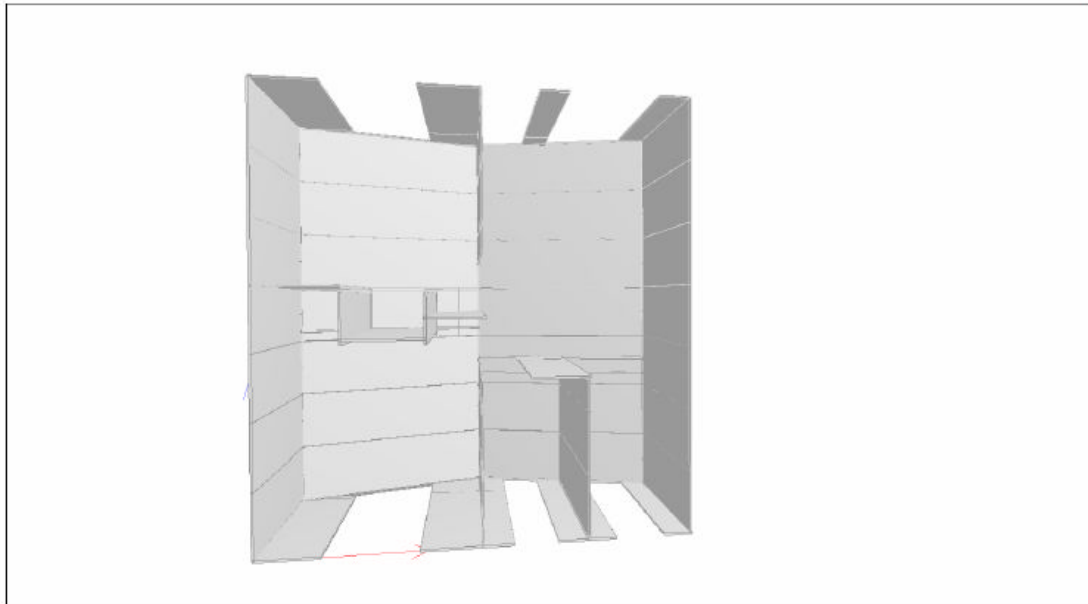
3D Rendered View 4



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 17	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



3D Rendered View 5

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

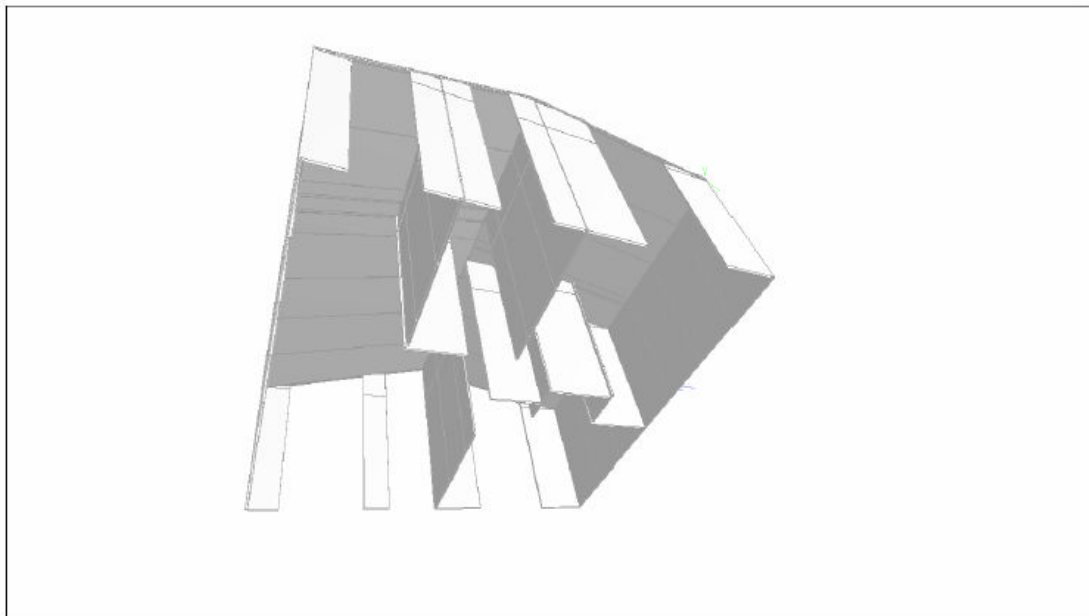
Print Run 17 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 18	Rev
	Part CASA HABITACION		
	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
	By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd		
Job Title TESIS PROFESIONAL	File CASA MUL 4 E2.std		
Client FACULTAD DE INGENIERIA	Date/Time 22-Jun-2007 01:07		



3D Rendered View 6



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 19	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

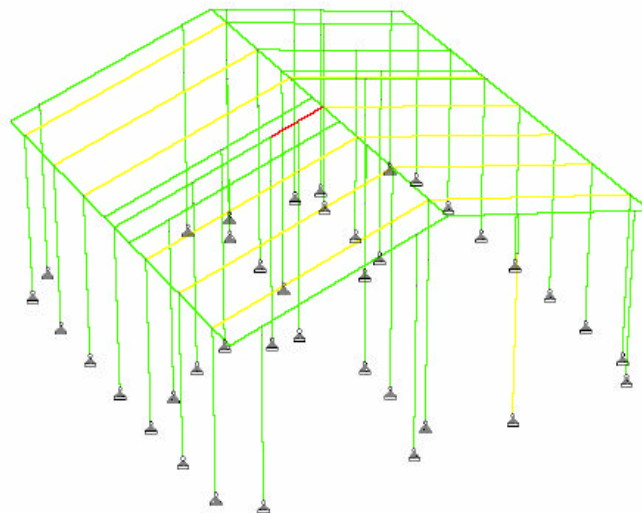


DIAGRAMA DE ESFUERZOS



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 20	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

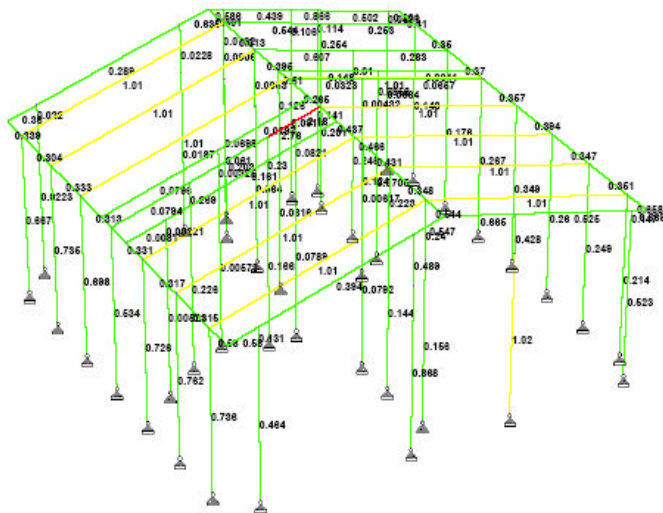


DIAGRAMA DE ESFUERZOS

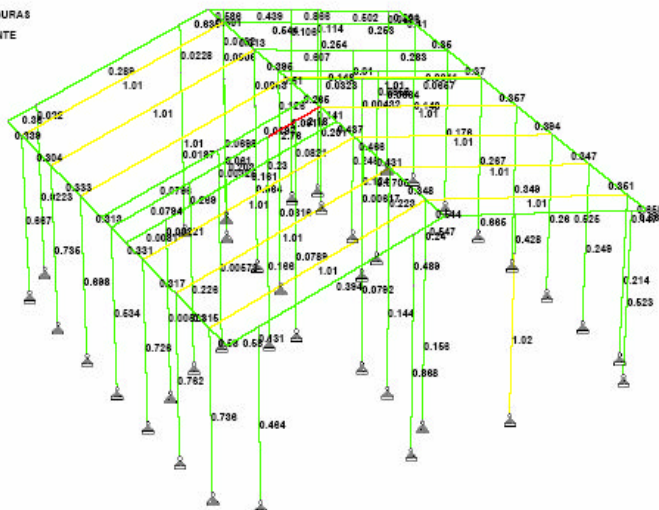


UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 21	Rev
	Part CASA HABITACION		
Job Title TESIS PROFESIONAL	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
Client FACULTAD DE INGENIERIA	By PAULINO P.S.T		Date 20-Jun-07
	File CASA MUL 4 E2.std		Chd
		Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

DIAGRAMA DE ESFUERZOS
VERDE EN CONDICIONES SEGURAS
AMARILLO EN FALLA INCIPIENTE
ROJO EN FALLA



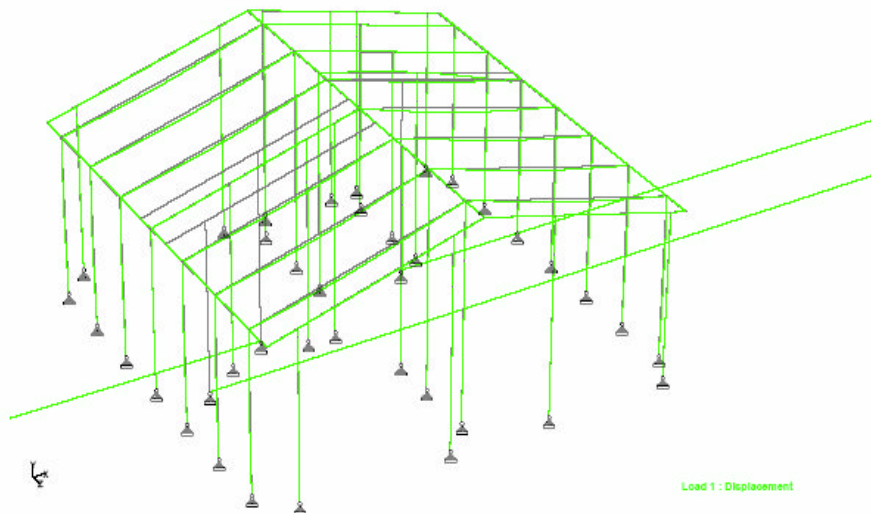
SIMBOLOGIA DE COLORES



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 22	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



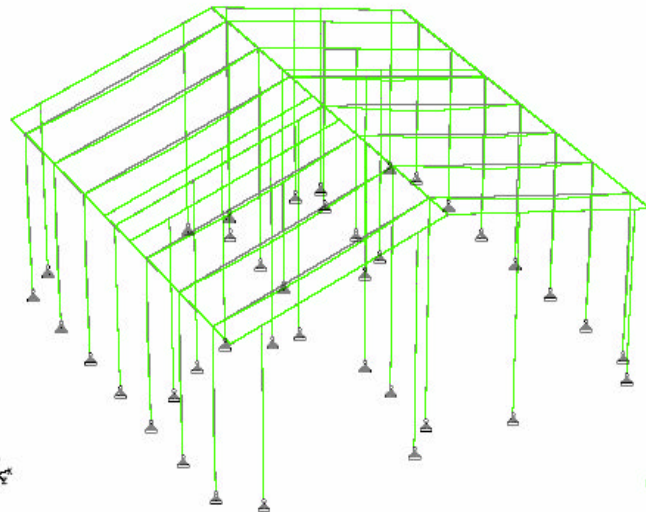
Displacements 1 CARGA MUERTA + PESO PROPIO



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 23	Rev
	Part	CASA HABITACION	
	Ref	PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
	By	PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07 Chd
Job Title TESIS PROFESIONAL	File	CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07
Client FACULTAD DE INGENIERIA			



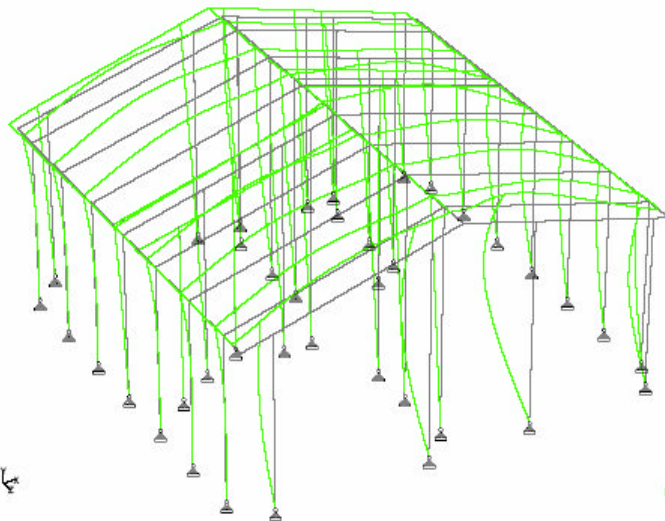
Displacements 2 CARGA VIVA



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 24	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



Load 3 : Displacement

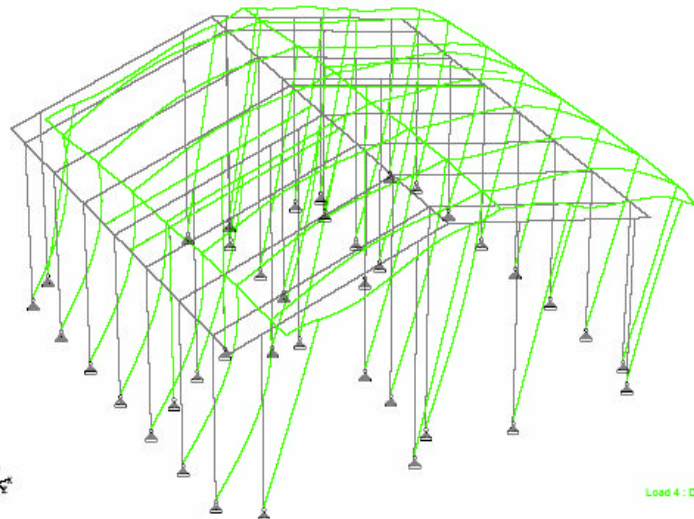
Displacements 3 VIENTO PARALELO A LAS GENERATRICES



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 25	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



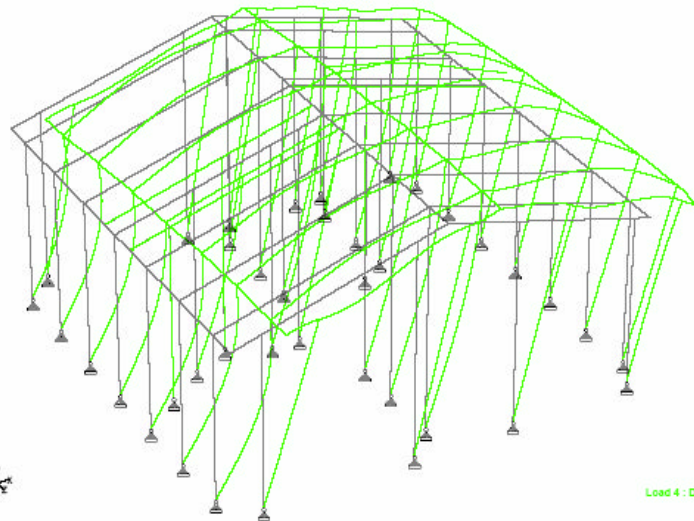
Displacements 4 VIENTO PERPENDICULAR A LAS GENERATRICES



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 25	Rev
	Part CASA HABITACION		
Job Title TESIS PROFESIONAL	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
Client FACULTAD DE INGENIERIA	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



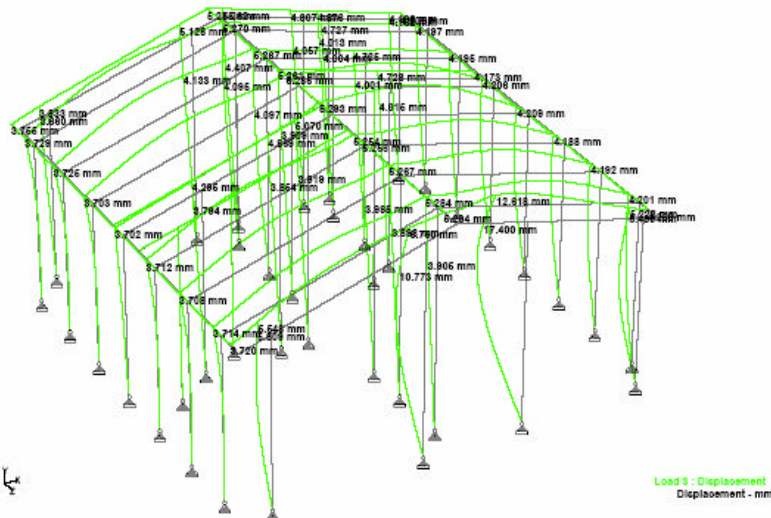
Displacements 4 VIENTO PERPENDICULAR A LAS GENERATRICES



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 26	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



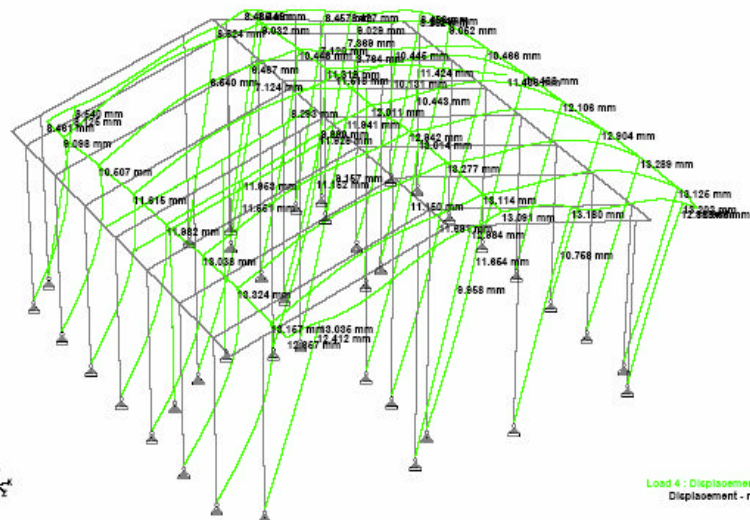
Displacements 3 VIENTO PARALELO A LAS GENERATRICES



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 27	Rev
	Part CASA HABITACION		
Job Title TESIS PROFESIONAL	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
Client FACULTAD DE INGENIERIA	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



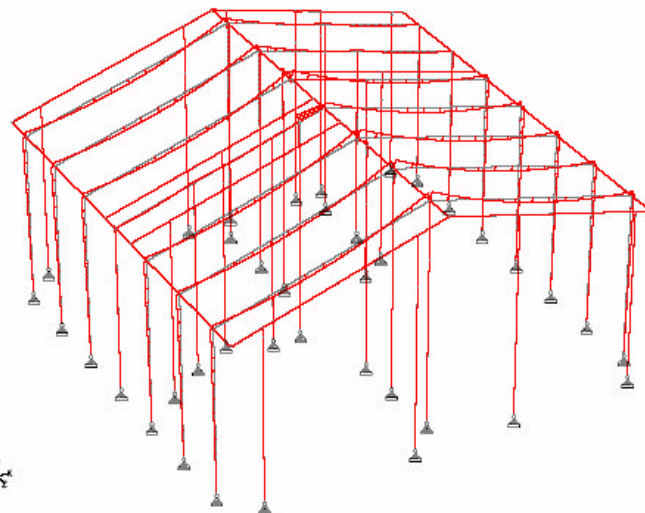
Displacements 4 VIENTO PERPENDICULAR A LAS GENERATRICES



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 28	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



Mz Ton-m 2 CARGA VIVA

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

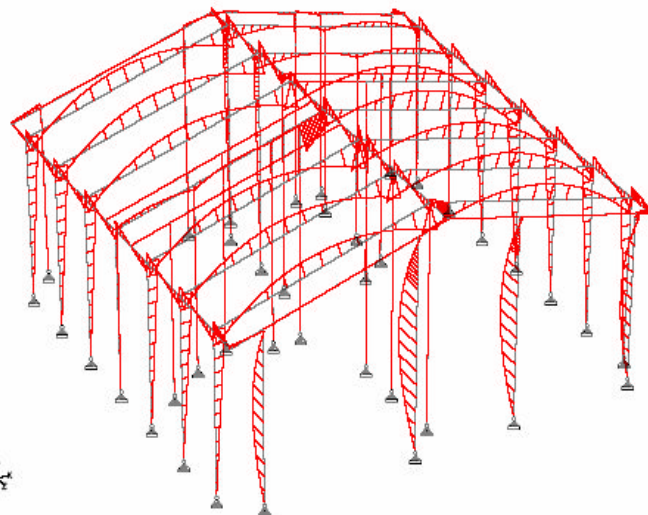
Print Run 28 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 29	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



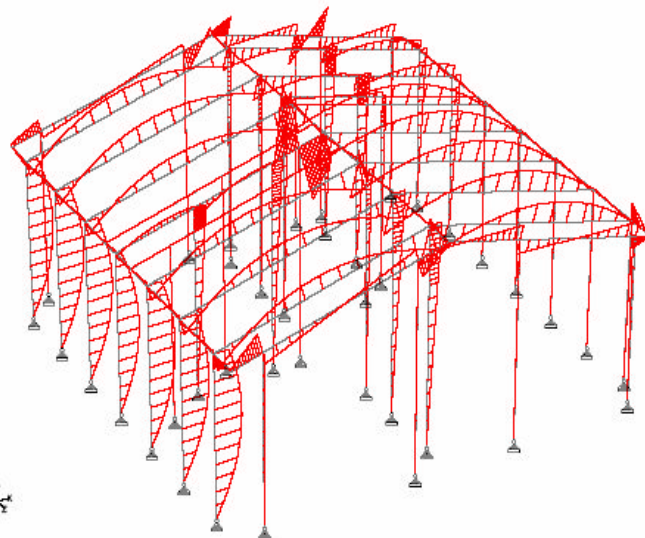
Mz MTon-m 3 VIENTO PARALELO A LAS GENERATRICES



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 30	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



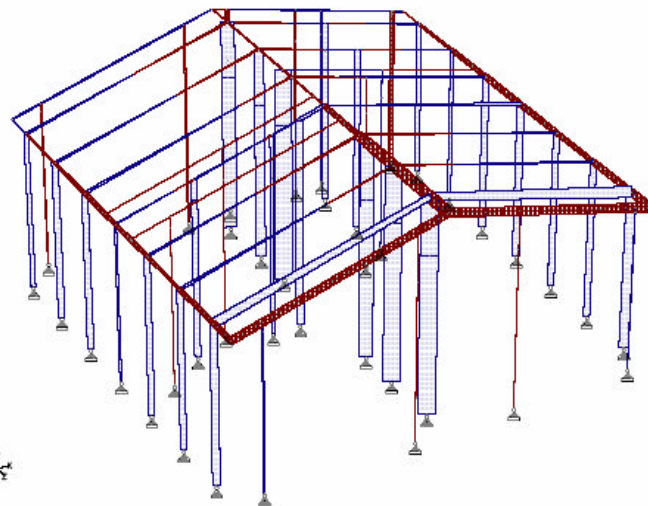
Mz Ton-m 4 VIENTO PERPENDICULAR A LAS GENERATRICES



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 31	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



Load 3 : Axial Force

Fx Mton 3 VIENTO PARALELO A LAS GENERATRICES

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

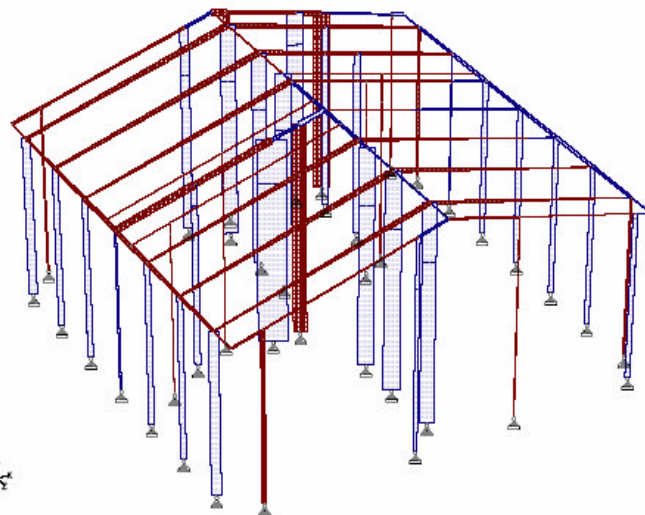
Print Run 31 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 32	Rev
	Part C ASA HABITACION		
Job Title TESIS PROFESIONAL	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
Client FACULTAD DE INGENIERIA	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



Load 4 : Axial Force

Fx Mton 4 VIENTO PERPENDICULAR A LAS GENERATRICES

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

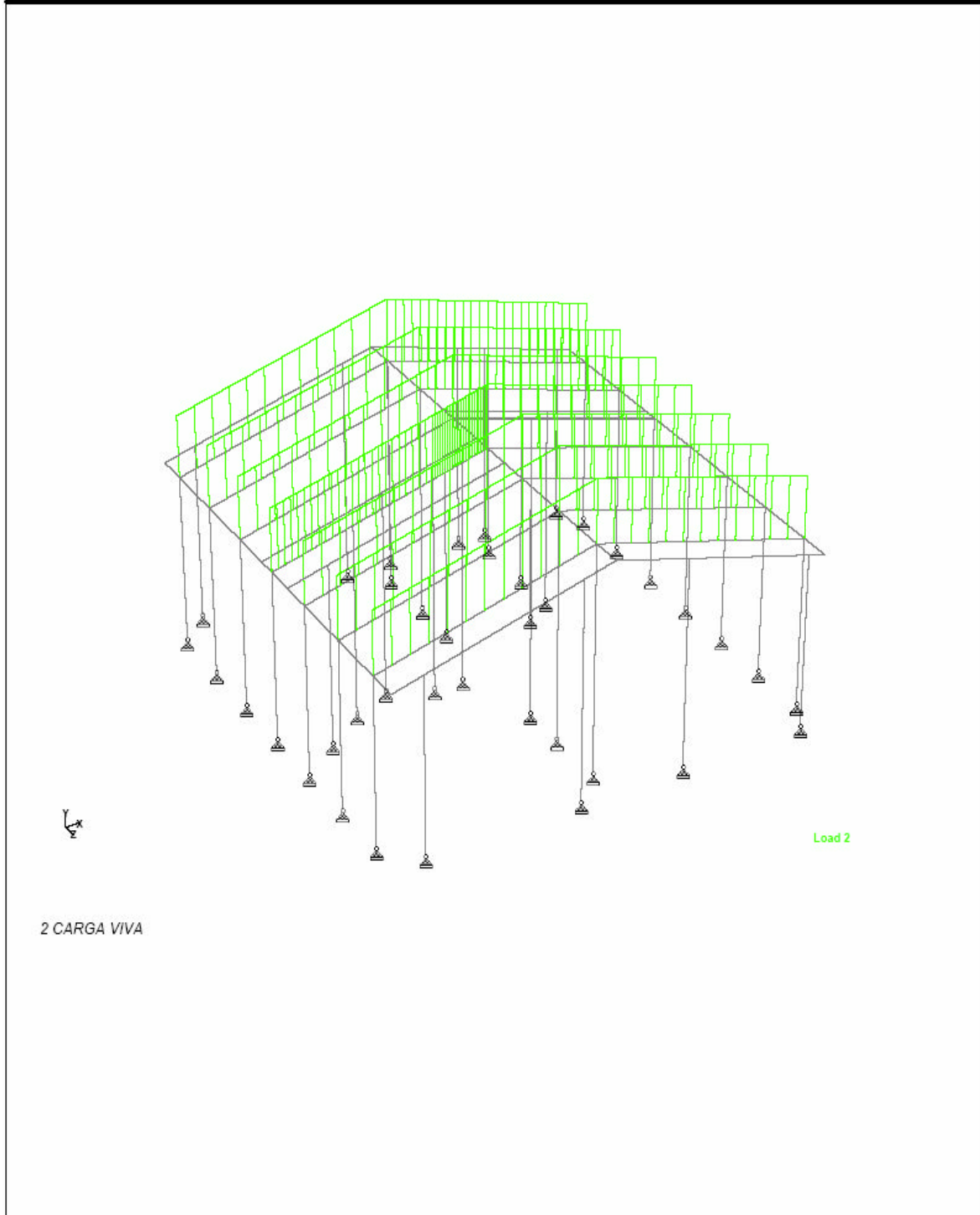
Print Run 32 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 33	Rev
	Part	CASA HABITACION	
	Ref	PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
	By	PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07 Chd
	Client	FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std Date/Time 22-Jun-2007 01:07

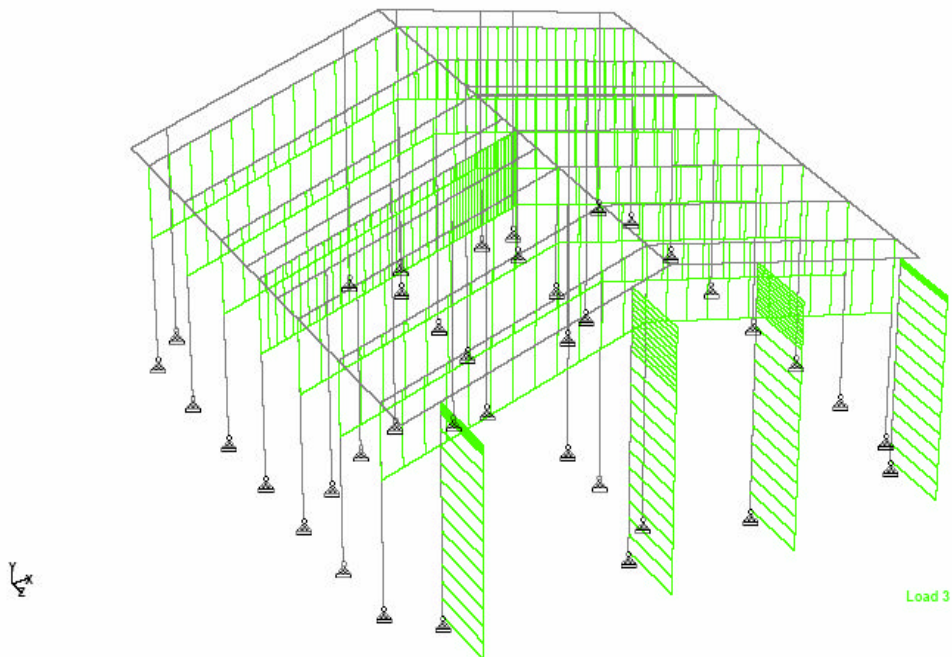




UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 34	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



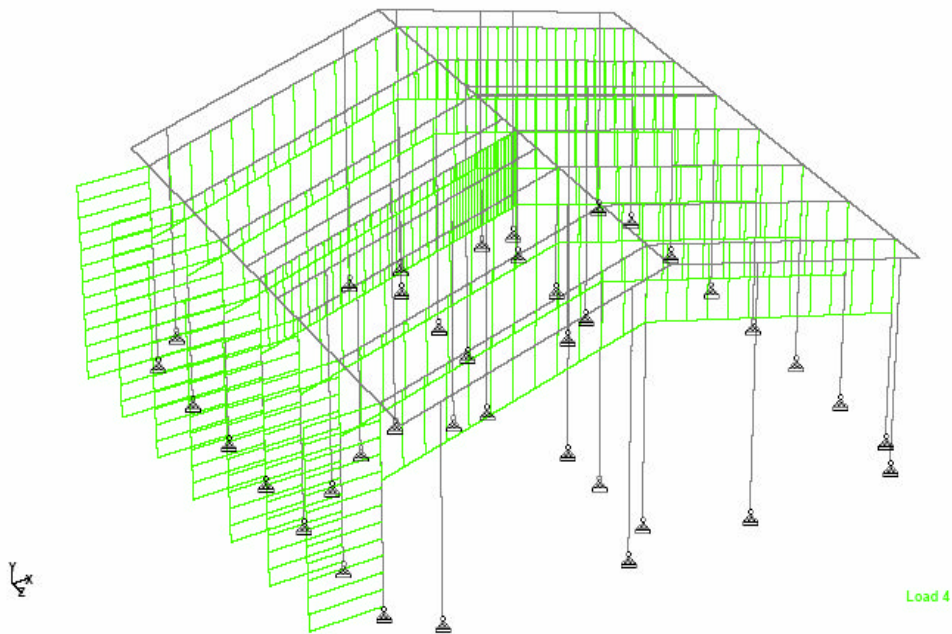
3 VIENTO PARALELO A LAS GENERATRICES



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL Software licensed to Snow Panther [LZ0] PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA	Job No UNAM	Sheet No 35	Rev
	Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	



4 VIENTO PERPENDICULAR A LAS GENERATRICES

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 35 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 36	Rev
		Part CASA HABITACION		
Job Title TESIS PROFESIONAL		Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
Client FACULTAD DE INGENIERIA		By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd		
		File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

Node Displacement Summary

	Node	L/C	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Resultant (mm)	rX (rad)	rY (rad)	rZ (rad)
Max X	112	1:CARGA MUE	119E 6	-96.6E 6	0.000	153E 6	0.000	0.000	-33.9E 3
Min X	109	1:CARGA MUE	-11.8E 6	5.21E 6	0.000	12.9E 6	0.000	0.000	3.36E 3
Max Y	111	1:CARGA MUE	87.5E 6	22E 6	0.000	90.2E 6	0.000	0.000	-33.9E 3
Min Y	112	1:CARGA MUE	119E 6	-96.6E 6	0.000	153E 6	0.000	0.000	-33.9E 3
Max Z	75	4:VIENTO PER	12.363	-0.004	1.111	12.412	-0.000	-0.000	-0.005
Min Z	77	3:VIENTO PAR	0.021	-0.000	-17.400	17.400	0.006	0.002	-0.000
Max rX	107	3:VIENTO PAR	0.026	-0.000	-12.618	12.618	0.008	0.002	-0.000
Min rX	38	3:VIENTO PAR	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.017	0.002	-0.000
Max rY	36	3:VIENTO PAR	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.006	0.005	-0.000
Min rY	39	3:VIENTO PAR	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.009	-0.006	0.000
Max rZ	108	1:CARGA MUE	-8.68E 6	-6.56E 6	0.000	10.9E 6	0.000	0.000	3.36E 3
Min rZ	30	1:CARGA MUE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-33.9E 3
Max Rst	112	1:CARGA MUE	119E 6	-96.6E 6	0.000	153E 6	0.000	0.000	-33.9E 3



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No	UNAM	Sheet No	37	Rev		
		Part						CASA HABITACION
		Ref						PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2
		By						PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd
Job Title		TESIS PROFESIONAL		File		CASA MUL 4 E2.std		
Client		FACULTAD DE INGENIERIA		Date/Time		22-Jun-2007 01:07		

Beam Displacement Detail Summary

Displacements shown in italic indicate the presence of an offset

	Beam	L/C	d (m)	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Resultant (mm)
Max X	126	1:CARGA MUE	2.947	119E 6	-96.6E 6	0.000	153E 6
Min X	123	1:CARGA MUE	1.603	-11.8E 6	5.21E 6	0.000	12.9E 6
Max Y	124	1:CARGA MUE	0.000	87.5E 6	22E 6	0.000	90.2E 6
Min Y	126	1:CARGA MUE	2.947	119E 6	-96.6E 6	0.000	153E 6
Max Z	36	4:VIENTO PER	2.322	11.131	-0.004	1.113	11.186
Min Z	38	3:VIENTO PAR	1.806	0.015	-0.000	-19.621	19.621
Max Rst	126	1:CARGA MUE	2.947	119E 6	-96.6E 6	0.000	153E 6



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA	Job No	UNAM	Sheet No	38	Rev					
		Part						CASA HABITACION			
		Ref						PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2			
		By						PAULINO P.S.T	Date	20-Jun-07	Chd
Client		FACULTAD DE INGENIERIA		File		CASA MUL 4 E2.std		Date/Time		22-Jun-2007 01:07	

Beam End Displacement Summary

Displacements shown in *italic* indicate the presence of an offset

	Beam	Node	L/C	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Resultant (mm)
Max X	126	112	1:CARGA MUE	119E 6	-96.6E 6	0.000	153E 6
Min X	123	109	1:CARGA MUE	-11.8E 6	5.21E 6	0.000	12.9E 6
Max Y	124	111	1:CARGA MUE	87.5E 6	22E 6	0.000	90.2E 6
Min Y	126	112	1:CARGA MUE	119E 6	-96.6E 6	0.000	153E 6
Max Z	36	75	4:VIENTO PER	12.363	-0.004	1.112	12.412
Min Z	38	77	3:VIENTO PAR	0.021	0.000	-17.400	17.400
Max Rst	126	112	1:CARGA MUE	119E 6	-96.6E 6	0.000	153E 6



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 39	Rev
	Part CASA HABITACION		
	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
	By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd		
Job Title TESIS PROFESIONAL	Client FACULTAD DE INGENIERIA		
File CASA MUL 4 E2.std		Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

Beam End Force Summary

The signs of the forces at end B of each beam have been reversed. For example: this means that the Min Fx entry gives the largest tension value for an beam.

	Beam	Node	L/C	Axial	Shear		Torsion	Bending	
				Fx (Mton)	Fy (Mton)	Fz (Mton)	Mx (MTon'm)	My (MTon'm)	Mz (MTon'm)
Max Fx	5	5	4:VIENTO PER	0.658	-0.001	-0.090	-0.000	-0.000	-0.000
Min Fx	33	33	4:VIENTO PER	-1.137	0.022	0.000	0.000	0.000	-0.000
Max Fy	95	87	3:VIENTO PAR	0.341	0.745	0.004	0.001	-0.002	0.090
Min Fy	99	89	4:VIENTO PER	-0.091	-1.054	-0.017	0.003	-0.015	-0.067
Max Fz	109	63	3:VIENTO PAR	0.272	0.092	0.313	-0.016	-0.044	0.065
Min Fz	118	104	3:VIENTO PAR	0.326	-0.010	-0.272	0.047	-0.027	0.013
Max Mx	118	104	3:VIENTO PAR	0.326	-0.010	-0.272	0.047	-0.027	0.013
Min Mx	118	104	4:VIENTO PER	-0.009	-0.282	0.011	-0.026	-0.003	-0.069
Max My	97	87	3:VIENTO PAR	0.063	-0.283	-0.092	0.004	0.326	-0.186
Min My	58	90	4:VIENTO PER	0.511	-0.000	-0.237	0.000	-0.804	0.000
Max Mz	99	90	4:VIENTO PER	-0.072	-0.985	-0.017	0.003	-0.023	0.434
Min Mz	100	90	4:VIENTO PER	-0.172	-0.431	-0.017	0.003	-0.023	-0.369



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PERO SEGURA TEJEDA	Job No	UNAM	Sheet No	40	Rev	
		Part	CASA HABITACION				
Job Title	TESIS PROFESIONAL	Ref	PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2				
		By	PST	Date	20-Jun-07	Chd	ELB
Client	FACULTAD DE INGENIERIA	File	CASA MUL 4 E2.std	Date/Time	22-Jun-2007 01:07		

Beam Force Detail Summary

Sign convention as diagrams:- positive above line, negative below line except Fx where positive is compression. Distance d is given from beam end A.

	Beam	L/C	d (m)	Axial	Shear		Torsion	Bending	
				Fx (Mton)	Fy (Mton)	Fz (Mton)	Mx (MTon'm)	My (MTon'm)	Mz (MTon'm)
Max Fx	5	4:VIENTO PER	0.000	0.658	-0.001	-0.090	-0.000	-0.000	-0.000
Min Fx	33	4:VIENTO PER	0.000	-1.137	0.022	0.000	0.000	0.000	-0.000
Max Fy	95	3:VIENTO PAR	0.000	0.341	0.745	0.004	0.001	-0.002	0.090
Min Fy	99	4:VIENTO PER	0.000	-0.091	-1.054	-0.017	0.003	-0.015	-0.067
Max Fz	109	3:VIENTO PAR	0.000	0.272	0.092	0.313	-0.016	-0.044	0.065
Min Fz	118	3:VIENTO PAR	0.000	0.326	-0.010	-0.272	0.047	-0.027	0.013
Max Mx	118	3:VIENTO PAR	0.000	0.326	-0.010	-0.272	0.047	-0.027	0.013
Min Mx	118	4:VIENTO PER	0.000	-0.009	-0.282	0.011	-0.026	-0.003	-0.069
Max My	97	3:VIENTO PAR	0.000	0.063	-0.283	-0.092	0.004	0.326	-0.186
Min My	58	4:VIENTO PER	0.808	0.511	-0.000	-0.237	0.000	-0.804	0.000
Max Mz	99	4:VIENTO PER	0.491	-0.072	-0.985	-0.017	0.003	-0.023	0.434
Min Mz	100	4:VIENTO PER	0.000	-0.172	-0.431	-0.017	0.003	-0.023	-0.369



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 41	Rev
		Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL		By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA		File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
1	1:CARGA MUE	2.580	2.694	0.000	1	-0.464	2.580	4
	2:CARGA VIVA	2.580	1.685	2.580	1	-1.172	2.580	3
	3:VIENTO PAR	2.580	8.060	2.580	1	-6.447	2.580	3
	4:VIENTO PER	2.580	27.921	2.580	1	-25.438	2.580	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	3.101	2.580	2	-1.242	2.580	3
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	7.643	2.580	1	-5.231	2.580	3
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	22.539	2.580	1	-19.474	2.580	3
2	1:CARGA MUE	2.580	2.964	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	2.580	0.322	2.580	1	-0.295	2.580	3
	3:VIENTO PAR	2.580	14.124	2.580	2	-11.363	2.580	4
	4:VIENTO PER	2.580	12.033	2.580	1	-28.438	2.580	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	2.977	0.000	1	-0.019	2.580	3
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	10.916	2.580	2	-7.422	2.580	4
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	10.352	2.580	1	-21.232	2.580	3
3	1:CARGA MUE	2.580	3.046	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	2.580	1.233	2.580	1	-1.433	2.580	3
	3:VIENTO PAR	2.580	29.889	2.580	1	-16.511	2.580	3
	4:VIENTO PER	2.580	84.855	2.580	1	-63.909	2.580	2
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	3.260	2.580	1	-1.410	2.580	3
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	24.399	2.580	1	-12.904	2.580	3
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	65.624	2.580	1	-48.452	2.580	2
4	1:CARGA MUE	2.580	2.339	0.000	1	-1.657	2.580	2
	2:CARGA VIVA	2.580	1.268	2.580	1	-2.193	2.580	2
	3:VIENTO PAR	2.580	15.345	2.580	2	-11.177	2.580	4
	4:VIENTO PER	2.580	81.512	2.580	1	-139.057	2.580	2
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	3.559	2.580	1	-3.848	2.580	2
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	9.444	2.580	2	-6.188	2.580	4
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	63.329	2.580	1	-106.357	2.580	2
5	1:CARGA MUE	2.580	3.146	0.000	1	-0.239	2.580	2
	2:CARGA VIVA	2.580	2.413	2.580	1	-1.424	2.580	2
	3:VIENTO PAR	2.580	12.041	2.580	2	-16.540	2.580	4
	4:VIENTO PER	2.580	152.817	2.580	4	-91.252	2.580	2
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	4.901	2.580	4	-1.662	2.580	2
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	8.318	2.580	2	-9.634	2.580	4
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	117.383	2.580	4	-69.152	2.580	2
6	1:CARGA MUE	2.580	2.568	2.580	4	-1.637	2.580	2
	2:CARGA VIVA	2.580	1.864	2.580	4	-1.806	2.580	2
	3:VIENTO PAR	2.580	72.257	2.580	2	-57.165	2.580	4
	4:VIENTO PER	2.580	88.634	2.580	4	-87.450	2.580	2
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	4.432	2.580	4	-3.443	2.580	2
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	52.288	2.580	2	-40.248	2.580	4
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	69.101	2.580	4	-67.492	2.580	2
7	1:CARGA MUE	2.580	26.688	2.580	3	-23.987	2.580	1
	2:CARGA VIVA	2.580	33.008	2.580	3	-30.141	2.580	1

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 41 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No	Sheet No	Rev			
		UNAM	42				
		Part			CASA HABITACION		
		Job Title		TESIS PROFESIONAL			
		Ref		PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2			
By		PAULINO P.S.T	Date	20-Jun-07	Chd		
Client		FACULTAD DE INGENIERIA		File	CASA MUL 4 E2.std	Date/Time	22-Jun-2007 01:07

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
	3:VIENTO PAR	2.580	121.822	2.580	2	-130.042	2.580	4
	4:VIENTO PER	2.580	229.384	1.505	2	-244.777	1.505	4
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	59.695	2.580	3	-54.128	2.580	1
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	63.402	2.580	2	-66.467	2.580	4
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	157.003	1.505	2	-164.184	1.505	4
	1:CARGA MUE	2.580	11.899	2.580	1	-5.333	2.580	3
	2:CARGA VIVA	2.580	13.420	2.580	1	-7.492	2.580	3
	3:VIENTO PAR	2.580	41.115	2.580	3	-65.825	2.580	1
	4:VIENTO PER	2.580	6.693	2.580	1	-34.028	2.580	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	25.319	2.580	1	-12.825	2.580	3
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	24.394	2.580	3	-35.779	2.580	1
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	18.976	2.580	1	-32.330	2.580	3
	1:CARGA MUE	2.580	3.557	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	2.580	3.285	2.580	3	-0.376	2.580	1
	3:VIENTO PAR	2.580	0.798	2.580	1	-11.407	2.580	3
	4:VIENTO PER	2.580	95.811	2.580	1	-108.184	2.580	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	6.128	2.580	3	-0.147	2.580	1
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	0.632	2.580	1	-5.194	2.580	3
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	71.889	2.580	1	-77.774	2.580	3
	1:CARGA MUE	2.580	7.585	2.580	1	-5.782	2.580	3
	2:CARGA VIVA	2.580	8.953	2.580	1	-7.152	2.580	3
	3:VIENTO PAR	2.580	46.206	2.580	3	-54.497	2.580	1
	4:VIENTO PER	2.580	86.279	2.580	1	-82.075	2.580	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	16.539	2.580	1	-12.934	2.580	3
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	27.636	2.580	3	-31.826	2.580	1
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	73.756	2.580	1	-68.574	2.580	3
	1:CARGA MUE	2.580	28.824	2.580	3	-25.739	2.580	1
	2:CARGA VIVA	2.580	35.535	2.580	3	-32.202	2.580	1
	3:VIENTO PAR	2.580	132.667	2.580	2	-144.659	2.580	4
	4:VIENTO PER	2.580	246.732	1.505	1	-257.341	1.505	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	64.359	2.580	3	-57.941	2.580	1
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	68.204	2.580	2	-73.634	2.580	4
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	168.118	1.505	1	-171.247	1.505	3
	1:CARGA MUE	2.580	12.295	2.580	1	-5.633	2.580	3
	2:CARGA VIVA	2.580	13.911	2.580	1	-7.889	2.580	3
	3:VIENTO PAR	2.580	47.060	2.580	3	-65.026	2.580	1
	4:VIENTO PER	2.580	12.305	2.580	1	-38.942	2.580	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	26.206	2.580	1	-13.522	2.580	3
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	28.331	2.580	3	-34.551	2.580	1
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	23.447	2.580	1	-36.170	2.580	3
	1:CARGA MUE	2.580	3.575	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	2.580	3.614	2.580	3	-0.660	2.580	1
	3:VIENTO PAR	2.580	2.195	2.580	1	-12.895	2.580	3
	4:VIENTO PER	2.580	111.010	2.580	1	-123.443	2.580	3

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 42 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 43	Rev
	Job Title TESIS PROFESIONAL	Part CASA HABITACION		
	Client FACULTAD DE INGENIERIA	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
		By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd		
		File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	6.699	2.580	3	-0.637	2.580	1
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	1.419	2.580	1	-6.004	2.580	3
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	83.028	2.580	1	-88.913	2.580	3
14	1:CARGA MUE	2.580	9.070	2.580	1	-7.308	2.580	3
	2:CARGA VIVA	2.580	10.634	2.580	1	-8.949	2.580	3
	3:VIENTO PAR	2.580	51.228	2.580	3	-57.264	2.580	1
	4:VIENTO PER	2.580	93.089	2.580	1	-94.260	2.580	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	19.704	2.580	1	-16.257	2.580	3
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	29.584	2.580	3	-32.157	2.580	1
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	80.468	2.580	1	-79.392	2.580	3
15	1:CARGA MUE	2.580	24.935	2.580	3	-21.988	2.580	1
	2:CARGA VIVA	2.580	30.709	2.580	3	-27.543	2.580	1
	3:VIENTO PAR	2.580	119.314	2.580	2	-131.055	2.580	4
	4:VIENTO PER	2.580	238.961	1.505	1	-249.027	1.505	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	55.645	2.580	3	-49.531	2.580	1
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	62.685	2.580	2	-68.093	2.580	4
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	164.915	1.505	1	-167.804	1.505	3
16	1:CARGA MUE	2.580	27.918	2.580	1	-24.918	2.580	3
	2:CARGA VIVA	2.580	33.935	2.580	1	-30.718	2.580	3
	3:VIENTO PAR	2.580	132.707	2.580	3	-144.625	2.580	1
	4:VIENTO PER	2.580	10.388	2.580	3	-20.089	2.580	1
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	61.853	2.580	1	-55.636	2.580	3
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	69.322	2.580	3	-74.805	2.580	1
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	22.041	2.580	2	-25.860	2.580	4
17	1:CARGA MUE	2.580	3.706	2.580	3	-2.535	2.580	1
	2:CARGA VIVA	2.580	4.627	2.580	3	-3.651	2.580	1
	3:VIENTO PAR	2.580	29.476	2.580	2	-33.038	2.580	4
	4:VIENTO PER	2.580	200.537	1.290	1	-203.568	1.290	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	8.333	2.580	3	-6.186	2.580	1
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	18.873	2.580	2	-20.301	2.580	4
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	149.836	1.290	1	-149.350	1.290	3
18	1:CARGA MUE	2.580	34.958	2.580	1	-31.579	2.580	3
	2:CARGA VIVA	2.580	42.357	2.580	1	-38.688	2.580	3
	3:VIENTO PAR	2.580	157.618	2.580	3	-170.897	2.580	1
	4:VIENTO PER	2.580	15.106	2.580	3	-25.477	2.580	1
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	77.315	2.580	1	-70.266	2.580	3
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	80.022	2.580	3	-86.070	2.580	1
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	27.134	2.580	2	-31.002	2.580	4
19	1:CARGA MUE	2.580	24.731	2.580	3	-21.786	2.580	1
	2:CARGA VIVA	2.580	30.469	2.580	3	-27.309	2.580	1
	3:VIENTO PAR	2.580	112.794	2.580	2	-123.986	2.580	4
	4:VIENTO PER	2.580	245.415	1.505	1	-255.725	1.505	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	55.199	2.580	3	-49.095	2.580	1
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	58.077	2.580	2	-63.077	2.580	4

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 43 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 44	Rev
	Part CASA HABITACION		
	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
	By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd		
Job Title TESIS PROFESIONAL	Client FACULTAD DE INGENIERIA		
File CASA MUL 4 E2.std		Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
20	7:0.75 CM + 0.3	2.580	169.895	1.505	1	-172.970	1.505	3
	1:CARGA MUE	2.580	29.092	2.580	1	-26.098	2.580	3
	2:CARGA VIVA	2.580	35.428	2.580	1	-32.214	2.580	3
	3:VIENTO PAR	2.580	130.634	2.580	3	-141.992	2.580	1
	4:VIENTO PER	2.580	6.795	2.580	3	-16.241	2.580	1
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	64.519	2.580	1	-58.311	2.580	3
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	66.349	2.580	3	-71.417	2.580	1
21	7:0.75 CM + 0.3	2.580	27.714	2.580	2	-31.348	2.580	4
	1:CARGA MUE	2.580	25.927	2.580	3	-22.981	2.580	1
	2:CARGA VIVA	2.580	31.950	2.580	3	-28.791	2.580	1
	3:VIENTO PAR	2.580	121.672	2.580	2	-133.238	2.580	4
	4:VIENTO PER	2.580	254.769	1.505	1	-265.221	1.505	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	57.878	2.580	3	-51.772	2.580	1
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	63.286	2.580	2	-68.566	2.580	4
22	7:0.75 CM + 0.3	2.580	176.063	1.505	1	-179.245	1.505	3
	1:CARGA MUE	2.580	27.618	2.580	1	-24.650	2.580	3
	2:CARGA VIVA	2.580	33.666	2.580	1	-30.484	2.580	3
	3:VIENTO PAR	2.580	126.836	2.580	3	-138.435	2.580	1
	4:VIENTO PER	2.580	6.681	2.580	2	-15.367	2.580	4
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	61.280	2.580	1	-55.129	2.580	3
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	65.212	2.580	3	-70.491	2.580	1
23	7:0.75 CM + 0.3	2.580	38.346	2.580	2	-41.441	2.580	4
	1:CARGA MUE	2.580	24.015	2.580	3	-21.382	2.580	1
	2:CARGA VIVA	2.580	29.722	2.580	3	-26.939	2.580	1
	3:VIENTO PAR	2.580	108.331	2.580	2	-122.897	2.580	4
	4:VIENTO PER	2.580	250.248	1.505	1	-269.015	1.505	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	53.738	2.580	3	-48.321	2.580	1
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	55.109	2.580	2	-63.015	2.580	4
24	7:0.75 CM + 0.3	2.580	174.226	1.505	1	-184.019	1.505	3
	1:CARGA MUE	2.580	25.215	2.580	1	-22.412	2.580	3
	2:CARGA VIVA	2.580	30.732	2.580	1	-27.698	2.580	3
	3:VIENTO PAR	2.580	110.470	2.580	3	-128.014	2.580	1
	4:VIENTO PER	2.580	31.436	2.580	2	-28.443	2.580	4
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	55.947	2.580	1	-50.111	2.580	3
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	55.656	2.580	3	-65.575	2.580	1
25	7:0.75 CM + 0.3	2.580	53.493	2.580	2	-48.009	2.580	4
	1:CARGA MUE	2.580	15.907	2.580	2	-0.724	2.580	4
	2:CARGA VIVA	2.580	17.238	2.580	2	-1.706	2.580	4
	3:VIENTO PAR	2.580				-45.419	2.580	1
	4:VIENTO PER	2.580	65.205	2.580	1	-123.876	2.580	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	33.145	2.580	2	-2.430	2.580	4
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	1.479	2.580	3	-30.790	2.580	1
26	7:0.75 CM + 0.3	2.580	52.177	2.580	1	-78.969	2.580	3
	1:CARGA MUE	2.580	13.206	2.580	3	-10.039	2.580	1

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 44 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA	Job No UNAM	Sheet No 45	Rev
		Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title	TESIS PROFESIONAL	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client	FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
	2:CARGA VIVA	2.580	0.678	2.580	1	-0.672	2.580	3
	3:VIENTO PAR	2.580	2.492	2.580	3	-2.516	2.580	1
	4:VIENTO PER	2.580	71.766	2.580	1	-68.878	2.580	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	12.571	2.580	3	-9.398	2.580	1
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	11.536	2.580	3	-9.175	2.580	1
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	46.574	2.580	1	-42.031	2.580	3
27	1:CARGA MUE	2.580	6.042	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	2.580	4.410	2.580	1			
	3:VIENTO PAR	2.580				-27.922	2.580	1
	4:VIENTO PER	2.580	75.028	2.580	1	-101.485	2.580	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	9.822	0.000	1			
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	0.713	2.580	2	-16.950	2.580	4
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	61.146	2.580	1	-72.122	2.580	3
28	1:CARGA MUE	2.580	6.006	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	2.580	4.407	2.580	1			
	3:VIENTO PAR	2.580	1.970	2.580	2	-33.506	2.580	1
	4:VIENTO PER	2.580	65.704	2.580	1	-97.071	2.580	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	9.823	0.000	1			
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	5.732	2.580	2	-20.544	2.580	1
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	54.242	2.580	1	-68.927	2.580	3
29	1:CARGA MUE	2.580	13.823	2.580	1			
	2:CARGA VIVA	2.580	15.522	2.580	1			
	3:VIENTO PAR	2.580	38.898	2.580	2	-89.514	2.580	1
	4:VIENTO PER	2.580	63.983	2.580	2	-120.328	2.580	4
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	29.345	2.580	1			
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	30.046	2.580	2	-50.948	2.580	1
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	48.860	2.580	2	-74.058	2.580	4
30	1:CARGA MUE	2.580	2.700	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	2.580						
	3:VIENTO PAR	2.580						
	4:VIENTO PER	2.580						
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	2.700	0.000	1			
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	2.025	0.000	1			
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	2.025	0.000	1			
31	1:CARGA MUE	2.580	3.862	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	2.580	3.448	2.580	1			
	3:VIENTO PAR	2.580				-11.809	2.580	1
	4:VIENTO PER	2.580	119.930	2.580	1	-133.926	2.580	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	6.721	2.580	1			
	6:0.75 CM + 0.3	2.580				-5.109	2.580	1
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	93.690	2.580	1	-99.972	2.580	3
32	1:CARGA MUE	2.580	2.967	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	2.580						
	3:VIENTO PAR	2.580						

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 45 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 46	Rev
	Part CASA HABITACION		
	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
	By PAULNO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
	4:VIENTO PER	2.580						
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	2.967	0.000	1			
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	2.226	0.000	1			
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	2.226	0.000	1			
33	1:CARGA MUE	2.580	3.302	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	2.580	2.192	2.580	1	-0.252	2.580	3
	3:VIENTO PAR	2.580	1.675	2.580	3	-9.070	2.580	1
	4:VIENTO PER	2.580	69.215	2.580	1	-137.361	2.580	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	4.603	2.580	1	-0.102	2.580	3
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	1.275	2.580	3	-4.173	2.580	1
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	54.542	2.580	1	-103.003	2.580	3
34	1:CARGA MUE	2.580	6.485	2.580	2	-1.702	2.580	1
	2:CARGA VIVA	2.580	6.794	2.580	2	-2.940	2.580	1
	3:VIENTO PAR	2.580	14.046	2.580	1	-27.755	2.580	3
	4:VIENTO PER	2.580	95.670	2.580	1	-70.943	2.580	2
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	13.278	2.580	2	-4.642	2.580	1
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	8.160	2.580	1	-13.410	2.580	3
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	69.374	2.580	1	-45.796	2.580	2
35	1:CARGA MUE	2.580	3.177	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	2.580						
	3:VIENTO PAR	2.580						
	4:VIENTO PER	2.580						
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	3.177	0.000	1			
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	2.383	0.000	1			
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	2.383	0.000	1			
36	1:CARGA MUE	2.580	2.649	0.000	1	-0.371	2.580	1
	2:CARGA VIVA	2.580	1.176	2.580	4	-0.778	2.580	2
	3:VIENTO PAR	2.580	180.836	1.290	1	-183.604	1.290	3
	4:VIENTO PER	2.580	53.198	2.580	4	-45.949	2.580	2
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	2.848	0.000	1	-1.044	2.580	1
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	136.658	1.290	1	-136.127	1.290	3
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	40.990	2.580	4	-34.462	2.580	2
37	1:CARGA MUE	2.580	3.006	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	2.580	0.177	2.580	4	-0.206	2.580	2
	3:VIENTO PAR	2.580	280.721	1.720	1	-280.552	1.720	3
	4:VIENTO PER	2.580	20.460	2.580	1	-27.734	2.580	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	2.992	0.000	1			
	6:0.75 CM + 0.3	2.580	211.989	1.720	1	-209.384	1.720	3
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	16.462	2.580	1	-20.450	2.580	3
38	1:CARGA MUE	2.580	3.195	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	2.580	0.493	2.580	4	-0.475	2.580	2
	3:VIENTO PAR	2.580	491.116	1.505	1	-491.028	1.505	3
	4:VIENTO PER	2.580	82.102	2.580	1	-79.685	2.580	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	3.204	0.000	1			

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 46 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No	Sheet No	Rev			
		UNAM	47				
		Part			CASA HABITACION		
		Ref			PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
		By		PAULINO P.S.T	Date	20-Jun-07	Chd
Client		FACULTAD DE INGENIERIA		File	CASA MUL 4 E2.std	Date/Time	22-Jun-2007 01:07

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
39	6:0.75 CM + 0.3	2.580	369.903	1.505	1	-366.807	1.505	3
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	62.548	2.580	1	-58.968	2.580	3
	1:CARGA MUE	2.580	4.108	2.580	4	-2.494	2.580	2
	2:CARGA VIVA	2.580	2.973	2.580	4	-2.518	2.580	2
	3:VIENTO PAR	2.580	308.418	1.290	2	-309.456	1.290	4
	4:VIENTO PER	2.580	135.961	2.580	1	-153.703	2.580	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.580	7.082	2.580	4	-5.013	2.580	2
40	6:0.75 CM + 0.3	2.580	231.009	1.290	1	-228.890	1.290	3
	7:0.75 CM + 0.3	2.580	104.456	2.580	1	-116.381	2.580	3
	1:CARGA MUE	0.131	1.811	0.000	1	-0.625	0.131	4
	2:CARGA VIVA	0.131	1.757	0.131	1	-1.244	0.131	3
	3:VIENTO PAR	0.131	8.429	0.131	1	-6.817	0.131	3
	4:VIENTO PER	0.131	29.280	0.131	1	-26.797	0.131	3
	5:1.0 CM + 1.0	0.131	3.109	0.131	2	-1.456	0.131	4
41	6:0.75 CM + 0.3	0.131	7.894	0.131	1	-5.636	0.131	3
	7:0.75 CM + 0.3	0.131	23.531	0.131	1	-20.621	0.131	3
	1:CARGA MUE	0.789	1.609	0.000	1	-0.545	0.789	3
	2:CARGA VIVA	0.789	0.416	0.789	1	-0.389	0.789	3
	3:VIENTO PAR	0.789	18.019	0.789	2	-15.258	0.789	4
	4:VIENTO PER	0.789	18.218	0.789	1	-34.623	0.789	3
	5:1.0 CM + 1.0	0.789	1.931	0.000	1	-0.935	0.789	3
42	6:0.75 CM + 0.3	0.789	13.255	0.789	2	-10.688	0.789	4
	7:0.75 CM + 0.3	0.789	14.716	0.789	1	-26.523	0.789	3
	1:CARGA MUE	0.852	2.027	0.000	1	-0.975	0.852	3
	2:CARGA VIVA	0.852	1.673	0.852	1	-1.873	0.852	3
	3:VIENTO PAR	0.852	37.548	0.852	1	-24.170	0.852	3
	4:VIENTO PER	0.852	109.409	0.852	1	-88.462	0.852	3
	5:1.0 CM + 1.0	0.852	3.363	0.852	1	-2.848	0.852	3
43	6:0.75 CM + 0.3	0.852	30.056	0.852	1	-19.561	0.852	3
	7:0.75 CM + 0.3	0.852	83.952	0.852	1	-67.780	0.852	3
	1:CARGA MUE	0.530	2.293	0.000	1	-2.477	0.530	2
	2:CARGA VIVA	0.530	1.623	0.530	1	-2.548	0.530	2
	3:VIENTO PAR	0.530	18.067	0.530	2	-13.899	0.530	4
	4:VIENTO PER	0.530	104.153	0.530	4	-161.698	0.530	2
	5:1.0 CM + 1.0	0.530	3.905	0.530	1	-5.023	0.530	2
44	6:0.75 CM + 0.3	0.530	10.738	0.530	2	-8.104	0.530	4
	7:0.75 CM + 0.3	0.530	80.435	0.530	4	-124.086	0.530	2
	1:CARGA MUE	0.403	2.488	0.000	1	-0.768	0.403	2
	2:CARGA VIVA	0.403	2.713	0.403	4	-1.724	0.403	2
	3:VIENTO PAR	0.403	14.276	0.403	2	-18.775	0.403	4
	4:VIENTO PER	0.403	171.902	0.403	4	-110.337	0.403	2
	5:1.0 CM + 1.0	0.403	5.098	0.403	4	-2.492	0.403	2
	6:0.75 CM + 0.3	0.403	9.484	0.403	2	-11.275	0.403	4
	7:0.75 CM + 0.3	0.403	131.733	0.403	4	-83.975	0.403	2

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 47 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No	UNAM	Sheet No	48	Rev		
		Part					CASA HABITACION	
	Job Title	TESIS PROFESIONAL		Ref	PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2			
	Client	FACULTAD DE INGENIERIA		By	PAULINO P.S.T	Date	20-Jun-07	Chd
			File	CASA MUL 4 E2.std		Date/Time	22-Jun-2007 01:07	

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
45	1:CARGA MUE	0.055	2.570	0.055	4	-1.725	0.055	2
	2:CARGA VIVA	0.055	1.903	0.055	4	-1.845	0.055	2
	3:VIENTO PAR	0.055	73.641	0.055	2	-58.549	0.055	4
	4:VIENTO PER	0.055	90.518	0.055	4	-89.334	0.055	2
	5:1.0 CM + 1.0	0.055	4.473	0.055	4	-3.571	0.055	2
	6:0.75 CM + 0.3	0.055	53.245	0.055	2	-41.271	0.055	4
	7:0.75 CM + 0.3	0.055	70.529	0.055	4	-68.986	0.055	2
46	1:CARGA MUE	0.920	14.250	0.920	2	-9.126	0.920	4
	2:CARGA VIVA	0.920	17.149	0.920	2	-11.220	0.920	4
	3:VIENTO PAR	0.920	60.182	0.920	3	-84.892	0.920	1
	4:VIENTO PER	0.920	13.953	0.920	2	-41.288	0.920	4
	5:1.0 CM + 1.0	0.920	31.399	0.920	2	-20.346	0.920	4
	6:0.75 CM + 0.3	0.920	34.582	0.920	3	-47.048	0.920	1
	7:0.75 CM + 0.3	0.920	27.584	0.920	2	-42.019	0.920	4
47	1:CARGA MUE	0.460	2.843	0.000	1	-0.364	0.460	1
	2:CARGA VIVA	0.460	3.611	0.460	3	-0.703	0.460	1
	3:VIENTO PAR	0.460	1.886	0.460	2	-12.495	0.460	4
	4:VIENTO PER	0.460	113.996	0.460	1	-126.370	0.460	3
	5:1.0 CM + 1.0	0.460	6.327	0.460	3	-1.066	0.460	1
	6:0.75 CM + 0.3	0.460	0.881	0.460	2	-5.983	0.460	4
	7:0.75 CM + 0.3	0.460	84.961	0.460	1	-91.386	0.460	3
48	1:CARGA MUE	0.920	14.771	0.920	2	-9.550	0.920	3
	2:CARGA VIVA	0.920	17.797	0.920	2	-11.776	0.920	4
	3:VIENTO PAR	0.920	67.044	0.920	3	-85.010	0.920	1
	4:VIENTO PER	0.920	21.442	0.920	1	-48.079	0.920	3
	5:1.0 CM + 1.0	0.920	32.568	0.920	2	-21.326	0.920	3
	6:0.75 CM + 0.3	0.920	39.003	0.920	3	-46.303	0.920	1
	7:0.75 CM + 0.3	0.920	33.535	0.920	1	-47.339	0.920	3
49	1:CARGA MUE	0.460	3.085	0.000	1	-0.610	0.460	1
	2:CARGA VIVA	0.460	3.995	0.460	3	-1.042	0.460	1
	3:VIENTO PAR	0.460	3.541	0.460	2	-14.240	0.460	4
	4:VIENTO PER	0.460	131.911	0.460	1	-144.344	0.460	3
	5:1.0 CM + 1.0	0.460	6.993	0.460	3	-1.651	0.460	1
	6:0.75 CM + 0.3	0.460	1.811	0.460	2	-6.936	0.460	4
	7:0.75 CM + 0.3	0.460	98.085	0.460	1	-104.512	0.460	3
50	1:CARGA MUE	0.920	18.151	0.920	2	-4.410	0.920	4
	2:CARGA VIVA	0.920	20.616	0.920	2	-5.084	0.920	4
	3:VIENTO PAR	0.920				-50.555	0.920	1
	4:VIENTO PER	0.920	98.917	0.920	1	-157.588	0.920	3
	5:1.0 CM + 1.0	0.920	38.767	0.920	2	-9.494	0.920	4
	6:0.75 CM + 0.3	0.920	6.692	0.920	3	-37.084	0.920	1
	7:0.75 CM + 0.3	0.920	75.020	0.920	1	-102.892	0.920	3
51	1:CARGA MUE	0.460	14.918	0.460	3	-12.471	0.460	1
	2:CARGA VIVA	0.460	0.798	0.460	2	-0.793	0.460	4

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 48 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 49	Rev
		Part CASA HABITACION		
Job Title TESIS PROFESIONAL	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2			
Client FACULTAD DE INGENIERIA	By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd			
		File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
	3:VIENTO PAR	0.460	2.939	0.460	3	-2.962	0.460	1
	4:VIENTO PER	0.460	84.304	0.460	2	-81.416	0.460	4
	5:1.0 CM + 1.0	0.460	14.169	0.460	3	-11.717	0.460	1
	6:0.75 CM + 0.3	0.460	13.112	0.460	3	-11.292	0.460	1
	7:0.75 CM + 0.3	0.460	54.203	0.460	2	-50.200	0.460	4
52	1:CARGA MUE	0.920	4.478	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	0.920	4.635	0.920	1			
	3:VIENTO PAR	0.920				-31.911	0.920	4
	4:VIENTO PER	0.920	106.499	0.920	2	-132.957	0.920	4
	5:1.0 CM + 1.0	0.920	8.888	0.000	1			
	6:0.75 CM + 0.3	0.920	3.322	0.920	2	-20.640	0.920	4
	7:0.75 CM + 0.3	0.920	84.366	0.920	2	-96.424	0.920	4
53	1:CARGA MUE	0.920	4.543	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	0.920	4.617	0.920	1			
	3:VIENTO PAR	0.920	8.295	0.920	3	-39.831	0.920	1
	4:VIENTO PER	0.920	94.726	0.920	1	-126.092	0.920	3
	5:1.0 CM + 1.0	0.920	8.950	0.000	1			
	6:0.75 CM + 0.3	0.920	9.877	0.920	2	-25.770	0.920	4
	7:0.75 CM + 0.3	0.920	75.662	0.920	1	-91.427	0.920	3
54	1:CARGA MUE	0.920	15.366	0.920	4	-1.855	0.920	2
	2:CARGA VIVA	0.920	18.278	0.920	4	-2.686	0.920	2
	3:VIENTO PAR	0.920	61.793	0.920	2	-112.409	0.920	4
	4:VIENTO PER	0.920	96.845	0.920	2	-153.190	0.920	4
	5:1.0 CM + 1.0	0.920	33.643	0.920	4	-4.542	0.920	2
	6:0.75 CM + 0.3	0.920	43.946	0.920	2	-65.929	0.920	4
	7:0.75 CM + 0.3	0.920	70.235	0.920	2	-96.514	0.920	4
55	1:CARGA MUE	0.171	0.679	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	0.171						
	3:VIENTO PAR	0.171						
	4:VIENTO PER	0.171						
	5:1.0 CM + 1.0	0.171	0.679	0.000	1			
	6:0.75 CM + 0.3	0.171	0.509	0.000	1			
	7:0.75 CM + 0.3	0.171	0.509	0.000	1			
56	1:CARGA MUE	0.513	0.946	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	0.513						
	3:VIENTO PAR	0.513						
	4:VIENTO PER	0.513						
	5:1.0 CM + 1.0	0.513	0.946	0.000	1			
	6:0.75 CM + 0.3	0.513	0.710	0.000	1			
	7:0.75 CM + 0.3	0.513	0.710	0.000	1			
57	1:CARGA MUE	0.683	2.411	0.000	1	-0.684	0.683	3
	2:CARGA VIVA	0.683	2.516	0.683	1	-0.576	0.683	3
	3:VIENTO PAR	0.683	3.098	0.683	3	-10.493	0.683	1
	4:VIENTO PER	0.683	96.576	0.683	1	-164.722	0.683	3

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 49 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZD]	Job No	Sheet No	Rev
		UNAM	50	
		Part CASA HABITACION		
		Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
		By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd		
Job Title	TESIS PROFESIONAL	File	CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07
Client	FACULTAD DE INGENIERIA			

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
58	5:1.0 CM + 1.0	0.683	4.691	0.683	1	-1.260	0.683	3
	6:0.75 CM + 0.3	0.683	1.595	0.683	3	-5.296	0.683	1
	7:0.75 CM + 0.3	0.683	75.006	0.683	1	-124.271	0.683	3
	1:CARGA MUE	0.808	7.134	0.808	2	-3.617	0.808	1
	2:CARGA VIVA	0.808	8.318	0.808	2	-4.465	0.808	1
	3:VIENTO PAR	0.808	20.594	0.808	1	-34.303	0.808	3
	4:VIENTO PER	0.808	121.769	0.808	1	-97.042	0.808	2
59	5:1.0 CM + 1.0	0.808	15.452	0.808	2	-8.082	0.808	1
	6:0.75 CM + 0.3	0.808	11.064	0.808	1	-17.264	0.808	3
	7:0.75 CM + 0.3	0.808	86.939	0.808	1	-64.312	0.808	2
	1:CARGA MUE	0.578	1.156	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	0.578						
	3:VIENTO PAR	0.578						
	4:VIENTO PER	0.578						
60	5:1.0 CM + 1.0	0.578	1.156	0.000	1			
	6:0.75 CM + 0.3	0.578	0.867	0.000	1			
	7:0.75 CM + 0.3	0.578	0.867	0.000	1			
	1:CARGA MUE	0.131	1.627	0.000	2	-0.525	0.131	1
	2:CARGA VIVA	0.131	1.225	0.131	4	-0.828	0.131	2
	3:VIENTO PAR	0.131	22.342	0.131	3	-25.110	0.131	1
	4:VIENTO PER	0.131	55.723	0.131	4	-48.474	0.131	2
61	5:1.0 CM + 1.0	0.131	2.698	0.000	3	-1.242	0.131	1
	6:0.75 CM + 0.3	0.131	18.356	0.131	3	-19.495	0.131	1
	7:0.75 CM + 0.3	0.131	42.835	0.131	4	-36.461	0.131	2
	1:CARGA MUE	0.789	1.499	0.000	1	-0.303	0.789	3
	2:CARGA VIVA	0.789	0.235	0.789	4	-0.264	0.789	2
	3:VIENTO PAR	0.789	188.490	0.000	1	-188.321	0.000	3
	4:VIENTO PER	0.789	27.825	0.789	1	-35.099	0.789	3
62	5:1.0 CM + 1.0	0.789	1.479	0.000	1	-0.310	0.789	3
	6:0.75 CM + 0.3	0.789	142.415	0.000	1	-140.820	0.000	3
	7:0.75 CM + 0.3	0.789	21.639	0.789	1	-26.554	0.789	3
	1:CARGA MUE	0.605	1.323	0.000	1			
	2:CARGA VIVA	0.605	0.606	0.605	4	-0.588	0.605	2
	3:VIENTO PAR	0.605	266.283	0.000	1	-266.195	0.000	3
	4:VIENTO PER	0.605	101.058	0.605	1	-98.641	0.605	3
63	5:1.0 CM + 1.0	0.605	1.517	0.000	1			
	6:0.75 CM + 0.3	0.605	200.683	0.000	1	-198.850	0.000	3
	7:0.75 CM + 0.3	0.605	76.430	0.605	1	-73.561	0.605	3
	1:CARGA MUE	0.072	4.144	0.072	4	-2.643	0.072	2
	2:CARGA VIVA	0.072	3.050	0.072	4	-2.595	0.072	2
	3:VIENTO PAR	0.072	126.890	0.072	3	-127.928	0.072	1
	4:VIENTO PER	0.072	140.019	0.072	1	-157.761	0.072	3
	5:1.0 CM + 1.0	0.072	7.194	0.072	4	-5.239	0.072	2
	6:0.75 CM + 0.3	0.072	93.971	0.072	3	-93.453	0.072	1

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 50 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 51	Rev
		Part CASA HABITACION		
Job Title	TESIS PROFESIONAL	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
Client	FACULTAD DE INGENIERIA	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
		File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
64	7:0.75 CM + 0.3	0.072	107.507	0.072	1	-119.517	0.072	3
	1:CARGA MUE	1.000	8.306	1.000	3	-8.460	1.000	1
	2:CARGA VIVA	1.000	2.291	1.000	2	-2.484	1.000	4
	3:VIENTO PAR	1.000	474.440	0.000	3	-469.765	0.000	1
	4:VIENTO PER	1.000	378.472	0.000	1	-377.453	0.000	2
	5:1.0 CM + 1.0	1.000	10.570	1.000	3	-10.918	1.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	1.000	356.214	0.000	3	-352.896	0.000	1
65	7:0.75 CM + 0.3	1.000	290.866	1.000	3	-290.291	1.000	1
	1:CARGA MUE	0.750	4.704	0.750	3	-4.988	0.750	1
	2:CARGA VIVA	0.750	3.960	0.000	2	-4.260	0.000	1
	3:VIENTO PAR	0.750	599.884	0.000	3	-593.122	0.000	1
	4:VIENTO PER	0.750	271.568	0.000	1	-271.100	0.000	2
	5:1.0 CM + 1.0	0.750	8.376	0.000	3	-8.958	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	0.750	451.381	0.000	3	-446.634	0.000	1
66	7:0.75 CM + 0.3	0.750	198.555	0.000	1	-198.528	0.000	2
	1:CARGA MUE	0.250	135.753	0.000	3	-135.082	0.000	1
	2:CARGA VIVA	0.250	162.169	0.000	3	-161.315	0.000	1
	3:VIENTO PAR	0.250	455.850	0.250	3	-447.924	0.250	1
	4:VIENTO PER	0.250	847.480	0.250	3	-851.250	0.250	1
	5:1.0 CM + 1.0	0.250	297.922	0.000	3	-296.397	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	0.250	182.570	0.250	3	-175.802	0.250	1
67	7:0.75 CM + 0.3	0.250	476.292	0.250	3	-478.297	0.250	1
	1:CARGA MUE	0.750	7.383	0.750	4	-7.713	0.750	2
	2:CARGA VIVA	0.750	5.259	0.000	3	-5.541	0.000	1
	3:VIENTO PAR	0.750	650.795	0.750	2	-574.789	0.750	4
	4:VIENTO PER	0.750	48.712	0.750	3	-51.018	0.750	1
	5:1.0 CM + 1.0	0.750	12.190	0.000	3	-12.801	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	0.750	480.664	0.750	2	-424.012	0.750	4
68	7:0.75 CM + 0.3	0.750	34.303	0.750	3	-36.385	0.750	1
	1:CARGA MUE	1.000	8.319	0.000	3	-8.579	0.000	1
	2:CARGA VIVA	1.000	3.708	1.000	1	-3.908	1.000	3
	3:VIENTO PAR	1.000	520.877	1.000	2	-442.871	1.000	4
	4:VIENTO PER	1.000	144.335	1.000	4	-147.531	1.000	2
	5:1.0 CM + 1.0	1.000	12.020	0.000	2	-12.480	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	1.000	389.389	0.000	3	-331.154	0.000	1
69	7:0.75 CM + 0.3	1.000	115.604	1.000	4	-118.271	1.000	2
	1:CARGA MUE	1.000	9.762	0.000	3	-9.183	0.000	1
	2:CARGA VIVA	1.000	4.765	1.000	2	-4.065	1.000	4
	3:VIENTO PAR	1.000	456.914	0.000	3	-449.240	0.000	1
	4:VIENTO PER	1.000	461.032	0.000	1	-449.559	0.000	2
	5:1.0 CM + 1.0	1.000	14.388	0.000	3	-13.110	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	1.000	344.456	0.000	3	-338.004	0.000	1
70	7:0.75 CM + 0.3	1.000	352.164	1.000	3	-342.863	1.000	1
	1:CARGA MUE	1.000	11.287	0.000	3	-10.576	0.000	1

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 51 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 52	Rev
		Part CASA HABITACION		
Job Title	TESIS PROFESIONAL	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
Client	FACULTAD DE INGENIERIA	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
		File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
	2:CARGA VIVA	1.000	9.188	1.000	1	-8.379	1.000	3
	3:VIENTO PAR	1.000	503.059	0.000	3	-483.051	0.000	1
	4:VIENTO PER	1.000	371.222	1.000	3	-354.583	1.000	1
	5:1.0 CM + 1.0	1.000	20.153	0.000	2	-18.634	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	1.000	376.526	0.000	3	-360.684	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	1.000	274.794	1.000	3	-261.479	1.000	1
71	1:CARGA MUE	1.000	15.173	0.000	2	-16.769	0.000	1
	2:CARGA VIVA	1.000	11.460	0.000	2	-13.311	0.000	1
	3:VIENTO PAR	1.000	472.352	0.000	3	-442.052	0.000	1
	4:VIENTO PER	1.000	140.539	0.000	1	-117.205	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	1.000	26.633	0.000	2	-30.080	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	1.000	352.231	0.000	3	-331.397	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	1.000	107.427	1.000	4	-91.818	1.000	2
72	1:CARGA MUE	1.000	9.001	0.000	3	-10.659	0.000	1
	2:CARGA VIVA	1.000	5.614	1.000	2	-7.529	1.000	4
	3:VIENTO PAR	1.000	500.408	1.000	1	-473.733	1.000	3
	4:VIENTO PER	1.000	359.197	0.000	1	-334.702	0.000	2
	5:1.0 CM + 1.0	1.000	14.392	0.000	4	-17.965	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	1.000	374.844	0.000	3	-356.799	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	1.000	274.673	1.000	3	-258.263	1.000	1
73	1:CARGA MUE	1.000	6.578	0.000	3	-6.035	0.000	1
	2:CARGA VIVA	1.000	2.613	0.000	3	-1.984	0.000	1
	3:VIENTO PAR	1.000	479.969	1.000	2	-461.739	1.000	4
	4:VIENTO PER	1.000	148.383	0.000	1	-128.792	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	1.000	9.191	0.000	3	-8.020	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	1.000	364.005	0.000	3	-349.689	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	1.000	112.353	1.000	4	-97.017	1.000	2
74	1:CARGA MUE	1.000	9.428	0.000	3	-8.997	0.000	1
	2:CARGA VIVA	1.000	4.966	1.000	1	-4.457	1.000	3
	3:VIENTO PAR	1.000	475.659	1.000	2	-444.486	1.000	4
	4:VIENTO PER	1.000	283.763	0.000	2	-268.354	0.000	1
	5:1.0 CM + 1.0	1.000	14.376	0.000	3	-13.437	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	1.000	357.673	0.000	3	-333.779	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	1.000	217.498	1.000	4	-205.428	1.000	2
75	1:CARGA MUE	1.000	9.189	1.000	3	-9.233	1.000	1
	2:CARGA VIVA	1.000	3.355	1.000	3	-3.397	1.000	1
	3:VIENTO PAR	1.000	530.485	1.000	1	-515.797	1.000	3
	4:VIENTO PER	1.000	418.628	0.000	1	-432.253	0.000	2
	5:1.0 CM + 1.0	1.000	12.544	1.000	3	-12.630	1.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	1.000	397.158	0.000	3	-386.191	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	1.000	319.763	0.000	1	-330.030	0.000	2
76	1:CARGA MUE	1.000	8.930	1.000	3	-8.947	1.000	1
	2:CARGA VIVA	1.000	2.819	1.000	3	-2.801	1.000	1
	3:VIENTO PAR	1.000	559.512	1.000	1	-530.920	1.000	3

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 52 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No	UNAM	Sheet No	53	Rev	
	Part	CASA HABITACION				
	Ref	PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2				
	By	PAULINO P.S.T	Date	20-Jun-07	Chd	
Client	FACULTAD DE INGENIERIA		File	CASA MUL 4 E2.std	Date/Time	22-Jun-2007 01:07

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
	4:VIENTO PER	1.000	291.475	0.000	1	-310.501	0.000	2
	5:1.0 CM + 1.0	1.000	11.749	1.000	3	-11.748	1.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	1.000	419.745	0.000	3	-398.307	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	1.000	224.246	0.000	1	-238.521	0.000	2
77	1:CARGA MUE	1.000	12.152	1.000	3	-14.435	1.000	1
	2:CARGA VIVA	1.000	8.685	0.000	1	-11.272	0.000	2
	3:VIENTO PAR	1.000	538.744	0.000	3	-498.652	0.000	1
	4:VIENTO PER	1.000	168.181	1.000	2	-183.534	1.000	4
	5:1.0 CM + 1.0	1.000	20.641	1.000	3	-25.510	1.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	1.000	396.542	0.000	3	-369.155	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	1.000	135.870	0.000	4	-150.067	0.000	1
78	1:CARGA MUE	1.000	19.361	1.000	4	-21.568	1.000	2
	2:CARGA VIVA	1.000	15.605	1.000	4	-18.128	1.000	2
	3:VIENTO PAR	1.000	595.048	1.000	2	-557.661	1.000	4
	4:VIENTO PER	1.000	227.060	1.000	2	-243.007	1.000	4
	5:1.0 CM + 1.0	1.000	34.965	1.000	4	-39.696	1.000	2
	6:0.75 CM + 0.3	1.000	430.578	0.000	3	-405.140	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	1.000	154.673	0.000	1	-169.235	0.000	2
79	1:CARGA MUE	1.000	13.990	1.000	4	-13.800	1.000	2
	2:CARGA VIVA	1.000	9.835	0.000	2	-9.618	0.000	1
	3:VIENTO PAR	1.000	523.866	1.000	1	-494.382	1.000	3
	4:VIENTO PER	1.000	95.112	0.000	3	-116.394	0.000	1
	5:1.0 CM + 1.0	1.000	23.504	1.000	4	-23.098	1.000	2
	6:0.75 CM + 0.3	1.000	402.554	0.000	3	-380.217	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	1.000	64.830	0.000	3	-80.568	0.000	1
80	1:CARGA MUE	1.000	9.306	1.000	4	-9.089	1.000	2
	2:CARGA VIVA	1.000	4.107	1.000	4	-3.872	1.000	2
	3:VIENTO PAR	1.000	528.997	0.000	3	-485.876	0.000	1
	4:VIENTO PER	1.000	239.630	0.000	2	-256.455	0.000	1
	5:1.0 CM + 1.0	1.000	13.413	1.000	4	-12.961	1.000	2
	6:0.75 CM + 0.3	1.000	396.248	0.000	3	-363.656	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	1.000	185.542	0.000	2	-197.911	0.000	1
81	1:CARGA MUE	3.619	48.985	3.619	3	-49.508	3.619	1
	2:CARGA VIVA	3.619	60.389	3.619	3	-61.049	3.619	1
	3:VIENTO PAR	3.619	230.277	3.619	1	-227.292	3.619	3
	4:VIENTO PER	3.619	212.316	3.619	1	-202.480	3.619	3
	5:1.0 CM + 1.0	3.619	109.375	3.619	3	-110.558	3.619	1
	6:0.75 CM + 0.3	3.619	113.458	3.619	1	-111.858	3.619	3
	7:0.75 CM + 0.3	3.619	99.987	3.619	1	-93.250	3.619	3
82	1:CARGA MUE	1.809	33.993	0.000	3	-34.375	0.000	1
	2:CARGA VIVA	1.809	42.041	0.000	3	-42.521	0.000	1
	3:VIENTO PAR	1.809	160.795	0.000	1	-158.780	0.000	3
	4:VIENTO PER	1.809	208.657	0.000	1	-201.480	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	1.809	76.034	0.000	3	-76.897	0.000	1

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 53 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 54	Rev
		Part CASA HABITACION		
Job Title TESIS PROFESIONAL	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2			
Client FACULTAD DE INGENIERIA	By PAULINO P.S.T		Date 20-Jun-07	Chd
File CASA MUL 4 E2.std		Date/Time 22-Jun-2007 01:07		

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
83	6:0.75 CM + 0.3	1.809	79.405	0.000	1	-78.361	0.000	3
	7:0.75 CM + 0.3	1.809	114.766	0.000	1	-109.850	0.000	3
	1:CARGA MUE	3.619	60.452	3.619	3	-61.028	3.619	1
	2:CARGA VIVA	3.619	74.461	3.619	3	-75.144	3.619	1
	3:VIENTO PAR	3.619	270.451	3.619	1	-281.053	3.619	3
	4:VIENTO PER	3.619	247.661	3.619	1	-240.253	3.619	3
	5:1.0 CM + 1.0	3.619	134.913	3.619	3	-136.172	3.619	1
84	6:0.75 CM + 0.3	3.619	128.889	3.619	1	-137.528	3.619	3
	7:0.75 CM + 0.3	3.619	112.431	3.619	1	-107.563	3.619	3
	1:CARGA MUE	3.619	59.497	0.000	3	-60.055	0.000	1
	2:CARGA VIVA	3.619	73.742	0.000	3	-74.400	0.000	1
	3:VIENTO PAR	3.619	270.446	0.000	1	-283.849	0.000	3
	4:VIENTO PER	3.619	344.982	0.000	1	-338.827	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	3.619	133.238	0.000	3	-134.455	0.000	1
85	6:0.75 CM + 0.3	3.619	129.893	0.000	1	-140.611	0.000	3
	7:0.75 CM + 0.3	3.619	185.795	0.000	1	-181.845	0.000	3
	1:CARGA MUE	3.619	49.508	3.619	3	-50.025	3.619	1
	2:CARGA VIVA	3.619	60.974	3.619	3	-61.606	3.619	1
	3:VIENTO PAR	3.619	230.964	3.619	1	-228.369	3.619	3
	4:VIENTO PER	3.619	204.616	3.619	1	-194.992	3.619	3
	5:1.0 CM + 1.0	3.619	110.482	3.619	3	-111.631	3.619	1
86	6:0.75 CM + 0.3	3.619	113.279	3.619	1	-111.959	3.619	3
	7:0.75 CM + 0.3	3.619	93.519	3.619	1	-86.926	3.619	3
	1:CARGA MUE	1.809	34.918	0.000	3	-35.320	0.000	1
	2:CARGA VIVA	1.809	43.127	0.000	3	-43.627	0.000	1
	3:VIENTO PAR	1.809	165.358	0.000	1	-163.234	0.000	3
	4:VIENTO PER	1.809	223.654	0.000	1	-216.532	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	1.809	78.045	0.000	3	-78.947	0.000	1
87	6:0.75 CM + 0.3	1.809	81.798	0.000	1	-80.694	0.000	3
	7:0.75 CM + 0.3	1.809	124.891	0.000	1	-120.038	0.000	3
	1:CARGA MUE	3.619	61.575	3.619	3	-62.100	3.619	1
	2:CARGA VIVA	3.619	75.930	3.619	3	-76.576	3.619	1
	3:VIENTO PAR	3.619	284.749	3.619	1	-282.766	3.619	3
	4:VIENTO PER	3.619	242.466	3.619	1	-233.495	3.619	3
	5:1.0 CM + 1.0	3.619	137.505	3.619	3	-138.676	3.619	1
88	6:0.75 CM + 0.3	3.619	138.270	3.619	1	-137.420	3.619	3
	7:0.75 CM + 0.3	3.619	106.558	3.619	1	-100.467	3.619	3
	1:CARGA MUE	3.619	60.513	0.000	3	-61.030	0.000	1
	2:CARGA VIVA	3.619	74.853	0.000	3	-75.489	0.000	1
	3:VIENTO PAR	3.619	282.552	0.000	1	-280.588	0.000	3
	4:VIENTO PER	3.619	356.540	0.000	1	-350.120	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	3.619	135.366	0.000	3	-136.519	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	3.619	137.833	0.000	1	-136.987	0.000	3
	7:0.75 CM + 0.3	3.619	193.324	0.000	1	-189.135	0.000	3

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 54 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 55	Rev
	Part CASA HABITACION		
	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
	By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd		
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
89	1:CARGA MUE	1.000	35.283	0.000	3	-30.061	0.000	1
	2:CARGA VIVA	1.000	38.473	1.000	1	-32.367	1.000	3
	3:VIENTO PAR	1.000	402.332	0.000	3	-397.033	0.000	1
	4:VIENTO PER	1.000	216.162	0.000	3	-231.132	0.000	1
	5:1.0 CM + 1.0	1.000	70.265	0.000	3	-58.937	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	1.000	337.864	0.000	3	-327.684	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	1.000	198.237	0.000	3	-203.258	0.000	1
90	1:CARGA MUE	3.619	66.289	3.619	3	-66.847	3.619	1
	2:CARGA VIVA	3.619	81.532	3.619	3	-82.189	3.619	1
	3:VIENTO PAR	3.619	271.740	3.619	1	-270.123	3.619	3
	4:VIENTO PER	3.619	299.763	3.619	1	-291.522	3.619	3
	5:1.0 CM + 1.0	3.619	147.821	3.619	3	-149.037	3.619	1
	6:0.75 CM + 0.3	3.619	132.594	3.619	1	-132.046	3.619	3
	7:0.75 CM + 0.3	3.619	143.865	3.619	1	-138.350	3.619	3
91	1:CARGA MUE	3.619	64.263	0.000	3	-64.762	0.000	1
	2:CARGA VIVA	3.619	78.868	0.000	3	-79.510	0.000	1
	3:VIENTO PAR	3.619	262.110	0.000	1	-260.556	0.000	3
	4:VIENTO PER	3.619	314.660	0.000	1	-309.294	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	3.619	143.131	0.000	3	-144.272	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	3.619	128.184	0.000	1	-127.634	0.000	3
	7:0.75 CM + 0.3	3.619	157.607	0.000	1	-154.198	0.000	3
92	1:CARGA MUE	1.000	39.764	1.000	4	-34.558	1.000	2
	2:CARGA VIVA	1.000	42.769	0.000	1	-36.655	0.000	3
	3:VIENTO PAR	1.000	660.129	0.000	3	-629.041	0.000	1
	4:VIENTO PER	1.000	390.496	1.000	3	-406.577	1.000	1
	5:1.0 CM + 1.0	1.000	79.026	1.000	4	-67.705	1.000	2
	6:0.75 CM + 0.3	1.000	460.810	0.000	3	-431.297	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	1.000	324.501	1.000	3	-330.364	1.000	1
93	1:CARGA MUE	1.344	10.022	1.344	3	-10.154	1.344	1
	2:CARGA VIVA	1.344	12.167	1.344	3	-12.337	1.344	1
	3:VIENTO PAR	1.344	54.837	1.344	2	-54.205	1.344	4
	4:VIENTO PER	1.344	49.921	0.784	3	-38.536	0.784	1
	5:1.0 CM + 1.0	1.344	22.189	1.344	3	-22.491	1.344	1
	6:0.75 CM + 0.3	1.344	28.886	1.344	2	-28.575	1.344	4
	7:0.75 CM + 0.3	1.344	34.290	1.008	3	-25.453	1.008	1
94	1:CARGA MUE	3.619	38.300	1.809	1	-37.633	0.000	1
	2:CARGA VIVA	3.619	47.449	0.000	3	-47.486	0.000	1
	3:VIENTO PAR	3.619	204.077	0.000	1	-203.950	0.000	3
	4:VIENTO PER	3.619	291.426	0.000	1	-288.559	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	3.619	85.348	1.809	1	-85.119	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	3.619	107.025	0.000	1	-106.947	0.000	3
	7:0.75 CM + 0.3	3.619	172.537	0.000	1	-170.404	0.000	3
95	1:CARGA MUE	0.250	138.014	0.250	3	-137.390	0.250	1
	2:CARGA VIVA	0.250	162.703	0.250	3	-161.839	0.250	1

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 55 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No	Sheet No	Rev		
		UNAM	56			
		Part			CASA HABITACION	
		Job Title		TESIS PROFESIONAL		
		Client		FACULTAD DE INGENIERIA		
		Ref	PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2			
		By	PAULINO P.S.T	Date	20-Jun-07	Chd
		File	CASA MUL 4 E2.std		Date/Time	22-Jun-2007 01:07

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
	3:VIENTO PAR	0.250	773.758	0.250	1	-707.265	0.250	3
	4:VIENTO PER	0.250	580.444	0.000	3	-586.637	0.000	1
	5:1.0 CM + 1.0	0.250	300.717	0.250	3	-299.229	0.250	1
	6:0.75 CM + 0.3	0.250	416.586	0.250	1	-365.925	0.250	3
	7:0.75 CM + 0.3	0.250	273.930	0.000	3	-277.782	0.000	1
	1:CARGA MUE	3.619	66.999	3.619	3	-67.540	3.619	1
	2:CARGA VIVA	3.619	82.194	3.619	3	-82.854	3.619	1
	3:VIENTO PAR	3.619	326.140	3.619	1	-322.996	3.619	3
	4:VIENTO PER	3.619	286.762	3.619	1	-278.834	3.619	3
	5:1.0 CM + 1.0	3.619	149.193	3.619	3	-150.394	3.619	1
	6:0.75 CM + 0.3	3.619	162.880	3.619	1	-161.175	3.619	3
	7:0.75 CM + 0.3	3.619	133.346	3.619	1	-128.053	3.619	3
	1:CARGA MUE	3.619	64.106	0.000	3	-64.616	0.000	1
	2:CARGA VIVA	3.619	78.775	0.000	3	-79.401	0.000	1
	3:VIENTO PAR	3.619	314.341	0.000	1	-311.308	0.000	3
	4:VIENTO PER	3.619	326.687	0.000	1	-321.167	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	3.619	142.882	0.000	3	-144.018	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	3.619	157.518	0.000	1	-155.861	0.000	3
	7:0.75 CM + 0.3	3.619	166.777	0.000	1	-163.255	0.000	3
	1:CARGA MUE	1.344	9.039	0.000	3	-8.540	0.000	1
	2:CARGA VIVA	1.344	11.188	0.000	3	-10.578	0.000	1
	3:VIENTO PAR	1.344	49.234	0.000	1	-51.428	0.000	3
	4:VIENTO PER	1.344	103.116	0.000	1	-94.878	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	1.344	20.227	0.000	3	-19.119	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	1.344	26.783	1.344	2	-27.596	0.000	3
	7:0.75 CM + 0.3	1.344	66.965	0.000	1	-60.183	0.000	3
	1:CARGA MUE	0.491	5.530	0.491	3	-5.468	0.491	1
	2:CARGA VIVA	0.491	5.767	0.491	3	-5.674	0.491	1
	3:VIENTO PAR	0.491	43.682	0.491	2	-44.084	0.491	4
	4:VIENTO PER	0.491	629.090	0.491	3	-632.592	0.491	1
	5:1.0 CM + 1.0	0.491	11.297	0.491	3	-11.142	0.491	1
	6:0.75 CM + 0.3	0.491	26.619	0.491	2	-26.838	0.491	4
	7:0.75 CM + 0.3	0.491	478.042	0.491	3	-480.587	0.491	1
	1:CARGA MUE	0.439	63.310	0.000	3	-61.809	0.000	1
	2:CARGA VIVA	0.439	74.422	0.000	3	-72.702	0.000	1
	3:VIENTO PAR	0.439	291.756	0.000	1	-298.038	0.000	3
	4:VIENTO PER	0.439	532.936	0.000	1	-541.241	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	0.439	137.732	0.000	3	-134.511	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	0.439	145.283	0.000	1	-148.223	0.000	3
	7:0.75 CM + 0.3	0.439	326.082	0.000	1	-330.540	0.000	3
	1:CARGA MUE	0.517	32.086	0.000	1	-32.008	0.000	3
	2:CARGA VIVA	0.517	38.038	0.000	1	-37.927	0.000	3
	3:VIENTO PAR	0.517	226.649	0.517	4	-233.234	0.517	2
	4:VIENTO PER	0.517	599.983	0.517	3	-581.784	0.517	1

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 56 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 57	Rev
		Part CASA HABITACION		
Job Title	TESIS PROFESIONAL	Ref	PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
		By	PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07 Chd
Client	FACULTAD DE INGENIERIA	File	CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
102	5:1.0 CM + 1.0	0.517	70.124	0.000	1	-69.935	0.000	3
	6:0.75 CM + 0.3	0.517	182.155	0.517	4	-187.148	0.517	2
	7:0.75 CM + 0.3	0.517	460.694	0.517	3	-447.100	0.517	1
	1:CARGA MUE	0.269	18.645	0.269	3	-17.821	0.269	1
	2:CARGA VIVA	0.269	16.679	0.000	3	-16.018	0.000	1
	3:VIENTO PAR	0.269	233.294	0.000	1	-231.723	0.000	3
	4:VIENTO PER	0.269	975.678	0.269	3	-929.449	0.269	1
103	5:1.0 CM + 1.0	0.269	34.455	0.269	3	-32.971	0.269	1
	6:0.75 CM + 0.3	0.269	162.409	0.000	1	-160.447	0.000	3
	7:0.75 CM + 0.3	0.269	751.671	0.269	3	-716.134	0.269	1
	1:CARGA MUE	0.500	29.239	0.000	1	-29.180	0.000	3
	2:CARGA VIVA	0.500	43.800	0.000	1	-43.723	0.000	3
	3:VIENTO PAR	0.500	197.994	0.000	1	-198.070	0.000	3
	4:VIENTO PER	0.500	565.359	0.000	1	-563.621	0.000	2
104	5:1.0 CM + 1.0	0.500	73.039	0.000	1	-72.903	0.000	3
	6:0.75 CM + 0.3	0.500	166.507	0.000	1	-166.491	0.000	3
	7:0.75 CM + 0.3	0.500	462.373	0.000	1	-460.997	0.000	2
	1:CARGA MUE	0.500	11.562	0.000	3	-11.588	0.000	1
	2:CARGA VIVA	0.500	8.612	0.000	1	-8.637	0.000	2
	3:VIENTO PAR	0.500	539.395	0.000	1	-538.360	0.000	3
	4:VIENTO PER	0.500	682.576	0.000	1	-684.732	0.000	2
105	5:1.0 CM + 1.0	0.500	20.174	0.000	3	-20.225	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	0.500	392.616	0.000	1	-391.869	0.000	3
	7:0.75 CM + 0.3	0.500	523.833	0.000	1	-525.479	0.000	2
	1:CARGA MUE	0.517	28.181	0.000	1	-28.072	0.000	3
	2:CARGA VIVA	0.517	32.577	0.000	1	-32.555	0.000	3
	3:VIENTO PAR	0.517	820.690	0.000	1	-766.868	0.000	2
	4:VIENTO PER	0.517	967.110	0.517	3	-955.829	0.517	1
106	5:1.0 CM + 1.0	0.517	60.758	0.000	1	-60.627	0.000	3
	6:0.75 CM + 0.3	0.517	583.549	0.000	1	-543.092	0.000	2
	7:0.75 CM + 0.3	0.517	730.881	0.517	3	-722.485	0.517	1
	1:CARGA MUE	0.500	21.204	0.000	1	-21.160	0.000	3
	2:CARGA VIVA	0.500	32.300	0.000	1	-32.246	0.000	3
	3:VIENTO PAR	0.500	757.671	0.000	3	-717.604	0.000	1
	4:VIENTO PER	0.500	968.066	0.000	1	-966.074	0.000	3
107	5:1.0 CM + 1.0	0.500	53.504	0.000	1	-53.405	0.000	3
	6:0.75 CM + 0.3	0.500	556.159	0.000	3	-526.055	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	0.500	754.065	0.000	1	-752.517	0.000	3
	1:CARGA MUE	0.500	10.593	0.000	3	-10.616	0.000	1
	2:CARGA VIVA	0.500	3.336	0.000	1	-3.331	0.000	3
	3:VIENTO PAR	0.500	901.085	0.500	4	-818.742	0.500	2
	4:VIENTO PER	0.500	390.076	0.000	3	-390.966	0.000	1
	5:1.0 CM + 1.0	0.500	9.186	0.000	3	-9.205	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	0.500	675.173	0.500	4	-613.432	0.500	2

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 57 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 58	Rev
		Part CASA HABITACION		
Job Title	TESIS PROFESIONAL	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
Client	FACULTAD DE INGENIERIA	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
		File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
108	7:0.75 CM + 0.3	0.500	299.974	0.000	3	-300.658	0.000	1
	1:CARGA MUE	1.241	17.302	1.241	3	-16.389	1.241	1
	2:CARGA VIVA	1.241	3.917	1.241	3	-3.453	1.241	1
	3:VIENTO PAR	1.241	1E 3	0.000	1	-938.995	0.000	2
	4:VIENTO PER	1.241	670.179	1.241	3	-658.552	1.241	1
	5:1.0 CM + 1.0	1.241	21.077	1.241	3	-19.701	1.241	1
	6:0.75 CM + 0.3	1.241	752.904	0.000	1	-705.740	0.000	2
109	7:0.75 CM + 0.3	1.241	516.973	1.241	3	-507.394	1.241	1
	1:CARGA MUE	0.500	8.737	0.000	1	-8.717	0.000	3
	2:CARGA VIVA	0.500	13.927	0.000	1	-13.904	0.000	3
	3:VIENTO PAR	0.500	1.03E 3	0.500	3	-974.497	0.500	1
	4:VIENTO PER	0.500	1.1E 3	0.000	3	-1.1E 3	0.000	1
	5:1.0 CM + 1.0	0.500	22.664	0.000	1	-22.621	0.000	3
	6:0.75 CM + 0.3	0.500	773.685	0.500	3	-733.850	0.500	1
110	7:0.75 CM + 0.3	0.500	810.672	0.000	3	-812.304	0.000	1
	1:CARGA MUE	0.500	3.425	0.000	1	-3.417	0.000	2
	2:CARGA VIVA	0.500	6.368	0.000	1	-6.358	0.000	3
	3:VIENTO PAR	0.500	502.095	0.000	1	-500.272	0.000	3
	4:VIENTO PER	0.500	386.043	0.000	1	-385.832	0.000	2
	5:1.0 CM + 1.0	0.500	9.387	0.000	1	-9.369	0.000	2
	6:0.75 CM + 0.3	0.500	381.223	0.000	1	-379.847	0.000	3
111	7:0.75 CM + 0.3	0.500	294.185	0.000	1	-294.017	0.000	2
	1:CARGA MUE	2.585	38.495	2.585	3	-38.343	2.585	1
	2:CARGA VIVA	2.585	6.778	0.000	1	-6.247	0.000	3
	3:VIENTO PAR	2.585	42.894	0.000	3	-49.447	0.000	1
	4:VIENTO PER	2.585	426.510	0.000	1	-414.021	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.585	44.618	2.585	3	-43.935	2.585	1
	6:0.75 CM + 0.3	2.585	50.519	0.000	3	-54.348	0.000	1
112	7:0.75 CM + 0.3	2.585	327.408	2.585	4	-317.728	2.585	2
	1:CARGA MUE	0.517	9.185	0.388	1	-8.832	0.388	3
	2:CARGA VIVA	0.517	9.064	0.517	1	-8.603	0.517	3
	3:VIENTO PAR	0.517	164.918	0.000	3	-167.456	0.000	1
	4:VIENTO PER	0.517	1.05E 3	0.000	1	-1.06E 3	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	0.517	18.109	0.388	1	-17.295	0.388	3
	6:0.75 CM + 0.3	0.517	117.200	0.000	3	-118.550	0.000	1
113	7:0.75 CM + 0.3	0.517	791.371	0.000	1	-801.410	0.000	3
	1:CARGA MUE	1.267	17.340	1.267	3	-16.522	1.267	1
	2:CARGA VIVA	1.267	10.340	0.000	1	-9.746	0.000	3
	3:VIENTO PAR	1.267	64.978	0.000	3	-70.785	0.000	1
	4:VIENTO PER	1.267	669.009	0.000	1	-644.458	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	1.267	27.330	1.267	3	-25.918	1.267	1
	6:0.75 CM + 0.3	1.267	45.625	0.000	3	-49.523	0.000	1
114	7:0.75 CM + 0.3	1.267	506.940	0.000	1	-488.069	0.000	3
	1:CARGA MUE	0.496	23.130	0.496	3	-22.300	0.496	1

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 58 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 59	Rev
		Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	
Job Title TESIS PROFESIONAL		By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA		File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
	2:CARGA VIVA	0.496	23.216	0.496	3	-22.386	0.496	1
	3:VIENTO PAR	0.496	105.311	0.496	1	-112.179	0.496	3
	4:VIENTO PER	0.496	1.44E 3	0.496	4	-1.4E 3	0.496	2
	5:1.0 CM + 1.0	0.496	46.346	0.496	3	-44.686	0.496	1
	6:0.75 CM + 0.3	0.496	54.243	0.496	1	-58.460	0.496	3
	7:0.75 CM + 0.3	0.496	1.11E 3	0.496	3	-1.08E 3	0.496	1
115	1:CARGA MUE	1.370	20.371	1.370	3	-20.041	1.370	1
	2:CARGA VIVA	1.370	11.678	1.370	4	-11.643	1.370	2
	3:VIENTO PAR	1.370	61.977	1.370	1	-65.236	1.370	3
	4:VIENTO PER	1.370	759.431	1.370	4	-769.838	1.370	2
	5:1.0 CM + 1.0	1.370	32.049	1.370	3	-31.684	1.370	1
	6:0.75 CM + 0.3	1.370	37.348	0.000	3	-39.941	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	1.370	589.231	1.370	4	-596.776	1.370	2
116	1:CARGA MUE	0.217	8.435	0.181	1	-8.733	0.163	3
	2:CARGA VIVA	0.217	12.289	0.000	1	-12.496	0.000	3
	3:VIENTO PAR	0.217	327.682	0.000	3	-335.828	0.000	1
	4:VIENTO PER	0.217	311.721	0.000	1	-331.547	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	0.217	19.824	0.000	1	-20.396	0.000	3
	6:0.75 CM + 0.3	0.217	236.569	0.000	3	-243.029	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	0.217	244.051	0.000	1	-259.271	0.000	3
117	1:CARGA MUE	1.809	10.265	0.905	1	-10.147	0.905	3
	2:CARGA VIVA	1.809	12.700	0.905	1	-12.563	0.905	3
	3:VIENTO PAR	1.809	47.404	0.905	4	-47.606	0.905	1
	4:VIENTO PER	1.809	121.573	0.000	1	-115.753	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	1.809	22.965	0.905	1	-22.710	0.905	3
	6:0.75 CM + 0.3	1.809	23.596	0.905	4	-23.608	0.905	2
	7:0.75 CM + 0.3	1.809	87.213	1.809	4	-84.690	1.809	2
118	1:CARGA MUE	0.284	27.792	0.284	1	-27.843	0.284	3
	2:CARGA VIVA	0.284	34.071	0.284	2	-34.174	0.284	4
	3:VIENTO PAR	0.284	945.658	0.284	4	-882.051	0.284	2
	4:VIENTO PER	0.284	548.932	0.000	1	-550.677	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	0.284	61.863	0.284	1	-62.016	0.284	3
	6:0.75 CM + 0.3	0.284	675.546	0.284	4	-627.918	0.284	2
	7:0.75 CM + 0.3	0.284	432.719	0.000	1	-434.190	0.000	3
119	1:CARGA MUE	2.585	36.077	2.585	3	-35.922	2.585	1
	2:CARGA VIVA	2.585	3.460	0.000	1	-3.059	0.000	3
	3:VIENTO PAR	2.585	218.283	2.585	2	-166.586	2.585	1
	4:VIENTO PER	2.585	593.125	0.000	1	-588.094	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	2.585	39.157	2.585	3	-38.601	2.585	1
	6:0.75 CM + 0.3	2.585	191.925	2.585	3	-152.886	2.585	1
	7:0.75 CM + 0.3	2.585	435.585	2.585	3	-431.545	2.585	1
120	1:CARGA MUE	0.517	8.324	0.000	3	-7.624	0.000	1
	2:CARGA VIVA	0.517	4.315	0.000	1	-3.993	0.000	3
	3:VIENTO PAR	0.517	862.402	0.517	1	-810.505	0.517	2

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 59 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 60	Rev
	Part CASA HABITACION		
	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
	By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd		
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std		Date/Time 22-Jun-2007 01:07

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
	4:VIENTO PER	0.517	900.442	0.000	1	-912.960	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	0.517	5.871	0.517	2	-5.055	0.517	4
	6:0.75 CM + 0.3	0.517	649.032	0.517	1	-609.619	0.517	2
	7:0.75 CM + 0.3	0.517	672.332	0.000	1	-681.075	0.000	3
121	1:CARGA MUE	2.094	25.833	2.094	3	-24.817	2.094	1
	2:CARGA VIVA	2.094	3.632	2.094	3	-3.230	2.094	1
	3:VIENTO PAR	2.094	767.783	0.000	2	-705.633	0.000	1
	4:VIENTO PER	2.094	713.188	2.094	3	-712.995	2.094	1
	5:1.0 CM + 1.0	2.094	29.184	2.094	3	-27.765	2.094	1
	6:0.75 CM + 0.3	2.094	587.435	0.000	2	-540.535	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	2.094	555.314	2.094	3	-554.256	2.094	1
122	1:CARGA MUE	2.016	120.094	2.016	3	-120.897	2.016	1
	2:CARGA VIVA	2.016						
	3:VIENTO PAR	2.016						
	4:VIENTO PER	2.016						
	5:1.0 CM + 1.0	2.016	120.094	2.016	3	-120.897	2.016	1
	6:0.75 CM + 0.3	2.016	90.071	2.016	3	-90.673	2.016	1
	7:0.75 CM + 0.3	2.016	90.071	2.016	3	-90.673	2.016	1
123	1:CARGA MUE	1.603	120.813	0.000	3	-120.175	0.000	1
	2:CARGA VIVA	1.603						
	3:VIENTO PAR	1.603						
	4:VIENTO PER	1.603						
	5:1.0 CM + 1.0	1.603	120.813	0.000	3	-120.175	0.000	1
	6:0.75 CM + 0.3	1.603	90.610	0.000	3	-90.131	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	1.603	90.610	0.000	3	-90.131	0.000	1
124	1:CARGA MUE	0.672	13.255	0.672	3	-13.523	0.672	1
	2:CARGA VIVA	0.672						
	3:VIENTO PAR	0.672						
	4:VIENTO PER	0.672						
	5:1.0 CM + 1.0	0.672	13.255	0.672	3	-13.523	0.672	1
	6:0.75 CM + 0.3	0.672	9.941	0.672	3	-10.142	0.672	1
	7:0.75 CM + 0.3	0.672	9.941	0.672	3	-10.142	0.672	1
125	1:CARGA MUE	0.342	3.273	0.000	1	-0.048	0.342	3
	2:CARGA VIVA	0.342	3.648	0.342	1			
	3:VIENTO PAR	0.342				-12.445	0.342	1
	4:VIENTO PER	0.342	136.741	0.342	1	-150.737	0.342	3
	5:1.0 CM + 1.0	0.342	6.843	0.342	1			
	6:0.75 CM + 0.3	0.342				-5.569	0.342	1
	7:0.75 CM + 0.3	0.342	106.315	0.342	1	-112.998	0.342	3
126	1:CARGA MUE	2.947	244.015	2.947	1	-244.015	2.947	3
	2:CARGA VIVA	2.947						
	3:VIENTO PAR	2.947						
	4:VIENTO PER	2.947						
	5:1.0 CM + 1.0	2.947	244.015	2.947	1	-244.015	2.947	3

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 60 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 61	Rev
		Part CASA HABITACION		
Job Title TESIS PROFESIONAL		Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
Client FACULTAD DE INGENIERIA		By PST	Date 20-Jun-07	Chd ELB
		File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary Cont...

Beam	L/C	Length (m)	Max Comp			Max Tens		
			Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner	Stress (kg/cm ²)	d (m)	Corner
127	6:0.75 CM + 0.3	2.947	183.011	2.947	1	-183.011	2.947	3
	7:0.75 CM + 0.3	2.947	183.011	2.947	1	-183.011	2.947	3
	1:CARGA MUE	1.809	11.112	0.905	1	-11.020	0.905	3
	2:CARGA VIVA	1.809	13.728	0.905	1	-13.618	0.905	3
	3:VIENTO PAR	1.809	50.146	0.905	3	-50.234	0.905	1
	4:VIENTO PER	1.809	130.367	0.000	1	-124.777	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	1.809	24.841	0.905	1	-24.639	0.905	3
128	6:0.75 CM + 0.3	1.809	24.560	0.905	4	-24.515	0.905	2
	7:0.75 CM + 0.3	1.809	97.027	1.809	4	-94.706	1.809	2
	1:CARGA MUE	1.809	60.819	1.809	3	-60.541	1.809	1
	2:CARGA VIVA	1.809	2.156	1.809	3	-2.137	1.809	1
	3:VIENTO PAR	1.809	7.938	1.809	2	-8.012	1.809	4
	4:VIENTO PER	1.809	223.232	1.809	3	-219.921	1.809	1
	5:1.0 CM + 1.0	1.809	62.976	1.809	3	-62.678	1.809	1
129	6:0.75 CM + 0.3	1.809	40.951	1.809	3	-40.790	1.809	1
	7:0.75 CM + 0.3	1.809	213.847	1.809	3	-211.148	1.809	1
	1:CARGA MUE	1.809	96.686	0.000	3	-97.406	0.000	1
	2:CARGA VIVA	1.809	0.000	0.000	1	-0.000	0.000	3
	3:VIENTO PAR	1.809	0.000	0.000	3	-0.000	0.000	1
	4:VIENTO PER	1.809	0.000	0.000	1	-0.000	0.000	3
	5:1.0 CM + 1.0	1.809	96.686	0.000	3	-97.406	0.000	1
130	6:0.75 CM + 0.3	1.809	72.514	0.000	3	-73.055	0.000	1
	7:0.75 CM + 0.3	1.809	72.514	0.000	3	-73.055	0.000	1
	1:CARGA MUE	1.344	53.821	1.344	3	-53.286	1.344	1
	2:CARGA VIVA	1.344						
	3:VIENTO PAR	1.344						
	4:VIENTO PER	1.344						
	5:1.0 CM + 1.0	1.344	53.821	1.344	3	-53.286	1.344	1
131	6:0.75 CM + 0.3	1.344	40.366	1.344	3	-39.965	1.344	1
	7:0.75 CM + 0.3	1.344	40.366	1.344	3	-39.965	1.344	1
	1:CARGA MUE	2.275	99.821	2.275	1	-99.821	2.275	3
	2:CARGA VIVA	2.275						
	3:VIENTO PAR	2.275						
	4:VIENTO PER	2.275						
	5:1.0 CM + 1.0	2.275	99.821	2.275	1	-99.821	2.275	3
	6:0.75 CM + 0.3	2.275	74.865	2.275	1	-74.865	2.275	3
	7:0.75 CM + 0.3	2.275	74.865	2.275	1	-74.865	2.275	3

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 61 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 62	Rev
		Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd
Job Title TESIS PROFESIONAL				
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07		

Reactions

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (Mton)	FY (Mton)	FZ (Mton)	MX (MTon'm)	MY (MTon'm)	MZ (MTon'm)
1	1:CARGA MUE	0.001	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.001	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	-0.009	0.033	0.001	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.044	0.051	0.003	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	0.000	0.122	0.001	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.006	0.113	0.001	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.032	0.126	0.003	0.000	0.000	0.000
2	1:CARGA MUE	-0.002	0.123	0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.006	0.057	0.003	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.052	-0.339	0.001	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.002	0.123	0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.003	0.135	0.002	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.040	-0.162	0.000	0.000	0.000	0.000
3	1:CARGA MUE	-0.001	0.065	0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.001	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	-0.002	0.143	0.003	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.056	0.224	0.000	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.002	0.063	0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.002	0.155	0.002	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.043	0.216	0.000	0.000	0.000	0.000
4	1:CARGA MUE	-0.002	0.050	-0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.001	-0.010	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.006	0.045	0.001	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.084	-0.615	-0.000	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.003	0.040	-0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.003	0.067	0.001	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.065	-0.427	-0.000	0.000	0.000	0.000
5	1:CARGA MUE	-0.001	0.067	-0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.001	0.011	-0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.007	-0.048	0.001	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.090	0.658	-0.001	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.002	0.078	-0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.004	0.018	0.001	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.069	0.548	-0.001	0.000	0.000	0.000
6	1:CARGA MUE	-0.001	0.053	-0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.001	0.001	-0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.016	0.161	0.006	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.047	0.013	-0.004	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.002	0.054	-0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.011	0.161	0.004	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.036	0.050	-0.003	0.000	0.000	0.000
7	1:CARGA MUE	0.007	0.139	0.002	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	0.008	0.059	0.002	0.000	0.000	0.000

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 62 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 63	Rev
		Part CASA HABITACION	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2	By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd
Job Title TESIS PROFESIONAL	Client FACULTAD DE INGENIERIA		File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07

Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (Mton)	FY (Mton)	FZ (Mton)	MX (MTon'm)	MY (MTon'm)	MZ (MTon'm)
	3:VIENTO PAR	-0.031	-0.170	0.027	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.217	-0.318	0.012	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	0.015	0.199	0.004	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.015	-0.001	0.023	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.155	-0.112	0.011	0.000	0.000	0.000
	8	1:CARGA MUE	-0.002	0.219	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.003	0.123	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.010	-0.511	0.044	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.005	-0.565	0.001	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.005	0.342	0.001	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.005	-0.173	0.033	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.007	-0.213	0.001	0.000	0.000	0.000
	9	1:CARGA MUE	0.000	0.147	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	0.000	0.060	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	-0.002	-0.219	0.000	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.027	-0.256	-0.001	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	0.001	0.207	0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.001	-0.032	0.000	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.020	-0.059	-0.000	0.000	0.000	0.000
	10	1:CARGA MUE	-0.002	0.121	-0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.002	0.037	-0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.009	-0.171	0.053	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.021	0.087	-0.018	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.004	0.158	-0.001	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.004	-0.024	0.039	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.018	0.170	-0.014	0.000	0.000	0.000
	11	1:CARGA MUE	0.007	0.147	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	0.009	0.069	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	-0.033	-0.248	0.045	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.224	-0.219	-0.007	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	0.016	0.216	0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.016	-0.050	0.034	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.159	-0.028	-0.005	0.000	0.000	0.000
	12	1:CARGA MUE	-0.002	0.221	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.003	0.125	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.011	-0.372	0.048	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.007	-0.551	-0.001	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.005	0.346	0.001	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.005	-0.066	0.036	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.008	-0.200	-0.001	0.000	0.000	0.000
	13	1:CARGA MUE	0.000	0.148	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	0.001	0.061	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	-0.002	-0.221	0.000	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.031	-0.257	-0.000	0.000	0.000	0.000

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 63 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 64	Rev
	Part CASA HABITACION		
	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
	By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd		
Job Title TESIS PROFESIONAL	Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07

Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (Mton)	FY (Mton)	FZ (Mton)	MX (MTon`m)	MY (MTon`m)	MZ (MTon`m)
	5:1.0 CM + 1.0	0.001	0.209	0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.001	-0.032	0.000	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.023	-0.059	-0.000	0.000	0.000	0.000
14	1:CARGA MUE	-0.002	0.120	-0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.003	0.035	-0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.010	-0.125	0.052	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.025	-0.024	0.004	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.005	0.155	-0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.005	0.009	0.039	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.021	0.085	0.003	0.000	0.000	0.000
15	1:CARGA MUE	0.006	0.145	0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	0.008	0.065	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	-0.029	-0.243	0.046	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.220	-0.208	-0.011	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	0.014	0.210	0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.014	-0.049	0.034	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.158	-0.023	-0.008	0.000	0.000	0.000
16	1:CARGA MUE	-0.007	0.146	-0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.009	0.067	-0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.032	-0.246	0.052	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	0.003	-0.201	0.007	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.016	0.212	-0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.016	-0.051	0.039	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.006	-0.016	0.005	0.000	0.000	0.000
17	1:CARGA MUE	0.001	0.108	0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	0.001	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	-0.004	-0.074	0.044	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.201	-0.063	-0.011	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	0.002	0.128	0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.002	0.033	0.033	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.150	0.041	-0.008	0.000	0.000	0.000
18	1:CARGA MUE	-0.009	0.153	-0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.011	0.076	-0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.039	-0.275	0.052	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	0.005	-0.214	0.008	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.020	0.229	-0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.019	-0.062	0.039	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.007	-0.017	0.006	0.000	0.000	0.000
19	1:CARGA MUE	0.006	0.145	0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	0.008	0.065	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	-0.027	-0.231	0.046	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.223	-0.213	-0.011	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	0.014	0.210	0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.013	-0.041	0.034	0.000	0.000	0.000

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 64 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 65	Rev
	Part CASA HABITACION		
Job Title TESIS PROFESIONAL	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
Client FACULTAD DE INGENIERIA	By PAULINO P.S.T		Date 20-Jun-07
	File CASA MUL 4 E2.std		Chd Date/Time 22-Jun-2007 01:07

Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (Mton)	FY (Mton)	FZ (Mton)	MX (MTon'm)	MY (MTon'm)	MZ (MTon'm)
20	7:0.75 CM + 0.3	-0.160	-0.027	-0.008	0.000	0.000	0.000
	1:CARGA MUE	-0.007	0.146	0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.009	0.066	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.032	-0.235	0.052	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	0.002	-0.195	0.009	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.016	0.212	0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.015	-0.042	0.039	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.007	-0.012	0.007	0.000	0.000	0.000
21	1:CARGA MUE	0.007	0.145	0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	0.008	0.065	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	-0.030	-0.239	0.046	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.227	-0.216	-0.016	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	0.015	0.210	0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.014	-0.047	0.034	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.162	-0.029	-0.012	0.000	0.000	0.000
	1:CARGA MUE	-0.007	0.145	-0.000	0.000	0.000	0.000
22	2:CARGA VIVA	-0.009	0.066	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.031	-0.240	0.052	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.002	-0.180	0.013	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.016	0.211	0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.015	-0.046	0.039	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.010	-0.001	0.010	0.000	0.000	0.000
	1:CARGA MUE	0.006	0.138	-0.001	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	0.007	0.058	-0.001	0.000	0.000	0.000
23	3:VIENTO PAR	-0.027	-0.301	0.041	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.224	-0.388	-0.046	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	0.013	0.196	-0.002	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.013	-0.101	0.030	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.161	-0.166	-0.036	0.000	0.000	0.000
	1:CARGA MUE	-0.006	0.142	-0.001	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.008	0.063	-0.001	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.028	-0.363	0.047	0.000	0.000	0.000
24	4:VIENTO PER	-0.003	0.062	0.054	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.014	0.204	-0.001	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.013	-0.142	0.034	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.010	0.176	0.040	0.000	0.000	0.000
	1:CARGA MUE	-0.000	0.205	0.005	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.000	0.166	0.006	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.001	-0.663	0.006	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.009	-0.627	-0.022	0.000	0.000	0.000
25	5:1.0 CM + 1.0	-0.001	0.371	0.011	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.000	-0.281	0.010	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.007	-0.254	-0.011	0.000	0.000	0.000
	1:CARGA MUE	0.002	0.077	0.000	0.000	0.000	0.000

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 65 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 66	Rev
	Part CASA HABITACION		
	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
Client FACULTAD DE INGENIERIA	File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (Mton)	FY (Mton)	FZ (Mton)	MX (MTon'm)	MY (MTon'm)	MZ (MTon'm)
	2:CARGA VIVA	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.009	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	0.001	0.077	0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.001	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.006	0.081	0.000	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.006	0.081	0.000	0.000	0.000	0.000
27	1:CARGA MUE	-0.000	0.250	-0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.000	0.156	-0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	-0.000	-0.692	0.031	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.023	-0.547	0.010	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.000	0.406	-0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.000	-0.273	0.023	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.017	-0.164	0.007	0.000	0.000	0.000
28	1:CARGA MUE	-0.000	0.248	-0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.000	0.158	-0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.000	-0.652	0.049	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.022	-0.649	0.000	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.000	0.406	-0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.000	-0.244	0.037	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.017	-0.241	-0.000	0.000	0.000	0.000
29	1:CARGA MUE	0.000	0.203	-0.005	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	0.000	0.167	-0.006	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	-0.000	-0.541	0.049	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.009	-0.602	0.020	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	0.000	0.369	-0.011	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.000	-0.191	0.031	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.007	-0.237	0.009	0.000	0.000	0.000
30	1:CARGA MUE	-0.000	0.144	0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.000	0.144	0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.000	0.108	0.000	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.000	0.108	0.000	0.000	0.000	0.000
31	1:CARGA MUE	-0.000	0.129	-0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.000	0.065	-0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.001	-0.234	0.000	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.027	-0.233	0.000	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.001	0.194	-0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.000	-0.054	0.000	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.021	-0.054	0.000	0.000	0.000	0.000
32	1:CARGA MUE	-0.000	0.158	0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 66 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 67	Rev
		Part CASA HABITACION		
Job Title	TESIS PROFESIONAL	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
Client	FACULTAD DE INGENIERIA	By PAULINO P.S.T	Date 20-Jun-07	Chd
		File CASA MUL 4 E2.std	Date/Time 22-Jun-2007 01:07	

Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (Mton)	FY (Mton)	FZ (Mton)	MX (MTon'm)	MY (MTon'm)	MZ (MTon'm)
	4:VIENTO PER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.000	0.158	0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.000	0.119	0.000	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.000	0.119	0.000	0.000	0.000	0.000
33	1:CARGA MUE	-0.000	0.110	0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.000	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.001	-0.123	0.003	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.022	-1.137	0.000	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.001	0.143	0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.000	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.017	-0.758	0.000	0.000	0.000	0.000
34	1:CARGA MUE	0.012	0.183	0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	0.014	0.080	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	-0.051	-0.284	0.001	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.237	0.511	-0.000	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	0.025	0.262	0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.024	-0.046	0.001	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.164	0.550	-0.000	0.000	0.000	0.000
35	1:CARGA MUE	-0.000	0.131	0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.000	0.131	0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.000	0.099	0.000	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.000	0.099	0.000	0.000	0.000	0.000
36	1:CARGA MUE	0.001	0.110	-0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.000	0.008	-0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.004	-0.057	0.191	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.073	0.150	-0.006	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	0.001	0.118	-0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.004	0.042	0.143	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.054	0.198	-0.005	0.000	0.000	0.000
37	1:CARGA MUE	-0.001	0.124	0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.000	-0.001	-0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.000	0.004	0.238	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.054	-0.150	0.001	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.001	0.124	0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	-0.001	0.096	0.178	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.041	-0.020	0.001	0.000	0.000	0.000
38	1:CARGA MUE	0.000	0.068	0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	-0.000	0.001	0.223	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.054	0.026	0.002	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.000	0.068	-0.000	0.000	0.000	0.000

Print Time/Date: 22/06/2007 01:08

STAAD.Pro for Windows Release 2004

Print Run 67 of 70



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [L20]	Job No UNAM	Sheet No 68	Rev
	Part CASA HABITACION		
	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
	By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd		
Job Title TESIS PROFESIONAL	File CASA MUL 4 E2.std		
Client FACULTAD DE INGENIERIA	Date/Time 22-Jun-2007 01:07		

Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (Mton)	FY (Mton)	FZ (Mton)	MX (MTon'm)	MY (MTon'm)	MZ (MTon'm)
	6:0.75 CM + 0.3	-0.000	0.052	0.167	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.040	0.071	0.001	0.000	0.000	0.000
39	1:CARGA MUE	-0.002	0.060	-0.000	0.000	0.000	0.000
	2:CARGA VIVA	-0.001	0.005	-0.000	0.000	0.000	0.000
	3:VIENTO PAR	0.005	-0.011	0.176	0.000	0.000	0.000
	4:VIENTO PER	-0.060	-0.190	0.009	0.000	0.000	0.000
	5:1.0 CM + 1.0	-0.003	0.065	-0.000	0.000	0.000	0.000
	6:0.75 CM + 0.3	0.002	0.039	0.132	0.000	0.000	0.000
	7:0.75 CM + 0.3	-0.047	-0.095	0.007	0.000	0.000	0.000



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



	TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA	Job No	UNAM	Sheet No	69	Rev		
		Part						CASA HABITACION
		Ref						PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2
		By						PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd
Job Title		TESIS PROFESIONAL		File		CASA MUL 4 E2.std		
Client		FACULTAD DE INGENIERIA		Date/Time		22-Jun-2007 01:07		

Reaction Summary

	Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
			FX (Mton)	FY (Mton)	FZ (Mton)	MX (MTon'm)	MY (MTon'm)	MZ (MTon'm)
Max FX	18	3:VIENTO PAR	0.039	-0.275	0.052	0.000	0.000	0.000
Min FX	34	4:VIENTO PER	-0.237	0.511	-0.000	0.000	0.000	0.000
Max FY	5	4:VIENTO PER	-0.090	0.658	-0.001	0.000	0.000	0.000
Min FY	33	4:VIENTO PER	-0.022	-1.137	0.000	0.000	0.000	0.000
Max FZ	37	3:VIENTO PAR	0.000	0.004	0.238	0.000	0.000	0.000
Min FZ	23	4:VIENTO PER	-0.224	-0.388	-0.046	0.000	0.000	0.000
Max MX	1	1:CARGA MUE	0.001	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000
Min MX	1	1:CARGA MUE	0.001	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000
Max MY	1	1:CARGA MUE	0.001	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000
Min MY	1	1:CARGA MUE	0.001	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000
Max MZ	1	1:CARGA MUE	0.001	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000
Min MZ	1	1:CARGA MUE	0.001	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE
POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



 TESIS PROFESIONAL PAULINO PEDRO SEGURA TEJEDA Software licensed to Snow Panther [LZ0]	Job No UNAM	Sheet No 70	Rev
	Part CASA HABITACION		
	Ref PANEL CALIBRE 26 e = 1-1/2		
	By PAULINO P.S.T Date 20-Jun-07 Chd		
Job Title TESIS PROFESIONAL	File CASA MUL 4 E2.std		
Client FACULTAD DE INGENIERIA	Date/Time 22-Jun-2007 01:07		

Reaction Summary

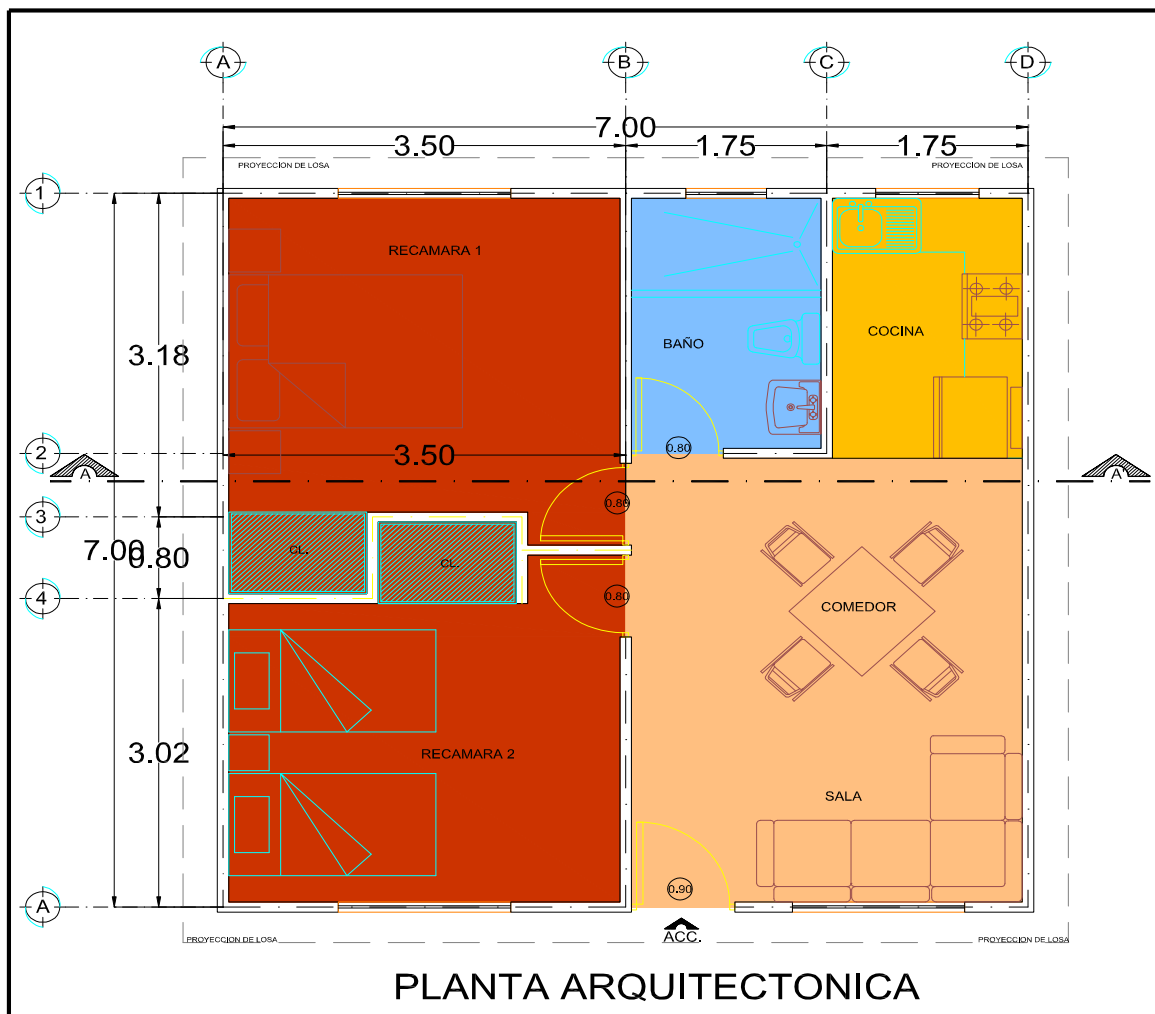
	Node	L/C	FX (Mton)	FY (Mton)	FZ (Mton)
Max FX	1	1:CARGA MUE	0.000	0.000	0.000
Min FX	1	1:CARGA MUE	0.000	0.000	0.000
Max FY	1	1:CARGA MUE	0.000	0.000	0.000
Min FY	1	1:CARGA MUE	0.000	0.000	0.000
Max FZ	1	1:CARGA MUE	0.000	0.000	0.000
Min FZ	1	1:CARGA MUE	0.000	0.000	0.000



4.3 ELABORACIÓN DE PLANOS ARQUITECTÓNICOS Y ESTRUCTURALES

* PLANOS ARQUITECTÓNICOS

PLANTA ARQUITECTÓNICA

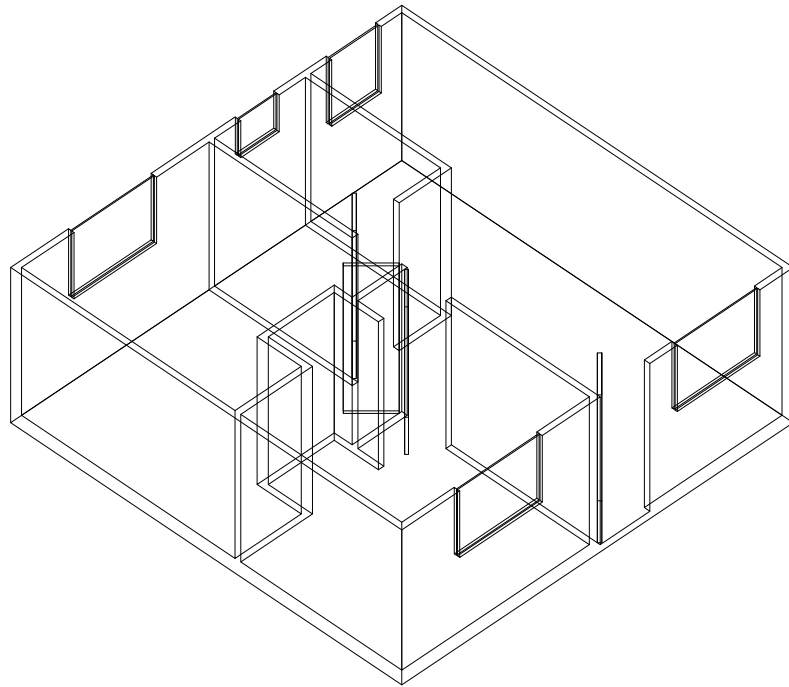


PROYECTO:		CASA HABITACIÓN DE PANEL DE LÁMINA CON NÚCLEO DE POLIURETANO							
DIBUJO:		PAULINO P SEGURA TEJEDA			REVISO:		PAULINO P SEGURA TEJEDA		
UBICACIÓN:		SIN UBICACIÓN		PARA:		PROYECTO DE TESIS CASA HABITACIÓN			
TIPO DE PLANO:		ARQUITECTÓNICO CASA HABITACIÓN				CLAVE:		PPST.A. 01	
ESPECIFICACIONES DEL PLANO:				PLANTA ARQUITECTÓNICA					

PLANO 1.1 CLAVE: PPST.A. 01



PROYECCIÓN EN ISOMÉTRICO

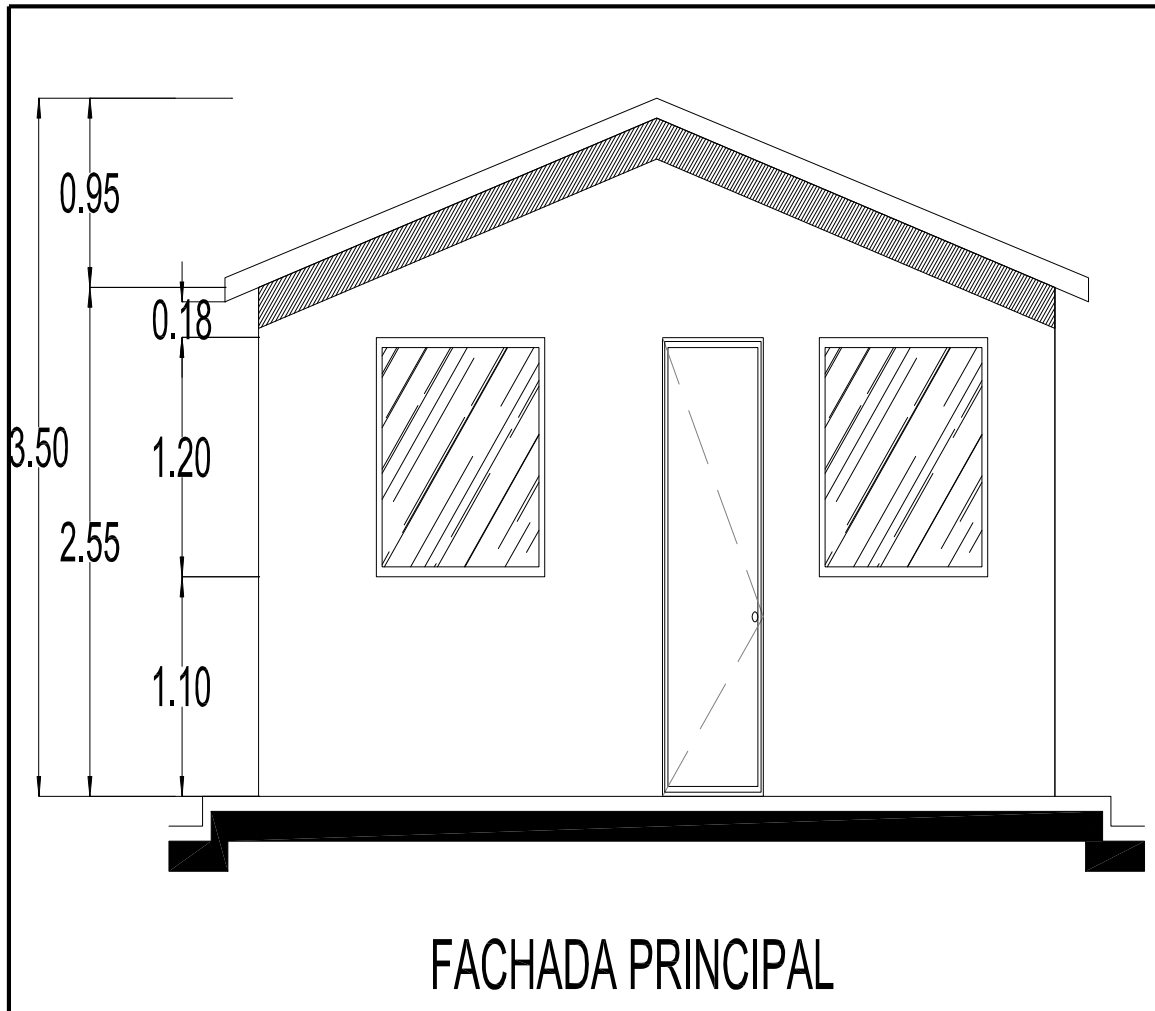


PROYECTO:	CASA HABITACIÓN DE PANEL DE LÁMINA CON NÚCLEO DE POLIURETANO				
DIBUJO:	PAULINO P SEGURA TEJEDA		REVISO:	PAULINO P SEGURA TEJEDA	
UBICACIÓN:	SIN UBICACIÓN	PARA:	PROYECTO DE TESIS CASA HABITACIÓN		
TIPO DE PLANO:	ARQUITECTÓNICO CASA HABITACIÓN			CLAVE:	PPST.A.02
ESPECIFICACIONES DEL PLANO:		PROYECCIÓN EN ISOMÉTRICO			

PLANO 1.2 CLAVE: PPST.A.02



FACHADA PRINCIPAL

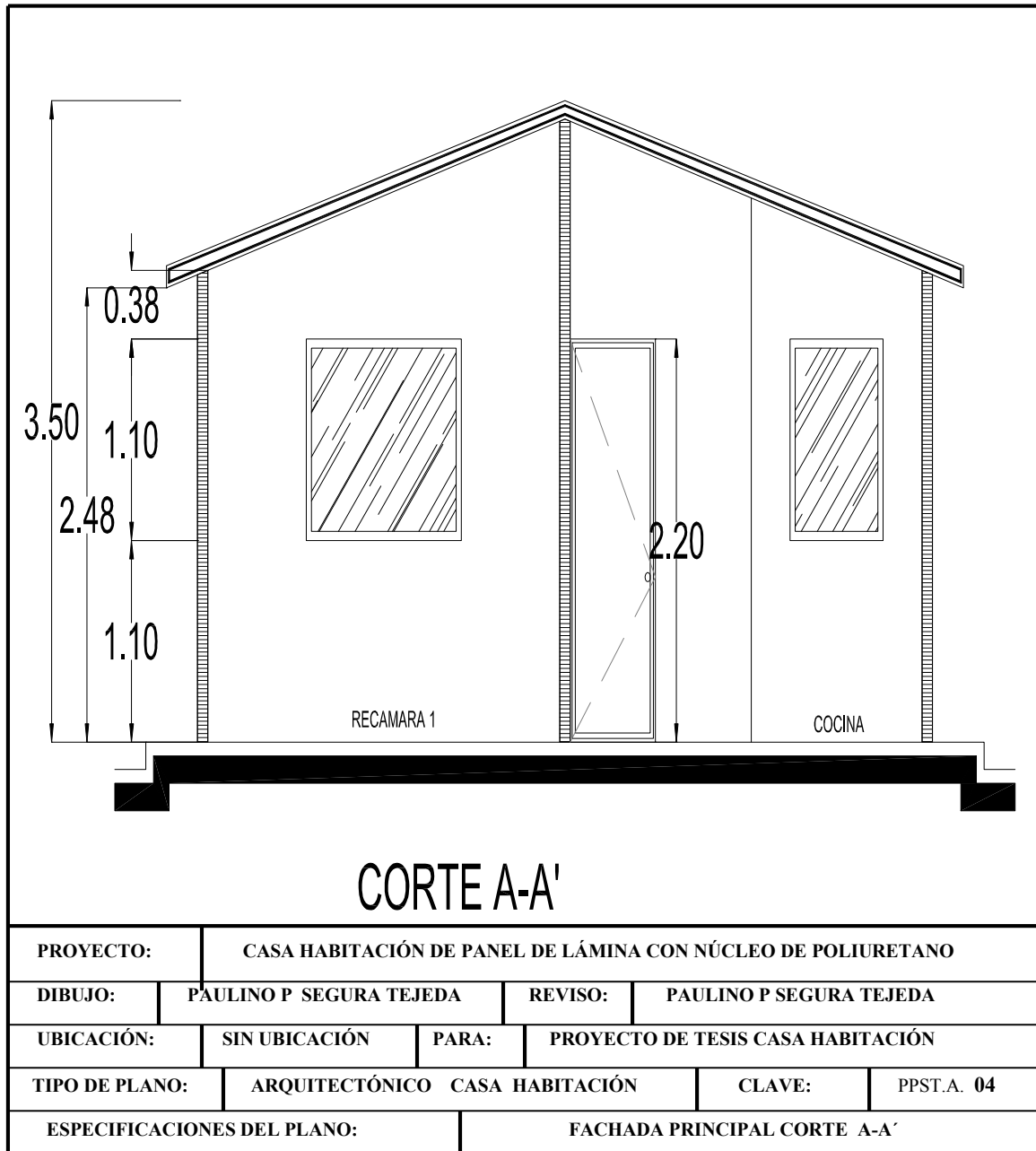


PROYECTO:	CASA HABITACIÓN DE PANEL DE LÁMINA CON NÚCLEO DE POLIURETANO		
DIBUJO:	PAULINO P SEGURA TEJEDA	REVISÓ:	PAULINO P SEGURA TEJEDA
UBICACIÓN:	SIN UBICACIÓN	PARA:	PROYECTO DE TESIS CASA HABITACIÓN
TIPO DE PLANO:	ARQUITECTÓNICO	CASA HABITACIÓN	CLAVE: PPST.A. 03
ESPECIFICACIONES DEL PLANO:		FACHADA PRINCIPAL	

PLANO 1.3 CLAVE: PPST.A.03



FACHADA PRINCIPAL CORTE A-A



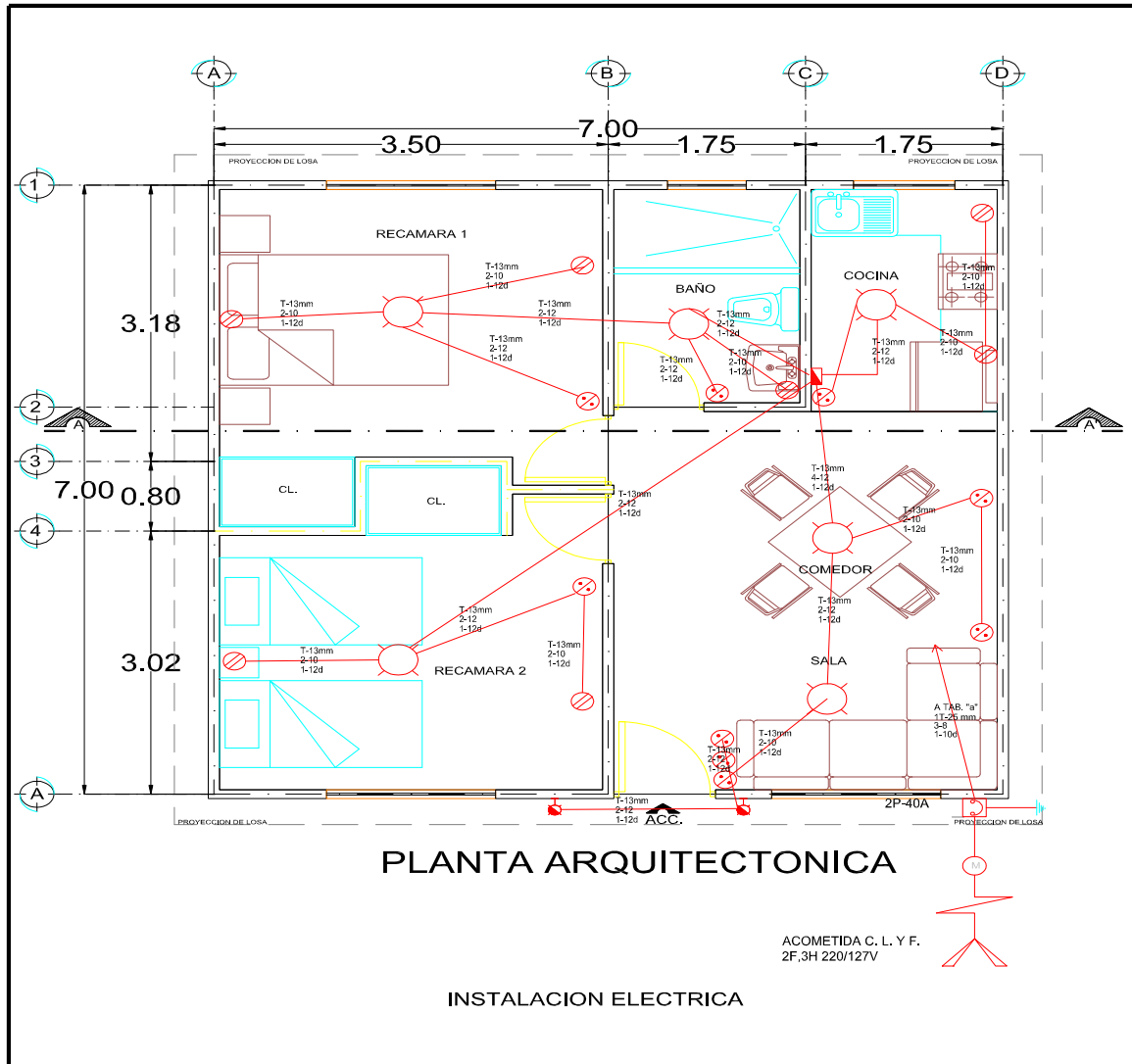
PLANO 1.4 CLAVE: PPST.A. 04



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



INSTALACIÓN ELÉCTRICA



PROYECTO:	CASA HABITACION DE PANEL DE LAMINA CON NUCLEO DE POLIURETANO			
DIBUJO:	PAULINO P SEGURA TEJEDA	REVISO:	PAULINO P SEGURA TEJEDA	
UBICACIÓN:	SIN UBICACIÓN	PARA:	PROYECTO DE TESIS CASA HABITACIÓN	
TIPO DE PLANO:	ARQUITECTÓNICO	CASA HABITACIÓN	CODIGO:	PPST.A. 05
ESPECIFICACIONES DEL PLANO:		INSTALACIÓN ELÉCTRICA		

PLANO 1.5 CLAVE: PPST.A. 05



SIMBOLOGÍA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

SIMBOLOGIA ELECTRICA:

	SALIDA DE CENTRO INCANDESCENTE, 100W, 127V.
	SALIDA PARA CANDIL INCANDESCENTE INTERIOR, 200W, 127V.
	ARBOTANTE INCANDESCENTE INTERIOR, 75W, 127V.
	ARBOTANTE INCANDESCENTE EXTERIOR, 75W, 127V.
	APAGADOR SENCILLO A 110cms. S.N.P.T.
	APAGADOR DE 3 VIAS A 110cms. S.N.P.T.
	TABLERO DE ALUMBRADO Y CONTACTOS TIPO NQOD12
	CONTACTO MONOFASICO DUPLEX POLARIZADO, 180W. 127V. EN PISO.
	CONTACTO MONOFASICO DUPLEX POLARIZADO, 180W. 127V.
	TUBERIA CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR MURO Y/O LOSA.
	TUBERIA CONDUIT PARED DELGADA GALVANIZADA POR PISO.

PROYECTO:	CASA HABITACION DE PANEL DE LAMINA CON NUCLEO DE POLIURETANO				
DIBUJO:	PAULINO P SEGURA TEJEDA		REVISO:	PAULINO P SEGURA TEJEDA	
UBICACIÓN:	SIN UBICACIÓN	PARA:	PROYECTO DE TESIS CASA HABITACIÓN		
TIPO DE PLANO:	ARQUITECTÓNICO CASA HABITACIÓN			CODIGO:	PPST.A. 06
ESPECIFICACIONES DEL PLANO:		SIMBOLOGÍA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA			

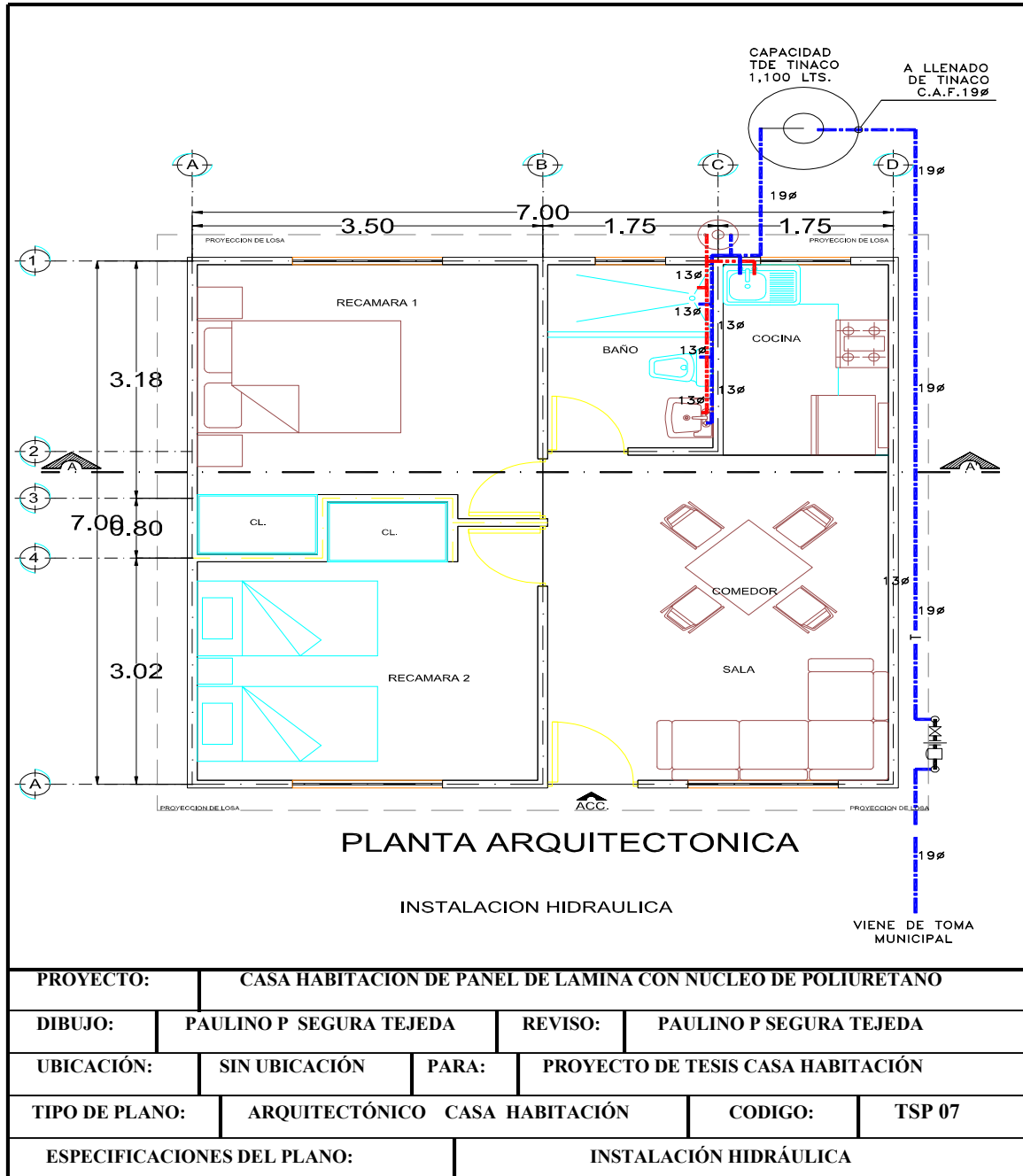
PLANO 1.6 CLAVE: PPST.A. 06



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



INSTALACIÓN HIDRÁULICA



PLANO 1.7 CLAVE: TSP 07



SIMBOLOGÍA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA

SIMBOLOGIA HIDRAULICA:

	TUBERIA DE COBRE TIPO "M" PARA AGUA FRIA
	TUBERIA DE COBRE TIPO "M" PARA AGUA CALIENTE
	VALVULA COMPUERTA
	VALVULA CHECK
	VALVULA FLOTADOR
	TUERCA UNION
	MEDIDOR
C.A.F.	COLUMNA DE AGUA FRIA
C.A.C.	COLUMNA DE AGUA CALIENTE

PROYECTO:	CASA HABITACIÓN DE PANEL DE LAMINA CON NÚCLEO DE POLIURETANO		
DIBUJO:	PAULINO P SEGURA TEJEDA	REVISO:	PAULINO P SEGURA TEJEDA
UBICACIÓN:	SIN UBICACIÓN	PARA:	PROYECTO DE TESIS CASA HABITACIÓN
TIPO DE PLANO:	ARQUITECTÓNICO	CASA HABITACIÓN	CODIGO: PPST. A.08
ESPECIFICACIONES DEL PLANO:		SIMBOLOGÍA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA	

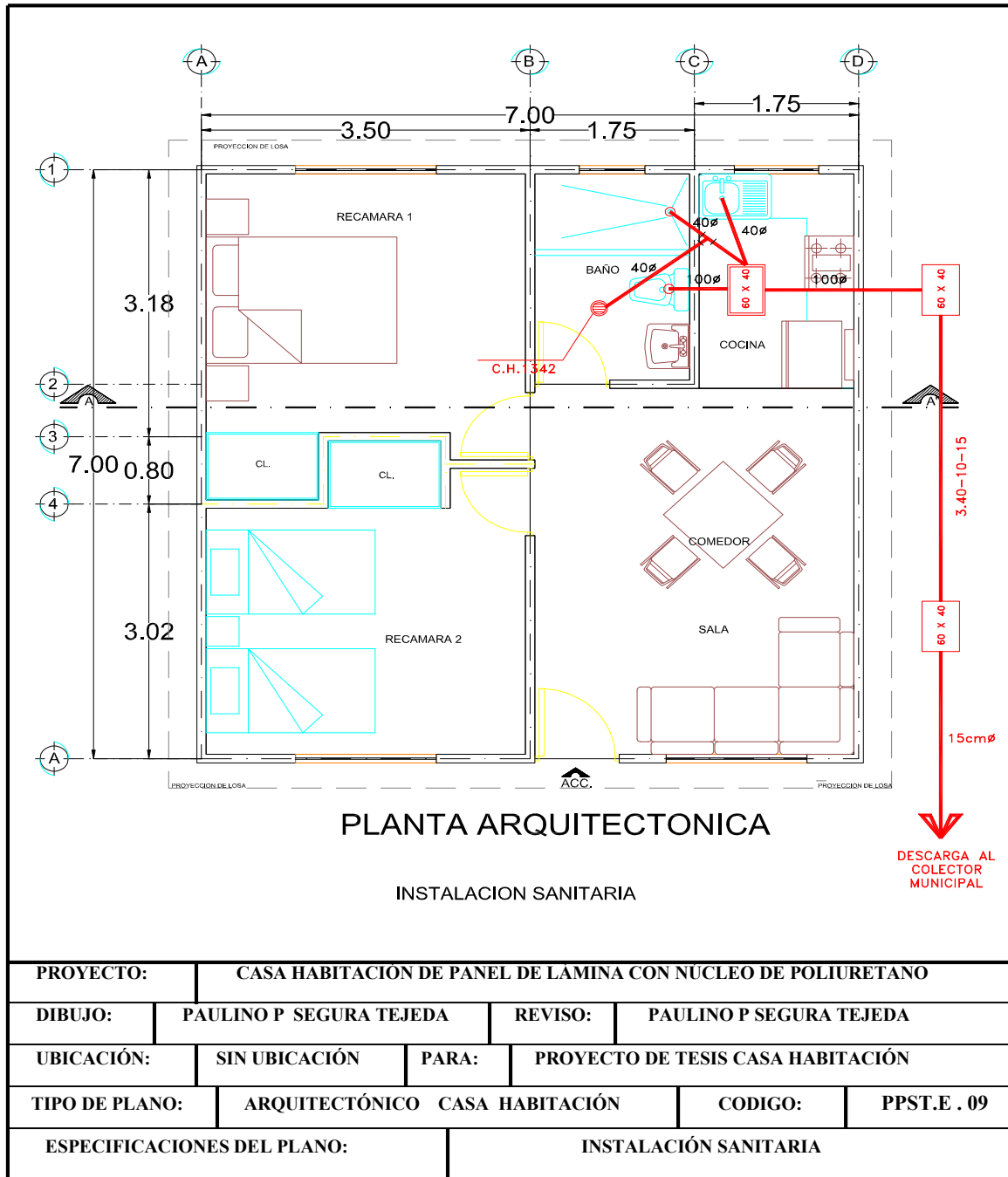
PLANO 1.8 CLAVE: PPST. A. 08



UTILIZACIÓN DE PANELES DE LÁMINA CON ALMA DE POLIURETANO PARA LA ESTRUCTURA DE CASAS HABITACIÓN



INSTALACIÓN SANITARIA



PLANO 1.9 CLAVE: PPST. A. 09



SIMBOLOGÍA DE INSTALACIÓN SANITARIA

SIMBOLOGIA SANITARIA:

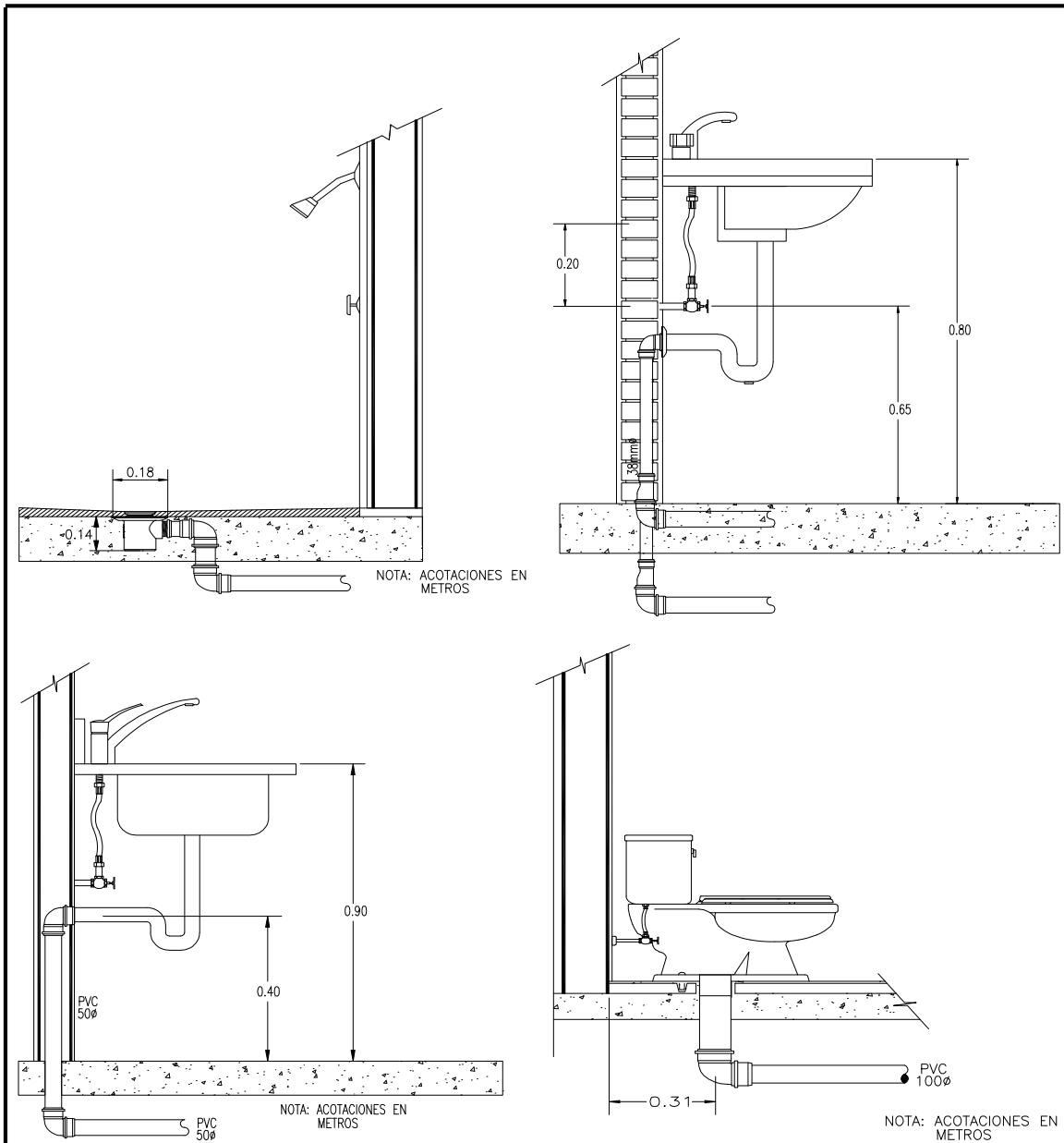
	TUBERIA DE P.V.C. PARA AGUAS NEGRAS
	REGISTRO DE TABIQUE DE 60 x 40 cm.
	REGISTRO DE TABIQUE DOBLE TAPA ERMETICO DE 60 x 40 cm.
B.A.N.	BAJADA PARA AGUAS NEGRAS
B.A.P.	BAJADA PARA AGUAS PLUVIALES
C.H.	COLADERA HELVEX MODELO INDICADO
S.T.V.	SUBE TUBO VENTILADOR
R.V.	REMATE DE VENTILACION
6-10-15	LONGITUD – PENDIENTE – DIAMETRO (metros) (milesimas) (centimetros)

PROYECTO:	CASA HABITACION DE PANEL DE LAMINA CON NUCLEO DE POLIURETANO		
DIBUJO:	PAULINO P SEGURA TEJEDA	REVISO:	PAULINO P SEGURA TEJEDA
UBICACIÓN:	SIN UBICACIÓN	PARA:	PROYECTO DE TESIS CASA HABITACIÓN
TIPO DE PLANO:	ARQUITECTÓNICO CASA HABITACIÓN	CODIGO:	PPST 10
ESPECIFICACIONES DEL PLANO:		SIMBOLOGÍA DE INSTALACIÓN SANITARIA	

PLANO 1.9 CLAVE: PPST.A. 10



DETALLE DE INSTALACIÓN SANITARIA

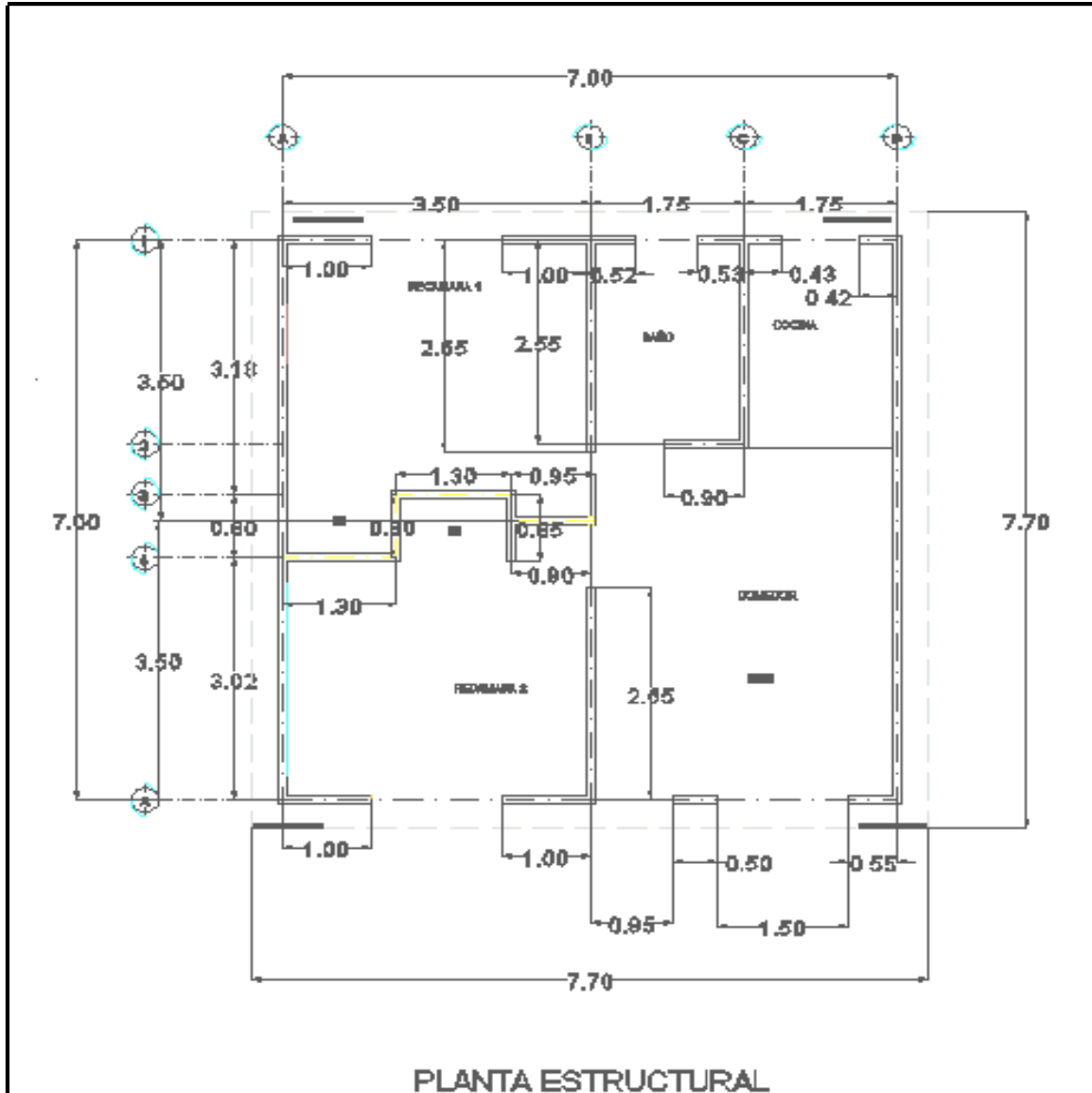


PROYECTO:	CASA HABITACION DE PANEL DE LAMINA CON NUCLEO DE POLIURETANO				
DIBUJO:	PAULINO P SEGURA TEJEDA		REVISO:	PAULINO P SEGURA TEJEDA	
UBICACIÓN:	SIN UBICACIÓN	PARA:	PROYECTO DE TESIS CASA HABITACIÓN		
TIPO DE PLANO:	ARQUITECTÓNICO CASA HABITACIÓN		CODIGO:	PPST.A. II	
ESPECIFICACIONES DEL PLANO:		DETELLE DE INSTALACIÓN SANITARIA			

PLANO 1.9 CLAVE: PPST.A.11



PLANTA ESTRUCTURAL



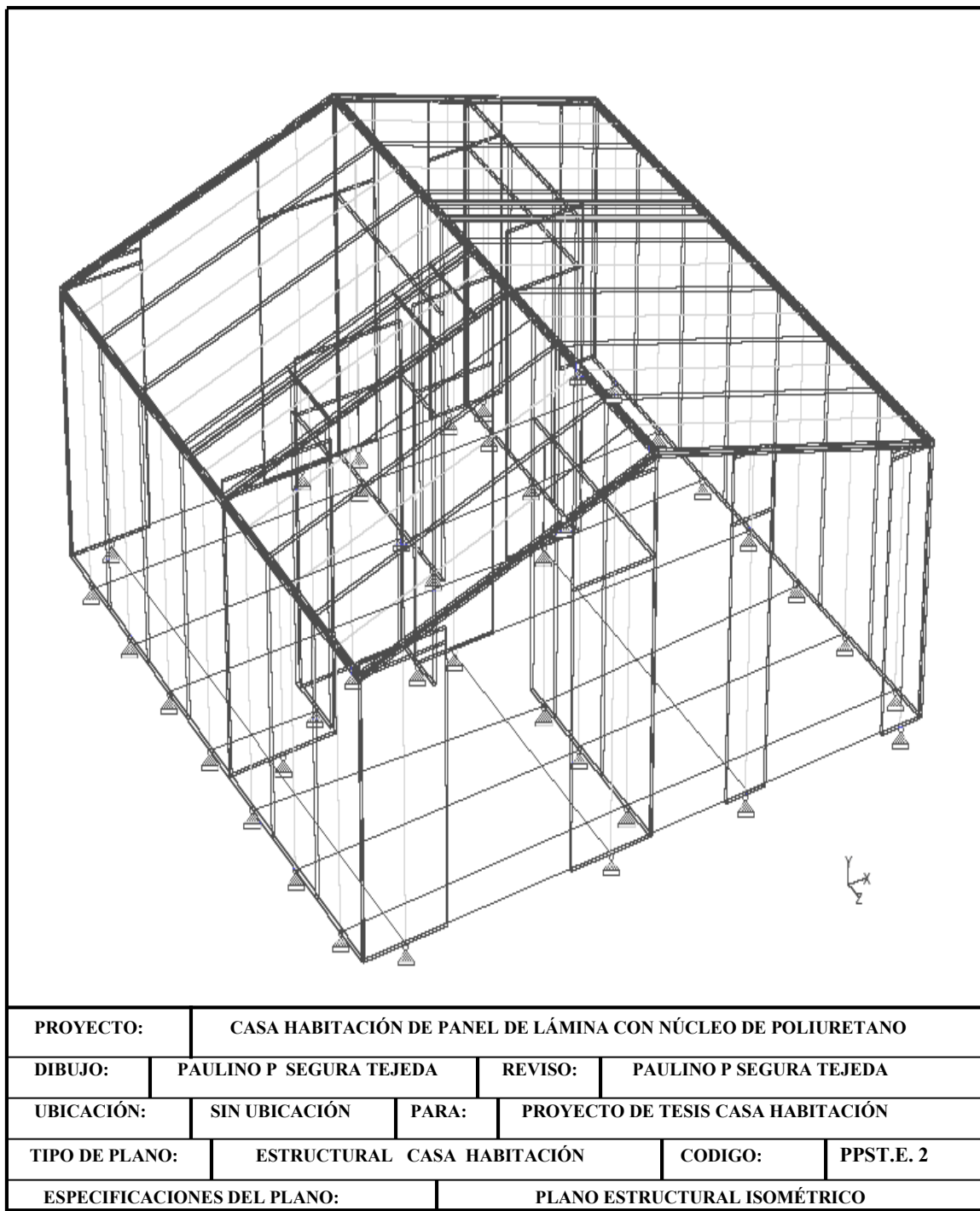
PLANTA ESTRUCTURAL

PROYECTO:	CASA HABITACIÓN DE PANEL DE LÁMINA CON NÚCLEO DE POLIURETANO		
DIBUJO:	PAULINO P SEGURA TEJEDA	REVISO:	PAULINO P SEGURA TEJEDA
UBICACIÓN:	SIN UBICACIÓN	PARA:	PROYECTO DE TESIS CASA HABITACIÓN
TIPO DE PLANO:	ESTRUCTURAL CASA HABITACIÓN		CODIGO: PPST.E. 1
ESPECIFICACIONES DEL PLANO:		PLANTA ESTRUCTURAL	

PLANO ESTRUCTURAL ISOMÉTRICO PPST.E.1



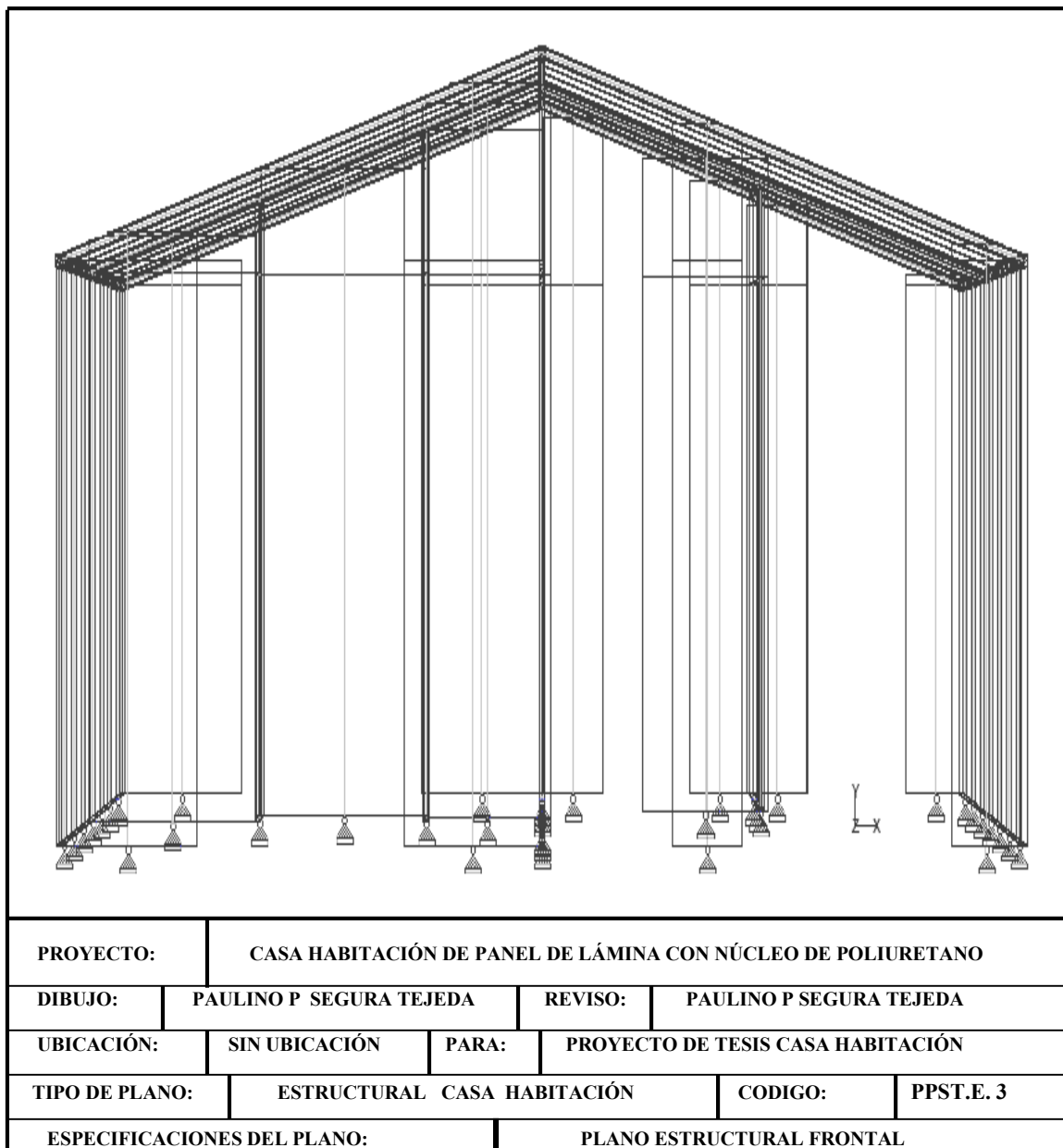
PLANO ESTRUCTURAL ISOMÉTRICO



PLANO ESTRUCTURAL ISOMÉTRICO PPST.E.2



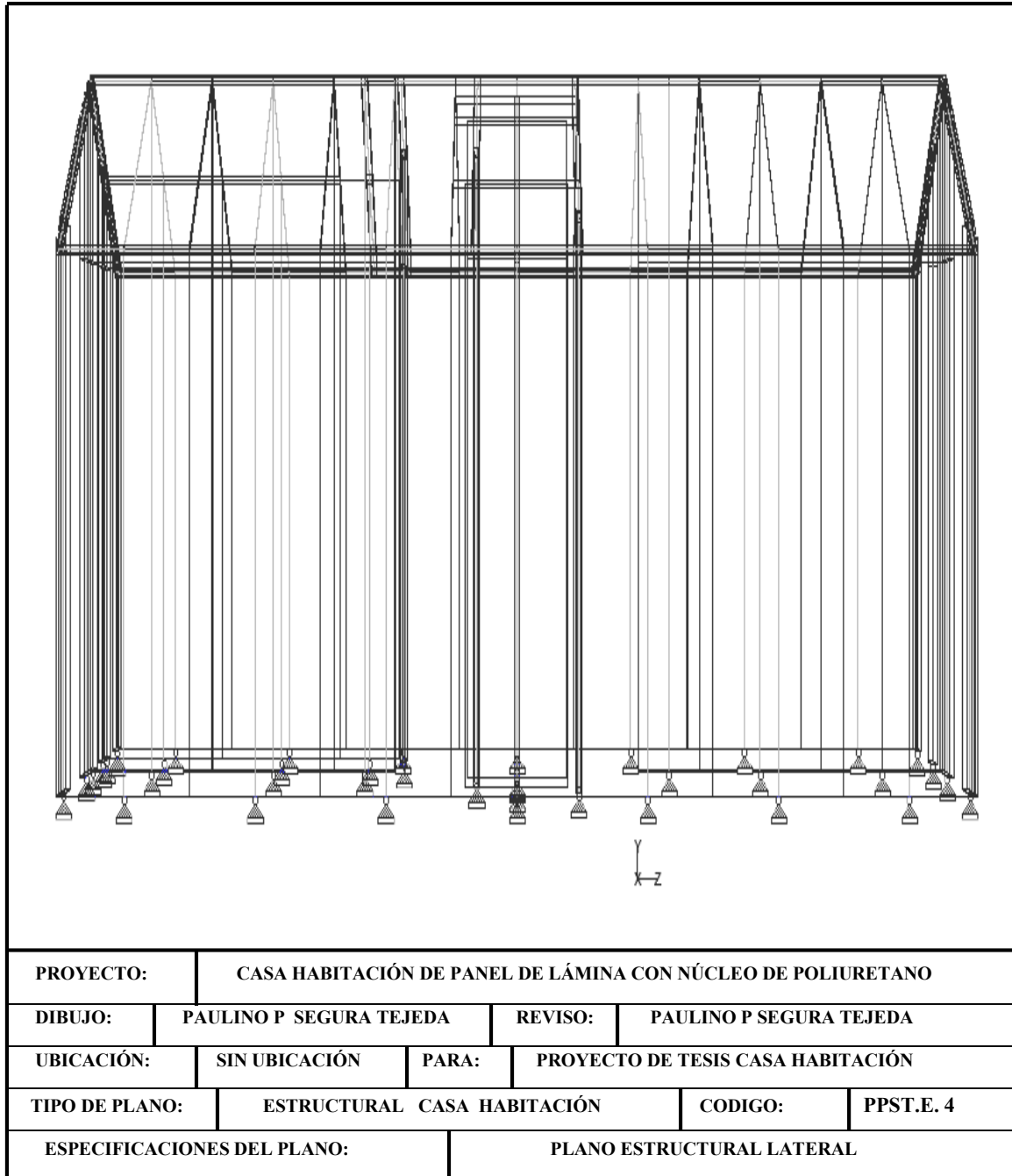
PLANO ESTRUCTURAL FRONTAL



PLANO ESTRUCTURAL FRONTAL PPST.E.3



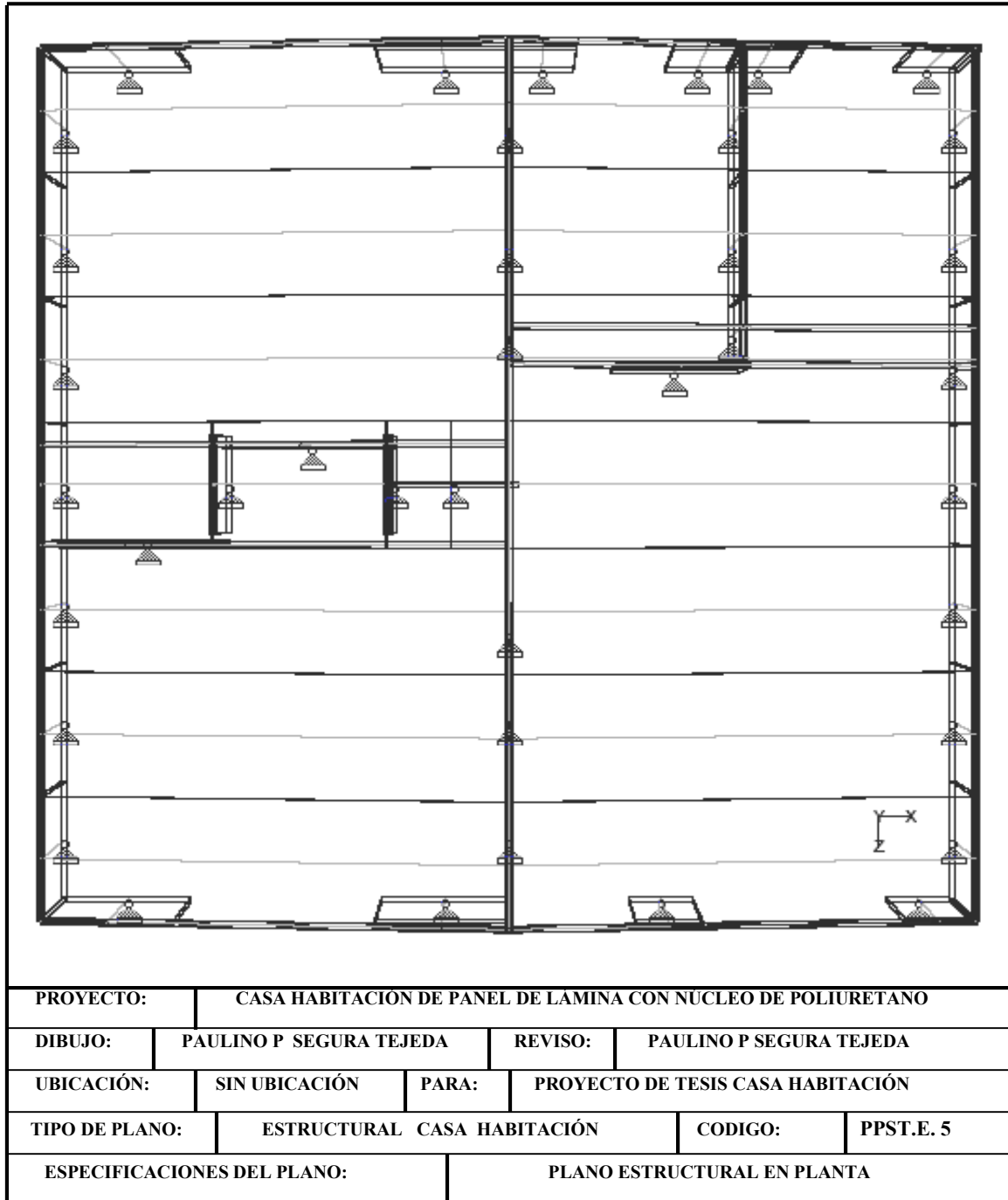
PLANO ESTRUCTURAL LATERAL



PLANO ESTRUCTURAL LATERAL PPST.E.4



PLANO ESTRUCTURAL EN PLANTA



PROYECTO:	CASA HABITACIÓN DE PANEL DE LAMINA CON NUCLEO DE POLIURETANO		
DIBUJO:	PAULINO P SEGURA TEJEDA	REVISO:	PAULINO P SEGURA TEJEDA
UBICACIÓN:	SIN UBICACIÓN	PARA:	PROYECTO DE TESIS CASA HABITACIÓN
TIPO DE PLANO:	ESTRUCTURAL CASA HABITACIÓN		CODIGO: PPST.E. 5
ESPECIFICACIONES DEL PLANO:		PLANO ESTRUCTURAL EN PLANTA	

PLANO ESTRUCTURAL EN PLANTA PPST.E.5



V. CONCLUSIONES

El desarrollo de las distintas técnicas de construcción está en relación con la tarea de satisfacer los deseos del ser humano. Las técnicas constructivas tienen por objeto fundamental la conformación y ensamblaje de los diversos elementos para que en las edificaciones tengan un comportamiento sólido

En este sentido, hay quienes opinan que las actividades de la construcción no admiten una industrialización intensiva, debido principalmente a la ubicación fija en un determinado terreno, el factor climático, la baja calificación de la mano de obra y la intervención de distintos agentes que siguen manteniendo un cierto grado de independencia, sin embargo, para poder cumplir correctamente su función, cualquier material nuevo requiere nuevas estructuras de puesta en obra.

La prefabricación de elementos constructivos podría abrir el camino hacia la creación de edificios, para que fuera más sencillo desensamblar o reconstruir cuando éstos llegan al final de su vida útil y poder así utilizar los materiales en otro lugar. También sería posible un mayor control sobre los procesos y materiales, tanto en la gestión de residuos generados (más sencilla en planta que en obra) como en la eliminación de productos tóxicos. Otras ventajas que se apuntan serían que, en algunos casos, la vivienda podría ser totalmente desmontada y llevada a otro sitio, si los habitantes así lo decidieran. Con todo lo descrito anteriormente, se ahorran algunos materiales, tiempo de ejecución y mano de obra que a su vez redundan en un ahorro económico.

Por lo tanto el sistema permite una construcción rápida a partir de elementos prefabricados que cuentan con el control de calidad de fábrica. Los materiales permiten acabados que vienen de fábrica. Este sistema permite construcciones de hasta tres pisos; sin embargo para viviendas de más de un piso se requiere estructura metálica adicional.

Es un método industrializado de obra seca a partir de paneles de poliuretano expandido y lámina metálica. Emplea paneles tipo emparedado (poliuretano expandido dentro de lámina metálica), perfilaría en aluminio, y cubierta también con paneles tipo emparedado. La estructura está compuesta por perfiles de aluminio anclados con pernos de expansión a la losa en concreto que sirve de cimentación. La edificación obtenida tiene un adecuado aislamiento térmico y acústico y es resistente a efectos.

En cuanto a los costos, el empleo de las técnicas industrializadas disminuye el porcentaje de mano de obra por m² construido y se reducen los plazos de entrega, minimizando a su vez los costos. No obstante, en la actualidad, las tecnologías existentes son, aproximadamente entre un 15% y un 25% más caras que los métodos tradicionales.

La demanda de los componentes prefabricados es aun escasa, en muchos casos existe una oferta monopolista, lo que repercute en un porcentaje elevado en los costos de estos productos, por lo que, el incremento de la demanda de estas técnicas conseguiría la reducción de los precios.



Este tipo de paneles de lámina plegada, que conforman una estructura que transmite su carga al suelo en forma uniforme, resultado de dichos pliegues o nervaduras hacia la estructura primaria y secundaria del sistema, actúa en conjunto para constituir una unidad autoportante; de esta forma queda una unidad resistente, que asegura la continuidad constructiva y morfológica (pared-techo-pared) para que toda acción sobre la misma, tenga una adecuada respuesta; a su vez, los paneles tienen como característica un emparedado formado por dos láminas de metal, aluminio liso o acero galvanizado de diferentes espesores y un núcleo de poliuretano inyectado, que conforma un panel monolítico que garantiza el mayor aislamiento térmico y rigidez estructural, permitiendo grandes ahorros en los costos de estructuras.

En cuanto a su sistema de instalación, es rápido, limpio y efectivo, ya que los paneles vienen predimensionados desde las planta, además pueden ser desmontados y reutilizados; no se necesita de maquinaria especializada ni de gente especialista para el montaje y la estructura puede ser colocada sobre una base de concreto pobre para sin necesidad de tener elementos de apoyo estructural.

Algunos de los beneficios de los paneles de lámina con alma de poliuretano son los continuación se mencionan:

- Aumentar la productividad, con lo que se da respuesta a la demanda de construcción de viviendas y se potenciaría el sector de la construcción.
- Conseguir una reducción en los costos; en especial por la disminución de los tiempos de puesta en obra.
- Reducir los plazos de ejecución.
- Garantizar una calidad constante en el producto, al fabricarse y montarse en obra mediante un control de calidad.
- Bajo costo de transportación, almacenaje y ejecución.

Ventajas

Los paneles de lámina con alma de poliuretano sobre salen con ventajas considerables sobre otros métodos tradicionales para la construcción de viviendas que a continuación se enunciaran.

- Buen desempeño estructural que disminuye los elementos de apoyo.
- Poliestireno auto extingible.
- Se fabrica en largos continuos.
- Variados espesores según para la obra que se requiera
- Buena conductividad térmica.
- Excelente absorción de agua.
- Resistencia a la difusión de vapor de agua, ya que forma una película de protección compacta que dificulta la penetración del vapor de agua.
- Resistencia a la intemperie.
- Resistencia a productos químicos.
- Facilidad de transportación, maniobrabilidad y almacenaje



Desventajas

- Los prefabricados aportan algunas ventajas de efectividad y facilidad de trabajo en el proceso de construcción de viviendas. Sin embargo, no se puede considerar que este tipo de construcción tenga un menor impacto ambiental global, con la utilización de materiales tóxicos como el poliuretano (al incinerarse, al término de su vida útil) y los sistemas de transporte, que contaminan demasiado por las emisiones a la atmósfera. Desde el punto de vista medioambiental, no está tan claro que los prefabricados sean una solución de bajo impacto para una construcción más ecológica.

Las viviendas prefabricadas no están producidas con materiales ecológicos, sino con productos similares a la edificación convencional. Pero de hecho utilizan materiales que necesitan grandes cantidades de energía en su fabricación y consumen recursos no renovables. Sin embargo, los residuos se generarían en planta, lo que disminuiría la cantidad de residuos generados en obra.

- Al dañarse o rallarse el recubrimiento del panel, se deteriora por la oxidación en el caso de que no sea lámina galvanizada, lo que sería un factor de alarma estructural
- Al construir más de una planta se requieren perfiles estructurales adecuados.

Finalizando algunas de sus características más sobresalientes de los paneles de lámina con alma de poliuretano son: sistema liviano y de montaje en seco, que no requiere para su instalación, grúas ni maquinaria pesada de ningún tipo y su montaje se puede realizar en pocas horas aún en zonas desfavorables y con factores climáticos adversos; a su vez es autoportante, siendo ésta su principal característica, reduce costos y tiempos de instalación al no necesitar cimientos, encadenados, vigas, u otro tipo de estructura; permitiendo además, adecuar el espacio interior a los más diversos usos, siendo un sistema modular. Su crecimiento lineal permite adaptar un módulo de acuerdo a los requerimientos más variados. Esta modulación permite intercambiar los paneles muro, ventana y puerta entre sí, para ampliar o reducir las dimensiones de la modulación interior de acuerdo a diferentes necesidades.

Dada la simpleza de su armado, debido a la reducida cantidad de componentes y el muy bajo peso de los mismos, y no requiriendo herramientas especiales ni ningún tipo de maquinaria pesada, este sistema se presenta como el más viable ante la propuesta de la autoconstrucción, su rentabilidad posee un mínimo costo de inversión y producción; aun en pequeñas series; es desarmable y recuperable al 100 %.

Siendo las espumas de poliuretano los materiales adoptados para su construcción aseguran su durabilidad y total ausencia de mantenimiento, brindando además las siguientes propiedades: el material cuenta con una doble barrera vapor, aislamiento térmico excelente, aislamiento eléctrico, aislamiento acústico adecuado, estabilidad dimensional excelente, no se corroe, teniendo una durabilidad indefinida como poco mantenimiento, limpieza (no es atacado por insectos o roedores; no los alberga), su bajo peso reduce costos de transporte e instalación.



Otras características de los paneles con alma de poliuretano es que la espuma de poliuretano se fabrican a partir del claro y gracias a que el claro ayuda a reducir el ruido ambiental que se produce en muchos lugares y espacios, se ha conseguido minimizar el ruido en estudios de grabación, teatros, auditorios, restaurantes o zona industriales.

Los componentes básicos de un sistema para la construcción de una casa habitación de un solo nivel pueden ser:

Paneles exteriores:

- Panel muro
- Panel ventana
- Panel puerta
- Panel tímpano
- Panel techo

Paneles interiores:

Panel divisorio como en cocina y baño.

Habiendo expuesto algunas de las características y propiedades del sistema constructivo; se deduce que se adapta a los más variados usos con excelente respuesta en todos los terrenos y climas y multiplicidad de usos tales como viviendas, escuelas, hospitales de campaña o primeros auxilios, invernaderos, oficinas, etc.



BIBLIOGRAFÍA

AISC (American Institute of Steel Construction Inc.)

Alojamiento y tecnología: ¿Industrialización abierta?

Autor: Julián Salas Serrano

Arquitectura de emergencia.

Autor: Ian Davis

Construcción industrializada, prefabricación.

Autor: J. Salas Serrano

Construcción industrializada.

Autor: Tihamer Koncz

Construir con células tridimensionales.

Autor: Steffen Huth

Departamento del Distrito Federal (1993). "Normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras prefabricadas". Gaceta Oficial del Departamento del DF. México, D. F

Edificios de viviendas prefabricadas con grandes dimensiones

Autor: Bohdan Lewicki

Hacia una arquitectura de procesos.

Autor: J. Manuel Barrera

Industrialización de la construcción.

Autor: Pierre Chemillier

La construcción por componentes compatibles.

Autor: Paul Bernard

La industrialización y la prefabricación en la construcción.

Autor: Alfonso Esteve Rodríguez

Manual de Diseño de Obras Civiles, CFE, 1993.

Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, 2004

Reglamento del Instituto Americano del Concreto vigente, utilizando el criterio de diseño por resistencia última.

Tecnologías de la construcción industrializada. Autor: Gérard Blachère



ASTM.1.12 Métodos estándar de prueba para las propiedades de resistencia de los plásticos de células rígidas.

ASTM C 165 Método estándar de prueba para la medición de las propiedades de resistencia de los aislamientos térmicos.

ASTM C 876 (1999). Standard test method for half-cell potentials of uncoated reinforcing steel in concrete. American Society for Testing and Materials. Michigan.

ASTM-D-256 Resistencia al Impacto (izod) de plásticos.

ASTM-D-374 Medición de espesores de aislantes sólidos.

ASTM-D-790 Propiedades de Flexión de plástico.

ASTM-D-882 Propiedades de tensión laminas de plásticos delgados.

ASTM-D-1004 Resistencia inicial al rasgado de láminas plásticas.

ASTM-D-1238 Índice de fluidez de termoplásticos.

ASTM D 1621 Método estándar de prueba para las propiedades de resistencia de los plásticos de células rígidas.

ASTM D-1622 Método de prueba estándar para la densidad evidente de plásticos celulares rígidos.

ASTM D-1623 Método de la prueba del estándar de para las características extensibles y extensibles de la adherencia de plásticos celulares rígidos.

ASTM D-2126 Método de la prueba estándar para la respuesta de plásticos celulares rígidos al envejecimiento termal y húmedo.

ASTM D-2856 Espumas autoextinguibles.

ASTM E 72 (2002). Standard Test Methods of Conducting Strength Tests of Panels for Building Construction. American Society for Testing and Materials. Michigan.

ASTM E 695 (2003). Standard Method for Measuring Relative Resistance of Wall, Floor, and Roof Construction to Impact Loading. American Society for Testing and Materials. Michigan.

ASTM-F-88 Resistencia del sello.

NMX-J-70 Tubos y conex.-deflexión por temp.bajo carga.

NMX-R-61 Clasificación de compuestos PVCR Y PVCC.