



SUMINSA
Suministros Industriales de Oriente, S.A.

Manual Técnico

M2

EMMEDUE

Sistema Constructivo Avanzado

El resultado obtenido en ensayos de laboratorios garantizan la resistencia estructural y autoportante de los paneles M2 utilizados como componente de una estructura.



Ensayos Corte Diagonal



Misil de Metal 75 Lbs. 4", Circular a 113Km/h



Ensayos al cortante entre muro y losa



Ensayo Compresión Excéntrica



Misil de Madera 75 Lbs., 2"x4", Circular a 80 Km/h



Ensayo de Vibración Sísmica en edificio M2



Ensayo Compresión Centrada

SISTEMA CONSTRUCTIVO

Manual Técnico

Todos los componentes de un edificio pueden ser contruidos con:



Publicado por: SUMINSA

Autores:

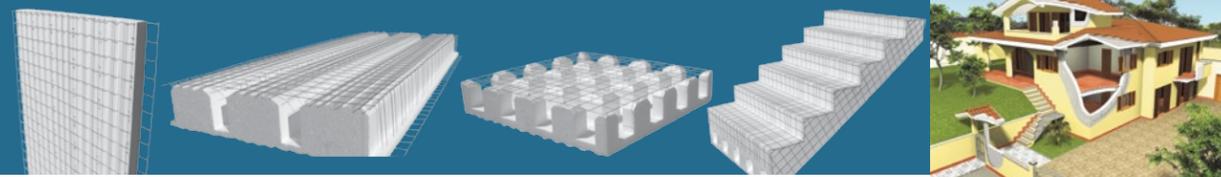
Ingeniero Julio Maltez
Equipo técnico EMMEDUE-SUMINSA Nicaragua

Diagramación: Danilo Machado Castillo

Primera Edición: Mayo/2014

Todos los derechos reservados conforme leyes vigentes.

M2
EMMEDUE



MANUAL TÉCNICO "SISTEMA CONSTRUCTIVO EMMEDUE"

PROLOGO

"Emmedue es un sistema constructivo de origen italiano. Cuenta con una experiencia aproximadamente de 40 años en todo el mundo. El mismo, se ha desarrollado con gran éxito, en diversos campos de acción de la industria de la Construcción. Su excelencia esta respaldada por las pruebas realizadas en prestigiosos laboratorios estructurales y ambientales del planeta.

Este manual es fruto de esa amplísima experiencia, de los variados test y del aporte de los innumerables usuarios, dicho documento ayudará a unificar criterios (estudiados por Emmedue) en la edificación de construcciones eficaces tanto desde el punto de vista estructural, como de la calidad final.

Agradecemos a todos aquellos que de una forma u otra aportaron a este manual instructivo."

EMMEDUE Italia.

Los sistemas constructivos tradicionales en Nicaragua, desde el periodo colonial, se remontan a las construcciones de muros ciclópeos y adobe, incorporándose luego el taquezal. Seguidamente, emergieron obras de ladrillo cuarterón, con refuerzo de madera. De igual forma, los avances industriales, aportaron el cemento y las varillas de refuerzo, lo que permitió incorporar la mampostería reforzada mediante elementos confinantes, o refuerzo interior.

El terremoto de 1931, evidenció el uso inapropiado del adobe para resistir embestidas sísmicas, lo que dio paso, a la reconstrucción de Managua, con materiales de taquezal. Posteriormente, el terremoto de 1972, desechó este sistema constructivo, el que desde entonces desapareció del horizonte urbano de la capital. A partir de esa fecha, se incorporaron al repertorio constructivo, las edificaciones de mamposterías, concreto reforzado y estructuras esqueléticas con perfiles de acero.

En esa época hacía falta contar con recursos constructivos versátiles en cuanto al logro de resistencia sísmica, con bajos pesos y rapidez de ejecución. Ese rol lo desempeña el sistema constructivo de paneles de poliestireno expandido, reforzado con mallas de alambres de alta resistencia, sobre los que se coloca mortero de adecuada resistencia a los efectos cortantes. En el mercado, se cuenta con los llamados paneles Emmedue M2, los que empleados con el respaldo de los análisis estructurales justificativos, deben utilizarse en cualquier sistema constructivo. Estos ofrecen ventajas en el desempeño sísmico resistente, al conciliarse un bajo peso, del orden del 60% de la mampostería confinada, con elevada resistencia a las cortantes debidas a los efectos sísmicos reversibles.

Este recurso constructivo, proveniente de los avances tecnológicos de la construcción, brinda la posibilidad de lograr construcciones seguras, económicas y de gran plasticidad arquitectónica, bajo la premisa del uso racionalmente riguroso, que se haga del mismo.

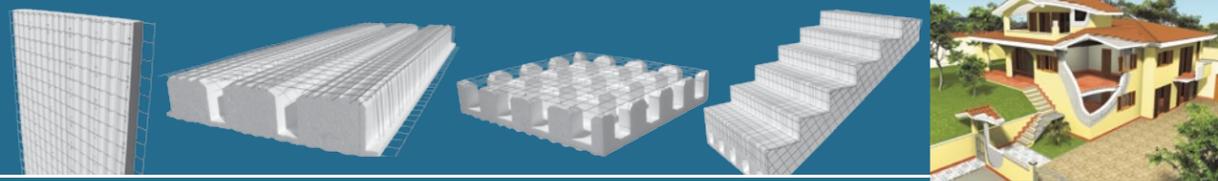
Ing. Gilberto Lacayo Bermúdez

Ingeniero Civil, Especialista en Diseño Estructural
Catedrático de la Universidad Nacional de Ingeniería

Autor del libro "Opúsculos sobre Dinámica de Suelos y su aplicación en el diseño Sismo Resistente en Nicaragua".

Autor del Libro "Lecturas de sismo resistencia en Nicaragua."

Sistema de construcción avanzada



EMMEDUE representa la nueva generación de los Sistemas constructivos de paneles aligerados con poliestireno expandido y malla electrosoldada espacial, a los que originalmente se les denominó "Panel W". EMMEDUE, logra la optimización estructural del sistema a través de innumerables estudios de laboratorio, realizados en prestigiosas instituciones de investigación, tales como: el Laboratorio de Estructura de la Pontificia Universidad Católica del Perú, La Universidad Politécnica de Cataluña de España, El Centro Experimental de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Panamá, El Centro Europeo de Entrenamiento e Investigación en Ingeniería Sísmica, entre otros.

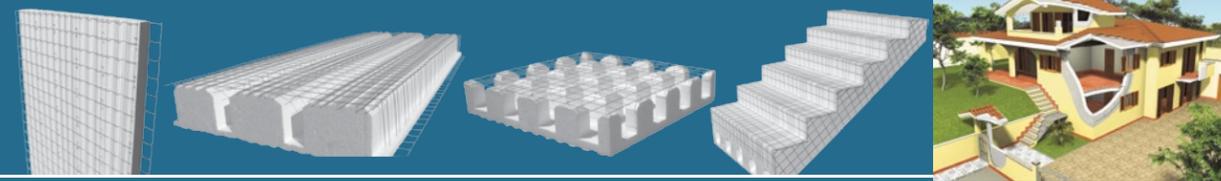
Todos estos estudios, han llevado a la conclusión de que el sistema EMMEDUE, posee una alta redundancia estructural, lo que se debe interpretar como una alta reserva estructural, por lo cual es capaz de soportar las acciones de sismos severos, sin degradarse estructuralmente. En la práctica, se ha comprobado el buen comportamiento sismo-resistente, en construcciones con el sistema que han estado sometidas a terremotos de alta magnitud, como los ocurridos recientemente en Perú y Chile. En Nicaragua, durante los eventos del mes de Abril del 2014, también se pudo comprobar el buen comportamiento que tuvieron las obras realizadas con EMMEDUE.

Considerando las bondades sismo-resistentes de EMMEDUE, nos queda a los profesionales del diseño y la construcción en Nicaragua, profundizar sobre el Estudio Estructural del Sistema, así como en la optimización de los procesos constructivos, para garantizar construcciones más seguras y económicas en un país con tantas necesidades y amenazas naturales.

Ing. Msce. Julio César Maltez Montiel

EMMEDUE

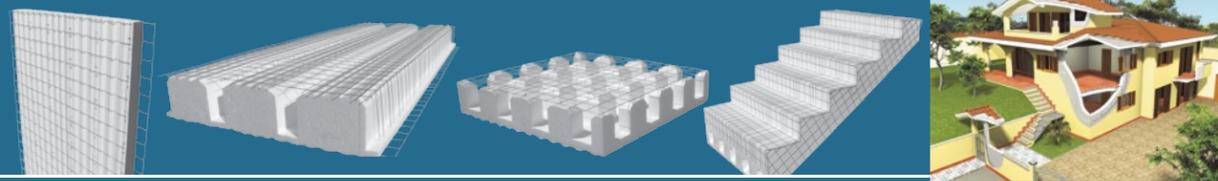
Sistema de construcción avanzada



INDICE

INTRODUCCIÓN	5
PARTE I: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO	6
1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PANELES EMMEDUE	7
2. MATERIALES COMPONENTES	7
2.1 NÚCLEO CENTRAL	7
2.2 ACERO DE REFUERZO	7
2.3 MICRO-CONCRETO	7
3. CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS EMMEDUE	7
3.1 PANEL PARA MURO ESTRUCTURAL	7
3.2 PANEL DOBLE PARA MURO ESTRUCTURAL	10
3.3 PANEL PARA LOSAS ESTRUCTURALES	10
3.4 PANEL ESCALERA	11
3.5 PANEL DESCANSO	12
3.6 MALLAS DE REFUERZO	13
4. PROPIEDADES Y VENTAJAS DEL SISTEMA DE PANELES EMMEDUE	15
5. USOS DEL PANEL	16
6. RESUMEN DE RESULTADOS SIGNIFICATIVOS DE ENSAYOS	17
6.1 COMPRESIÓN CENTRADA Y EXCÉNTRICA	17
6.2 FLEXIÓN SIMPLE	17
6.3 ESFUERZO DE CORTE DIRECTO	17
6.4 ENSAYO DE CARGA HORIZONTAL CONTENIDA EN EL PLANO	17
6.5 ENSAYO DE IMPACTO BLANDO	18
6.6 ENSAYO DE IMPACTO DURO	18
6.7 ENSAYO DE CARGA VERTICAL EXCÉNTRICA	18
6.8 ENSAYOS SÍSMICOS	18
6.9 ENSAYO DE SEPARACIÓN DE SOLDADURAS	18
6.10 ENSAYO DE PERMEABILIDAD A LA INTEMPERIE	18
6.11 ENSAYO DE RESISTENCIA AL DESARROLLO DE HONGOS	18
6.12 RESISTENCIA AL FUEGO	18
6.13 IMPACTOS BALÍSTICOS	19
6.14 CATÁLOGO DE ENSAYOS Y SUS NORMATIVAS	19
PARTE II: PROCESO CONSTRUCTIVO	21
7. ETAPAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO	22
7.1 TRABAJOS PRELIMINARES	22
7.2 FUNDACIONES	22
7.3 ANCLAJES EN VIGA DE CIMENTACIÓN (HILERA EXTERIOR)	23
7.4 MONTAJE Y ARMADO DE PAREDES	24
7.5 ANCLAJES EN VIGA DE CIMENTACIÓN (HILERA INTERIOR)	26
7.6 COLOCACIÓN DE PANELES DE LOSA Y ARMADURA DE REFUERZO	27
7.7 LANZADO DE MORTERO Y REVOCADO DE PANELES DE PARED	28
7.8 COLADO DE CONCRETO EN CAPA DE COMPRESIÓN DE LA LOSA	29
7.9 LANZADO DE MORTERO EN LA CARA INFERIOR DE LA LOSA	29

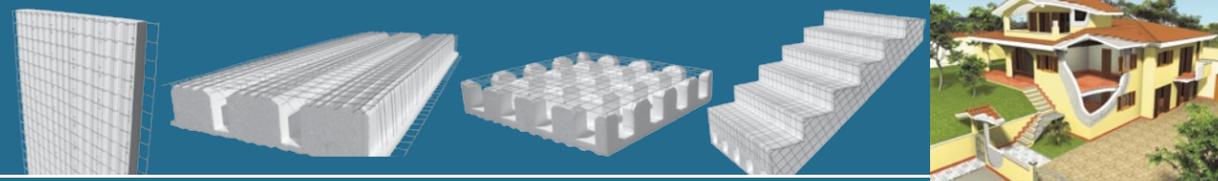
Sistema de construcción avanzada



7.10 RECOMENDACIONES PARA ACABADOS	30
7.11 RECOMENDACIONES PARA INSTALACIONES HIDROSANITARIAS/ELÉCTRICAS	31
7.12 RECOMENDACIONES COMPLEMENTARIAS PARA EL MORTERO DE CEMENTO	31
7.13 EQUIPOS UTILIZADOS	35
7.14 EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS MÁS UTILIZADOS EN EL PAÍS	38
PARTE III: DETALLES TÍPICOS ESTRUCTURALES	42
8. UNIONES Y FIJACIONES DE PANELES	42
8.1 Unión de paneles en muros perpendiculares (planta).	42
8.2 Unión de paneles en esquina (planta).	42
8.3 Fijación de panel de pared a cimiento corrido: elevación.	42
8.4 Fijación de panel de pared a cimiento corrido: planta.	43
8.5 Unión lineal de paneles (planta).	43
8.6 Detalle de coronación de panel.	43
8.7 Colocación de refuerzo en vanos de ventana.	44
8.8 Colocación de refuerzo en vanos de puerta.	44
8.9 Detalle típico de unión losa con panel PSME de pared interna: Elevación.	45
8.10 Unión de paneles en cruz (planta).	45
8.11 Unión de paneles de techo en cumbrera.	46
8.12 Unión de paneles de techo con pared exterior.	46
8.13 Unión de losa plana de techo con panel PSME.	46
8.14 Detalle de gradas de entrepiso.	47
8.15 Detalle unión escalera a cimiento corrido.	47
8.16 Detalle escalera en descansos.	47
8.17 Detalle de unión panel en losa de entrepiso: pared exterior.	48
8.18 Detalle de unión de paneles en losa de entrepiso: pared interior.	48
8.19 Detalle de unión de paneles dobles en esquina (planta).	49
8.20 Detalle de unión muros perpendiculares, paneles dobles (planta).	49
PARTE IV: AYUDAS DE DISEÑO	51
9. Hipótesis, Ejemplos, Cálculos de Resistencia,...	51
9.1 HIPÓTESIS GENERALES DE COMPORTAMIENTO	51
9.2 EJEMPLOS DE DISEÑO	51
9.3 RESIDENCIA DE UNA PLANTA (90 m ²)	51
9.4 RESIDENCIA DE DOS PLANTAS	60
9.5 CÁLCULO APROXIMADO DE MUROS Y LOSAS DE PANELES ESTRUCTURALES EMMEDUE	66
9.6 VIVIENDA UNIFAMILIAR 44 m ² .	67
9.7 USO DE LA HOJA DE CÁLCULO COMO AYUDAS DE DISEÑO	70
9.8 DISEÑO DE LOSAS	76
PARTE VI: "OBRAS EJECUTADAS EN NICARAGUA"	82

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada



INTRODUCCIÓN

En Nicaragua se pretende construir estructuras seguras, que satisfagan las diversas necesidades de resistencia ante cualquier evento catastrófico. Es por ello, que se ofrecen sistemas constructivos, que minimicen los efectos causados por un sismo o terremoto. En este documento se presentan las especificaciones de diseño y construcción del "Sistema Constructivo de paneles EMMEDUE".

Los paneles que conforman este sistema están compuestos de poliestireno expandido, cubierto por una malla de acero de alta resistencia en cada una de sus caras, unidas entre sí por conectores de acero de igual resistencia. La principal finalidad del sistema es proveer paneles modulares prefabricados, que además de ahorrar tiempo en la construcción y mano de obra, logren obtener en un solo elemento funciones estructurales auto-portantes, simplificando la ejecución, obteniendo alta capacidad de aislamiento térmico y acústico, al igual que gran versatilidad de formas y acabados.

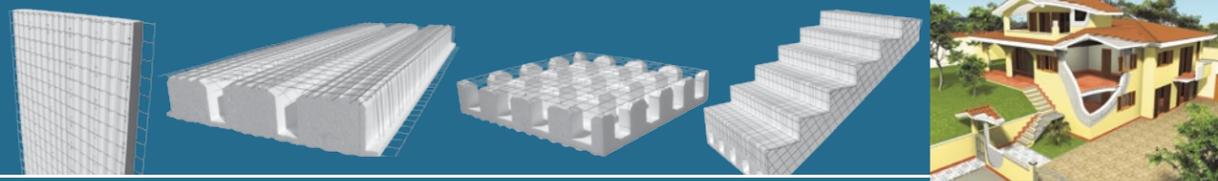
La ventajas fundamental de este sistema, es que presenta un comportamiento adecuado ante sollicitaciones sísmicas; por eso se afirma que forma un sistema sismo-resistente. Este comportamiento se debe a la acción conjunta de todos los elementos estructurales (paneles) al momento del sismo. Esta característica lo hace atractivo para implementarlo como sistema constructivo en nuestro país altamente sísmico.

Esta tecnología de paneles EMMEDUE ha sido implementada en países de alto riesgo sísmico como México, Chile, Bolivia y Venezuela, entre otros, que desde 1984 aproximadamente la emplean en la construcción de innumerables proyectos de vivienda, comerciales e industriales.

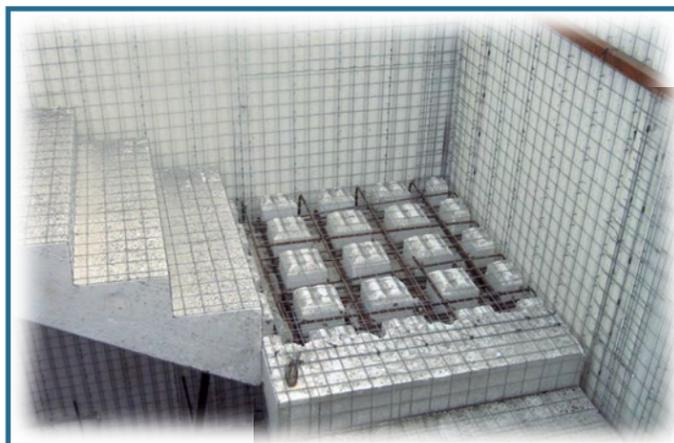
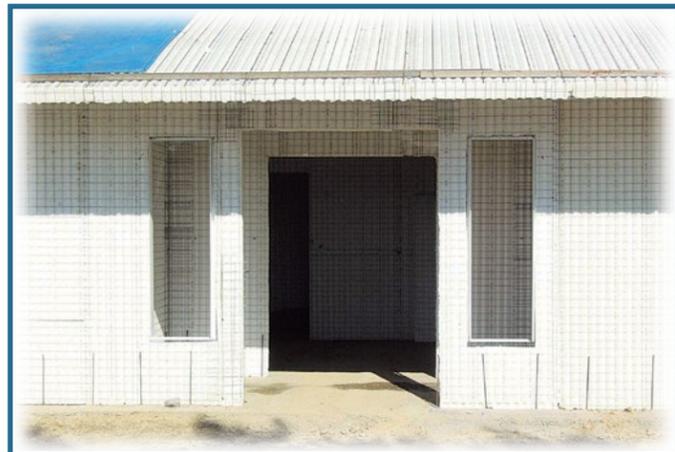
Esta tecnología de paneles EMMEDUE, es producida actualmente en 35 plantas industriales en diferentes países de todos los continentes: Colombia, España, Italia, Irlanda, Portugal, Rusia, Estados Unidos, México, Angola, Costa Rica, Panamá, Venezuela, República Dominicana, Argentina, Egipto, Nigeria, Mozambique, Eritrea, Argelia, Arabia Saudita, Irán, Irak, Libia, Turquía, Filipinas, Malasia, Bolivia, Perú, Marruecos, Australia y la nueva planta instalada en Nicaragua.

A partir de enero de 2011 fue introducido este sistema en el país, alcanzando gran notoriedad y aceptación en el medio estructural, ya que se ha comprobado su eficiencia estructural a través de ensayos mecánicos en laboratorios y universidades de prestigio a nivel mundial.

En Nicaragua existen diversas edificaciones construidas con este sistema, como: Residencial Las Delicias, Residencial Monte Cielo, viviendas unipersonales, etc.

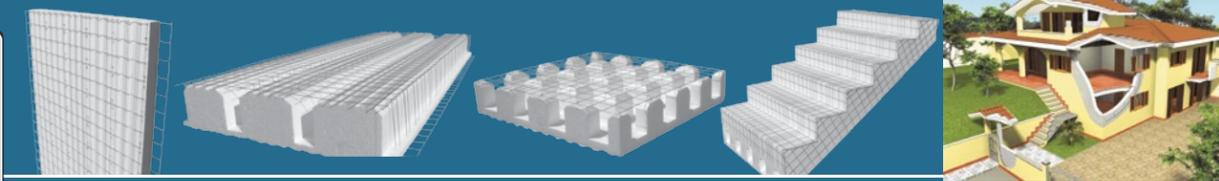


PARTE I: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO



Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada



1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PANELES EMMEDUE

El sistema de paneles EMMEDUE es un innovador sistema constructivo sismo resistente licenciado por EMMEDUE® (Italia), basado en un conjunto de paneles estructurales de poliestireno expandido ondulado, con una armadura básica adosada en sus caras, constituida por mallas de acero galvanizado de alta resistencia, vinculadas entre sí por conectores de acero electro-soldados.

Estos paneles colocados en obra según la disposición arquitectónica de muros, tabiques y losas, son completados "in situ", mediante la aplicación de micro-concreto, a través de dispositivos de impulsión neumática. De esta manera, los paneles conforman los elementos estructurales de cerramiento vertical y horizontal de una edificación, con una capacidad portante que responde a las solicitaciones de su correspondiente cálculo estructural.

La modularidad del sistema, favorece una absoluta flexibilidad de proyecto y un elevado poder de integración con otros sistemas de construcción. A la vez, la simplicidad de montaje, extrema ligereza y facilidad de manipulación del panel, permiten la ágil ejecución de cualquier tipología de edificación para uso habitacional, industrial o comercial.

2. MATERIALES COMPONENTES

2.1 NÚCLEO CENTRAL

Es el alma de poliestireno expandido, no tóxico, auto extinguido, químicamente inerte, densidad 13 Kg/m³ y morfología variable, según modelo. Una de sus ventajas es que evita el paso del agua y la humedad, creando además una barrera térmica que evita la condensación en muros. Los espesores de los núcleos varían desde 40 mm hasta 400 mm.

2.2 ACERO DE REFUERZO

La malla electro-soldada, esta compuesta por alambres lisos de acero galvanizado, calibre 14, colocada en ambas caras del alma de poliestireno, unidas entre sí por conectores del mismo material, con similares características.

Actualmente, se están fabricando mallas que forman una cuadrícula de 80 x 80 mm, 95 x 100 mm. El diámetro de estas varías van desde 2.00 mm hasta 2.40 mm. El esfuerzo mínimo de fluencia del acero utilizado para las mallas es: Fy=6120.00 Kg/cm². Los paneles llevan integrado 60 conectores por m² de diámetro Ø 3.00 mm.

2.3 MICRO-CONCRETO

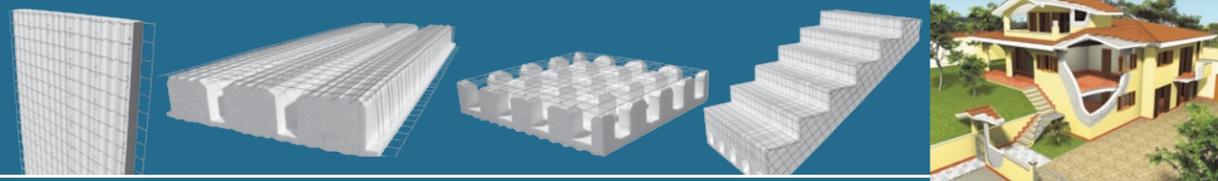
Como revoque de los paneles, se utiliza un micro-concreto o mezcla de cemento, agua, material cero y arena, en proporción 1:2.5:2.5 - 1:CEMENTO, 2.5:ARENA, 2.5 MATERIAL CERO (en caso de usar arena del banco de Motastepe, en Managua) con una resistencia mínima a la compresión de f'c=140 Kg/cm² (2000 psi), con espesor en cada cara del panel de 1" o 2.50 cm para el caso de paredes. Además, se debe aplicar fibra de polipropileno (Sikafiber-1.50 Lbs/m³). Una vez revocadas, las superficies se mantienen continuamente húmedas al menos por 7 días.

3. CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS EMMEDUE

Se describen a continuación las distintas tipologías de paneles EMMEDUE, los relativos campos de aplicación junto con sus medidas estándar y los accesorios complementarios. Pueden ser realizados paneles de medidas y espesores especiales, con base a la exigencia requerida por el cliente.

3.1 PANEL PARA MURO ESTRUCTURAL

El panel para muro estructural, se utiliza en construcciones de 4-6 pisos como máximo, incluso en

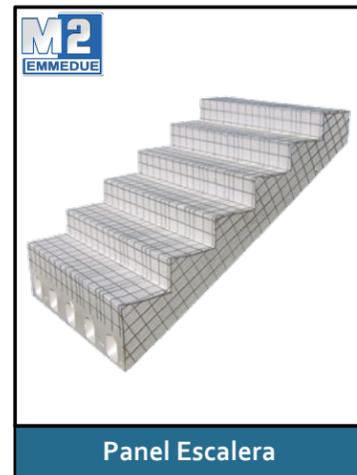


MANUAL TÉCNICO "SISTEMA CONSTRUCTIVO EMMEDUE"

zonas sísmicas. Además, en entrepisos y en losas de cubierta con luces hasta 5 m. En estos casos, debe considerarse la incorporación de acero de refuerzo adicional, según los cálculos efectuados. A la vez se debe considerar un espesor mayor de concreto estructural, en la cara superior (4 a 6 cm).

La sección típica es la que se muestra en la figura siguiente. Se comercializan cuatro tipos de paneles, según el tipo de cuadrícula que forma la malla estructural.

Figura No.1: Tipos de paneles EMMEDUE



A través de ensayos de laboratorios, se han obtenido las características térmicas de muros confeccionados con esta tecnología, las cuales se presentan en la tabla a continuación.

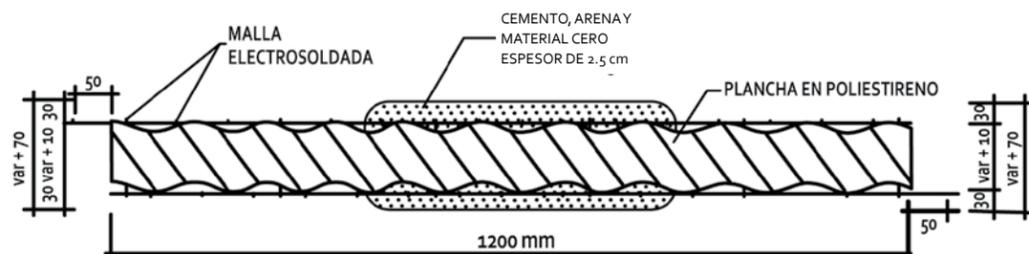
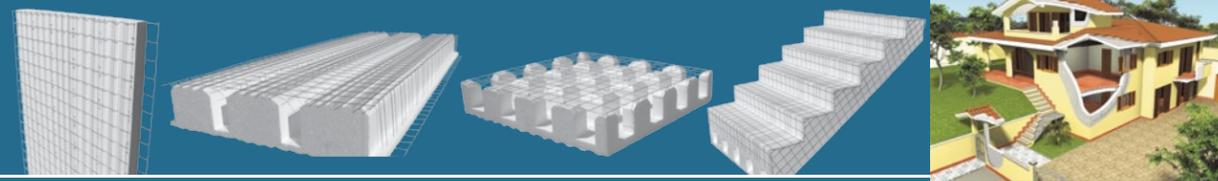


Figura No.2: Sección típica panel para muro estructural

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada



MANUAL TÉCNICO "SISTEMA CONSTRUCTIVO EMMEDUE"

Tipo de panel	Espesor de la pared terminada (cm)	Coefficiente de aislamiento térmico Kt (W/m ² °K)* (entre paréntesis los valores para conectores en acero inoxidable)	Resistencia al fuego REI	Índice de aislamiento acústico
PSME40	11	0.947 (0.852)		41
PSME60	13	0.713 (0.618)		
PSME80	15	0.584 (0.489)	150	41

Tabla No.1: Características térmicas de algunos tipos de muros estructurales con tecnología EMMEDUE

Panel superior para muro estructural (PSME)

Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero transversal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm (60 unidades por m ²)
Tensión característica de fluencia	Fy > 6120 Kg/cm ²
Tensión característica de rotura	Fu > 6935 Kg/cm ²
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m ³
Espesor de la plancha de poliestireno	Variable (de 40 a 400 mm)
Espesor de la pared terminada	Variable (espesor poliestireno + 70 mm)

Tabla No.2: Características técnicas del panel PSME

Panel Premium para muro estructural (PPME)

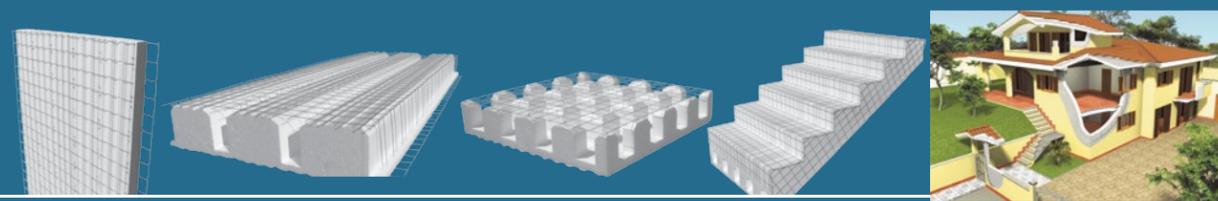
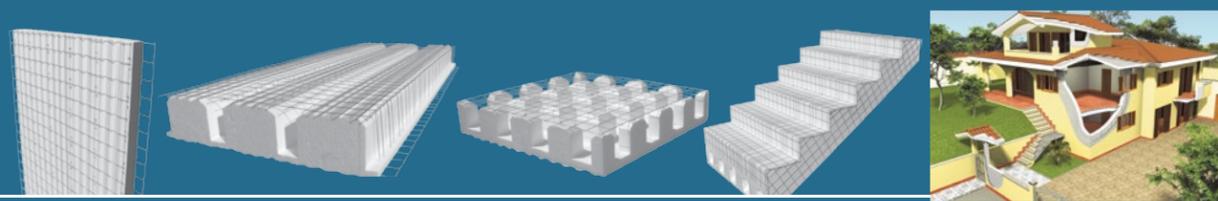
Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	Φ 2.30 mm cada 95 mm
Acero transversal	Φ 2.30 mm cada 100 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm (60 unidades por m ²)
Tensión característica de fluencia	Fy > 6120 Kg/cm ²
Tensión característica de rotura	Fu > 6935 Kg/cm ²
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m ³
Espesor de la plancha de poliestireno	Variable (de 40 a 400 mm)
Espesor de la pared terminada	Variable (espesor poliestireno + 70 mm)

Tabla No.3: Características técnicas del panel PPME

Panel estándar para muro estructural (PEME)

Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	Φ 2.00 mm cada 95 mm
Acero transversal	Φ 2.00 mm cada 100 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm (60 unidades por m ²)
Tensión característica de fluencia	Fy > 6120 Kg/cm ²
Tensión característica de rotura	Fu > 6935 Kg/cm ²
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m ³
Espesor de la plancha de poliestireno	Variable (de 40 a 400 mm)
Espesor de la pared terminada	Variable (espesor poliestireno + 70 mm)

Tabla No.4: Características técnicas del panel PEME



3.2 PANEL DOBLE PARA MURO ESTRUCTURAL

Se utiliza en la construcción de edificios. Comparado con el panel simple para muro estructural, el panel doble tiene una particularidad muy útil, es la posibilidad de incluir concreto estructural para formar una celda altamente reforzada, capaz de brindar resistencia para solicitaciones de cargas elevadas.

Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero transversal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm (60 unidades por m ²)
Tensión característica de fluencia	Fy>6120Kgf/cm ²
Tensión característica de rotura	Fu>6935 Kgf/cm ²
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m ³
Coefficiente de aislamiento térmico para PL3	Kt<0.376 W/m ² *K (0.281 para conectores en acero inoxidable)
Espesor de la pared terminada	I > 38 dB en 500 Hz

Tabla No.5: Características técnicas del panel doble para muro estructural

3.3 PANEL PARA LOSAS ESTRUCTURALES

Los paneles para losas estructurales con nervaduras, son utilizados en la realización de losas y cubiertas de edificios, colocándose acero de refuerzo en las aberturas de las nervaduras correspondientes, posterior el vaciado de concreto, en la capa superior del panel y la proyección del mortero estructural, en la capa inferior.

La resistencia mínima a compresión del concreto es: f'c=210 Kg/cm² y el mortero f'm=140 Kg/cm².

Estos paneles, representan una solución óptima para losas y cubiertas importantes (con una luz máxima de 9.50 m), la secuencia del montaje debe ser optimizada (es posible la utilización de nervaduras pre-hormigonadas en obra, que le den rigidez).

Se comercializan tres tipos de paneles para losas, según el número de nervaduras. Sencilla, doble y triple. Las características del acero de las mallas electro-soldadas son las mismas para todos los tipos y éstas se resumen en la siguiente tabla.

Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero transversal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm (60 unidades por m ²)
Tensión característica de fluencia	Fy>6120Kgf/cm ²
Tensión característica de rotura	Fu>6935 Kgf/cm ²
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m ³
Coefficiente de aislamiento térmico para PL3	Kt<0.376 W/m ² *K (0.281 para conectores en acero inoxidable)
Índice de aislamiento acústico	I > 38 dB en 500 Hz

Tabla No.6: Características técnicas del panel para losa estructural con nervaduras.

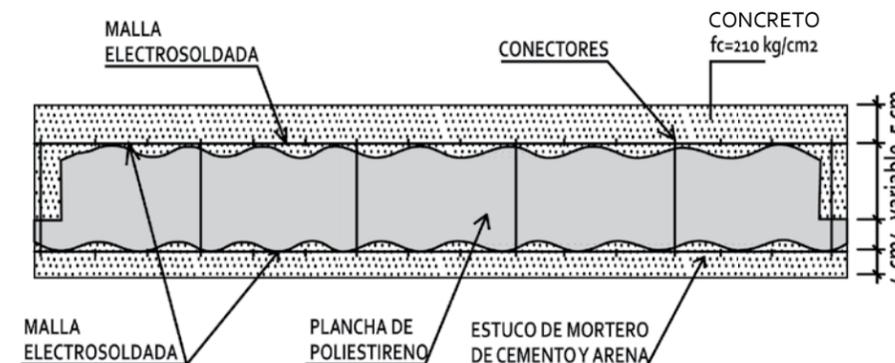
La sección típica de estos paneles se representa en las figuras siguientes:

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada

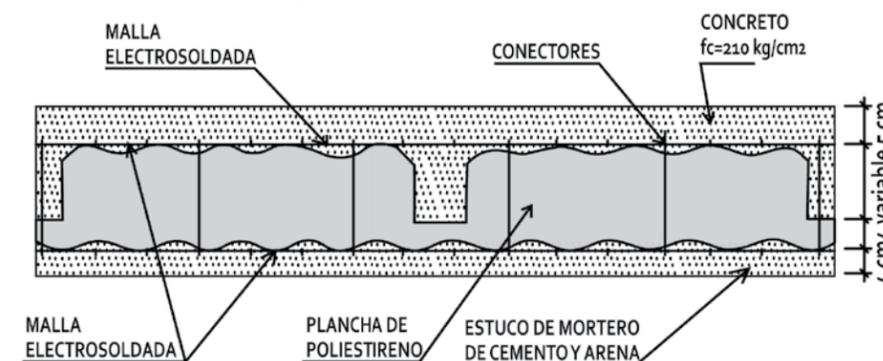
Panel losa con una nervadura para armado de viga (PL1).

Figura No.3: Sección típica panel para muro estructural PL1



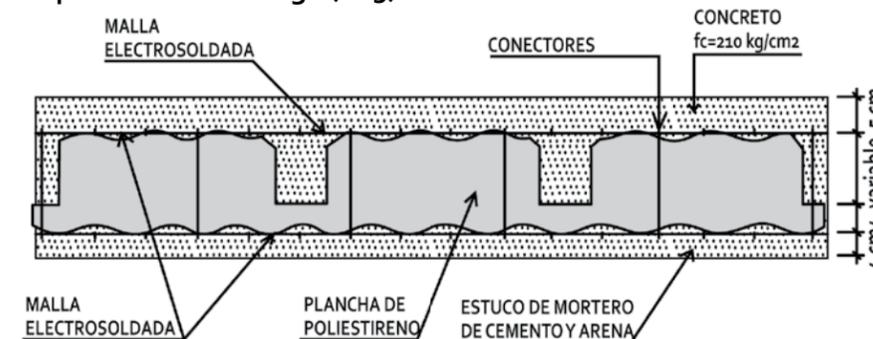
Panel losa con dos nervaduras para armado de viga (PL2).

Figura No.4: Sección típica panel losa estructural PL2



Panel losa con tres nervaduras para armado de viga (PL3).

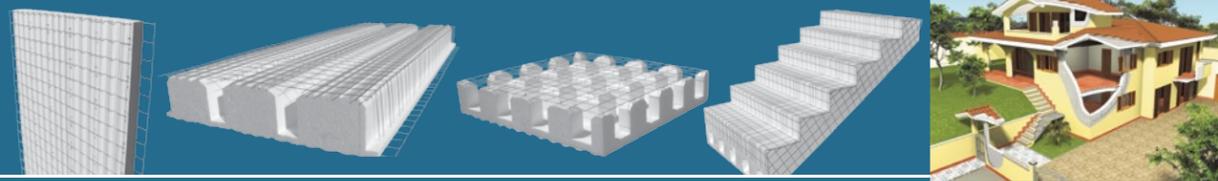
Figura No.5: Sección típica panel losa estructural PL3



3.4 PANEL ESCALERA

Este panel está constituido por un bloque de poliestireno expandido, perfilado en planchas, cuya dimensión está sujeta a las exigencias proyectadas y armado con una doble malla de acero ensamblada, unida al poliestireno, por medio de numerosas costuras con conectores de acero, soldados por electro-fusión.

El panel, es armado con la inserción de viguetas, con barras nervadas en los espacios dispuestos, que sucesivamente son llenados con hormigón. Este panel, es usado para la realización de rampas, con una luz libre de hasta 6 m. Los tipos de paneles, se clasifican según la cantidad de aberturas proyectadas.



Malla de acero galvanizado PE1, PE2, PE3 y PE4	
Acero longitudinal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero transversal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm
Tensión característica de fluencia	Fy > 6120 Kg/cm ²
Tensión característica de rotura	Fu > 6935 Kg/cm ²
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m ³
Resistencia al Fuego REI	120 (Ensayo realizado en la universidad de Santiago de Chile)

Tabla No.7: Características técnicas del panel para escalera estructural

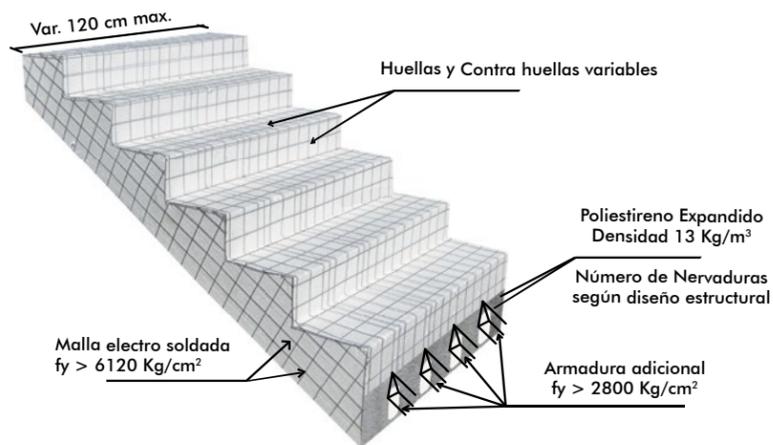


Figura No.6: Panel para escalera estructural

3.5 PANEL DESCANSO

El panel descanso es el complemento ideal del panel escalera. Está formado por un bloque de poliestireno expandido, con ranuras en dos sentidos para la instalación de la armadura de refuerzo, según cálculo, de acuerdo a los requerimientos del diseño. Se completa el panel, con malla electro-soldada en las caras superior e inferior, unidas mediante conectores de acero de alta resistencia, soldados por electro-fusión. Se finaliza la estructura rellenando con hormigón los espacios habilitados para el refuerzo estructural y alcanzando el espesor correspondiente a la carpeta de compresión.

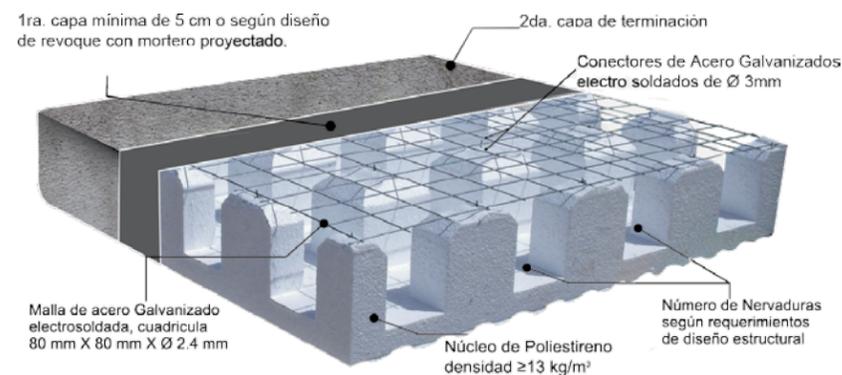
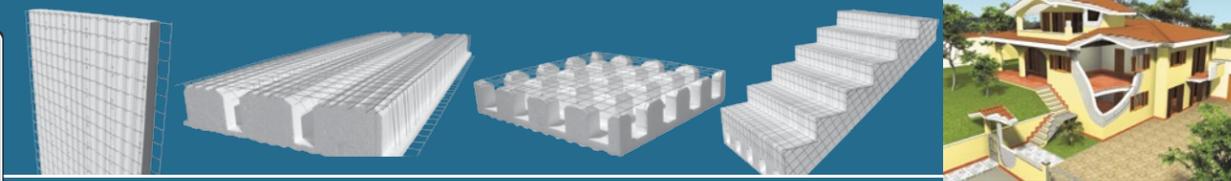


Figura No.7: Panel descanso

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada



Malla de acero galvanizado PD1, PD2, PD3 y PD4	
Acero longitudinal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero transversal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm
Tensión característica de fluencia	Fy > 6120 Kg/cm ²
Tensión característica de rotura	Fu > 6935 Kg/cm ²
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m ³
Resistencia al Fuego REI	120 (Ensayo realizado en la universidad de Santiago de Chile)

Tabla No.8: Características técnicas del panel descanso (continuación).

3.6 MALLAS DE REFUERZO

La malla de refuerzo es confeccionada con acero galvanizado y trefilado, y su diámetro es de 2.4 mm, se utiliza para reforzar vanos y encuentros en ángulo entre paneles, dando continuidad a la malla estructural. Se fijan al panel con amarres de alambres de acero o grapas.

Mallas angulares MRA

Refuerza las uniones en las esquinas, en intersecciones de pared con pared, pared con losa, a lo interno y externo.

Cantidad necesaria: 4 unidades por esquina (dos internas y dos externas).

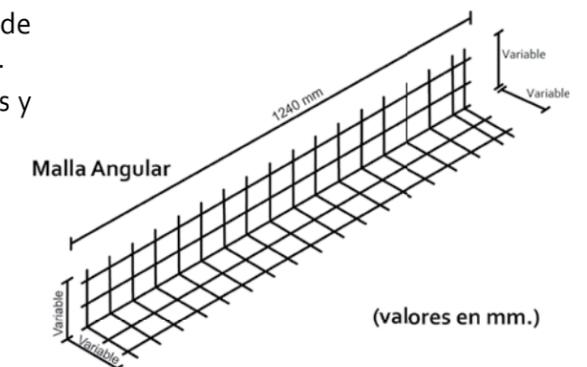


Figura No.8: Malla angular MRA

LISTADO DE MALLAS ANGULARES			
Tipo	Dimensiones (mm)	Separación acero (mm)	Diámetro acero (mm)
MRA (1)	150 x 150 x 1240	80 mm x 80 mm	2.40
MRA (2)	200 x 200 x 1240	80 mm x 80 mm	2.40
MRA (3)	250 x 250 x 1240	80 mm x 80 mm	2.40

Tabla No.9: Características técnicas de mallas angulares

Mallas planas MRP

Estas refuerzan (a 45°) los vértices de vanos. Se utilizan para reconstruir mallas cortadas y eventuales empalmes entre paneles. Las cantidades a usar son: 2 unidades por puerta, y por ventanas, 4 unidades.

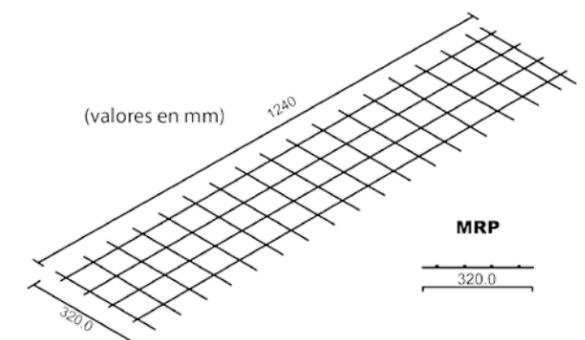
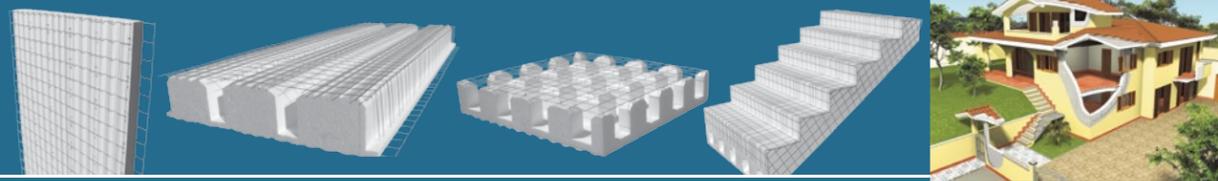


Figura No.9: Malla plana MRP



LISTADO DE MALLAS PLANAS			
Tipo	Dimensiones (mm)	Separación acero (mm)	Diámetro acero (mm)
MRA (1)	240 x 1240	80 mm x 80 mm	2.40
MRA (2)	320 x 1240	80 mm x 80 mm	2.40

Tabla No.10: Características técnicas de mallas planas

Mallas U MRU-P:

Reconstruyen la continuidad de los paneles, al costado de las puertas y ventanas. También, se utiliza en todo borde libre que necesite reforzamiento.

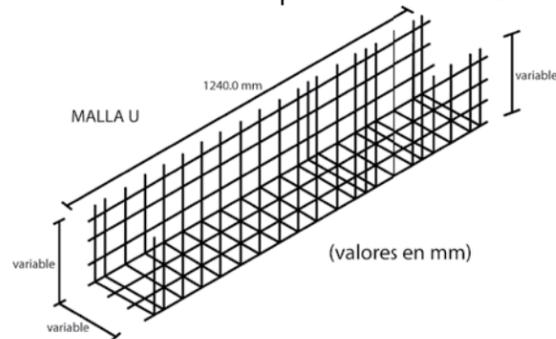


Figura No.10: Malla U MRU-P

LISTADO DE MALLAS TIPO "U"			
Tipo	Dimensiones (mm)	Separación acero (mm)	Diámetro acero (mm)
MRU-P40	175 x 50 x 175 x 1240	80 mm x 80 mm	2.40
MRU-P60	165 x 70 x 165 x 1240	80 mm x 80 mm	2.40
MRU-P80	155 x 90 x 155 x 1240	80 mm x 80 mm	2.40
MRU-P100	185 x 110 x 185 x 1240	80 mm x 80 mm	2.40

Tabla No.11: Características técnicas de mallas tipo U

Reconstituye malla de paneles. Aplicaciones varias.

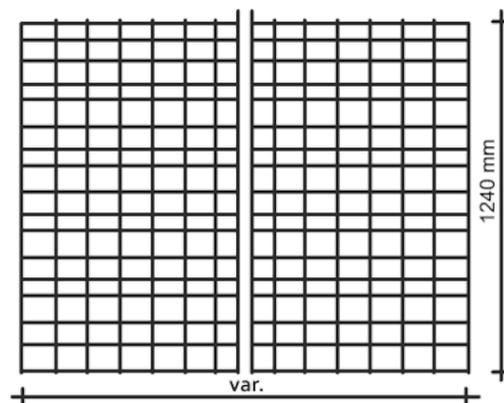
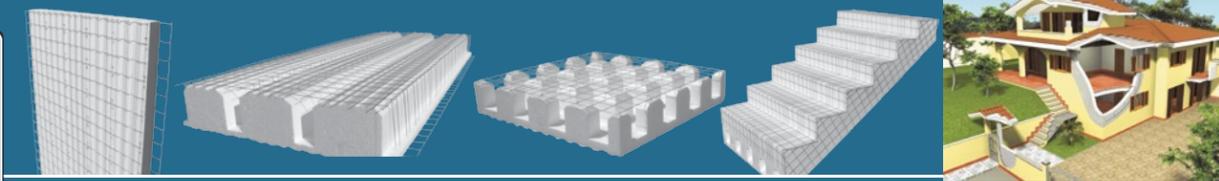


Figura No.11: Malla entera

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada



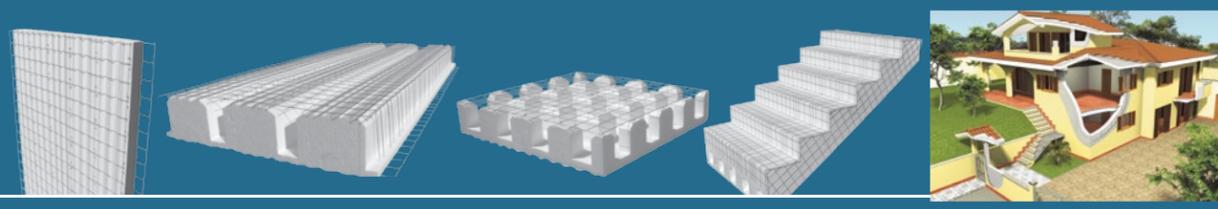
4. PROPIEDADES Y VENTAJAS DEL SISTEMA DE PANELES EMMEDUE

Entre las principales propiedades y ventajas del uso de este sistema constructivo, se encuentran:

- Alto aislamiento térmico y acústico.
- De fácil manejo, transporte y rápido de instalar.
- Elevada resistencia estructural, resistencia a ciclones y sismos.
- No requiere mano de obra especializada.
- Reduce los costos y el tiempo de ejecución.
- Gran durabilidad.
- Ahorro en cemento y partes estructurales, por ser más liviana la obra terminada
- Utilización integral de un mismo sistema constructivo.
- Apto para ser utilizado con los sistemas tradicionales.
- Elevada resistencia al fuego.
- Fácil y rápido montaje de instalaciones eléctricas y sanitarias.
- Paneles dimensionados en su longitud y espesor según sea pedido.
- Los paneles se empalman de manera monolítica.
- Capa de poliestireno de mayor densidad.
- Área de acero de refuerzo de mayor calibre.
- No requiere malla de unión para el empalme de los paneles, el panel EMMEDUE trae integrada una malla que sirve para darle continuidad a los paneles.
- No tiene límites en cuanto al espesor y alturas de paneles.
- Mayor variedad en paneles tales como: Escalera, losa de entrepiso, losa de techo en cualquier forma, descansos, paredes.
- La fábrica cuenta con maquinaria de última tecnología, con una capacidad de producción que supera los 1200 m² en un turno de 8 horas.
- Mejor precio que la competencia.

AISLAMIENTO ACÚSTICO APROXIMADO	dB
Muro de mampostería de 14 cm de espesor	40
Muro de mampostería de 28 cm de espesor	50
Mampostería de piedra de 60 cm de espesor	56
Muro de 10 cm con placas de yeso de 13 mm en cada lado (hueco)	30
Muro de 10 cm con placas de yeso de 16 mm en cada lado (hueco)	33
Concreto de 30 cm de espesor	57
Concreto de 25 cm de espesor	54
Concreto de 15 cm de espesor	50
Concreto de 12 cm de espesor	48
Concreto de 8 cm de espesor	45
Concreto de 4 cm de espesor	40
Losa de concreto 10 cm de espesor con loseta vinílica	45
Vidrio de 5mm (sellado eficazmente)	20

Tabla No.12: Niveles de aislamiento acústico según sistemas estructurales convencionales



5. USOS DEL PANEL

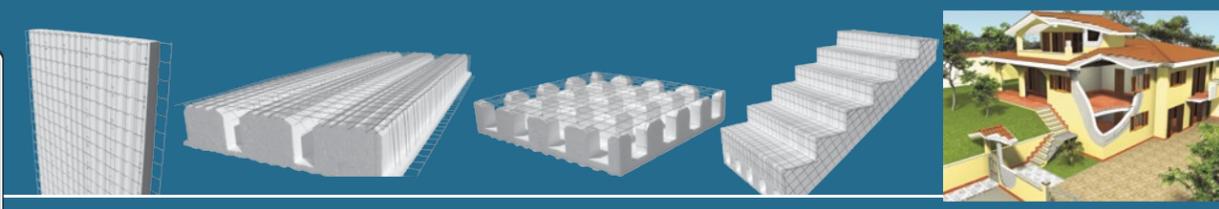
Los paneles estructurales se usan en construcciones de casas, ampliaciones de edificios, muros, losas, tabiquería, muros de contención, cúpulas esféricas, escaleras y otros.



Figura No.12: Aplicaciones del sistema constructivo EMMEDUE.

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada



6. RESUMEN DE RESULTADOS SIGNIFICATIVOS DE ENSAYOS

Se indican en esta sección, los resultados obtenidos en los ensayos mecánicos, realizados a los paneles estructurales.

6.1 COMPRESIÓN CENTRADA Y EXCÉNTRICA

Espesor panel (cm)	Altura panel (cm)	Carga lineal Máxima (Kgf/m)	
		Compresión Centrada	Compresión Excéntrica (con excentricidad 1/3 espesor total)
4	240	77,472	57,696
6	400	60,143	36,697
6	300	115,189	72,069
8	270	136,595	69,317

Tabla No.13: Resultados ensayos compresión centrada y excéntrica

6.2 FLEXIÓN SIMPLE

Los ensayos de flexión en general, han sido experimentados en diversas configuraciones, por lo que se indican los últimos momentos representativos de los paneles ensayados.

Espesor panel Poliestireno (cm)	Capa Compresión (cm)	Momento último (Kgf·m/m)
4	3	826
7	3	1,244
7	3	1,386 (con registro del esfuerzo último corte)
8	3	115,189

Tabla No.14: Resultados ensayos flexión simple

Flecha a la rotura= luz /100. (Tener en cuenta que la sustentación de la muestra es simplemente apoyada en los extremos, por lo que la deformación transversal no está restringida y la deflexión no es la propia del comportamiento de las placas a flexión).

6.3 ESFUERZO DE CORTE DIRECTO

Espesor panel Poliestireno (cm)	Espesor panel Terminado (cm)	Esfuerzo de Corte directo (Kg/cm ²)
4	10	15.30
8	15	13.00

Tabla No.15: Resultados ensayos corte directo

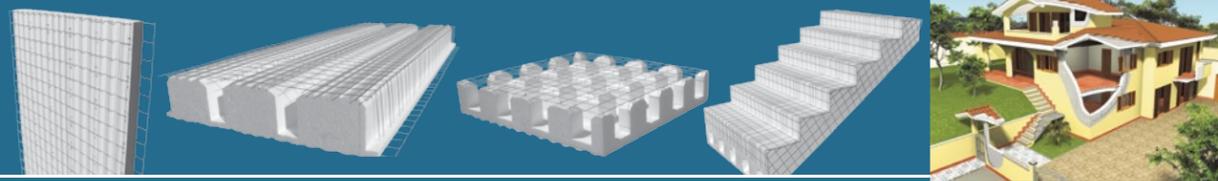
6.4 ENSAYO DE CARGA HORIZONTAL CONTENIDA EN EL PLANO

La capacidad de los paneles es tal, frente a esta solicitación, que los ensayos siempre se detienen por falla de los elementos de anclaje, demostrando que dichos valores son lo suficientemente altos, para indicar un comportamiento, altamente satisfactorio.

Espesor panel Poliestireno (cm)	Altura de panel (cm)	Resistencia (Kgf)
4	240	5,096 - 10,193

Tabla No.16: Resultados ensayo carga horizontal contenida en el plano

En ensayos de carga horizontal cíclica alternada, se han alcanzado valores de 35,677 Kgf en paneles con espesor de EPS de 4 cm.



6.5 ENSAYO DE IMPACTO BLANDO

Los paneles de 4 cm de espesor, han recibido impactos de 1250 joule (peso de 50 Kg con una altura de caída de 250 cm), recuperando las flechas instantáneas y sin presentar daño alguno, superando las exigencias reglamentarias.

6.6 ENSAYO DE IMPACTO DURO

Se muestra un excelente comportamiento del material, ante el impacto de una esfera de acero de 3.50 Kg, a una altura de 200 cm.

6.7 ENSAYO DE CARGA VERTICAL EXCÉNTRICA

Los paneles con núcleo de 4 cm de espesor de EPS han soportado, de acuerdo a normas, momentos flexores de 31 Kgf*m durante 24 horas, sin ningún tipo de consecuencia.

6.8 ENSAYOS SÍSMICOS

Se ha sometido a un prototipo de vivienda construido íntegramente con paneles (paredes, losas, escalera y cubierta) a aceleraciones horizontales de 10 m/s², con frecuencias variables incluyendo la propia de la estructura, sin registrarse ningún tipo de daño o fisuración.

Es importante indicar, que un sismo de norma para diseño en una zona de alto riesgo, implica aceleraciones horizontales del orden de 3.50 m/s².

6.9 ENSAYO DE SEPARACIÓN DE SOLDADURAS

Se verificó el cumplimiento de lo exigido por las normas UNI ISO 10-287 en concordancia con la resistencia de los puntos de soldadura. En todos los casos se halló, que dicha resistencia supera 2.26 veces como mínimo, la fuerza de comparación exigida por la norma.

- Carga de separación mínima de la serie de ensayos es igual a 170 Kgf
- Carga de comparación es igual a 75 Kgf

6.10 ENSAYO DE PERMEABILIDAD A LA INTEMPERIE

Los paneles han sido clasificados como "E" (la más alta valoración), por haber resistido las pruebas después de haber sido expuestos a lluvias de 140 mm/h con viento de 106 Km/h durante 24+ secado+ 72 horas.

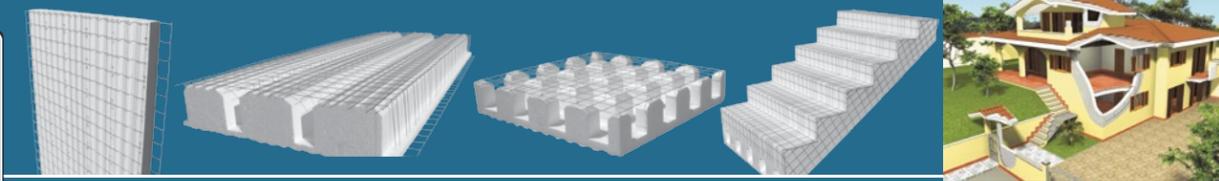
6.11 ENSAYO DE RESISTENCIA AL DESARROLLO DE HONGOS

Los resultados de estos ensayos, evidencian un mejor comportamiento de los parámetros Emmedue frente a las alternativas tradicionales, al verificarse el nivel 0 (sustratos libres de crecimiento de micro organismos) en los parámetros descritos, contra nivel 1 (micro organismos dispersos) en las muestras sobre mampostería tradicional.

6.12 RESISTENCIA AL FUEGO

Diversos ensayos han arrojado resultados consistentes respecto a la capacidad ignífuga de la tecnología Emmedue. Los aspectos esenciales de estos resultados son:

- 60 minutos a 2500 °C sin desprendimiento de vapores ni producción de llama (panel de 6 cm con 35 mm de mortero de cemento).
- Panel de 4 cm con 25 mm de mortero de cemento
- Nivel de resistencia al fuego
- Admisibilidad estructural = 241 min.
- Integridad = 241 min.
- Capacidad aislante = 172 min
- Ningún ensayo arrojó resultados inferiores a F90 (90 minutos de resistencia al fuego).



6.13 IMPACTOS BALÍSTICOS

En ningún caso los proyectiles provenientes de armas cortas han atravesado las placas de cualquier espesor, aun en calibres como .357 Magnum o .45 Auto. Lo mismo ocurre con proyectiles tipo Brenneke, calibre 12 (arma: Franchi SPAS). Distancia de tiro = 5.50m.

6.14 CATÁLOGO DE ENSAYOS Y SUS NORMATIVAS

En esta parte se indican las instituciones, universidades y laboratorios en los que se han practicado ensayos para la determinación de las características del sistema estructural EMMEDUE.

ESPAÑA – INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

- RESISTENCIA A CHOQUE DE CUERPO BLANDO
- ENSAYO DE COMPRESIÓN
- FUERZA HORIZONTAL LATERAL
- ENSAYO DE FLEXIÓN
- ENSAYO DE FLEXIÓN EN 3 PUNTOS
- ENSAYO DE FLEXIÓN EN 4 PUNTOS
- ENSAYO SOBRE CONJUNTO DE 2 PANELES
- ENSAYO DE RESISTENCIA A ESFUERZO CORTANTE EN LOS NUDOS
- ENSAYO SOBRE EL SISTEMA EN SU CONJUNTO: PÓRTICO

ESPAÑA – CENTRO DE ENSAYOS E INVESTIGACIÓN DEL FUEGO

- ESTABILIDAD AL FUEGO DE UN MURO BAJO CARGA
- ESTABILIDAD AL FUEGO DE UN LOSA BAJO CARGA

MÉXICO – INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL MORTERO DE CEMENTO

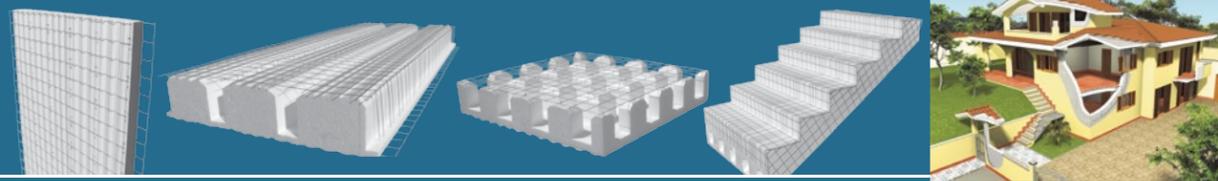
- ENSAYO DE COMPRESIÓN ASTM E72-80
- ENSAYO DE CORTE ASTM E519-81
- CARGA ESTÁTICA PARA RESISTENCIA AL CORTANTE DE MUROS PARA EDIFICIOS ASTM E564-86
- CARACTERÍSTICAS DE INFLAMABILIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN ASTM E84-87

CHILE – INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y ENSAYOS DE MATERIALES

- IMPACTO BLANDO NCH 804 EOF 71
- COMPRESIÓN EXCÉNTRICA NCH 801 EOF 71
- CARGA HORIZONTAL MONOTÓNICA Y CÍCLICA NCH 802 EOF 71
- LOSA APOYADA EN CUATRO BORDES
- RESISTENCIA AL FUEGO DE MURO NCH 935/1
- RESISTENCIA AL FUEGO DE LOSA NCH 935/1

AUSTRALIA – DEAKIN UNIVERSITY

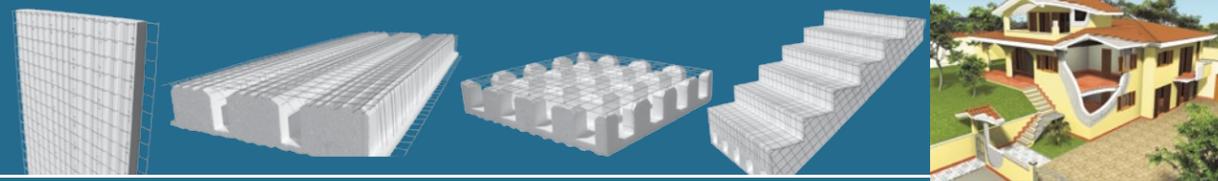
- WATER PERMEANCE TEST (Permeabilidad al agua exposición a la intemperie) ASTM E514-74
- ENSAYO DE FLEXIÓN POR PRESIÓN LATERAL



AIR BAG	s/ AS 3600
ENSAYO DE COMPRESIÓN	ASTM E72-80
AUSTRALIA – CONNELL WAGNER INSTITUTE	
ENSAYO DE FLEXIÓN	s/ AS 3600
AUSTRALIA – MELBOURNE UNIVERSITY – CIVIL ENGINEERING DEPT.	
COMPRESIÓN CENTRADA Y EXCÉNTRICA	
AUSTRALIA – CSIRO DIVISIÓN OF BUILDING CONSTRUCTION AND ENGINEERING	
RESISTENCIA AL FUEGO	AS 1530
PHILLIPINES - UNIVERSITY OF THE PHILLIPINES – BUILDING RESEARCH SERVICE	
ENSAYO DE COMPRESIÓN	ASTM E72-80
ENSAYO DE CORTE	ASTM E519-81
ITALIA – UNIVERSITA DI PERUGIA – FACOLTA DI INGEGNERIA	
ENSAYO DE COMPRESIÓN	
ENSAYO DE FLEXIÓN	
ENSAYO DE CORTE	
ENSAYO SÍSMICO	
ITALIA – UNIVERSITA DEGLI STUDI DI PADOVA – FACOLTA DI INGEGNERIA	
ENSAYO DE COMPRESIÓN	
ENSAYO DE FLEXIÓN	
ENSAYO DE CORTE	
ENSAYO DE TRACCIÓN DE MALLAS ELECTRO-SOLDADAS	
ENSAYO DE SEPARACIÓN DE SOLDADURA DE MALLAS	UNI ISO 10-287
ITALIA – INSTITUTO GIORDANO	
ENSAYO DE TRANSMITANCIA TÉRMICA UNITARIA	ASTM C 236
ENSAYO DE CAPACIDAD FONÓ-AISLANTE	
ENSAYO DE RESISTENCIA AL FUEGO	CIRC. 91
ENSAYO DE IMPACTO BLANDO	ICITE 3.1.2.1.
CARGA VERTICAL EXCÉNTRICA	

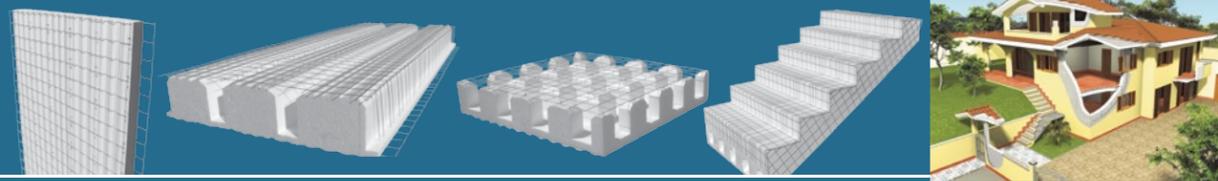
Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada



PARTE II: "PROCESO CONSTRUCTIVO"





PARTE II: PROCESO CONSTRUCTIVO

7. ETAPAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

7.1 TRABAJOS PRELIMINARES

1. Limpieza inicial del sitio de trabajo.
2. Planificación de los lugares y superficies en el sitio de trabajo disponibles, para las actividades propias del proceso productivo: almacenaje de materiales; circulación de maquinaria, vehículos y personal; oficinas técnicas y administrativas; equipos y herramientas; caseta de seguridad y otros.
3. Definición de la forma de almacenaje de los paneles, mallas y aceros de refuerzo.

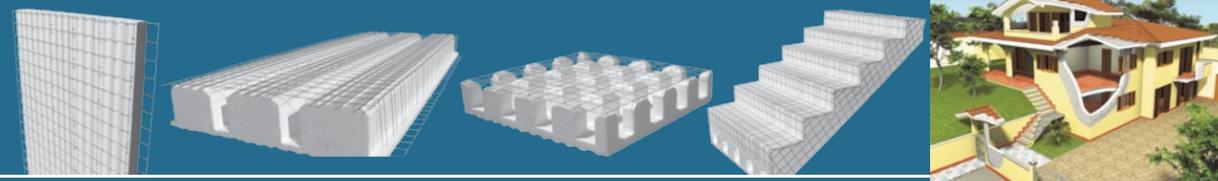
Se recomienda que estos materiales sean almacenados en lugares cubiertos, libres de humedad. Es conveniente la elaboración de un plan, que permita la ubicación e identificación rápida de los distintos tipos de paneles a utilizar en la obra.

7.2 FUNDACIONES

1. Verificar la nivelación del terreno y establecer un registro de la conformidad.
2. Verificar la resistencia del suelo especificada. Si la calidad del suelo no es apropiada, se puede hacer una reposición del suelo con material granular compactado, hasta alcanzar una capacidad admisible, según diseño ($q_{adm} \geq 0.5 \text{ Kg/cm}^2$). Recomendación: utilizar suelo cemento. Suelo: mezcla de 70 % de material arenoso con 30% de suelo limoso; realizar previamente la mezcla de los dos materiales en el sitio para luego incorporar el cemento portland y agua, la dosificación es de 3 sacos de cemento por metro cúbico suelto, de la mezcla de suelo.
3. Replantar todo el proyecto en el terreno, mediante el empleo de equipo topográfico, utilizando estacas.
4. Elaborar el plan de colado de fundaciones. Establecer, al menos 10 días antes de la fundición, un plan involucrando: volumen requerido, resistencia especificada, período u horario de fundición, recursos de apoyo a la fundición, aspectos contingenciales y otros.
5. Colocar niveletas de madera: Instalar las niveletas de madera al inicio y fin de cada eje, verificando que no queden dentro del área de excavación. En los caballetes, se debe colocar un clavo 1 1/2" para tensar lienzas y así demarcar los ejes.
6. Marcar las fajas para excavación de las vigas: Utilizando cal (o cualquier material compatible) dibujar líneas sobre el suelo de la plataforma, para marcar las zonas de excavación.
7. Excavar las vigas de cimentación: Realizar manualmente la excavación, siguiendo la forma establecida en el diseño estructural.
8. Cortar y armar el acero de las vigas de cimentación: Cortar y doblar según los detalles y dimensiones establecidos en los planos estructurales. Se puede utilizar mallas electro-soldadas.
9. Verificar previo al hormigonado, ortogonalidad y fijación del encofrado, colocación y ubicación de armaduras, instalaciones hidrosanitarias y canalizaciones eléctricas.
10. Colar el concreto; Colar el concreto en base al plan de hormigonado y procedimiento de rutina. Utilizar concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (3000 psi).
11. Limpieza del área de trabajo.

Sistema de construcción avanzada

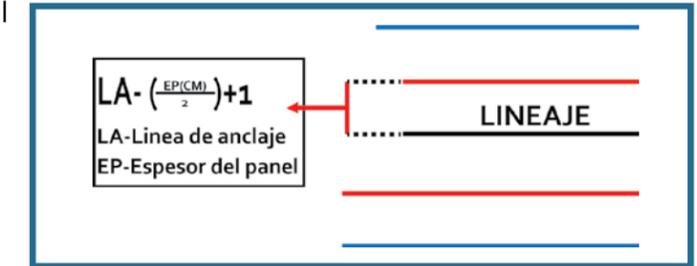
Sistema de construcción avanzada



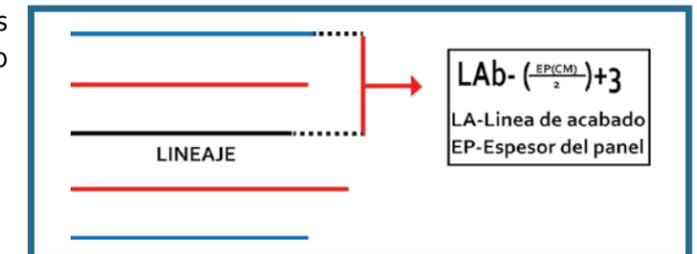
7.3 ANCLAJES EN VIGA DE CIMENTACIÓN (HILERA EXTERIOR)

1. Trazar líneas de anclaje de varillas sobre viga de Fundación: Se deberá realizar el replanteo y la señalización de los ejes principales, ejes de anclaje y ejes de acabado de pared, utilizando lienzas de color (showline) sumergidas en tinta de diferente color para cada caso. El cálculo a realizar para determinar las dimensiones de los ejes es el siguiente:

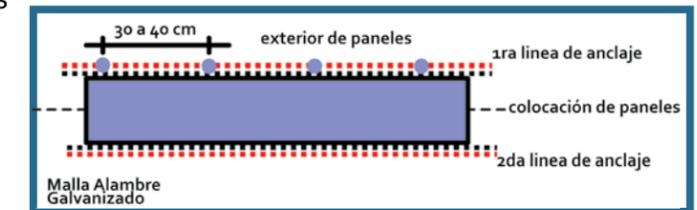
- 1.1 Línea de Anclaje: Para determinar las líneas de anclaje de las varillas No.3 (espesor del panel dividido para 2 más 1).



2. Marcar líneas de acabado de paredes sobre viga de fundación: Se determinan las líneas de acabado (espesor del panel dividido para 2 y más 3).



3. Marcar puntos de perforación sobre las líneas de anclaje en viga de fundación.



4. Perforar la viga de cimentación sobre las líneas de anclaje. En esta etapa tenemos 2 alternativas:

- 4.1 Primer Alternativa: Iniciar la perforación una vez que la losa de cimentación haya fraguado y haya adquirido una resistencia adecuada, para la colocación de las varillas (se puede estimar que el concreto tenga una resistencia a la compresión de $\pm 40\% F'c$), utilizar un ancla lineal de 50cm de desarrollo.

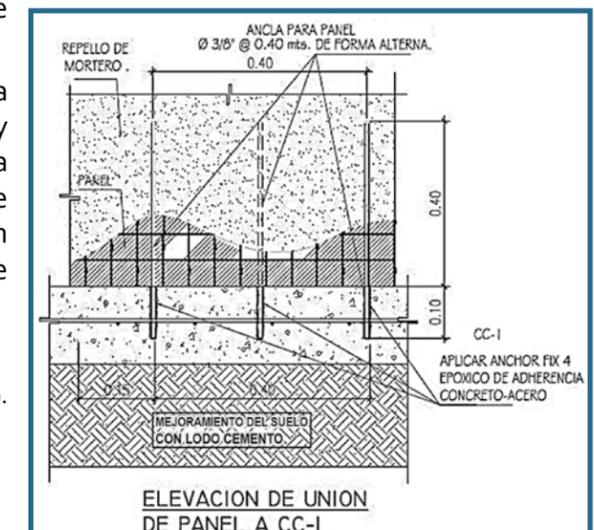
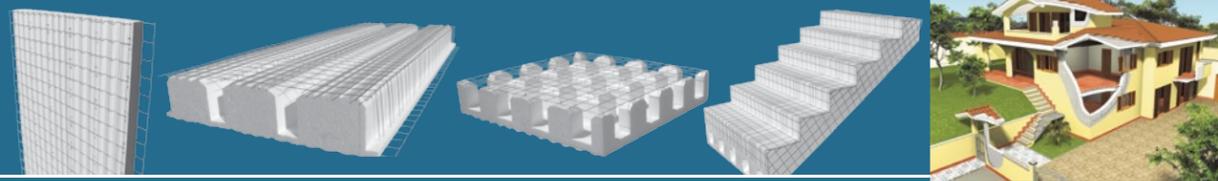


Figura No.13: Detalle de anclaje de panel a cimiento. Perforación posterior.



4.2 La perforación, deberá realizarse manualmente con taladro eléctrico de roto percusión, utilizando una broca.

Figura No.14: Perforación con taladro eléctrico agujero para colocación de varillas de anclajes.



4.3 Procedimiento para la colocación de las varillas de anclaje según primer alternativa:

- Preparar las varillas de anclaje, el orificio de colocación y el material epóxico de adherencia acero concreto, utilizar Anchor Fix 4.
- Cortar varillas de acero de diámetro no mayor de 7.01 mm.
- Verificar, que las varillas de anclaje estén libres de oxidación.
- Limpiar el orificio, dejándolo libre de partes sueltas u otras materias extrañas.
- Preparar el material epóxico (que cumpla la norma ASTM C-881: Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding System for Concrete), siguiendo las instrucciones y recomendaciones del fabricante.

4.4 Segunda Alternativa: Iniciar la colocación de las anclajes antes del colado de la viga de cimentación, la profundidad de perforación debe ser de 10 cm más un bastón de anclaje, cuya longitud es 15 cm y de la parte superior de la viga de fundación tendrá un saliente de 40 cm, para un total de desarrollo de 65 cm.

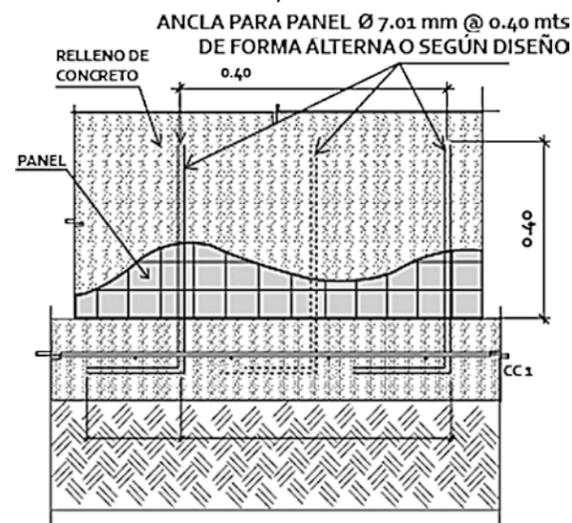


Figura No.15: Detalle de anclaje panel con cimientto. Varillas colocadas al colado.

4.5 La colocación de las varillas de anclaje en ambas alternativas, se realiza empezando desde los extremos (esquinas de las paredes) a una distancia de 20cm. Para una mejor distribución, se realizará la colocación de los anclajes, que se ubicarán en la parte externa del panel (hilera exterior), para dar facilidad al montaje de los mismos. La hilera interior se coloca en una fase posterior a la fijación de los paneles.

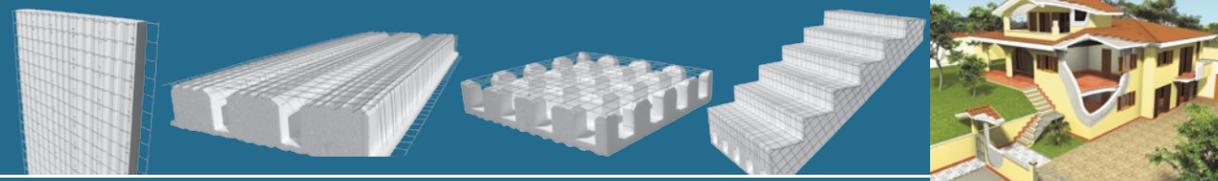
4.6 El espaciamiento entre cada perforación, según ambas alternativas, será cada 40 cm (o según la especificación del diseño estructural) en forma intercalada tres bolillos, en cada lado del panel, según el esquema de perforación.

7.4 MONTAJE Y ARMADO DE PAREDES

1. Limpiar área de trabajo, verificar y corregir la verticalidad de las varillas de anclaje.
2. Montar paneles. Existen dos maneras de montar los paneles, estas son: armado mediante colocación sucesiva de paneles y armado tipo muro completo.

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada



Método A: Armado mediante colocación sucesiva de paneles

- Cortar paneles para dejar aberturas de puertas y ventanas.
- Iniciar la colocación de los paneles en una esquina de la edificación.
- Adicionar sucesivamente los paneles, en los dos sentidos, considerando la verticalidad de las ondas y la correcta superposición de las alas de traslape de las mallas de acero.
- Amarrar mallas mediante procedimiento manual o grapado mecánico.
- Formar cubos para las habitaciones, fijando los paneles a las varillas de anclaje.
- También se puede continuar con la sucesión de paneles, formando una pared larga. En este caso, se debe colocar un panel transversal en cada cruce de paredes, para estabilizar el conjunto.

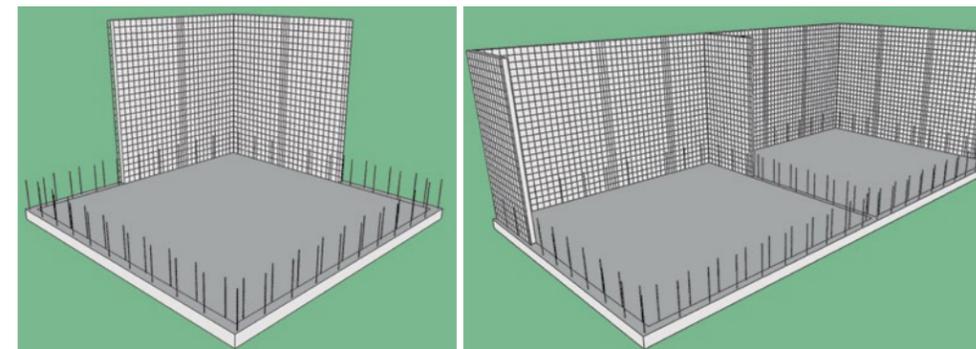


Figura No.16: Secuencia de montaje panel tras panel.

Método B: Armado tipo muro completo

- Se unen y amarran varios paneles hasta formar un muro completo, según el diseño de la panelización o despiece de paneles por pared. Se debe considerar preferentemente la verticalidad de las ondas de los paneles.
- Realizar cortes y aberturas en los "paneles" o "muros completos", para puertas y ventanas.
- Se levanta manualmente el muro y se procede a su colocación en el sitio correspondiente, siguiendo la hilera de varillas de anclaje.
- Amarrar los paneles a las varillas de anclaje.

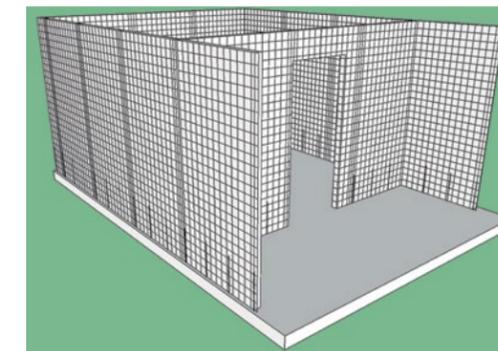


Figura No.17: Secuencia de montaje paneles completos.

Aplomado y apuntalado de paredes

1. Utilizando reglas, puntales y niveles verticales, se deben aplomar las paredes en la parte posterior a la cara, que va a ser sometida a revocado.
2. Ubicar los puntos de apuntalamiento a 2/3 de la altura de la pared.
3. Cuando las paredes son muy esbeltas y delgadas o no poseen arriostramiento transversal, es conveniente hacer dos apuntalamientos, a 1/3 y a 2/3 de la altura.
4. Canalizaciones para instalaciones: se debe incluir las canalizaciones para instalaciones, previo al colocado de

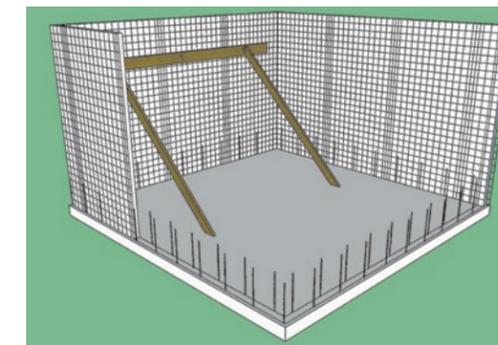
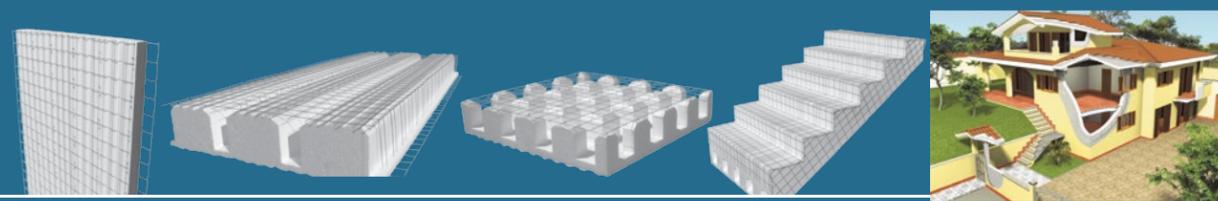
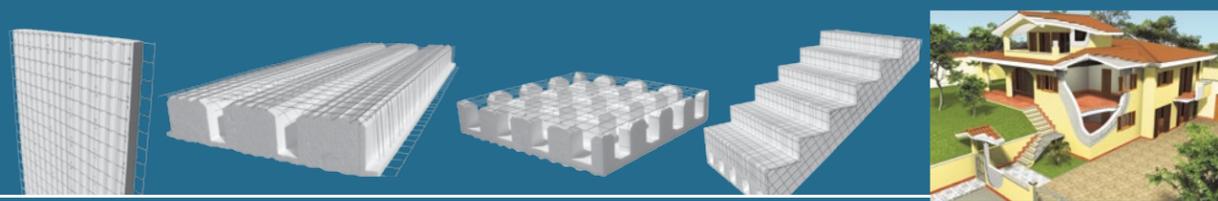


Figura No.18: Apoyos laterales anterior a la proyección del mortero.



mallas de refuerzo.

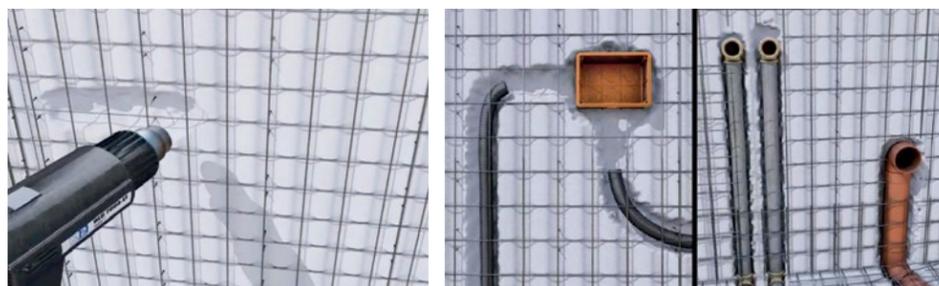
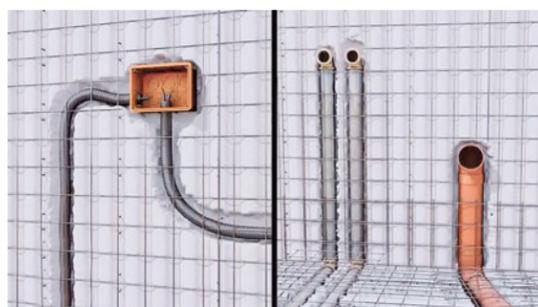


Figura No.19:
Contracción con fuego del poliestireno para canalización.

Los tubos flexibles se pasan fácilmente por debajo de la malla; mientras que los tubos rígidos pueden requerir cortar la malla. En este último caso, se deberá reconstruir la zona con una malla de refuerzo plana en el área.



Nota: Las tuberías de cobre deben aislarse del contacto con la malla de acero, forrándolas con fieltro o cualquier otro material aislante, evitando la conducción eléctrica entre los dos metales diferentes.

Figura No.20:

Disposición final de canalización previo al revoque de mortero.

5. Colocación de mallas de refuerzo individuales: colocar mallas planas, angulares y tipo "U" en los lugares según requerimiento estructural.



Figura No.21: Malla de refuerzo angular para unión de muro con muro y muro con losa.

6. Limpieza en área de trabajo: recoger y disponer los escombros resultantes.

7.5 ANCLAJES EN VIGA DE CIMENTACIÓN (HILERA INTERIOR)

1. Limpiar en área de trabajo.
2. Preparar varillas de anclaje, orificio de colocación y material epóxico.
 - 2.1. Cortar varillas de acero de $\phi 3/8"$, en partes de 50 cm de longitud o según especificación de diseño estructural.
 - 2.2. Verificar que las varillas de anclaje estén libres de oxidación.

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada

- 2.3. Limpiar el orificio, dejándolo libre de partes sueltas u otras materias extrañas
- 2.4. Preparar el material epóxico, siguiendo las instrucciones y recomendaciones del fabricante.
3. Inyectar el material, utilizando una pequeña bomba o pistola manual de inyección.
4. Colocar varillas de anclaje.
 - 4.1. Introducir las varillas en los orificios correspondientes.
 5. Amarrar los paneles a las varillas de anclaje internas.
 - 5.1. Se puede amarrar con alambre o grapas, siguiendo el instructivo correspondiente.
 - 5.2. El panel deberá estar ubicado dentro de la línea de anclaje. Las varillas de anclaje no podrán estar ubicadas bajo ninguna condición, dentro del panel.
 - 5.3. Utilizar al menos dos amarres por varilla.
 6. Verificar amarre entre panel y las varillas de anclaje.
 7. Limpiar área de trabajo.
 - 7.1. Recoger y disponer los escombros resultantes.

7.6 COLOCACIÓN DE PANELES DE LOSA Y ARMADURA DE REFUERZO

1. Limpiar área de trabajo.
2. Colocar las mallas angulares sobre la malla de la pared, calculando la altura exacta a la que debe empalmar con la malla inferior de los paneles de losa (ver figura inferior). Nota: Se puede desarrollar una variante de esta modalidad, considerando una elevación de la altura de los paneles de pared hasta el nivel del antepecho de la segunda planta.
3. Colocar los paneles de losa sobre las mallas angulares, dejando una separación de 5 cm respecto de la armadura del panel de pared.
4. Encofrar losa
 - 4.1. Se realizará con puntales y viguetas metálicas de control de nivel y punzonamiento, que se ubicarán transversales a la dirección de los paneles.
5. Colocar caminera de madera sobre los paneles de losa.
 - 5.1. Colocar tablas o tableros de madera para evitar deformaciones de la armadura durante las actividades operativas.
6. Colocar la armadura de refuerzo superior, especificada en el diseño estructural.
7. Colocar canalizaciones hidrosanitarias y eléctricas.
 - 7.1. Referirse a los procesos correspondientes.
8. Limpiar área de trabajo.
 - 8.1 Recoger y disponer los escombros resultantes.

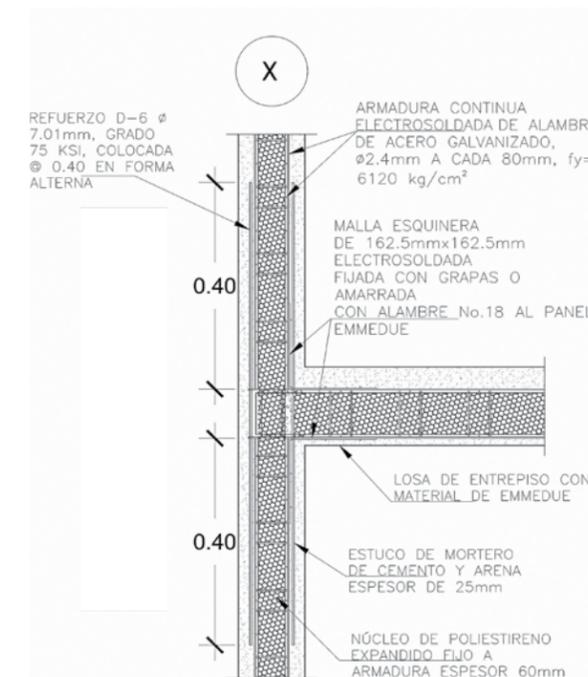
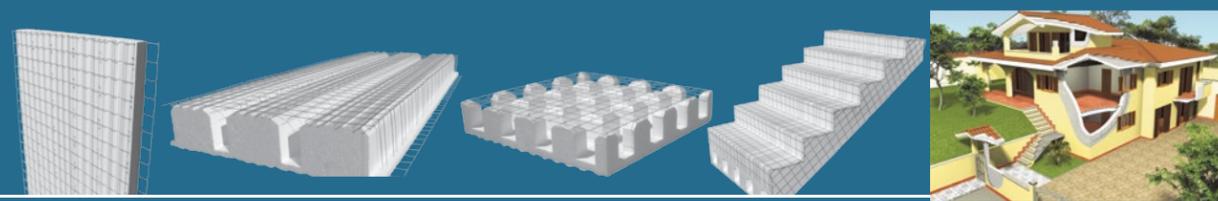
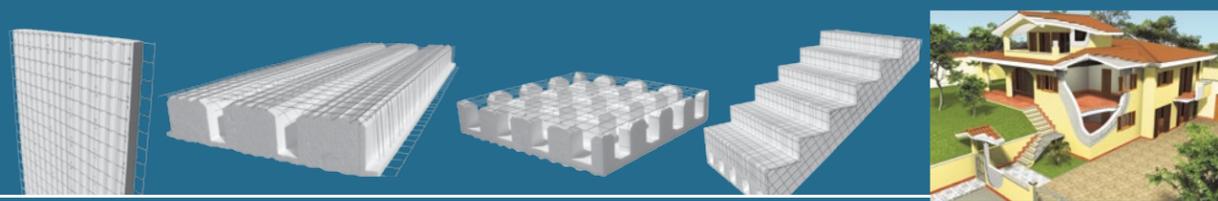


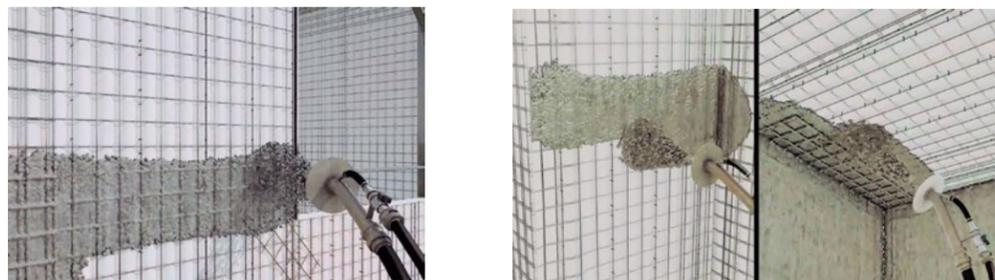
Figura No.22: Ilustración típica unión losas y muros estructurales de paneles EMMEDUE.



7.7 LANZADO DE MORTERO Y REVOCADO DE PANELES DE PARED

1. Verificar paredes antes del lanzado del mortero: aplomado de las paredes, escuadras, colocación de las mallas de refuerzo, colocación de guías o maestras en puntos de referencia (construidas con hormigón proyectado, metálicas o de madera), colocación y aislamiento de cajas de electricidad, limpieza de paneles.
2. Preparar el plan de lanzado.
 - 2.1 Establecer y documentar: volumen de mortero a ser lanzado, período y horario de ejecución del trabajo, características técnicas del producto, recursos humanos, recursos físicos (equipo y herramientas) requeridos, lugar de ejecución en la obra, secuencia de ejecución (privilegiando el inicio del lanzado por las paredes exteriores).
 - 2.2 Respecto al equipo, se deberá seleccionar entre equipos para lanzado continuo o discontinuo, en función de las características de la obra y otras variables como tiempo y costo.
3. Preparar el mortero de revoque: preparar el mortero con base a las especificaciones técnicas establecidas.
4. Realizar prueba empírica para conocer la consistencia de la mezcla: Lanzar mortero en un lugar cercano a la zona de trabajo, hasta un espesor de 3 cm. Si la muestra de material no se desprende, será demostrativo de que tiene la consistencia adecuada. En cambio, si la mezcla se desprende o se "chorrea" fácilmente, tiene exceso de agua, en base al resultado de la prueba hacer los ajustes correspondientes.
5. Lanzar el mortero:
 - 5.1 Lanzar el mortero sobre los paneles en dos capas: la primera debe cubrir la malla y alcanzar un espesor aproximado de 2 cm.
 - 5.2 Retirar las guías maestras.
 - 5.3 Humedecer las paredes.
 - 5.4 La segunda capa, deberá proyectarse aproximadamente unas tres horas después de la primera, hasta alcanzar un espesor de 3.0cm. El tiempo máximo entre capas no deberá exceder las 8 horas.
 - 5.5 El lanzado, se ejecuta de abajo hacia arriba, colocando la boca de los elementos de salida de mortero a una distancia aprox. de 10 cm. de la pared.

Figura No.23: Proceso de revoque de paneles EMMEDUE.



6. Curar el mortero
 - 6.1 Humedecer continuamente las paredes con manguera o bomba de aspersion, mínimo durante los 4 primeros días luego del lanzado.
 - 6.2 La secuencia de curado, dependerá de las condiciones ambientales de la zona de implantación de las edificaciones.
7. Limpiar área de trabajo.
 - 7.1 Recoger y disponer los escombros resultantes.

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada

7.8 COLADO DE CONCRETO EN CAPA DE COMPRESIÓN DE LA LOSA

1. Limpiar área de trabajo.
2. Elaborar el plan de hormigonado de losa.
 - 2.1. Establecer y documentar: volumen de concreto a ser fundido, período y horario de ejecución del trabajo, especificaciones técnicas del concreto, adiciones, recursos humanos, recursos físicos (equipo y herramientas) requeridos, lugar de ejecución en la obra, secuencia de ejecución, aspectos contingenciales y otros.
3. Verificar condiciones antes del colado: ortogonalidad y fijación del encofrado, colocación y ubicación de armaduras, instalaciones hidrosanitarias y canalizaciones eléctricas.
4. Preparar el concreto
 - 4.1. Preparar el concreto conforme especificaciones de diseño y el plan de hormigonado.
5. Fundir el concreto sobre el panel de losa.
 - 5.1. Fundir el concreto en base al plan de hormigonado y procedimiento de rutina.
6. Curar el concreto
 - 6.1. Curar la losa durante 6 hrs. luego de su fundición, por un tiempo mínimo de 4 días continuos.
7. Limpiar área de trabajo.
 - 7.1. Recoger y disponer los escombros resultantes.

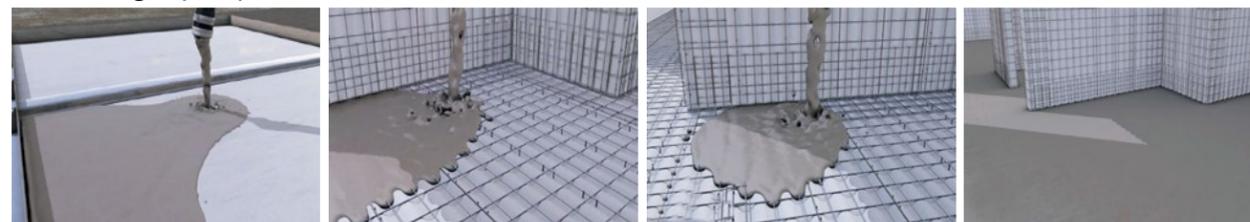
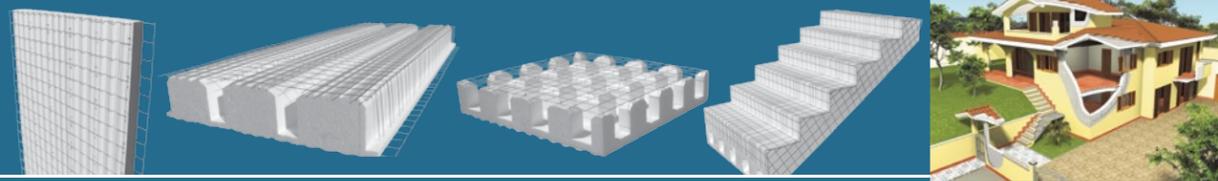


Figura No.24: Proceso de colado de capa superior losas estructurales paneles EMMEDUE.

7.9 LANZADO DE MORTERO EN LA CARA INFERIOR DE LA LOSA

1. Limpiar área de trabajo.
2. Desencofrar losa.
 - 2.1. Retirar apuntalamiento, viguetas y tableros, luego de haber transcurrido un tiempo no menor de 7 días, luego de la fundición de la carpeta de compresión.
3. Verificar y completar instalaciones eléctricas.
4. Elaborar el plan de lanzado.
 - 4.1. Establecer y documentar: volumen de mortero a ser lanzado, período y horario de ejecución del trabajo, características técnicas del producto, recursos humanos, recursos físicos (equipos y herramientas) requeridos, lugar de ejecución en la obra, secuencia de ejecución (privilegiando el inicio del lanzado por las paredes exteriores).
 - 4.2. Respecto al equipo, deberá seleccionarse entre equipos para lanzado continuo o discontinuo, en función de las características de la obra y otras variables como tiempo y costo.
5. Preparar el mortero de revoque.
 - 5.1. Preparar el mortero en base a las especificaciones técnicas establecidas.
 - 5.2. Realizar una prueba empírica para conocer la consistencia de la mezcla, lanzando el mortero en un lugar cercano a la cara a trabajar hasta un espesor de 3 cm. Si la muestra de material no



se desprende, será demostrativo de que tiene la consistencia adecuada. En cambio, si la mezcla se desprende o se "chorrea" fácilmente, tiene exceso de agua.

5.3. Hacer los ajustes correspondientes con base al resultado de la prueba.

6. Lanzar el mortero.

6.1. Lanzar el mortero sobre los paneles de losa en dos capas: la primera, debe cubrir la malla y alcanzar un espesor de 2 cm.

6.2. Retirar las guías maestras.

6.3. La segunda capa, deberá proyectarse aproximadamente tres horas después de la primera, hasta alcanzar un espesor de 3.0 cm. El tiempo máximo entre capas, no deberá exceder las 8 horas.

6.4. El lanzamiento se ejecuta, colocando la boca de los elementos de salida de mortero a una distancia variable de entre 20 y 50 cm. de la losa, en función del tipo de equipo utilizado.

7. Curar el mortero.

7.1. Humedecer continuamente la superficie del mortero, lanzado con manguera o bomba de aspersión, durante los 4 primeros días como mínimo, después de lanzado.

7.2. La secuencia de curado, dependerá de las condiciones ambientales de la zona de implantación de las edificaciones.

8. Limpiar área de trabajo.

8.1. Recoger y disponer los escombros resultantes.

7.10 RECOMENDACIONES PARA ACABADOS

1. Pintura exterior.

1.1. Se recomienda aplicar 2 tratamientos de revestimiento: primero una capa tipo empaste elástico a base de resina acrílica foto-reticulante y seguidamente la pintura elástica o elastomérica fabricadas a base de resinas acrílicas en dispersión acuosa.

1.2. Se deben ejecutar los procedimientos de operación, siguiendo las recomendaciones establecidas por el fabricante.

2. Pintura interior.

2.1. Se recomienda utilizar pinturas elásticas, fabricadas a base de resinas acrílicas en dispersión acuosa.

2.2. Se deben ejecutar los procedimientos de operación, siguiendo las recomendaciones establecidas por el fabricante.

3. Revestimientos de pared.

3.1. Tanto para pegado como para sellado de juntas de cerámica, se recomienda utilizar materiales pegantes de cerámica tipo "mastic" de base asfáltica o silicona, no cementantes.

INSTRUCCIONES DE MONTAJE DE LOSAS

MÉTODO 1: APLICANDO PRIMERO UNA CAPA DE REVOQUE EN LA PARTE INFERIOR DEL PANEL Y POSTERIORMENTE, APLICANDO LA CAPA DE COMPRESIÓN.

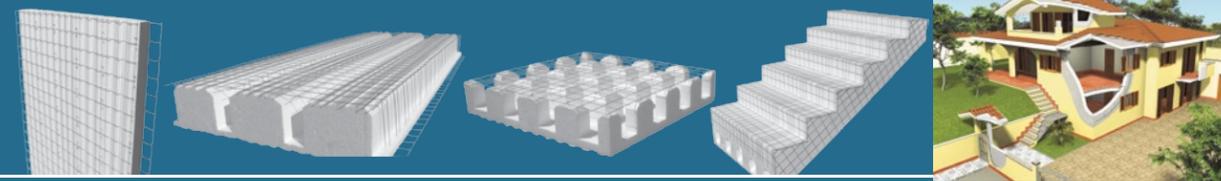
1. Instalación de paneles y colocación de mallas de refuerzos .

2. Colocación de líneas paralelas de puntales, separados en un rango de 60 a 80 cm.



Figura No.25: Proceso de revoque de capa inferior losas estructurales paneles EMMEDUE.

Sistema de construcción avanzada



2. El apuntalamiento procurará una contra flecha de 5mm por metro de Losa.

3. Para caminar se deberá usar un tablón rígido apoyado en soleras

4. Una vez apuntalado, se procede a aplicar la primera capa de mortero en la cara inferior, la que deberá ser suficiente, para cubrir las armaduras con un espesor medio de 2cms. La capa de compresión podrá ser aplicada 3 días posteriores como mínimo.

5. Concluidas las tareas anteriores, se podrá colocar la capa de Compresión, evitándose el impacto excesivo que generan los métodos de bombeo.

6. En función de la curva de endurecimiento del concreto y previa verificación estructural, se procederá al desapuntalamiento de las losas (Las losas deberán permanecer apuntalada como mínimo 14 días)

7. Completar la segunda capa de recubrimiento inferior de acuerdo a las especificaciones.

MÉTODO 2: APLICANDO PRIMERO LA CAPA DE COMPRESIÓN Y POSTERIORMENTE LA CAPA DE REVOQUE EN LA PARTE INFERIOR DEL PANEL.

1. Instalación de paneles y colocación de mallas de refuerzos

2. Instalación de encofrados paralelos en la dirección larga del tablero, en franjas no mayores de 30 cms. debidamente apoyados, con una separación máxima entre encofrados de 40cms.

3. El apuntalamiento procurará una contra flecha de 5mm por metro de losa.

4. Una vez apuntalado, se procede a aplicar la primera capa de compresión, evitándose el impacto excesivo que generan los métodos de bombeo.

5. Posteriormente, se aplica la capa de mortero en la cara inferior expuesta, la que deberá ser suficiente para cubrir las armaduras con un espesor medio de 2cms. Se debe garantizar el espesor de mortero en el centro del claro y en los apoyos del panel, en la dirección corta del tablero.

6. En función de la curva de endurecimiento del concreto y previa verificación estructural, se procederá al desencofrado de las losas en un periodo mínimo de 14 días.

7. Completar el recubrimiento en la capa inferior de acuerdo a las especificaciones.

7.11 RECOMENDACIONES PARA INSTALACIONES HIDROSANITARIAS/ELÉCTRICAS

1. Las instalaciones tanto hidrosanitarias como eléctricas, se realizarán conjuntamente con las otras actividades del sistema constructivo.

2. Se realizarán las respectivas pruebas de instalación y funcionamiento por fases de ejecución de los servicios.

3. Se deberá tomar en cuenta las observaciones que estipule el fabricante, en cuanto a material, pruebas e instalación.

7.12 RECOMENDACIONES COMPLEMENTARIAS PARA EL MORTERO DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN DEL MORTERO:

La mezcla, con que se realice la proyección neumática del mortero estructural, debe cumplir los requisitos que se enumeran a continuación:

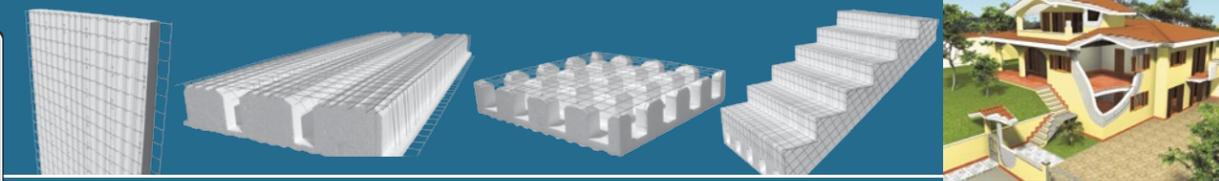
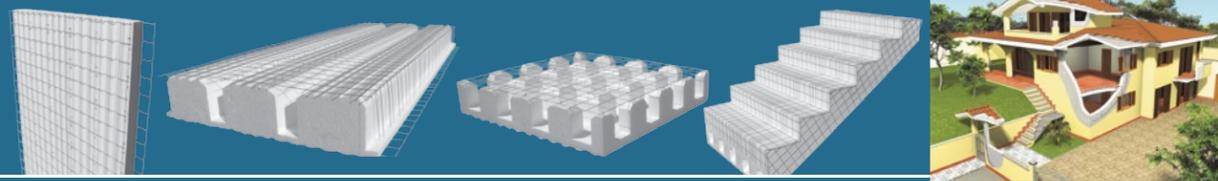
1. Facilidad de aplicación: Debe ser capaz de aplicarse en capas de alrededor 2cm, sin que se produzca demasiado desprendimiento o rebote, con fluidez y plasticidad.

2. Alta resistencia: Debe proveer la resistencia necesaria para satisfacer las funciones estructurales a las que será sometido, se recomienda 2000 psi.

3. Baja retracción de fraguado: Para evitar la fisuración provocada por la evaporación del exceso de agua de amasado.

4. Para satisfacer todas las condiciones descritas, es necesario contar con una mezcla de bajo

Sistema de construcción avanzada



contenido de agua y con una relación cemento agregados (en volumen), comprendida entre 3,5 y 5,0. Para mejorar la resistencia del mortero y obtener una mayor economía en la elaboración de la mezcla, se recomienda utilizar material cero.

- El contenido unitario de cemento Portland normal, variará en función de la granulometría.
- La relación agua / cemento, en peso no debe superar 0,52.

Dosificación de mortero utilizando Arena MOTASTEPE

- Cemento 1.0 parte
- Agua Total 1.0 parte
- Arena Seca 2.7 parte
- Material Cero 2.1 parte

Revenimiento:

- 8 pulgadas

Relación Agua-Cemento

- 0.74

Dosificación de mortero utilizando Arena MATECSA

- Cemento 1.0 parte
- Agua Total 1.0 parte
- Arena Seca 2.5 parte
- Material Cero 2.5 parte

Revenimiento:

- 8 pulgadas

Relación Agua-Cemento

- 0.70

- En cuanto a los aditivos, se emplean para mejorar la trabajabilidad de las mezclas obtenidas con estas dosificaciones, se debe agregar un reductor de agua/plastificante, en las proporciones que recomiende su proveedor.
- Es conveniente, utilizar fibra de polipropileno de 1,25 cm a razón de 0,90 Kg por cada m³ de mezcla. Su finalidad es proveer una red anti-retracción de fraguado, aumentando al mismo tiempo la tenacidad del mortero de cemento.

Aplicación del mortero

- El espesor total de cada cara del panel será de 3.0 cm como mínimo.
- El intervalo entre la aplicación de la primera y la segunda capa de mortero, debe ser no mayor de 24 horas.
- Cada capa debe tener aproximadamente de 1 a 1.5 cm promedio de espesor. El segundo día, se pueden remover las guías y los puntales, utilizados para la alineación y aplomado de paneles, dejando solamente, aquellos utilizados en los lugares más débiles (panel entre vanos, etc.).
- No sobrecargar los muros por una sola cara, se debe aplicar alternando las cargas de repello.
- La incorporación de aditivos plastificantes, en general, disminuye el riesgo de fisura.
- Pinturas o revestimientos de gran elasticidad previenen la aparición de fisuras.
- Cuando se usa un solo lanza mortero, la óptima capacidad cúbica del recipiente del compresor es de 220 litros (no menos de 130 litros).

PROCESO DE REVOCADO

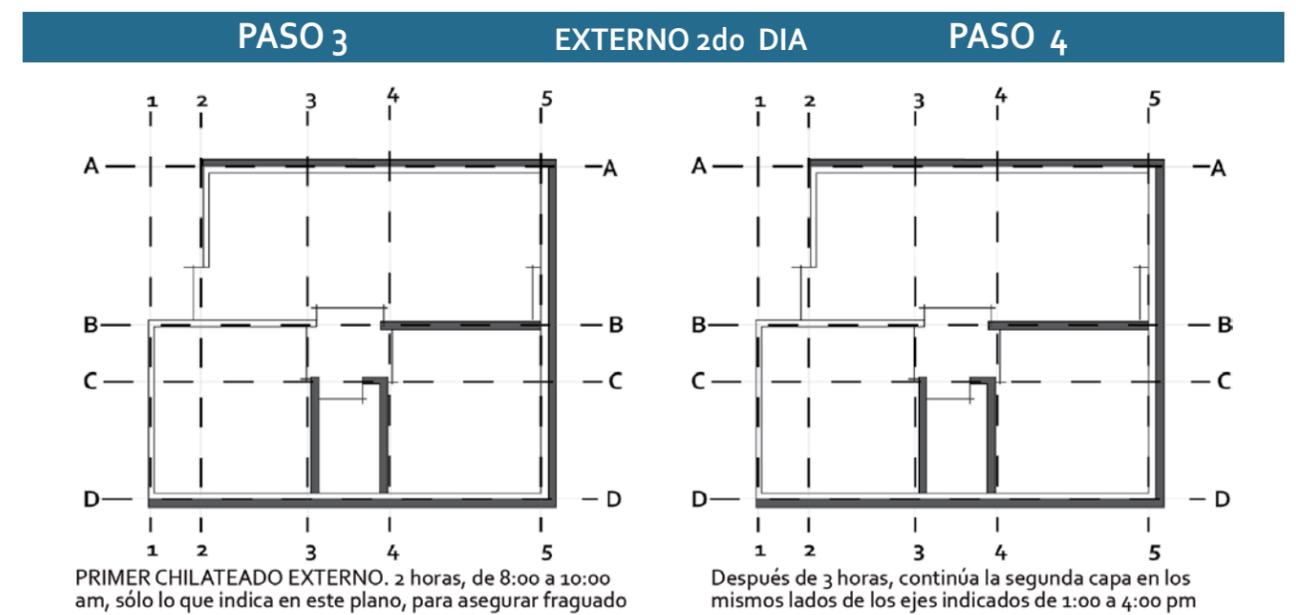
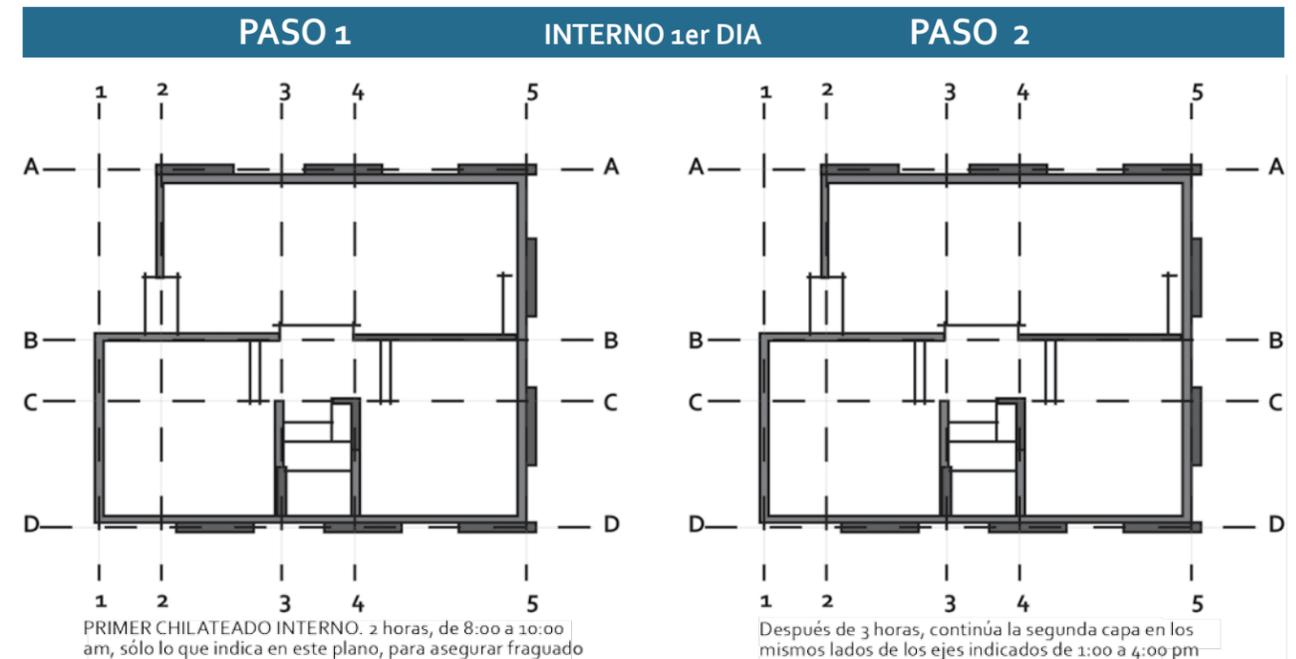
EQUIPO BÁSICO:

- Un compresor con capacidad Mínima de 45 CFM (cubic foot minute)
- Una Mezcladora de un saco
- Tres Cucharas Lanza-mortero
- Tres Oficiales Lanza-mortero
- Un oficial de Mezclado
- Cinco Ayudantes

REVOQUE:

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada

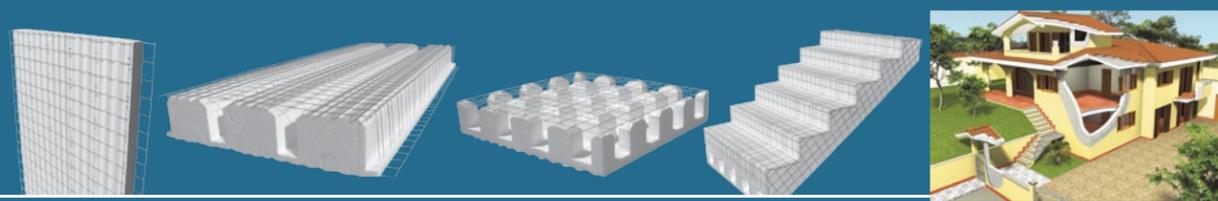


Es el proceso mediante se revocan los paneles estructurales EMMEDUE. En las imágenes siguientes se indica la forma adecuada para realizar este proceso.

PASO 1: Primer revoque interno, 2 horas de 8:00 a 10:00 AM, ajustarse a lo que se indica en este plano para asegurar fraguado.

PASO 2: Después de 3 horas, continúa la segunda capa, en los mismos lados de los ejes indicados. De 1:00 a 4:00 PM.

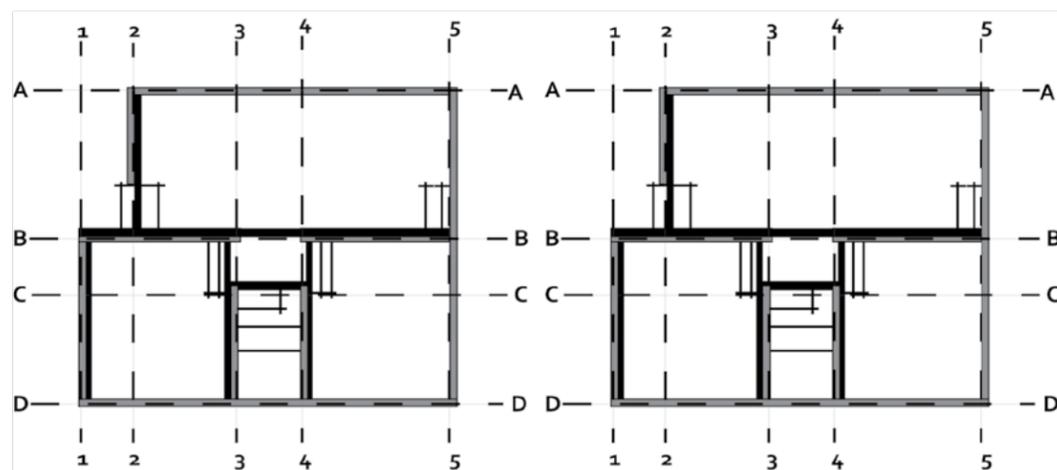
PASO 3: primer revoque externo: 2 horas, de 8:00 a 10:00 AM, ajustarse a lo que se indica en este plano para asegurar fraguado.



PASO 4: después de 3 horas, continúa la segunda capa, en los mismos lados de los ejes indicados. De 1:00 a 4:00 PM.

PASO 1: Primer revoque interno, 2 horas de 8:00 a 10:00 AM, sólo lo que se indica en este plano

PASO 1 INTERNO 3er DIA PASO 2



PRIMER CHILATEADO INTERNO. 2 horas, de 8:00 a 10:00 am, sólo lo que indica en este plano, para asegurar fraguado

Después de 3 horas, continúa la segunda capa en los mismos lados de los ejes indicados de 1:00 a 4:00 pm

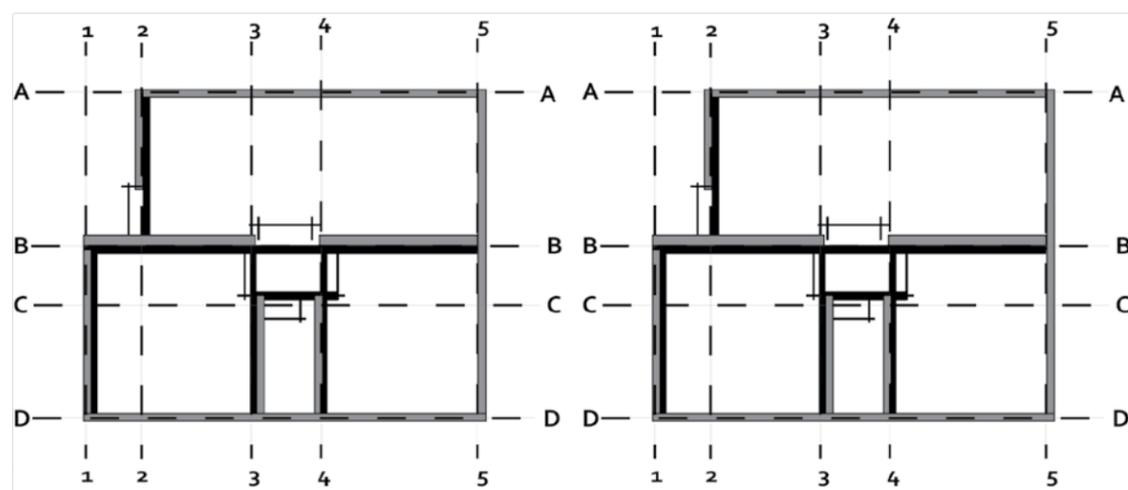
para asegurar fraguado.

PASO 2: Después de 3 horas, continúa la segunda capa, en los mismos lados de los ejes indicados. De 1:00 a 4:00 PM.

PASO 3: primer revoque externo: 2 horas, de 8 a 10 AM, ajustarse a lo que se indica en este plano para asegurar fraguado.

PASO 4: después de 3 horas, continúa la segunda capa, en los mismos lados de los ejes indicados. De 1 a 4 PM.

PASO 3 EXTERNO 4to DIA PASO 4

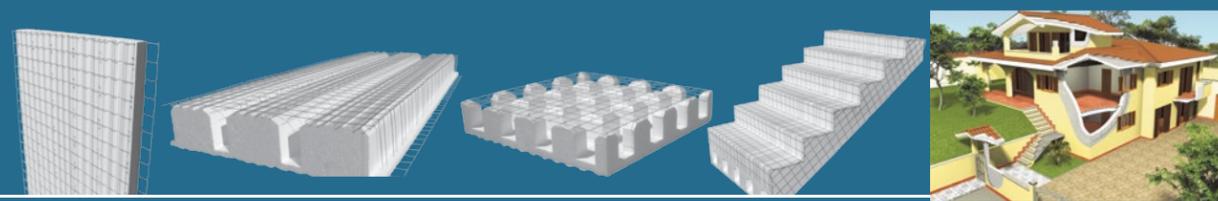


PRIMER CHILATEADO EXTERNO. 2 horas, de 8:00 a 10:00 am, sólo lo que indica en este plano, para asegurar fraguado

Después de 3 horas, continúa la segunda capa en los mismos lados de los ejes indicados de 1:00 a 4:00 pm

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada



CURADO DEL MORTERO

El proceso correcto de fraguado es esencial para obtener la resistencia necesaria de los elementos estructurales. Para evitar la evaporación de humedad del repello se mantendrá hidratada la pared por 4 días, como mínimo, a partir de la última capa de repello aplicada, y variará dependiendo de los efectos del clima.



7.13 EQUIPOS UTILIZADOS
Mezcladora de Mortero

Figura No.26: Instrumento para elaboración de mezclas de concreto o mortero.



Lanza-morteros

Capacidad de producción de 25 mts² por hora

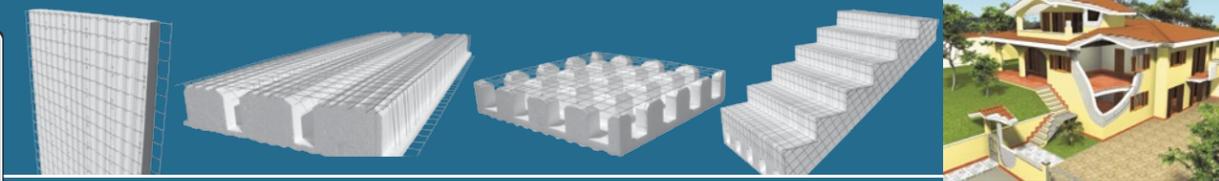
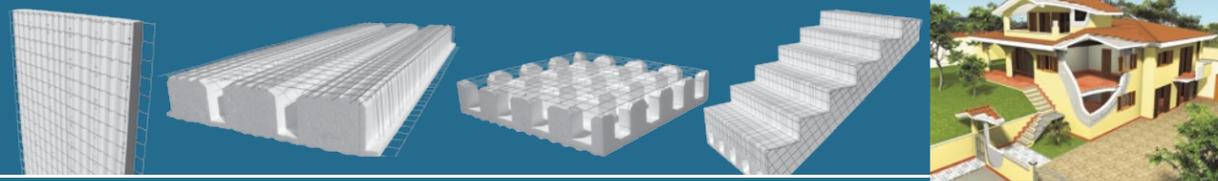
Descripción de la máquina: **TURBOSOL MINI AVANT E (Eléctrico)**

Equipamiento de serie:

- Capó para la protección de las partes mecánicas.
- Criba vibrante con malla de 8 mm.
- Bomba de pistón con válvulas de bola gravitatorias.
- Reductor.
- Dispositivo de seguridad para sobre presiones.
- Dispositivo de retorno del material en la tolva.
- Compresor de aire de 220 Lbs/min. efectivos integrado en el chasis.
- Control remoto neumático para encendido/parada.
- Control remoto eléctrico para encendido/parada y regulación del caudal (versión VARIO).
- 20 + 10 metros de manguera del mortero Ø 35 mm con empalmes de levas.
- 33 metros de manguera del aire Ø 8 mm con conexiones de bayoneta.
- Cuadro eléctrico de control



Figura No.27: Instrumento para proyección de mezclas de concreto o mortero

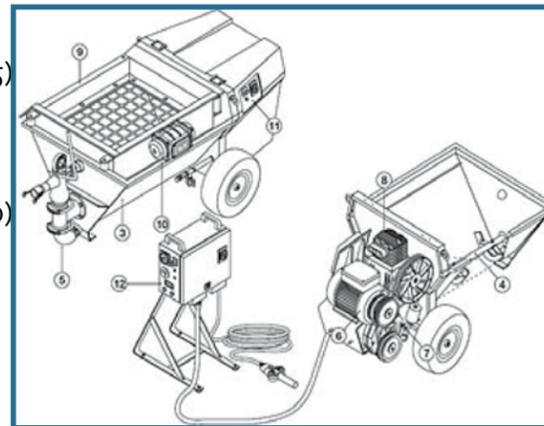


de la máquina, fabricado de acuerdo con las normas CE.

- Cuadro eléctrico de control fabricado de acuerdo con las normas CE y montado sobre trípode con dispositivo electrónico de programación y variabilidad de los caudales (versión VARIO).
- Caja de accesorios con proyector y juego de toberas.
- Documentación técnica.

Componentes principales:

- 1 tolva (3) con agitador (4)
- 1 bomba de pistón con válvulas de bola gravitatorias (5)
- 1 motor eléctrico (6)
- 1 reductor (7)
- 1 compresor (8)
- 1 criba vibrante (9) accionada por un moto-vibrador (10)
- 1 cuadro eléctrico de la máquina (11).
- Sólo para la versión VARIO:
- 1 cuadro eléctrico sobre trípode (12) para la regulación del caudal, con control remoto correspondiente.



Accesorios:

- Extensiones de mangueras.
- Proyectores diversos.
- Kit para bombear materiales pre-mezclados y aislantes ligeros.
- Kit para inyectar lechada a base de cemento.

INSTRUCCIONES DE USO DE LANZA-MORTEROS

- Es aconsejable trabajar con una presión de aire constante de 90 psi.
- No es necesario utilizar repellos especiales ni preparar la superficie del panel que se repellará.
- Para la aplicación del mortero sobre la pared, el lanza-mortero debe colocarse de 10 a 20 cm de la misma.
- Para la aplicación del repello en el cielo raso, el borde superior de la taza del lanza mortero debe casi rozar el panel a una distancia máxima de 2 – 3 cm.
- Mantenimiento: en la pausa que normalmente se tiene entre la colocación del repello, se aconseja sumergir la taza vacía en un recipiente lleno de agua y hacerla funcionar 2 o 3 veces.
- Dentro de las recomendaciones generales se sugiere utilizar compresores de gasolina o eléctricos, considerando una producción de aire de 14cfm (pie³/min.) por cada lanza-mortero.
- Permiten el ahorro de costos directos sin el empleo de mano de obra especializada.
- Permiten la aplicación del mortero con una adherencia, que no sería posible alcanzar con una operación manual.
- Aumenta la resistencia del mortero.
- Reduce el agrietamiento por contracción.
- Aumenta la impermeabilidad y resistencia al desgaste.

Compresores

KAESER MOBILAIR 20 with brake

Capacidad 70 CFM (cubic foot minute)



Figura No.28: Compresor de aire.

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Capota de PE

La moderna capote silenciadora de doble pared de estas unidades está hecha de polietileno sinterizado por centrifugación. Es resistente a la corrosión, a los arañazos y se conserva en buen estado durante muchos años.



Capota de metal

La capota de acero, ofrece una protección duradera contra corrosión y permite una buena conservación, gracias al tratamiento con cinc al que se somete su superficie, antes de aplicar la pintura sinterizada. Los equipos estacionarios siempre llevan una capota metálica.



DATOS TÉCNICOS GENERALES

Modelo: M 20

Compresor

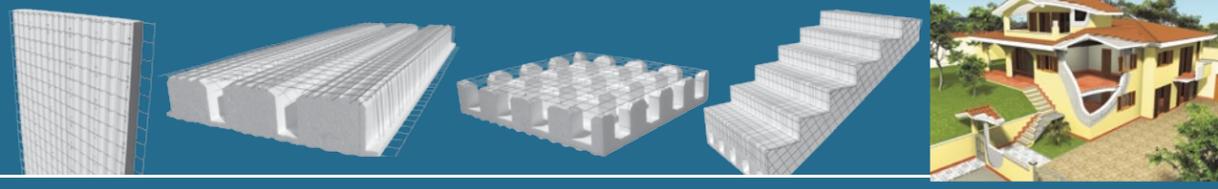
- Flujo volumétrico (m³/min): 2.0.
- Sobre-presión de servicio (bar): 7.0.
- Motor diésel de 3 cilindros (refrigerado por agua)
- Marca: Kubota.
- Modelo: D 722.
- Potencia nominal del motor (KW): 14.
- Revolución a plena carga (rpm): 3600.
- Revolución en marcha en vacío (rpm): 2400.

Equipo

- Capacidad depósito de combustible (l): 30.
- Peso en servicio (Kg): 457.
- Nivel de potencia acústica (dB(A*)): <97.
- Nivel de presión acústica (dB(A**)): 68.
- Salida de aire comprimido: 2xG 3/4 .

*) Según la directriz 2000/14/CEE, nivel sonoro garantizado

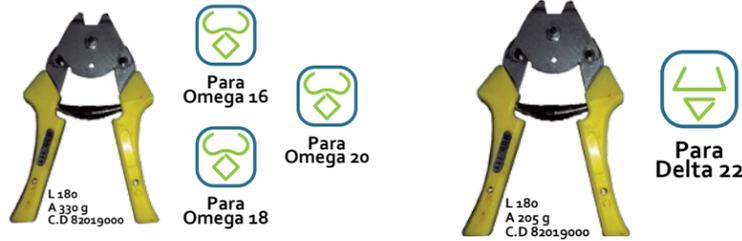
***) Medición del nivel sonoro acorde a la ISO 3744 (r = 10 m)



7.14 EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS MÁS UTILIZADOS EN EL PAÍS

- Engrapadoras

Figura No.29: Engrapadoras para unir mallas electro-soldadas.



- Lanza-mortero y cuchara para lanzado manual



Figura No.30: Lanza-mortero y cuchara de albañilería para lanzado de mortero

- Pistola de aire caliente y soplete



Figura No.31: Herramientas utilizadas para contraer el poliestireno

- Sierra de dientes finos y disco de corte



Figura No.32: Herramientas de corte, utilizadas para dar distintas formas a los paneles EMMEDUE

- Tira líneas

Figura No.33: Tira líneas, ideal para el replanteo en obra.



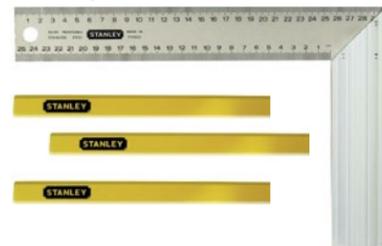
- Taladro

Figura No.34: Taladros eléctricos, utilizados para la colocación de los anclajes del panel EMMEDUE

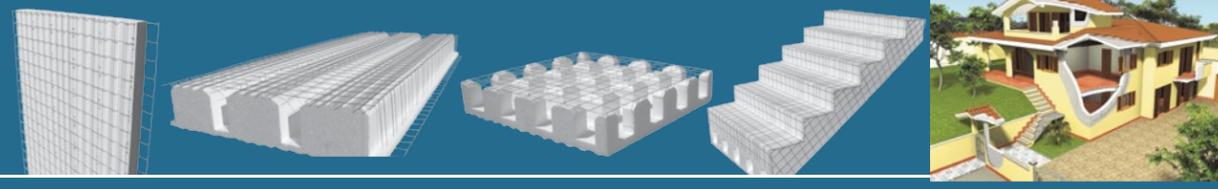


- Escuadra y lápiz de carpintero

Figura No.35: Escuadras y lápices para trazar intersecciones perpendiculares.



Sistema de construcción avanzada



- Martillos



Figura No.36: Martillo. Auxiliar en la colocación de los anclajes del panel EMMEDUE

- Tenazas



Figura No.37: Tenazas. Instrumento para colocar alambre de amarre en uniones de paneles EMMEDUE.

- Alambre, marcador de fibra y cinta métrica



Figura No.38: Herramientas auxiliares en el replanteo de las obras con paneles EMMEDUE.

- Cuchillo sierra, cizallas y granadina



Figura No.39: Cuchillo sierra, cizallas y granadina para paneles.

- Nivel de mano

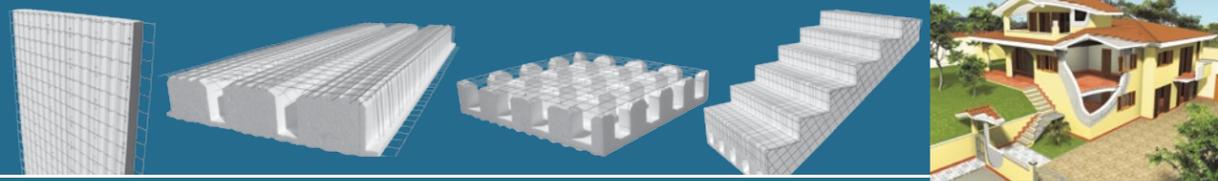


Figura No.40: Niveles de burbuja manuales para el aplome de las paredes.

- Codales metálicos



Figura No.41: Herramientas utilizadas para el acabado de las paredes.



• Solera



Figura No.42: Elementos de apoyo para restringir desplazamientos verticales al momento del colado de la losa.

• Pala Metálica



Figura No.45: Pala para elaboración manual de mezclas de concreto o mortero

• Andamios



Figura No.43: Dispositivos mecánicos o estáticos para trabajo en alturas.

• Tubos estructurales

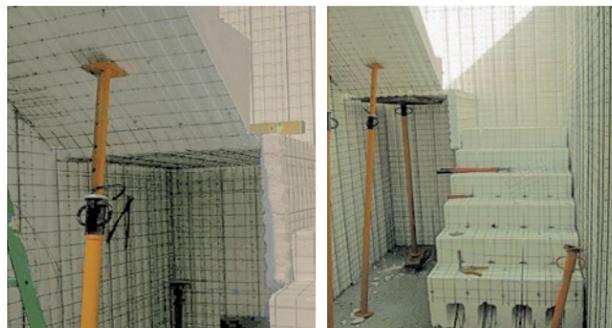


Figura No.46: Elementos de apoyo para restringir desplazamientos laterales debido a la flexibilidad del panel y la acción del viento sobre el mismo.

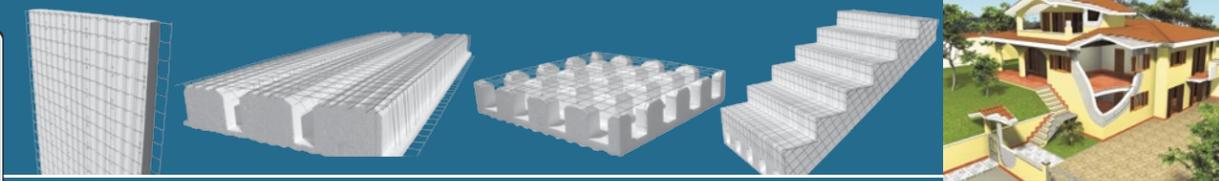
• Carretilla



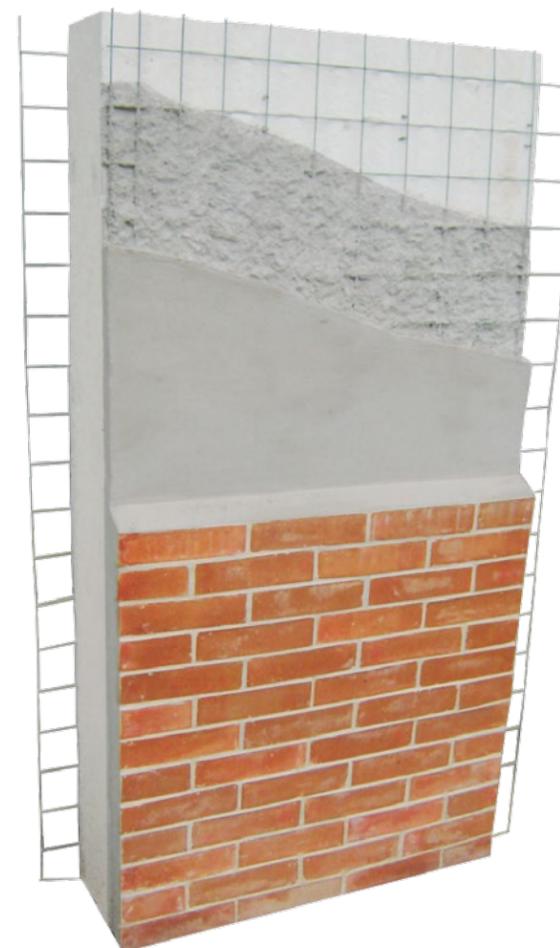
Figura No.44: Carretillas para el transporte de materiales de construcción o similares.

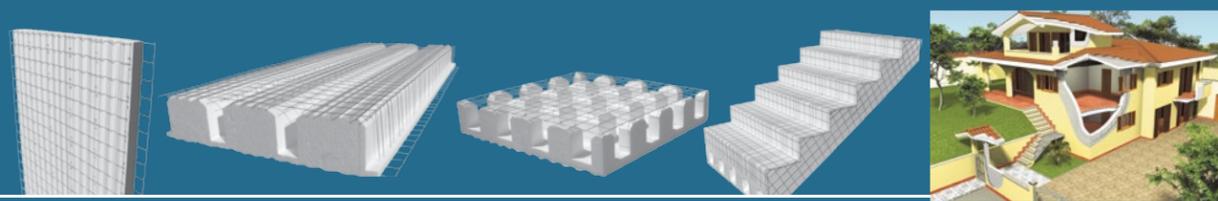
Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada



PARTE III: DETALLES TÍPICOS ESTRUCTURALES

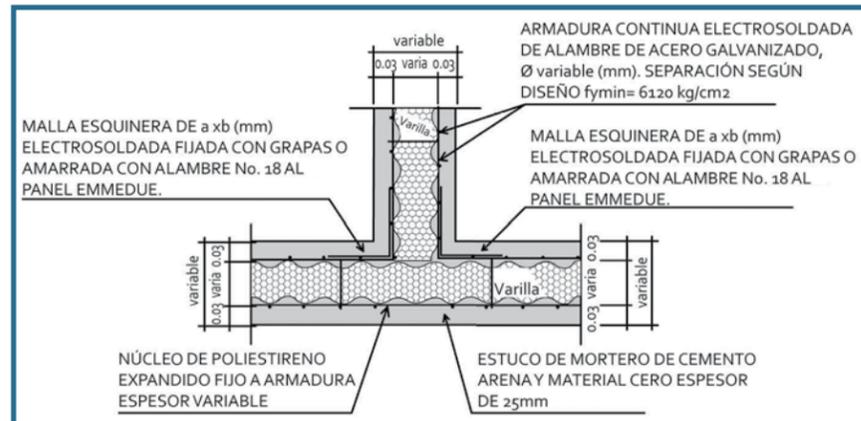




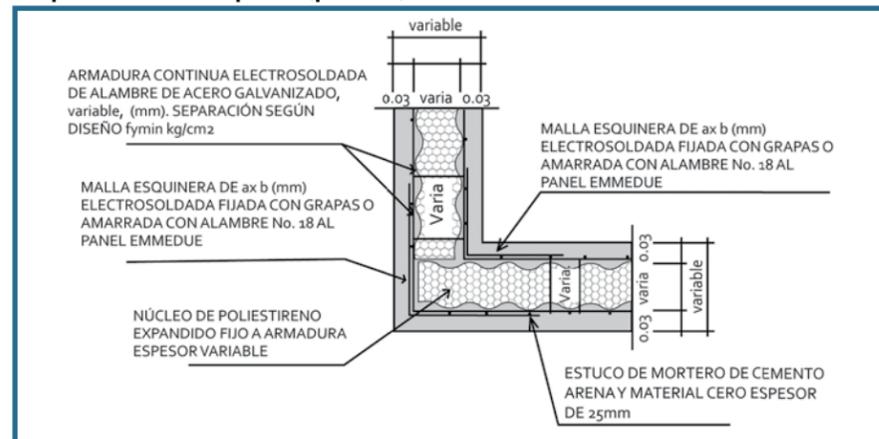
PARTE III: DETALLES TÍPICOS ESTRUCTURALES

8. UNIONES Y FIJACIONES DE PANELES

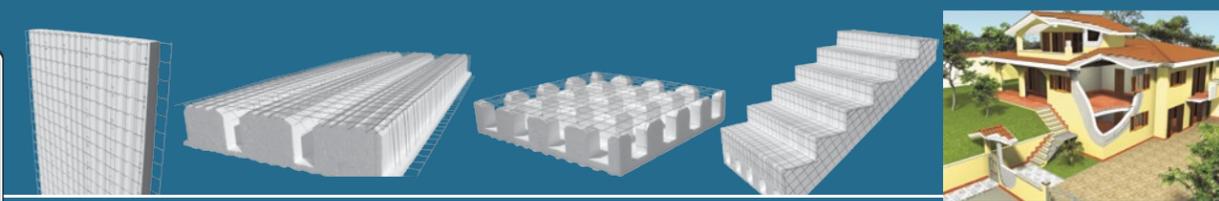
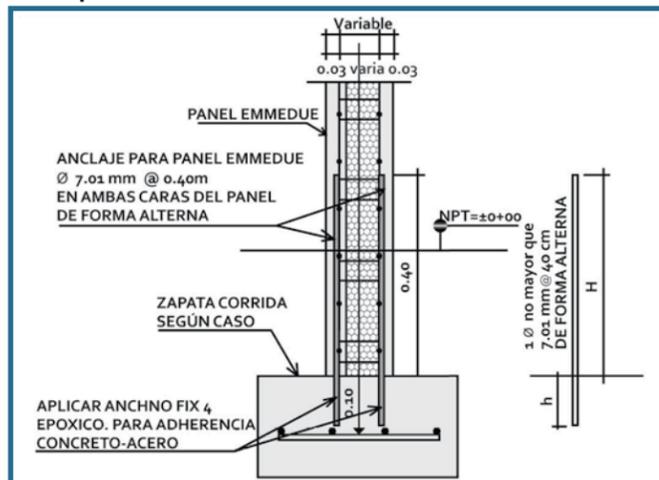
8.1 Unión de paneles en muros perpendiculares (planta).



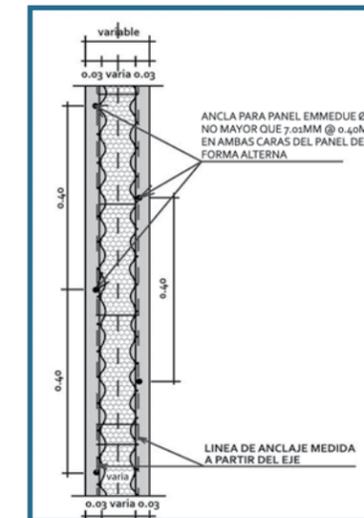
8.2 Unión de paneles en esquina (planta).



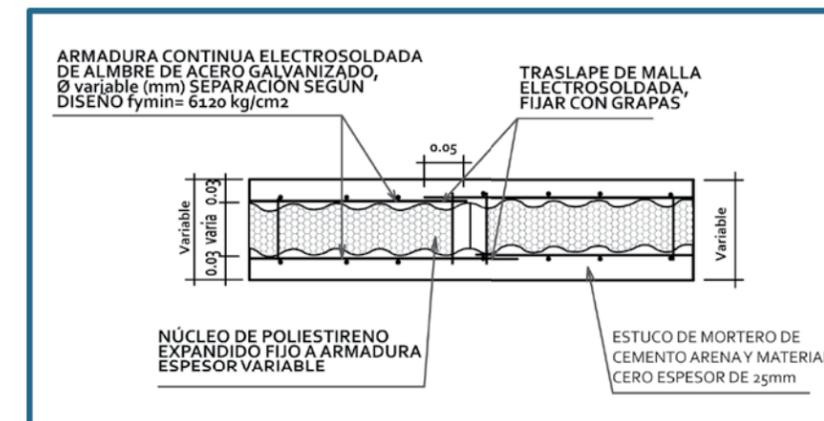
8.3 Fijación de panel en pared a cimiento corrido: elevación.



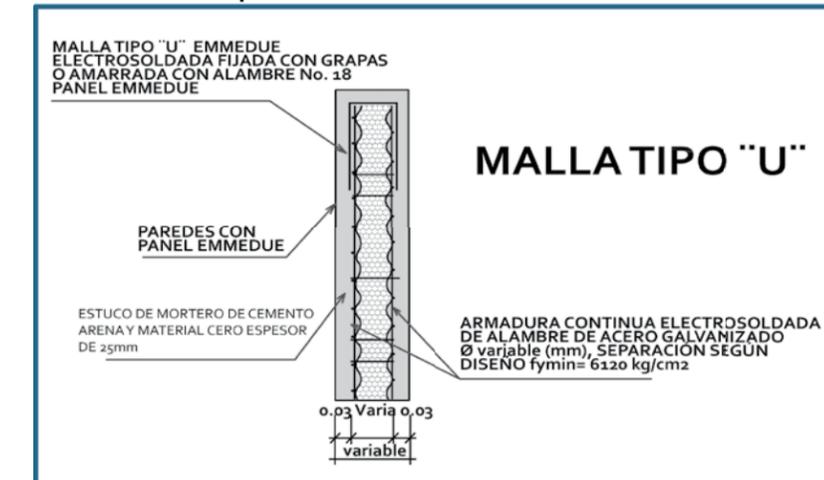
8.4 Fijación de panel en pared a cimiento corrido: planta.



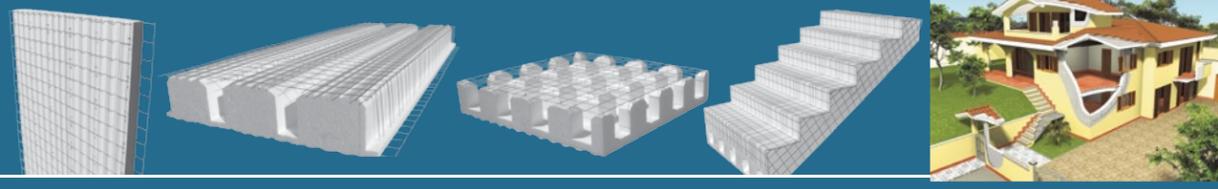
8.5 Unión lineal de paneles (planta).



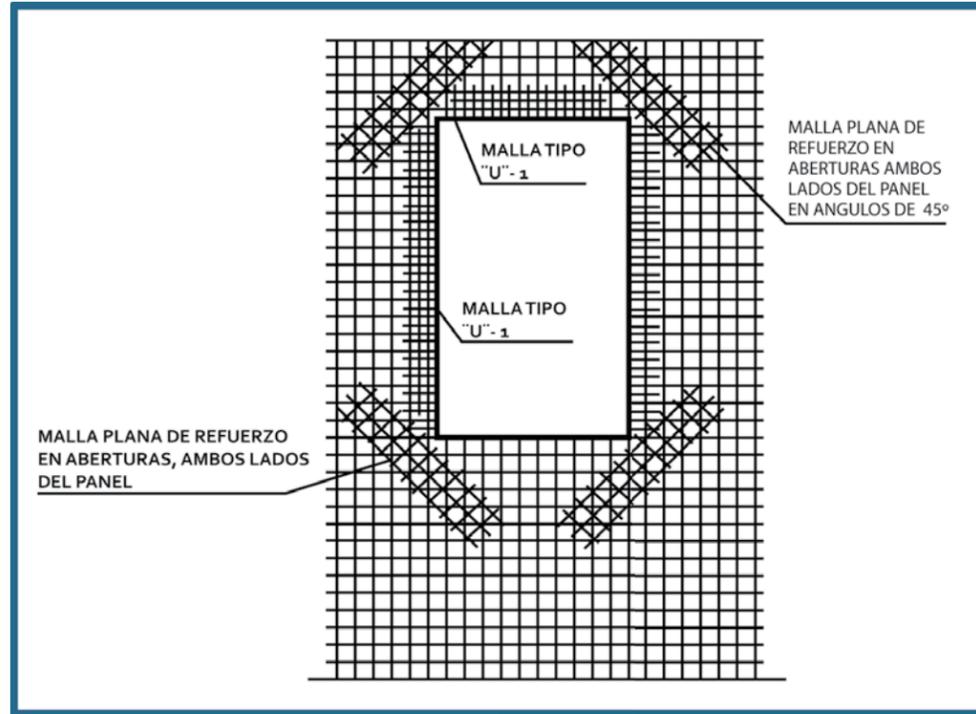
8.6 Detalle de coronación en panel.



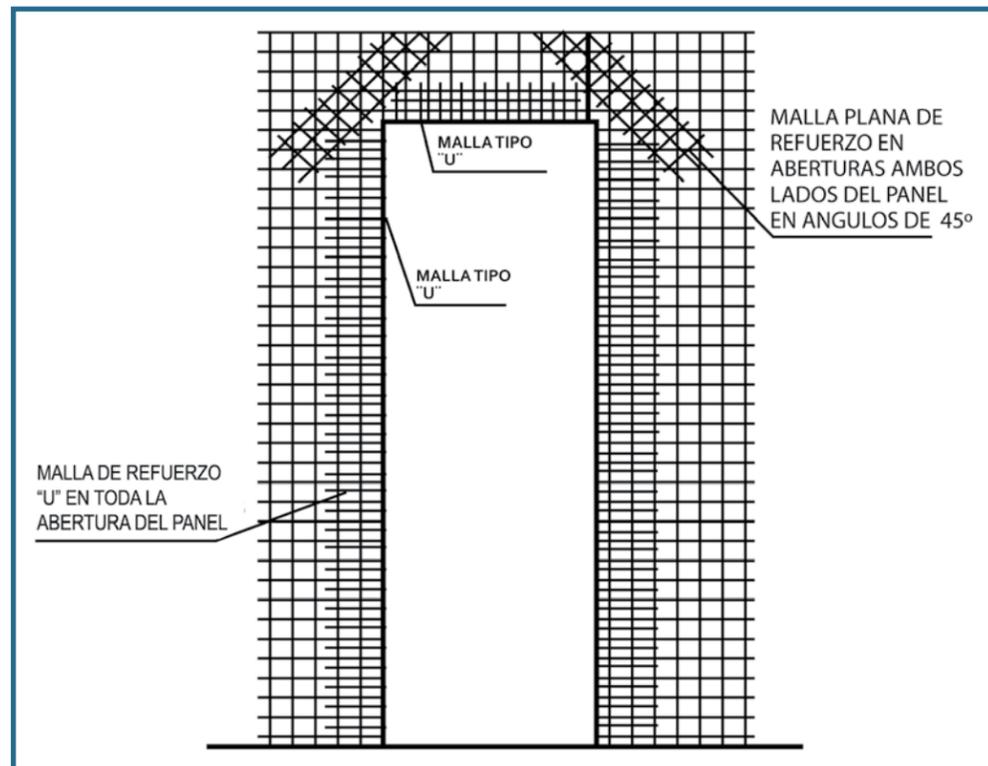
Sistema de construcción avanzada



8.7 Colocación de refuerzo en vanos de ventana.

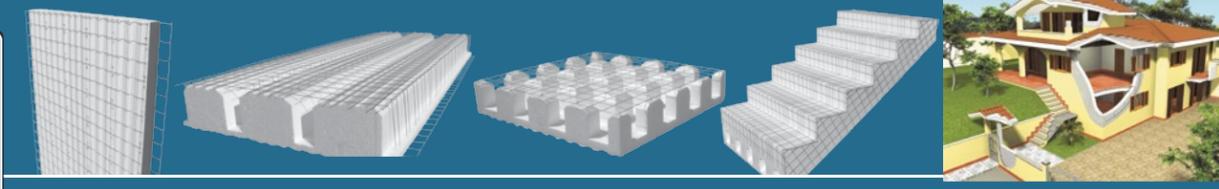


8.8 Colocación de refuerzo en vanos de puerta.

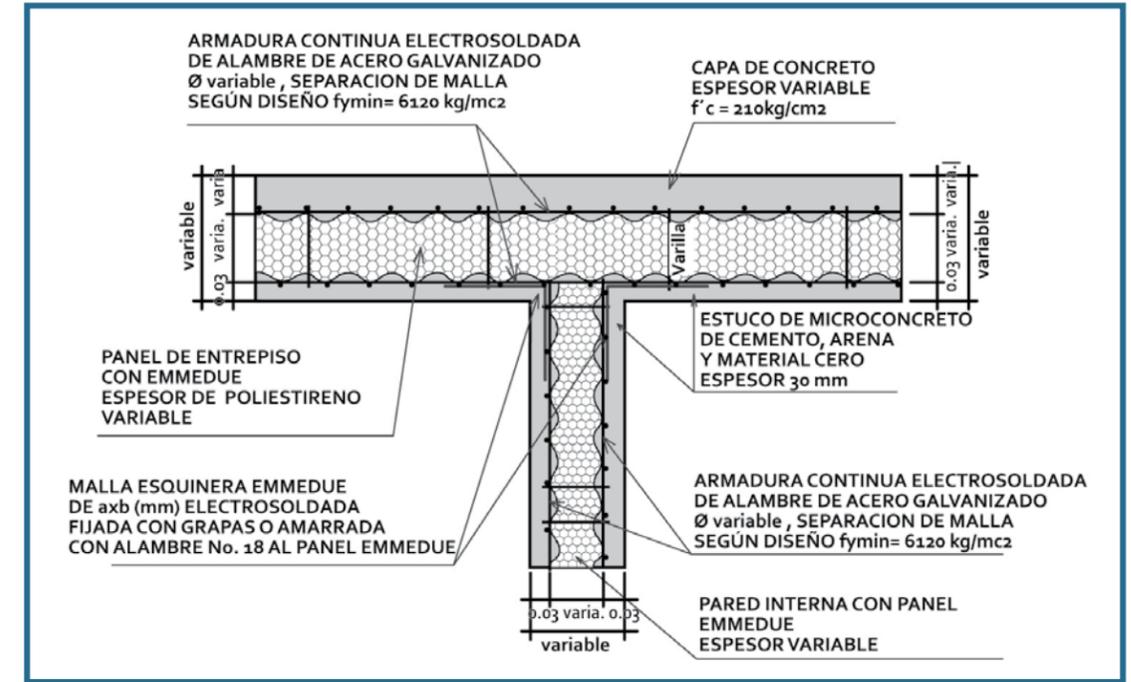


Sistema de construcción avanzada

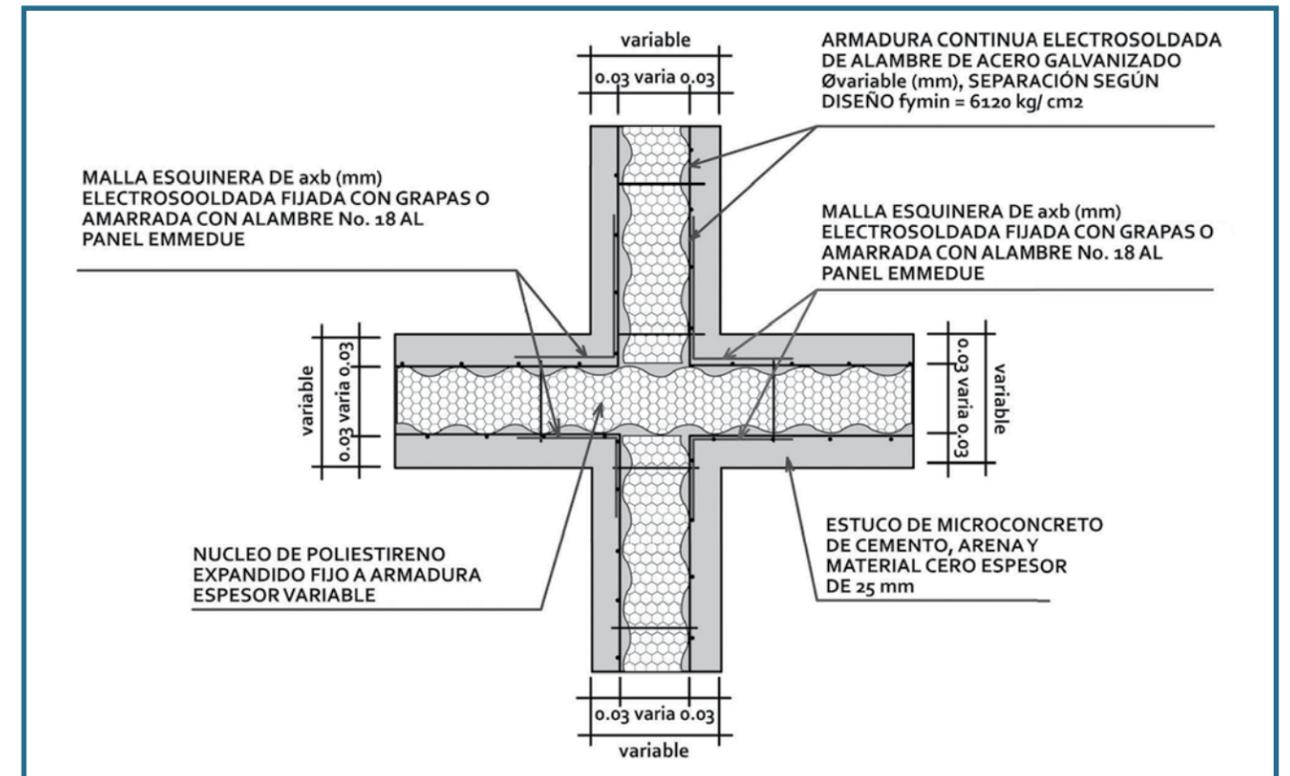
Sistema de construcción avanzada

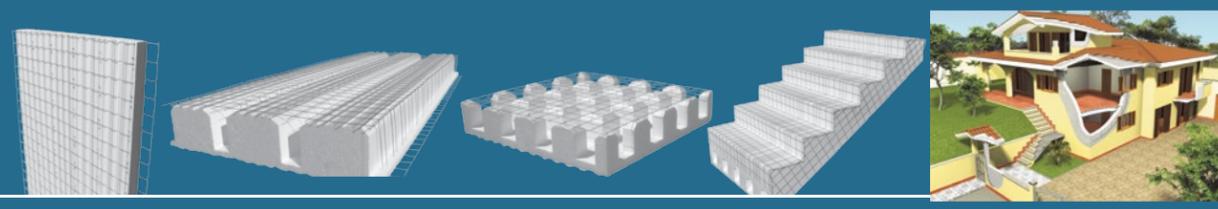
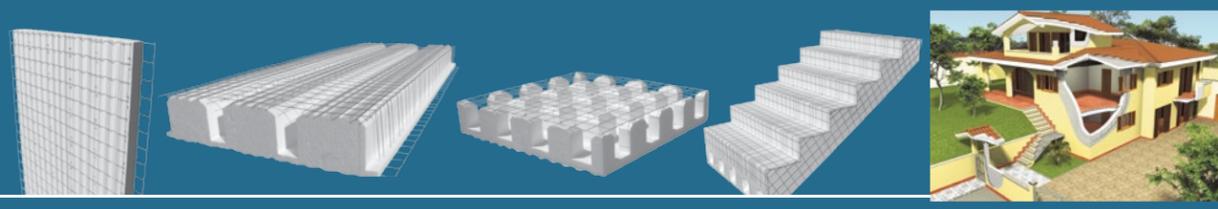


8.9 Detalle típico de unión losa con panel PSME en pared interna: Elevación.

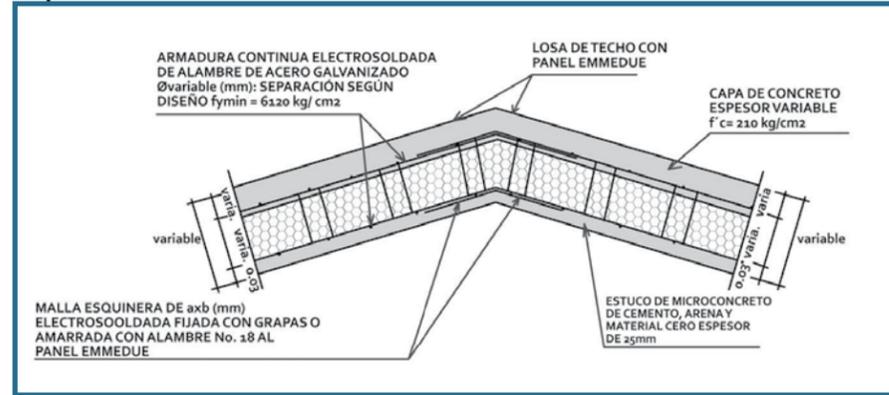


8.10 Unión de paneles en cruz (planta).

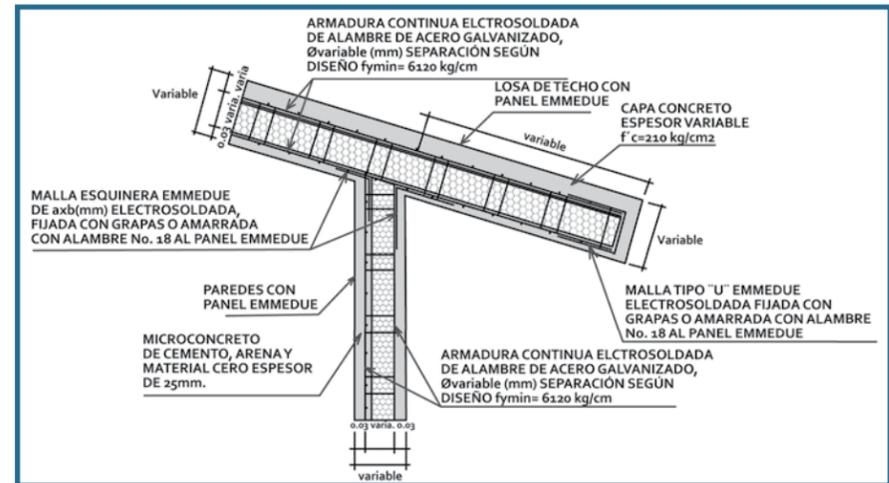




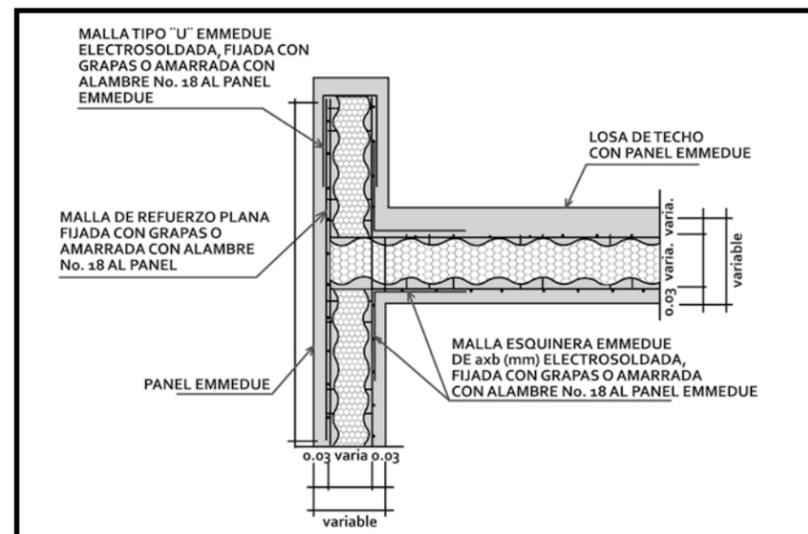
8.11 Unión de paneles de techo en cumbre.



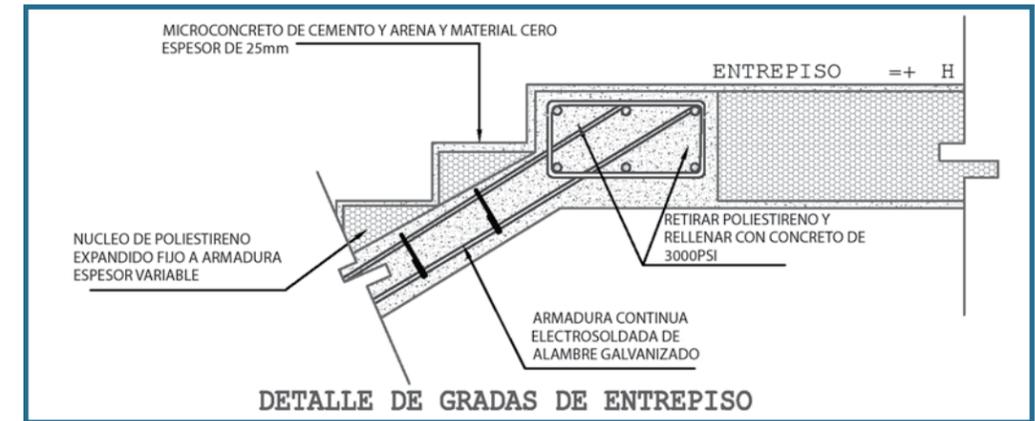
8.12 Unión de paneles de techo con pared exterior.



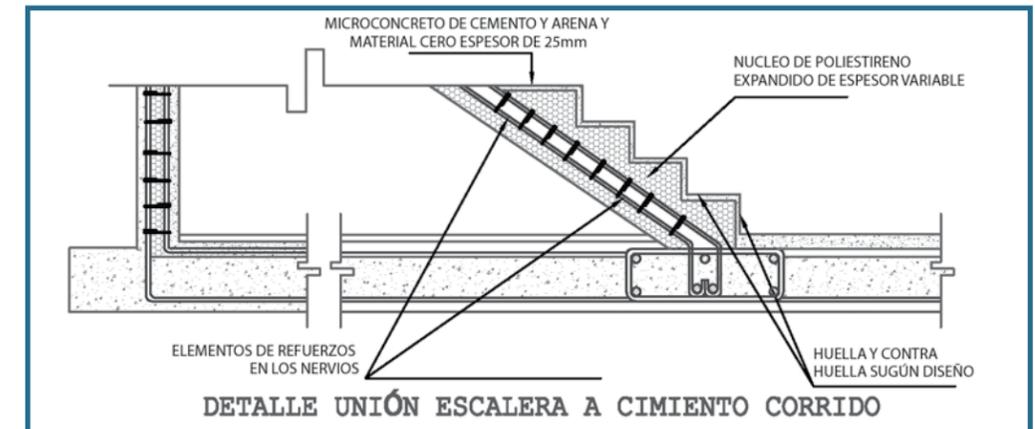
8.13 Unión de losa plana de techo con panel PSME.



8.14 Detalle de gradas de entrespiso.



8.15 Detalle unión escalera a cimiento corrido.

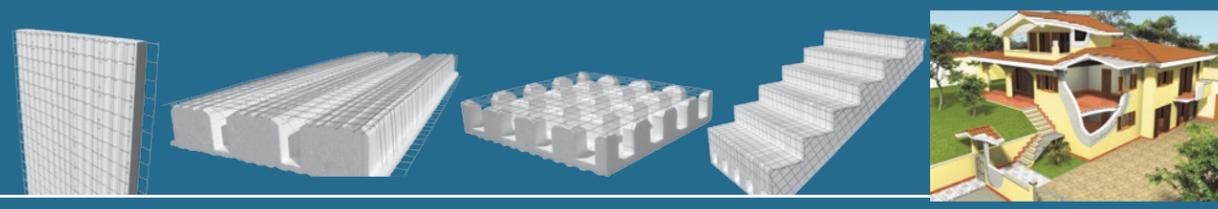
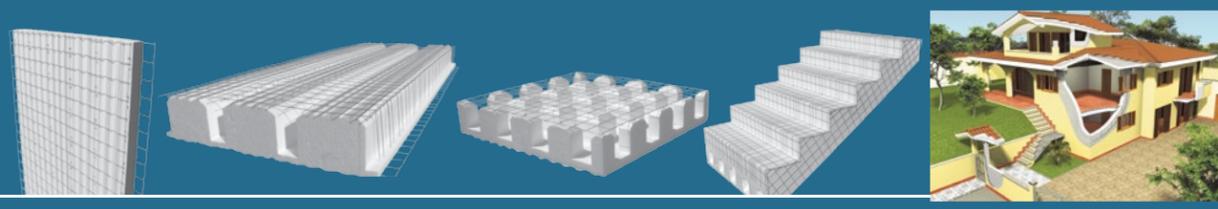


8.16 Detalle escalera en descansos.

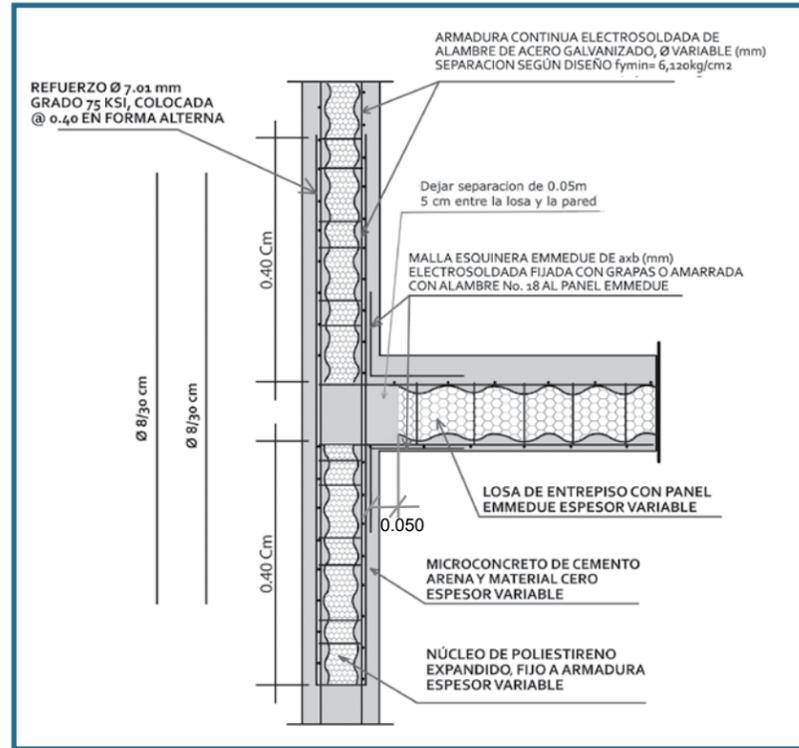


Sistema de construcción avanzada

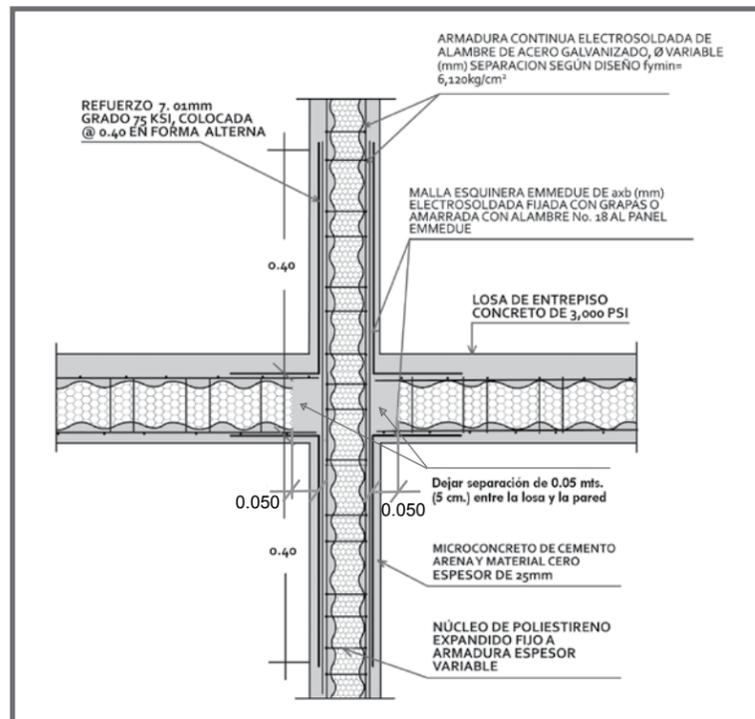
Sistema de construcción avanzada



8.17 Detalle de unión panel en losa de entpiso: pared exterior.



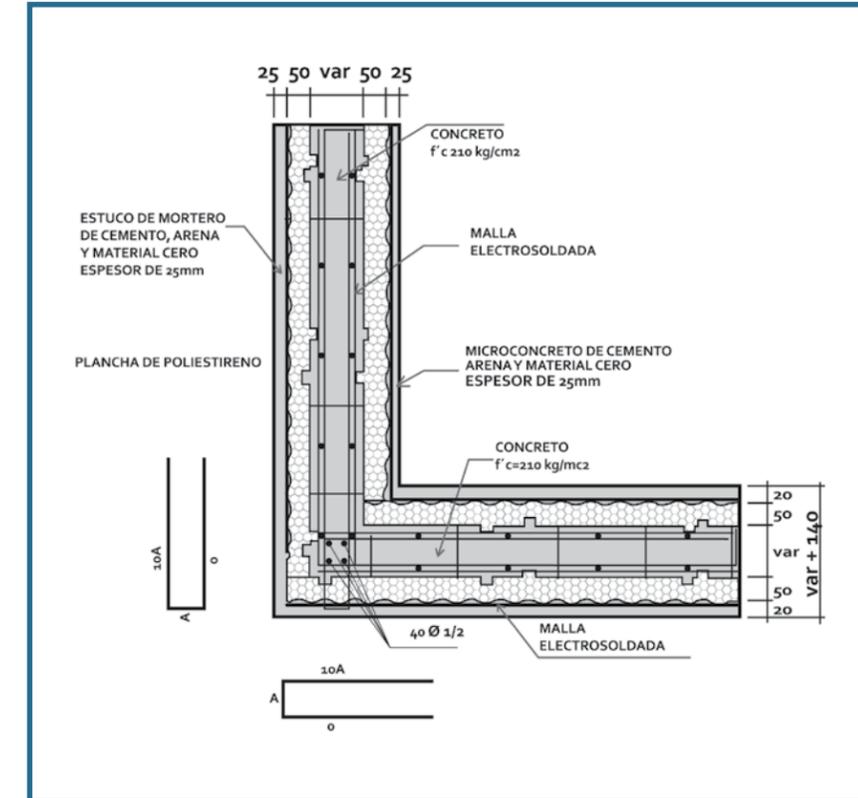
8.18 Detalle de unión de paneles en losa de entpiso: pared interior.



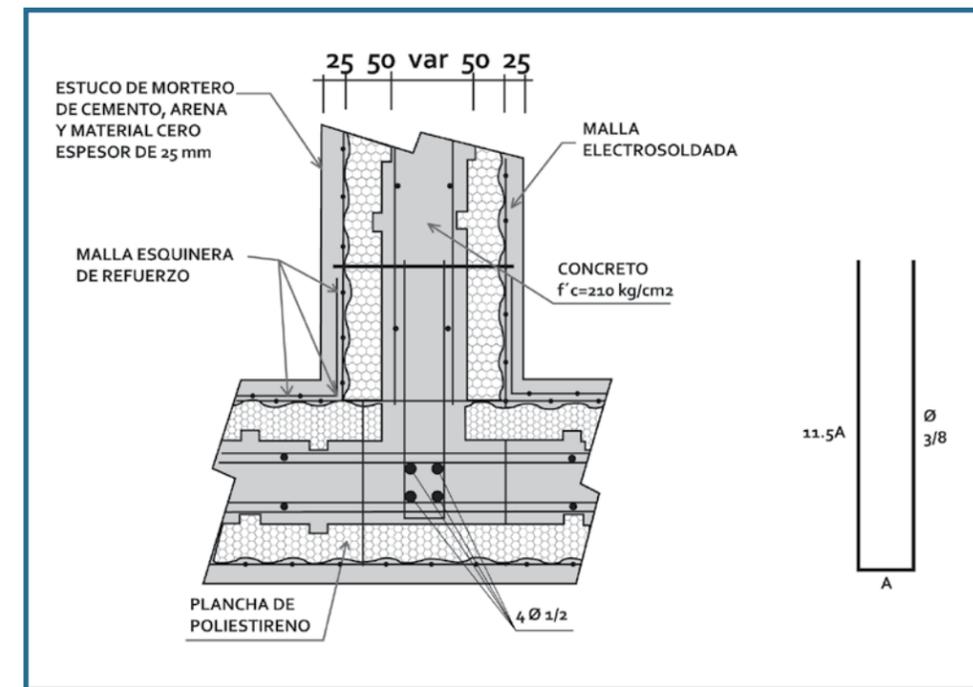
Sistema de construcción avanzada

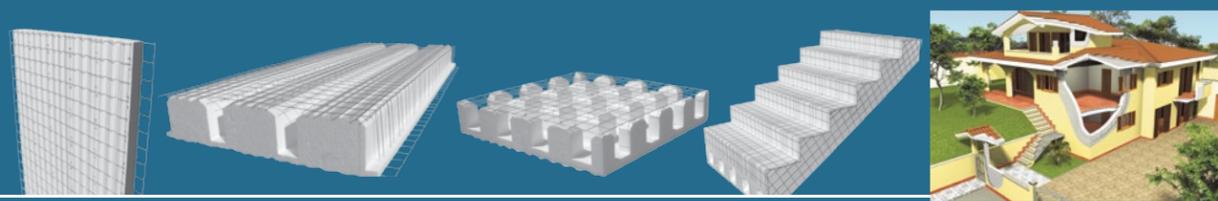
Sistema de construcción avanzada

8.19 Detalle de unión de paneles dobles en esquina (planta).

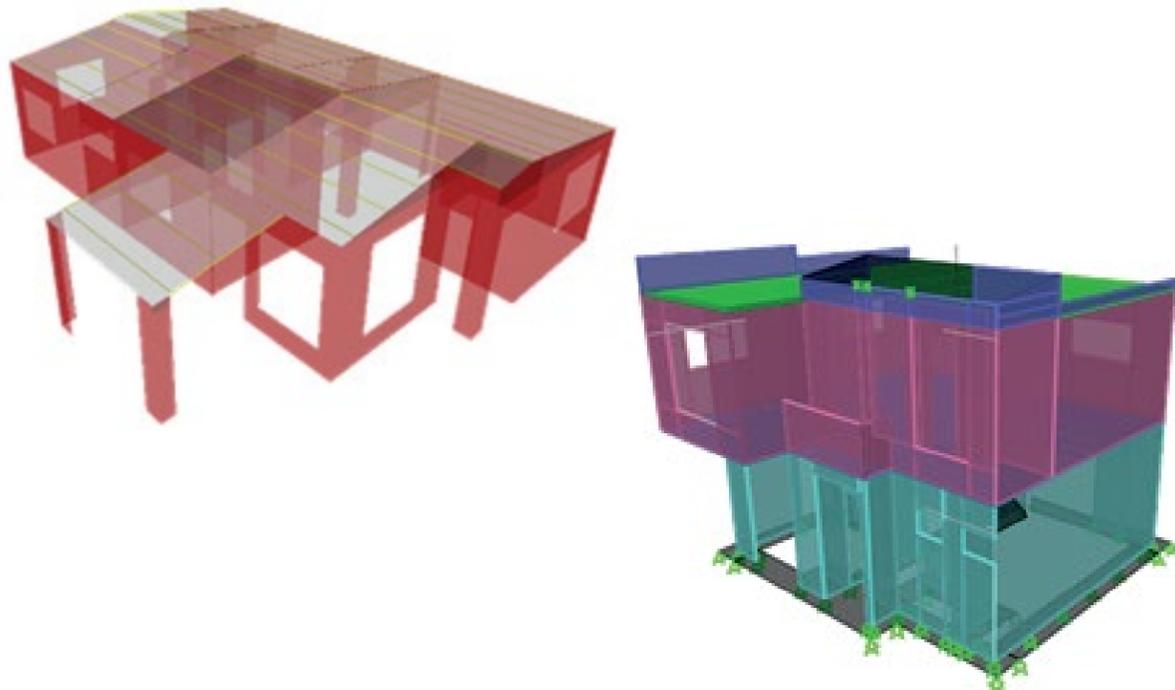


8.20 Detalle de unión muros perpendiculares, paneles dobles (planta).



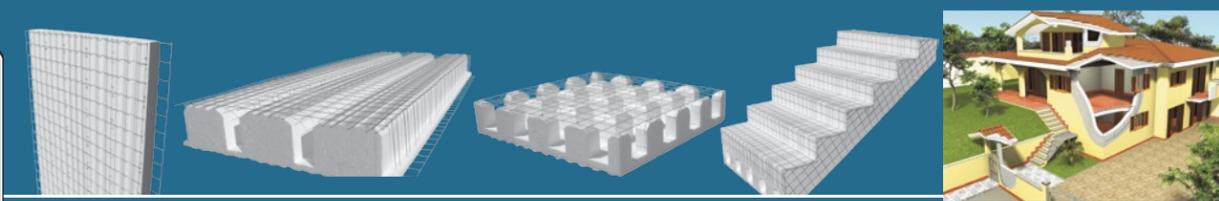


PARTE IV: AYUDAS DE DISEÑO



Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada



PARTE IV: AYUDAS DE DISEÑO

9. Hipótesis, Ejemplos, Cálculos de Resistencia,...

9.1 HIPÓTESIS GENERALES DE COMPORTAMIENTO

En general, resulta de utilidad práctica conocer el comportamiento bajo carga de las secciones conformadas por el sistema **EMMEDUE** en secciones homogéneas de hormigón armado. Para la verificación de la resistencia a la compresión centrada, el espesor de esa sección ideal corresponde a la suma de los espesores de cada una de las capas de mortero.

Por ejemplo; en paneles para muros PSM₄₀, el espesor de cada capa de mortero es 3 cm, por tanto el espesor equivalente del muro es 6 cm.

En el análisis de la resistencia a flexión simple de los paneles **EMMEDUE**, es de utilidad asimilar el comportamiento de elementos de concreto reforzado, de la misma sección total. La validez de esta hipótesis general de comportamiento, se basa en los siguientes aspectos:

- a) El eje neutro en las secciones **EMMEDUE** cae dentro de la capa de compresión de mortero, dado que la compresión es tomada solo por esta capa de mortero.
- b) Las fuerzas de tensión son absorbidas por el acero de las armaduras del panel. La cuantía de acero en los paneles **EMMEDUE** son similares a las de concreto reforzado, pero presentan una mejor distribución, gracias a que los alambres tienen menor diámetro, y a que están a menor distancia de separación. El cálculo se realiza tanto para el acero longitudinal como para el acero transversal.

Los paneles, que son utilizados como muros estructurales, están sometidos generalmente a la acción simultánea de fuerzas cortantes, fuerzas axiales de compresión y/o tensión, flexión en dos ejes principales.

La verificación de resistencia, se efectúa separadamente para fuerzas cortantes, fuerzas axiales, flexión en un plano perpendicular al plano del muro. Esto, consiste en calcular el valor de la resistencia requerida y compararla con la resistencia del panel.

9.2 EJEMPLOS DE DISEÑO

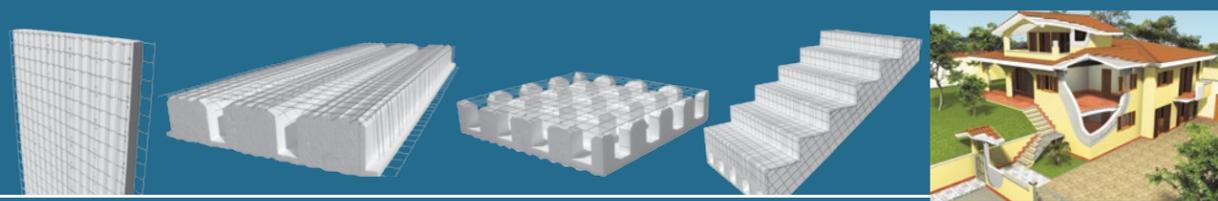
A través de la exposición de la memoria de cálculo de dos proyectos realizados con material de construcción **EMMEDUE**, se presenta los criterios básicos para el diseño y cálculo de estructuras con paneles estructurales. Cabe destacar que los paneles **EMMEDUE** pueden utilizarse para construir cualquier elemento de una estructura en particular; ya sea una casa: muros estructurales, losas de techo, etc.

En muchas ocasiones es necesario realizar cálculos aproximados, para conocer qué tipo de panel es conveniente emplear en una edificación, cualquiera sea ésta. Ante esta necesidad, se presentan dos ejemplos de cálculo. Uno de muros estructurales para una vivienda de una planta y otro, para una losa de entrepiso; se recomienda el uso de las hojas de cálculo de Excel para ayuda de diseño en paneles estructurales **EMMEDUE**.

9.3 RESIDENCIA DE UNA PLANTA (90 m²)

Características.

Se describe la metodología y diseño estructural, para una edificación de una planta con 89.73 m² aproximadamente, destinada a usarse como casa de habitación y que estará localizada en el Departamento de Managua. La edificación está estructurada con paneles estructurales reforzados **EMMEDUE**, en lo que respecta al sistema de paredes.



La estructura de techo está formada con base de vigas y perlines de acero A-36.

El sistema de fundaciones estará estructurado de zapata corrida, siendo ésta excéntrica, en el lindero Este de la vivienda.

Modelo en tres dimensiones

Materiales a utilizar

Concreto

Se usará concreto, cuya resistencia sea de 210 Kg/cm² (3,000 psi), a los 28 días de fabricado, con un módulo de elasticidad $E_c = 210,000 \text{ Kg/cm}^2$ (3,122 Ksi). El peso volumétrico del concreto reforzado es de 2,400 Kg/m³ (150 Lbs/Pie³).

Acero de refuerzo de fundaciones

El acero de refuerzo será de armadura prefabricada con varilla de hierro Grado 70, con un esfuerzo de fluencia $f_y = 5000 \text{ Kg/cm}^2$ (70,000 psi) y un módulo de elasticidad $E_s = 2,100,000 \text{ Kg/cm}^2$ (29,000 Ksi). El peso volumétrico del acero es de 7,850 Kg/m³ (490 Lbs/Pie³).

Acero estructural

Se trabajara con el Tipo A-36, con un Esfuerzo a la Fluencia $F_y = 2,520 \text{ Kg/cm}^2$ (36,000 Lbs/Plg²).

El Módulo de elasticidad $E_s = 2,100,000 \text{ Kg/cm}^2$ (29,000 Ksi).

El Peso volumétrico del acero es de 7,850 Kg/m³ (490 lbs/pie³).

Soldadura

Se utilizarán Electrodo según normas A.W.S A-5.1 y A-5.5 E-60xx y E70xx.

El Esfuerzo admisible al cortante es de 1345 Kg/cm² (19.21Ksi).

Capacidad de 210 Kg/cm para 1/16" de tamaño de garganta.

Panel estructural reforzado EMMEDUE

Se usarán paneles denominados PSM60 con malla de diámetro 2.50 mm con un revoque estructural de 3 cm de espesor sobre la malla horizontal, para lograr un espesor final de muro de 13 cm. La malla a utilizar es de acero galvanizado, de alta resistencia; con un esfuerzo de fluencia de 6,120 Kg/cm², con una separación de 13.95cm para el refuerzo vertical, y de 10 cm para el horizontal. Entre armaduras se incorpora, un alma de poliestireno expandido de 6 cm de espesor, con una densidad 15 Kg/m³.

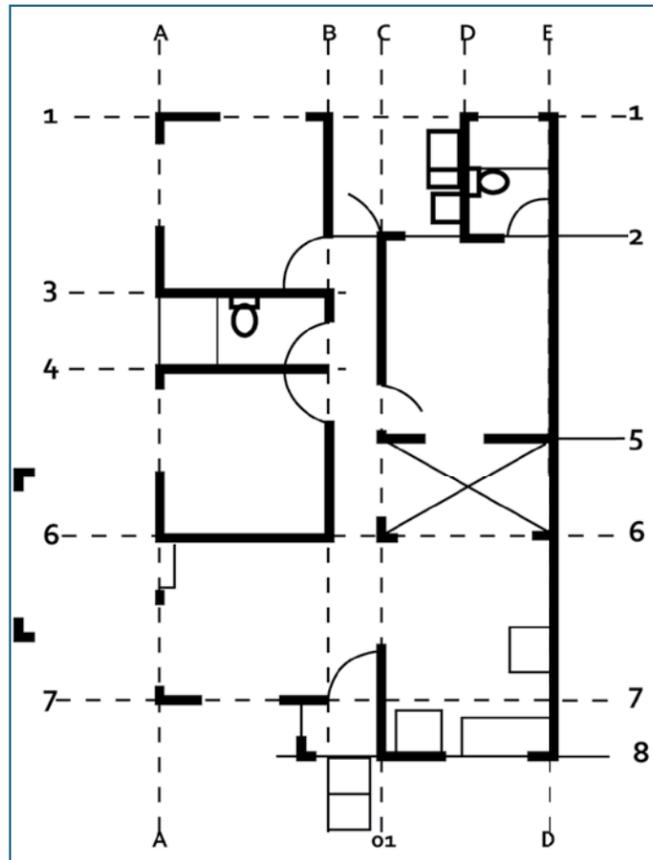


Figura No.47: Planta arquitectónica de vivienda.

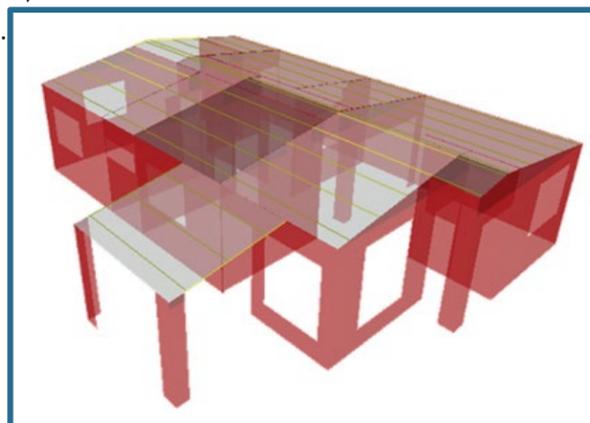
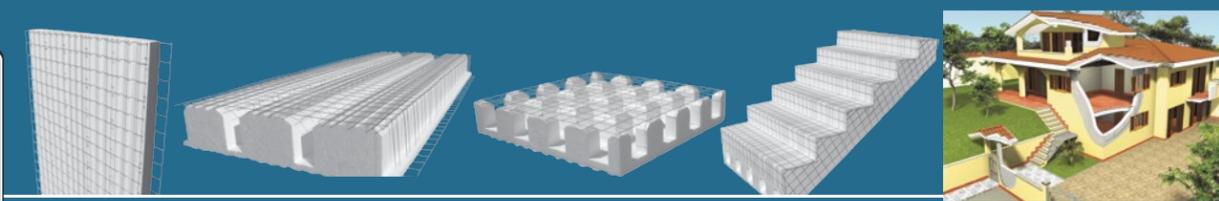


Figura No.48: Modelo estructural tridimensional.

Sistema de construcción avanzada



Mortero de revoque

Como repello de estos paneles, se utilizará un mortero o mezcla de arena-agua-cemento en proporción 1:3, con una resistencia mínima a la compresión de $f'_c = 140 \text{ kg/cm}^2$ (2,000 psi). Además, se deberá aplicar fibra de polipropileno (Sikafiber-1 Lbs/m³) en la mezcla de mortero, para mejorar la adherencia. Una vez aplicado éste, las superficies deben mantenerse continuamente húmedas, al menos por 7 días.

Acero de fijación de paneles a la cimentación

La fijación de los paneles a la fundación, se realizará mediante aceros de anclaje con diámetro de 7.01 mm Grado 75 ksi, fijados al hormigón de la zapata corrida, en perforaciones de 7 cm de profundidad. La fijación de los paneles a la fundación, se efectuará mediante aceros de anclaje con diámetro de 7.01 mm, con aditivo epoxi y separados entre sí, la distancia de 40 cm, con una longitud por encima de la fundación, por lo menos, 35 cm, ubicados a ambos lados del panel en zig-zag. Dichos anclajes se atarán al panel en al menos dos puntos, previo a la proyección del mortero.

Suelo de cimentación

Se asume un valor de capacidad soporte del suelo de 0.50 Kg/cm², dado que no se efectuaron ensayos de laboratorio para determinar dicha resistencia. El peso volumétrico del suelo se asume en 1600 Kg/m³.

Software Utilizados:

En el proceso de ensayo o de diseño se podrán utilizar los siguientes programas: Etabs v. 9.7.1, Microsoft Excel, Safe v. 12.3.1 y Matlab 7.9.0

Métodos de Diseño Estructural

Los elementos resistentes de una estructura, se verificarán tanto para los estados de carga que incluyen el efecto sísmico como para los que no lo incluyen. Esto podrá hacerse por el Método Elástico o por Resistencia Última, y para ambos casos cada estado de carga se deberá factorar como especifican los Códigos de Diseño.

Las estructuras se analizarán bajo la acción de dos componentes horizontales (sismo) ortogonales, no simultáneos del movimiento del terreno (Efectos bidireccionales, inciso f) Arto. 32 RNC-07). Estos se combinarán, tomando en cada dirección en que se analice la estructura, el 100% de los efectos de la componente que obra en esa dirección, y el 30% de los efectos del que obra perpendicularmente a ella, con los signos que resulten más desfavorables para cada concepto. Se verificará además, que la estructura y su cimentación no rebasen ningún estado límite de falla o de servicio.

Carga Sísmica

Las deformaciones y fuerzas internas, que resulten del análisis, se combinarán entre sí con los efectos de fuerzas gravitacionales y de las otras acciones que correspondan, según el método de diseño de la sección o (Arto. 15 RNC-07).

Según sean las características de la estructura de que se trate, ésta podrá analizarse por sismo mediante el Método Simplificado (MS), el Método Estático Equivalente (MEE) o el Método Dinámico (MD), con las limitaciones que se establecen en el Arto. 30 del Reglamento (Arto. 27 RNC-07).

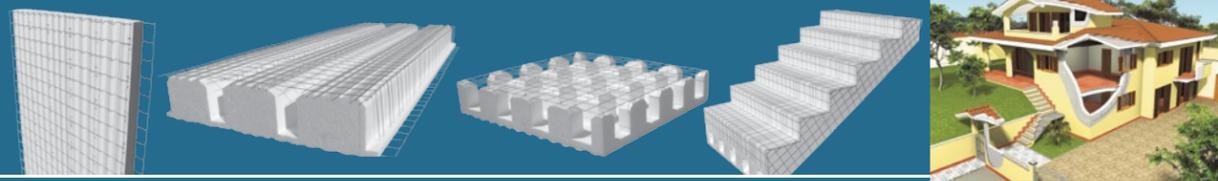
Clasificación Estructural por Sismo

Grupo B

Edificación destinada a Vivienda.

De acuerdo al Arto. 20, se trata de una estructura con grado de seguridad intermedio, donde el daño parcial o total causaría pérdidas de magnitud intermedia, después de ocurrido un desastre producto de un sismo intenso, por ejemplo.

Sistema de construcción avanzada



Zona

La vivienda se localiza en el Departamento de Managua, de la Fig. 50 según RNC-07, se encuentra en la Zona C.

Tipo de suelo:

El Factor de amplificación por tipo de suelo será de: $S=1.5$ (Suelo Tipo II, Zona C)

Periodo de la estructura

La interacción de las cargas muertas y la reducción de las cargas vivas de la estructura, conlleva a la acción sísmica, produciendo así la vibración de la misma en un periodo fundamental de 0.23 segundos.

Para conocer el Periodo de la estructura, es necesario primero cargar el modelo de la estructura y luego ejecutar el análisis, para determinar el coeficiente sísmico o bien corregirlo.

Método de Análisis

El MS puede ser aplicado cuando la estructura es totalmente simétrica (regular).

El MEE puede ser aplicado a estructuras regulares, con altura menor de 40 m ($H \leq 40$ m) y estructuras irregulares con altura menor de 30 m ($H \leq 30$ m).

El MD puede ser aplicado a cualquier tipo de estructura, cualquier característica. Al no poseer simetría en planta, la aplicación del método simplificado no tiene validez, por lo que se podrá aplicar el Método Estático Equivalente.

COEFICIENTE SÍSMICO

El coeficiente sísmico correspondiente al Método Estático Equivalente $C=0.502$

CARGA DE VIENTO

Clasificación Estructural por Viento

Tipo

Tipo 1. De acuerdo al Arto.45, se trata de una construcción cerrada y techada.

Efectos a considerar

Para estructuras del Tipo 1, se tendrán en cuenta los efectos estáticos del viento, calculados de acuerdo a las disposiciones del RNC-07.

Método de Análisis

Al ser una Estructura Tipo 1, se le aplica el Método Estático (Arto. 53 RNC-07).

Factor de variación por altura z, $F\alpha$

La altura máxima de una edificación respecto al nivel de terreno, es de 3.60 m < 10 m, por tanto: $F\alpha=1$

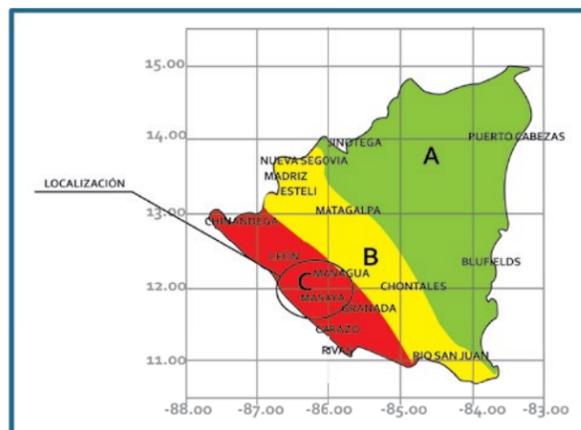


Figura No.49: Mapa de Microzonificación Sísmica de Nicaragua.

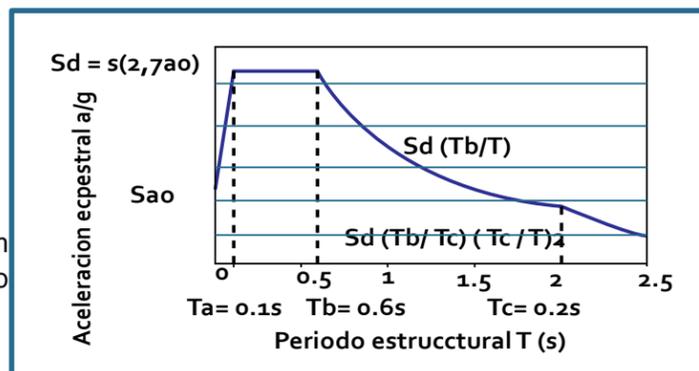
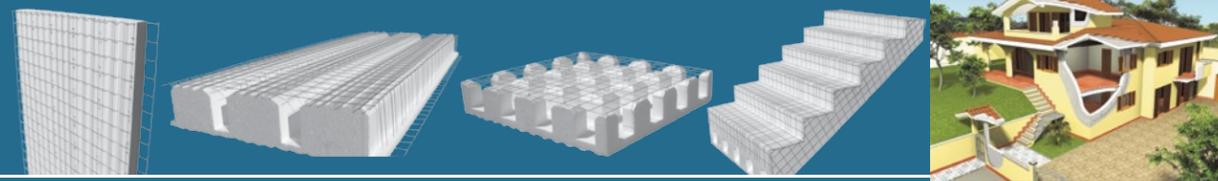


Figura No.50: Espectro de diseño sísmico de Nicaragua.

Sistema de construcción avanzada



Factor correctivo por Topografía y rugosidad, FTR

El terreno Tipo R2: Terreno plano u ondulado con pocas obstrucciones. La topografía es Tipo T3, por ser un terreno prácticamente plano, así $FTR=1$.

Velocidad regional VR

El periodo de retorno a considerar es de 50 años, por ser Estructura Grupo B. La velocidad regional correspondiente a un periodo de 50 años y a Zona 1, es de 30 m/s.

Velocidad de diseño, VD

Está dada por la ecuación: $V_D=30$ m/s

Coefficiente de Presión, Cp

Bajo el método Estático, la edificación se clasifica como estructura cerrada, Caso 1, donde C_p se calcula según Tabla 8 RNC-07 (Arto. 54).

Presión de Viento, Pz

La presión de Viento está definida por la ecuación:

$$Pz=0.0479 \cdot Cp \cdot VD^2$$

$$VD = 30 \text{ m/s}$$

$$\theta = 8.53^\circ$$

Las presiones se aplicaron a cada una de las paredes correspondientes, en el modelo estructural.

Otras Cargas de diseño

Cargas de Techo liviano

Carga Viva $CV=10$ Kg/m², Carga Viva reducida $CVR=10$ Kg/m² (Arto. 11)

Carga Viva Puntual - Elementos secundarios, $CVps: 100$ Kg

Carga Viva Puntual - Elementos principales, $CVpp: 200$ Kg

Carga Muerta:

Cubierta de Techo Galvanizada MaxAlúm Troquelada Cal.26: 5.4 Kg/m²

Cielo Falso de Plycem + Perfilaría de Aluminio: 7 Kg/m²

Lámparas y accesorios: 3 Kg/m²

CMTECHO = 15.4 Kg/m²

Posición	Cp	Pz(Kg/m ²)
Pared de Barlovento	0.8	34.488
Pared de Sotavento	-0.4	-17.244
Paredes Laterales	-0.8	34.488
Techos Planos,	-0.8	-34.488
Techos Inclınados,		
lado Sotavento	-0.7	-30.177
Techos Inclınados,		
lado Barlovento	-0.8	-34.488

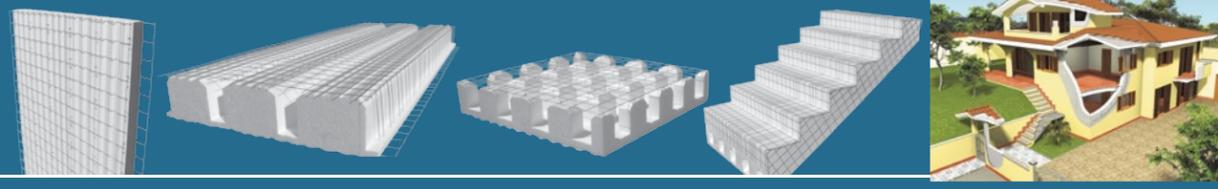
JUSTIFICACIÓN DE ELEMENTOS

En el modelo de la Estructura, se utilizó el software Etabs v.9.7.1, para aplicar todas las cargas de diseño. En el caso de la carga sísmica, se definió como cálculo automático, una vez definido el coeficiente sísmico. Las cargas obtenidas del análisis, se emplearon para el diseño de cada uno de los elementos. Se revisó cada uno de los elementos críticos correspondientes a Muros, Viga Metálica y Zapata corrida.

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE TECHO

Diseño de Perlín

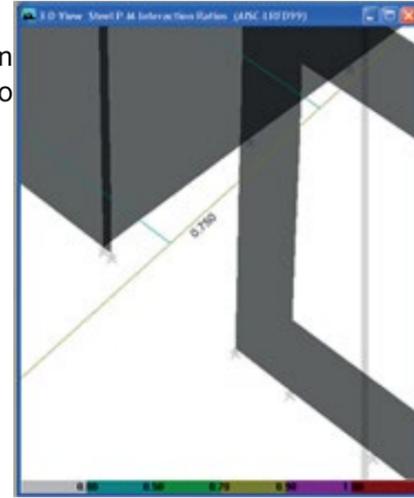
El perlín 2"x4"x1/16" es adecuado para resistir los efectos del corte, flexión y deflexiones máximas permitidas.



Diseño de Perlín metálico P-2

De la distribución que hace el programa, se obtiene que el perlín metálico de 2"x4"x3/32" presenta una condición de trabajo satisfactoria, ya que el factor es del 75%.

Figura No.51: Radio de interacción de perlín metálico P-2.



STRESS CHECK FORCES & MOMENTS		P	M33	M22	U2	U3
Combo	COMB2	-41.621	229.554	-0.035	-148.048	-0.225

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-1b)		Pu Load	phi*Pnc Strength	phi*Pnt Strength
Axial		41.621	7377.223	10763.960

SHEAR DESIGN		Uu Force	Phi*Un Strength	Stress Ratio
Major Shear		148.048	3306.689	0.045
Minor Shear		0.225	3306.689	6.819E-05

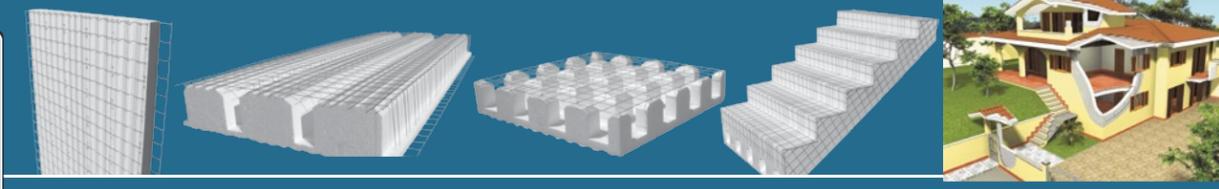
END REACTION AXIAL FORCES		Left End Reaction	Load Combo	Right End Reaction	Load Combo
		-82.742	COMB20	39.533	COMB20

Figura No.52: Revisión por resistencia última de perlín metálico.

En la Figura N° 52 se observa las cargas actuantes y resistentes del perlín metálico 2"x4"x3/32", donde se muestra que trabaja al 75% de su capacidad total, resultando satisfactorio desde el punto de vista estructural.

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada



DISEÑO DE MUROS DE PANEL EMMEDUE - Revisión a Flexión

Acero Vertical

El acero de refuerzo vertical corresponde a un alambre, cuyo diámetro es de 2.50 mm, con una separación máxima de 13.95cm. El área de la sección transversal del alambre es de 0.0491 cm², por lo que el panel presenta un área de acero de 0.3519 cm²/m. Esto fue diseñado en Matlab, la capacidad a momento para el refuerzo vertical se muestra a continuación.

Se ha seleccionado como muro crítico el correspondiente al eje C. Del modelo se obtiene que el momento máximo actuante M₂₂ (momento alrededor del eje "y") es de 80.21 Kg-m/m. Dicho momento corresponde al momento de diseño del refuerzo vertical.

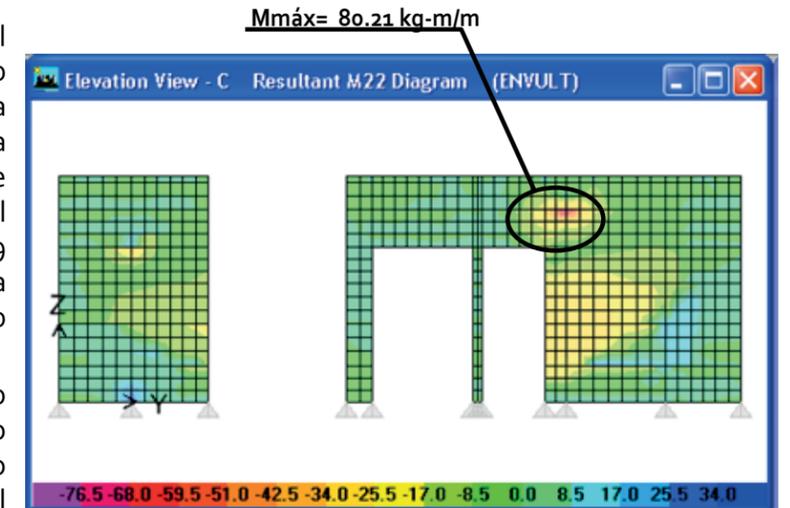


Figura No. 53: Momento M22 Máximo en Muro.

Momento último mu (Kg-m)= 200.92 > 80.21 kg-m/m Ok! "La Sección Verifica"

Acero Horizontal

El acero de refuerzo horizontal también corresponde a un alambre, cuyo diámetro es 2.50 mm separados cada 10cm. El área de la sección transversal del alambre es de 0.0491 cm², por lo que el panel presenta un área de acero de 0.491 cm²/m. Esto fue diseñado en Matlab, la capacidad a momento para el refuerzo horizontal se muestra a continuación.

Se ha seleccionado como muro crítico el correspondiente al eje E. Del modelo se obtiene que el momento máximo actuante M₁₁ (momento alrededor del eje vertical del muro) es de 84.71 Kg-m/m. Dicho momento, corresponde al momento de diseño del refuerzo horizontal.

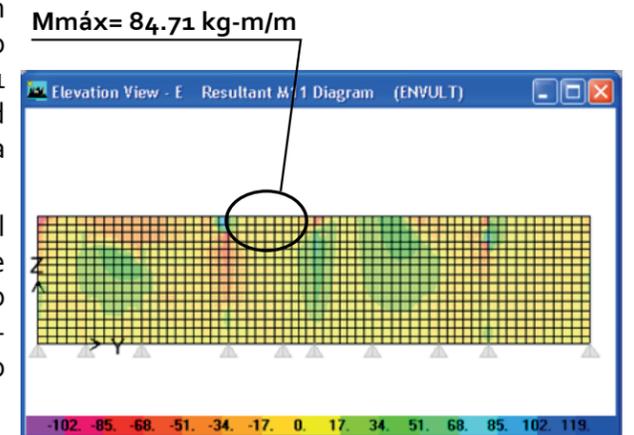


Figura No.54: Momento M11 máximo en muro

Momento último mu (Kg-m)= 277.73 > 84.71 Kg-m/m Ok! "La Sección Verifica"

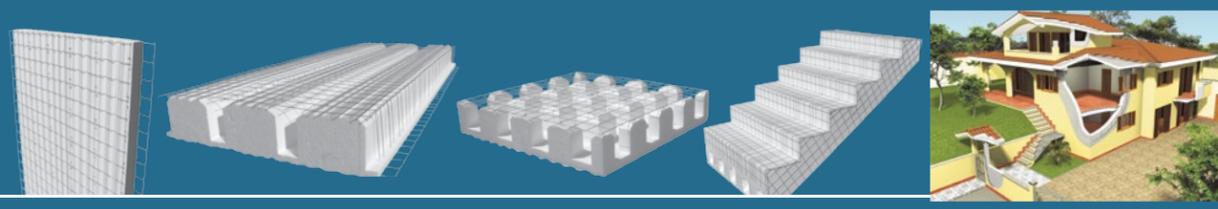
Revisión a Cortante

Se hace la consideración de que la resistencia a cortante del panel, es debido a las dos capas de mortero y al refuerzo horizontal de la malla. Del modelo se obtiene, que el cortante máximo actuante es igual a 1104.54 Kg/m, presentándose éste en el eje 2.

El cortante máximo es 1104.54 Kg/m < 4556.64 Kg/m "La Sección Verifica"

Revisión a Compresión

La capacidad a compresión del panel, se muestra a continuación: en la figura 56 donde se constata la



fuerza axial máxima, la cual ocurre en el muro del eje 2, presentando un valor de 1,622 Kg/m, la cual es menor que la capacidad máxima de 32716.68 Kg/m, resultando satisfactorio el tipo de Panel utilizado.

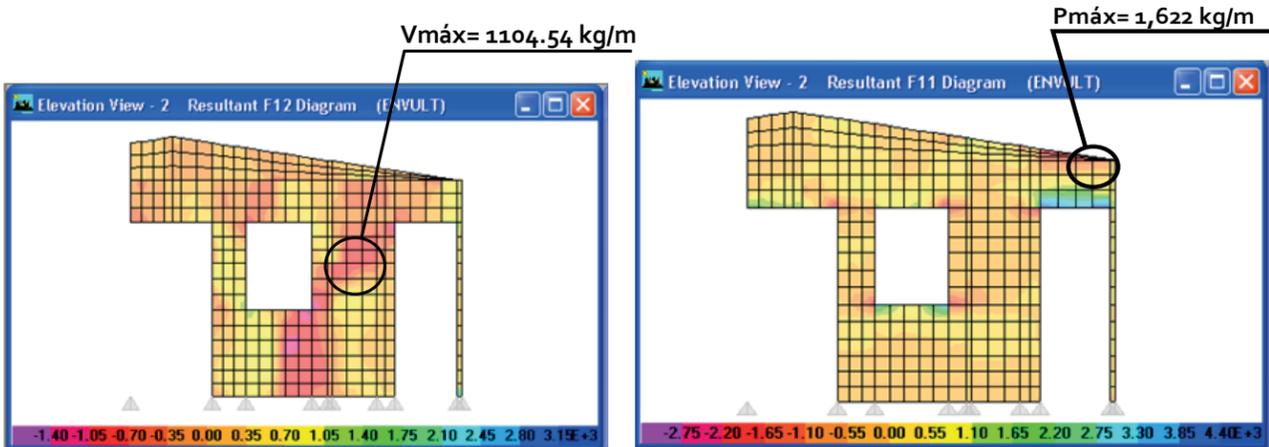


Figura No.55: Cortante máximo en muro.

Figura No.56: Fuerza axial máxima en muro.

Diseño de Fundación

La fundación está constituida por una zapata corrida de 15x30 cm, desplantada a 0.40 m a partir del nivel de piso terminado. Se modeló en Safe 12.3.1, determinando la presión de suelo y las cargas con las cuales se diseña el cimiento.

Presión de Suelo

La presión máxima que se ejerce sobre el suelo es de 0.334 Kg/cm², bajo la combinación elástica crítica. Siendo satisfactorio el valor de presión máxima de suelo obtenido, dando un factor de trabajo de 0.33/0.5=0.66 < 1.

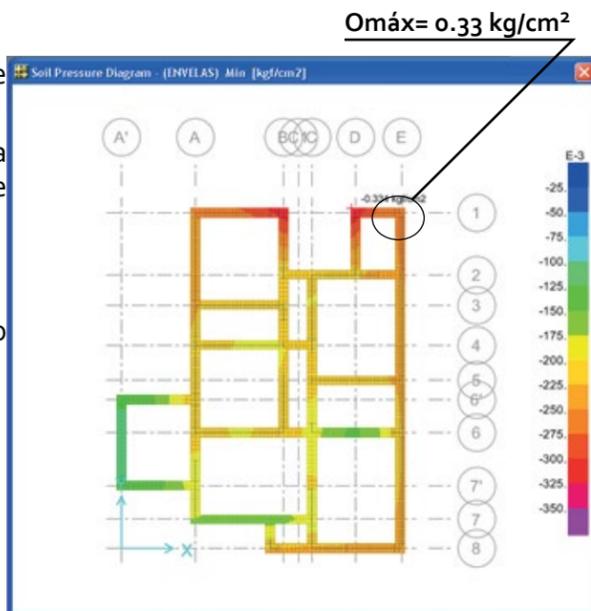


Figura No.57: Diagrama de Presión de Suelo en Fundaciones.

Cálculo del Acero de Refuerzo

En la Figura N° 54 se muestra el área de acero requerida en la dirección transversal a la zapata.

La sección de 30x15 cm desplantada a 40 cm del nivel de piso terminado, con acero Grado 70, requiere un área de acero transversal para la franja de diseño crítica de 100cm de 0.016 cm²/cm, lo que equivale a 1.60 cm²/m. La sección que cumple con los requerimientos antes citados es una sección MES CC-1, con Ref. Longitudinal 3 Ø5.50mm y refuerzo transversal Ø5.50mm @ 0.15 m.

Esta sección brinda un área de acero transversal de 1.58 cm²/m. La diferencia entre el área de acero transversal requerida y el área que brinda la sección es mínima, por lo que su uso resulta satisfactorio.

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada

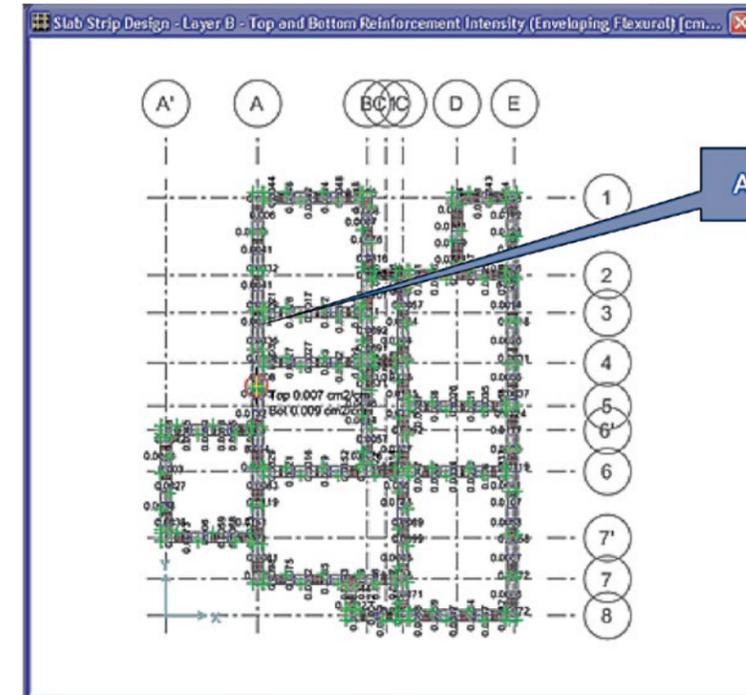
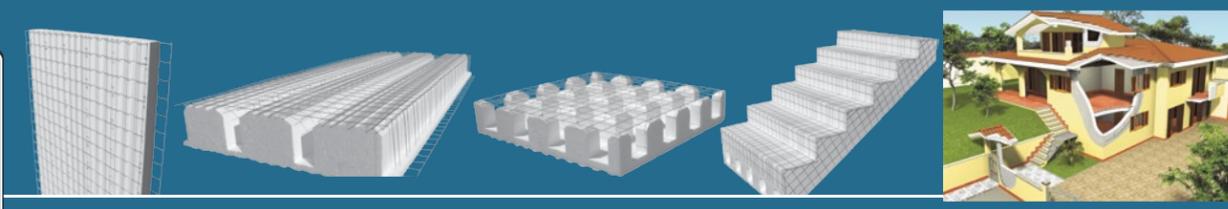


Figura No.58: Área de acero requerida en la dirección transversal a la zapata.

Arq = 0.016 am²/cm

En la figura N° 56 se muestra el área de acero requerida en la dirección longitudinal a la zapata. Se requiere un área de acero longitudinal para la franja de diseño crítica, de 30cm de 0.0236 cm²/cm, lo que es equivalente a 0.708 cm².

La sección propuesta brinda un área de acero longitudinal de 0.71 cm² > 0.708 cm², por lo que su uso resulta satisfactorio.

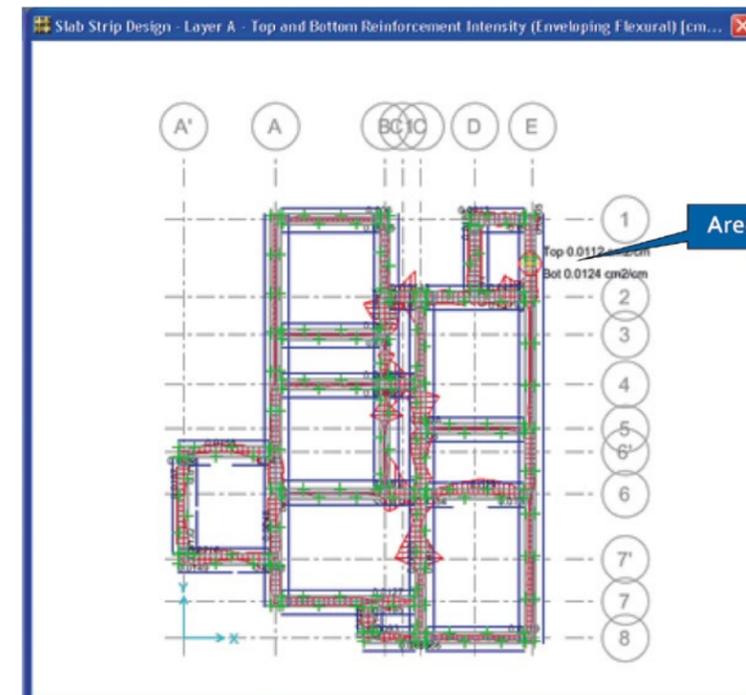
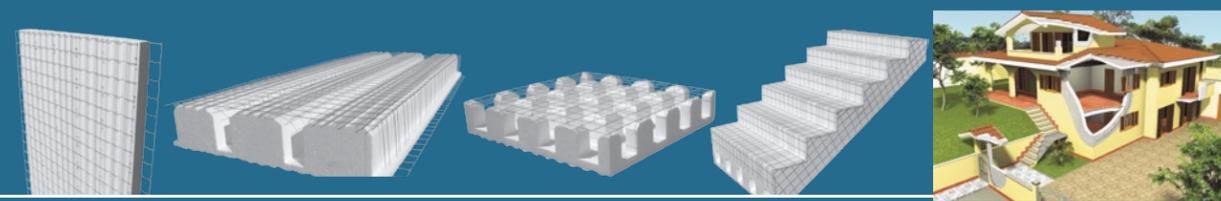
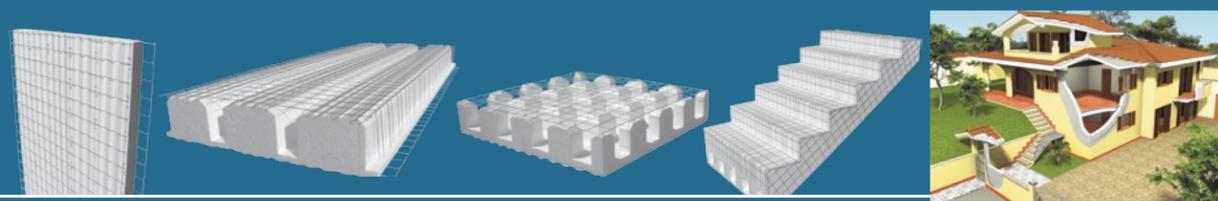


Figura No.59: Área de acero requerida en la dirección longitudinal a la zapata.

Areq = 0.0236 cm²/cm



9.4 RESIDENCIA DE DOS PLANTAS

Características.

Se describe la metodología y diseño estructural de una edificación de dos plantas de 90 m², la misma, esta destinada a usarse como casa de habitación y estará localizada en el departamento de Managua. La edificación, está construida a base de paneles estructurales reforzados EMMEDUE (PSM60), en lo concerniente al sistema de paredes. La estructura de techo está formada a base de losas de paneles PSM-80 y un pequeño sector a base de vigas y perlines de acero, con una cubierta de techo metálica. El sistema de fundaciones estará estructurado a base de zapatas corridas.

Modelo en tres dimensiones

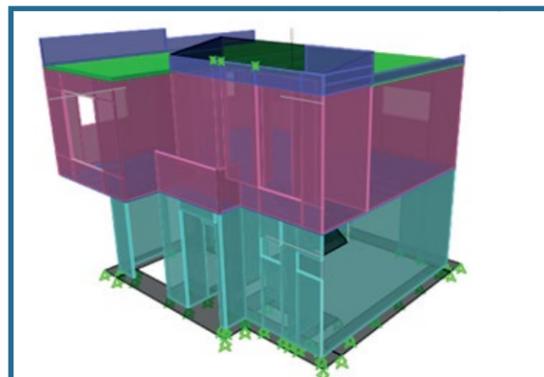


Figura No.61: Modelo tridimensional de la estructura.

Materiales a utilizar

Concreto

Se usará concreto cuya resistencia sea de 175 Kg/cm² (2,500 psi), a los 28 días de fabricado, con un módulo de elasticidad de $E_c = 210,000 \text{ Kg/cm}^2$ (3,122 Ksi).

El peso volumétrico del concreto reforzado es de 2,400 Kg/m³ (150 Lbs/Pie³).

Acero de refuerzo de fundaciones

El acero de refuerzo longitudinal, debe ser como mínimo de $F_y = 70 \text{ ksi}$ (4,920 Kg/cm²). Donde f_y es el esfuerzo de fluencia. El módulo de elasticidad será de $E_s = 2,100,000 \text{ Kg/cm}^2$ (29,000 Ksi). El peso volumétrico del acero es de 7,850 Kg/m³ (490 Lbs/Pie³).

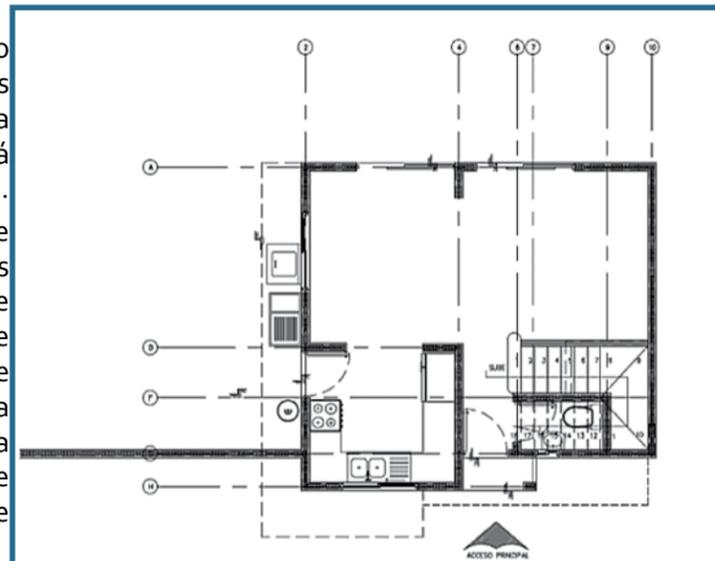


Figura No.60: Planta arquitectónica vivienda 1er. nivel.

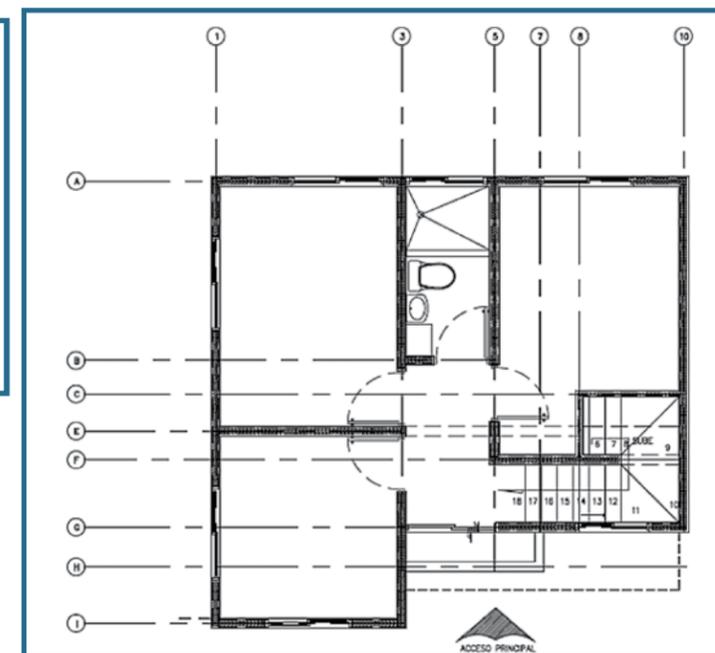


Figura No.62: Planta arquitectónica vivienda 2do. nivel.

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada

Soldadura

Los Electrodo deberán ajustarse a la normas A.W.SA-5.1 y A-5.5 E-60xx y E70xx. El Esfuerzo admisible al cortante = 1345 Kg/cm² (19.21Ksi). Capacidad de 100 Kg/cm para 1/16" de tamaño de garganta.

Panel estructural reforzado EMMEDUE

Se usarán los paneles denominados PSM60 con malla de 2.20mm, de diámetro, con un revoque estructural de 2 cm de espesor sobre la malla horizontal, logrando un espesor final de muro de 11.5 cm. La malla es de acero galvanizado de alta resistencia, con un esfuerzo de fluencia de 6120kg/cm², con una separación de 10 cm para el refuerzo vertical, y de 10 cm para el horizontal.

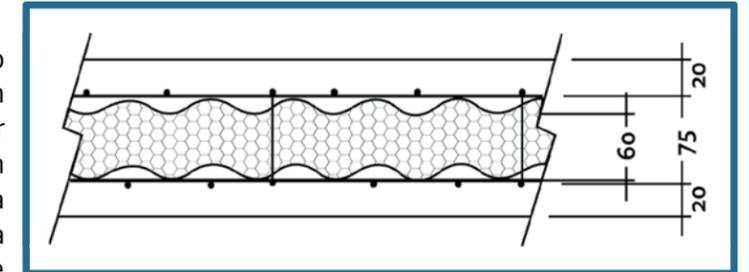


Figura No.63: Detalle de panel EMMEDUE propuesto.

Entre las armaduras se incorpora un alma de poliestireno expandido, de 6 cm de espesor y 15 Kg/m³ de densidad. En la figura N°61 se muestra estas características.

Mortero de revoque

En el repello de estos paneles, se utilizará un mortero o mezcla de arena - agua - cemento en proporción de 1:3 y una resistencia mínima a la compresión de $f'_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ (2,000 psi). Además se aplicará fibra de polipropileno (Sikafiber-1 Lbs/m³), para adherencia en la mezcla de mortero, y una vez aplicado éste, las superficies deben mantenerse continuamente húmedas, al menos por 7 días.

Acero de fijación de paneles a la cimentación

La fijación de los paneles a la fundación, se realizará mediante aceros de anclaje con diámetro de 7.2mm Grado 75ksi, fijados al hormigón de la zapata corrida en perforaciones de 10 cm de profundidad. La fijación de los paneles a la fundación se efectuará mediante aceros de anclaje con diámetro 7.20 mm, con aditivo epoxi y separados entre sí a una distancia de 40 cm, con una longitud por encima de la fundación de no menos de 30cm, ubicados a ambos lados del panel en zig-zag. Dichos anclajes se atarán al panel en al menos dos puntos, previo a la proyección del mortero.

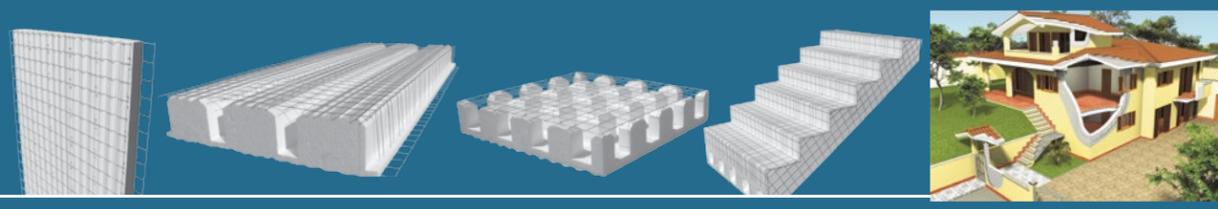
Suelo de cimentación

El valor de capacidad de soporte del suelo se asume que será de 0.50 Kg/cm², dado que no se efectuaron ensayos de laboratorio para determinar dicha resistencia. El peso volumétrico del suelo, se asume, 1600 Kg/m³.

Softwares Utilizados: Para calcular el procedimiento anterior, se pueden utilizar los siguientes softwares: Etabs v. 9.5.0, Microsoft Excel. Safe v. 12.1 y Matlab 6.5

Métodos de Diseño Estructural

Los elementos resistentes de una estructura, se verificarán tanto en los estados de carga que incluyen el efecto sísmico como en los que no lo incluyen. Esto podrá hacerse por el Método Elástico o por Resistencia Última, y en ambos casos, cada estado de carga se deberá factorar como especifican los Códigos de Diseño. Las estructuras se analizarán bajo la acción de dos componentes: horizontales (sismo) y ortogonales, no simultáneos del movimiento del terreno (Efectos bidireccionales, inciso f) Arto. 32 RNC-07). Estos se combinarán, tomando en cada dirección en que se analice la estructura, el 100% de los efectos de la componente que obra en esa dirección y el 30% de los efectos perpendicular a ella, con los signos que resulten más desfavorables para cada concepto. Se verificará además que la estructura y su cimentación no rebasen ningún estado límite de falla o de servicio.



DISEÑO DE ELEMENTOS

Sistema de techo

La cubierta de techo es a 4 aguas, será lámina de zinc, estilo arquiteja, estará apoyada sobre estructura metálica a base de perlines o clavadores (P-1) de 2"x4"x3/32" @ 1.0 m, los que a su vez se apoyan sobre vigas metálicas principales y muros. Estos elementos, son adecuados para soportar las acciones de diseño.

Muros

Revisión a Cortante

En el muro actúa 1.05 ton. de fuerza cortante, un panel simple puede resistir 3.82 ton, sin embargo por darse en las uniones de paredes y en boquetes, se agrega el acero de refuerzo proveniente de la unión con forma de "L" y del acero extra para los boquetes respectivamente, por tanto las secciones resultan ser satisfactorias.

Revisión a Flexión

El acero de refuerzo horizontal corresponde al de la malla continua de 8cm x 8cm, cuyo diámetro es 2.5 mm. La sección transversal es de 0.049 cm² y un área de 0.2375 cm²/m.

Resultados

- >> Momento resistente Mr(Kg-m)= 383.319
- >> Momento último Mu(Kg-m) = 980

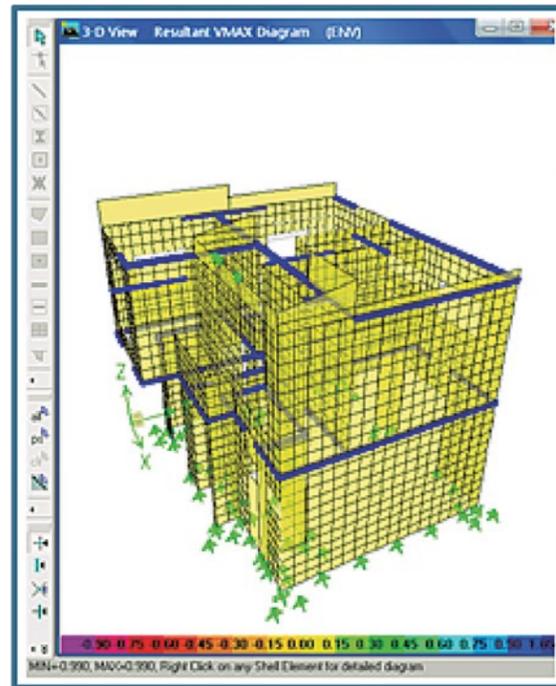


Figura No.66: Cortante máximo en muros estructurales

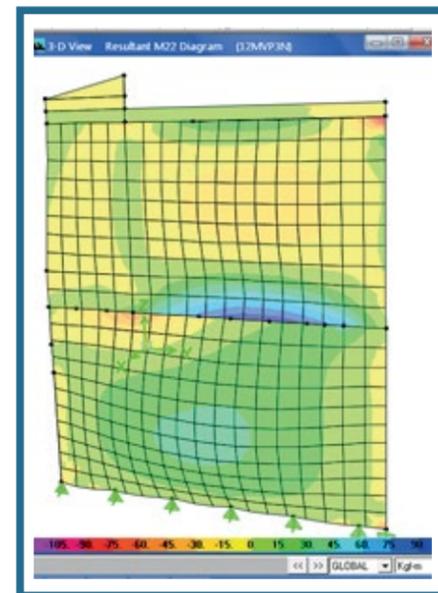


Figura No.67: Momento máximo en muros estructurales

Revisión a Compresión

En la figura N°68 se muestra la fuerza axial máxima, que ocurre presentando un valor de 10.5 ton/m, la cual es menor a la capacidad nominal máxima de 23.660 ton/m, resultando satisfactoria la sección propuesta.

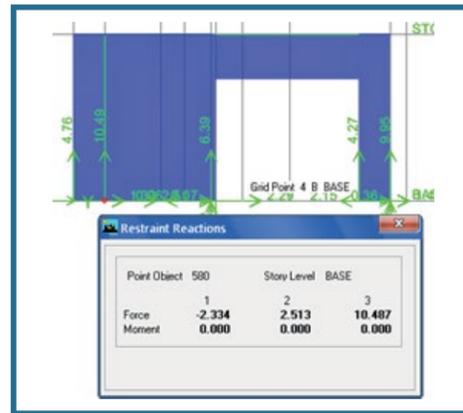
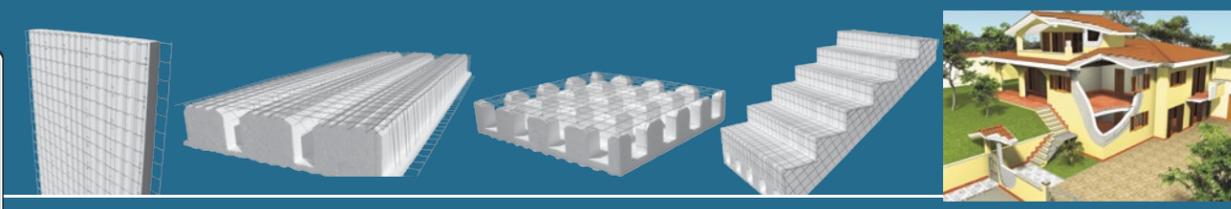


Figura No.68: Reacciones máximas en muros estructurales

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada



Diseño de Losa de entepiso

El Sistema emplea una losa formada por paneles EMMEDUE PSM80, con revoque de mortero de 3 cm en la parte inferior y 5 cm de concreto en la parte superior. La malla electro-soldada de acero a utilizar tendrá dimensiones de 8 cm x 8 cm con un diámetro de alambre de 2.5 mm.

Resistencia a flexión del Panel PSM80

Capacidad a Momento Positivo y a Momento Negativo.

Resultados Momento Positivo

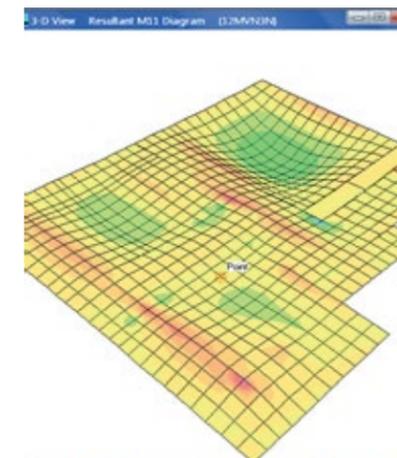


Figura No.69: Momentos máximos positivos en losa de entepiso

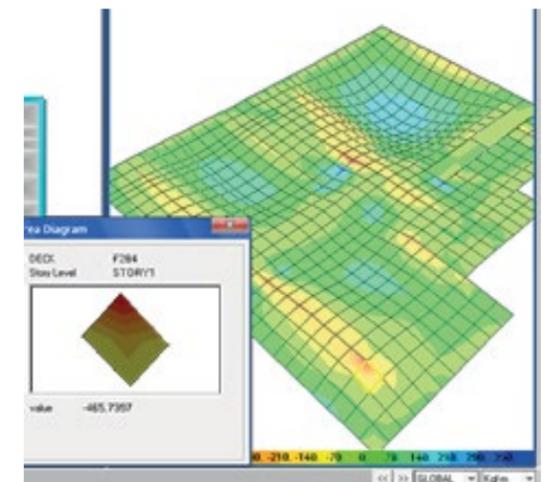


Figura No.70: Momentos máximos negativos en losa de entepiso

Momento resistente Mr(Kg-m)= 627.720 > 413 kg-m "La Sección Verifica"

Resultados Momento Negativo

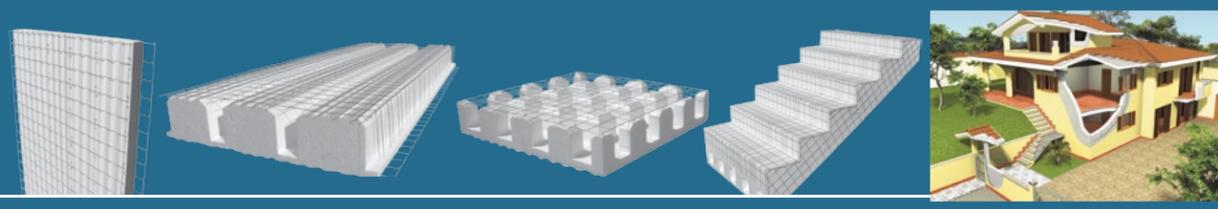
Momento resistente Mr(Kg-m)= 485.352 > 466 kg-m "La Sección Verifica".

Sistema de fundaciones

Se propone que las paredes tengan una fundación, tipo zapata corrida (viga de cimentación), de 0.60 m de ancho y 0.20 m de espesor, con un desplante de 0.60 m, en todas las paredes, exceptuando la franja de zapata bajo el eje 4, el eje C, eje F y eje 6, el acero debe ser, como mínimo, grado 70 (fy =70 ksi), la disposición de las varillas será mostrada como conclusión.



Figura No.71: Modelo de cimentación en Safe



Presión en el suelo debido a la estructura (unidades kgf/m²)

El esfuerzo en el suelo debido a la combinación elástica Cm+Cv+0.7 Sy, es decir, 0.598 kgf/cm² es menor al permisible 0.60, por lo cual la geometría es satisfactoria.

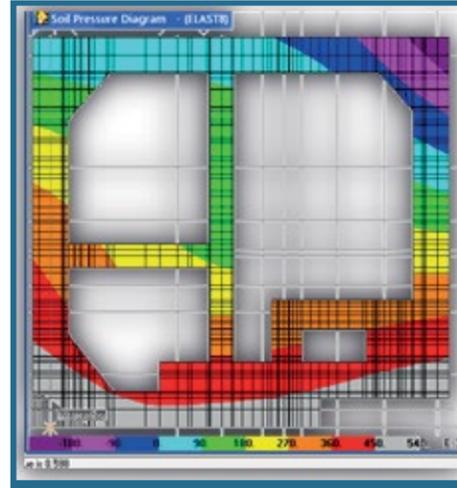
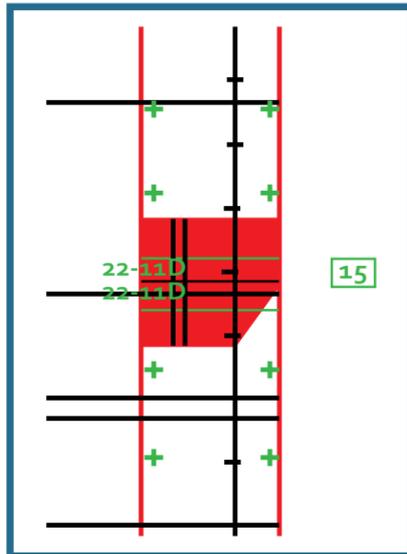
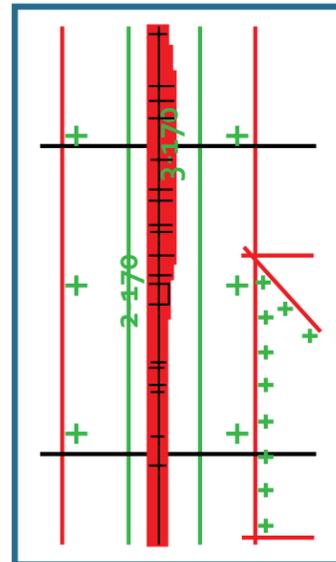


Figura No.72: Presiones reactivas del suelo

Área de acero requerida (cm²/m) en la dirección horizontal (para todas las franjas horizontales)



Área de acero requerida (cm²/m) en la dirección vertical



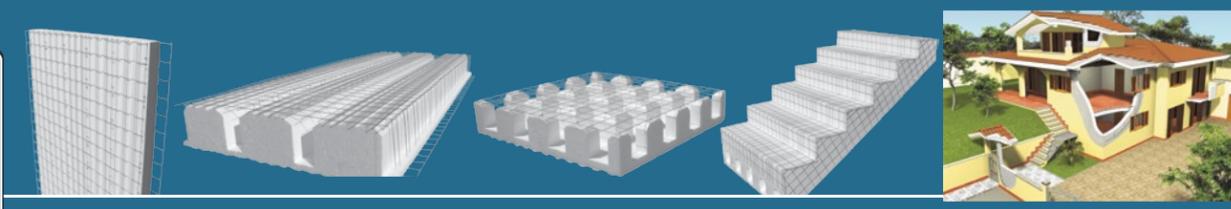
Como zapatas de estas paredes se propone una fundación, con 5 var. # D-17 (esto es para la franja de 60 cm de ancho, sin embargo para la franja de 40cm de ancho, donde se colocaran 3 varillas D-17); y en la dirección más larga la varilla será D-11 @ 12 cm paralelo a la dirección corta de la zapata.

9.5 CÁLCULO APROXIMADO DE MUROS Y LOSAS DE PANELES ESTRUCTURALES EMMEDUE

A través de las hojas de cálculo elaboradas en el programa de Microsoft Excel, se presenta la forma de realizar un cálculo manual aproximado, para el diseño de elementos estructurales de una edificación de una planta. Un cálculo aproximado no requiere de análisis más refinados para establecer las dimensiones de los elementos de la estructura.

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada



9.6 VIVIENDA UNIFAMILIAR 44 m².

A razón de ejemplo se presenta una vivienda de un nivel construida en la ciudad de Managua. El área en planta es de 44 m² aproximadamente

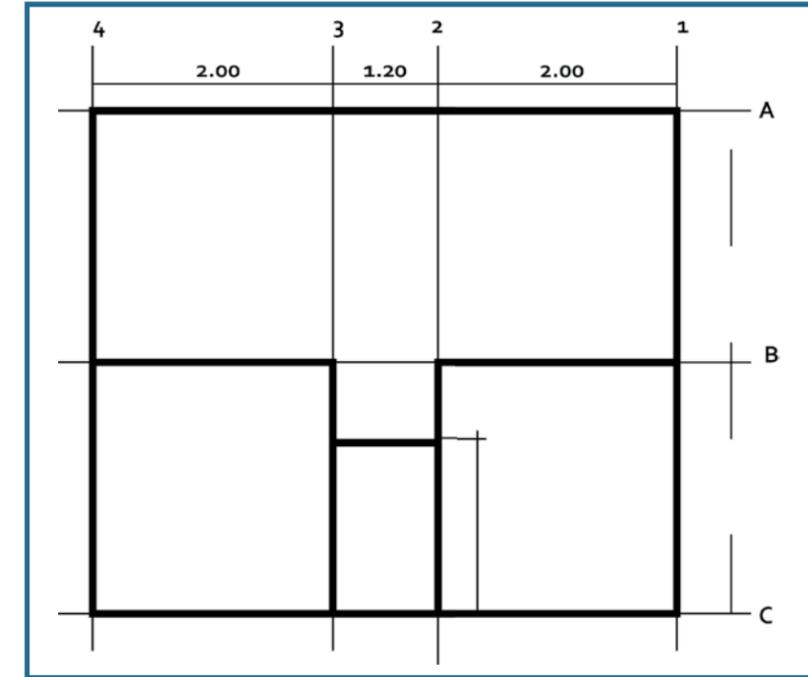


Figura No.73: Planta arquitectónica de vivienda

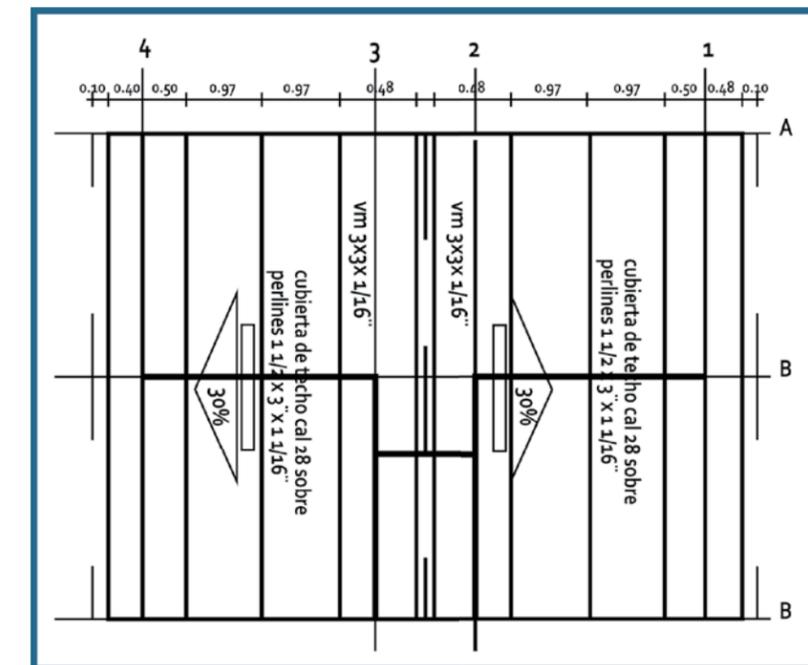
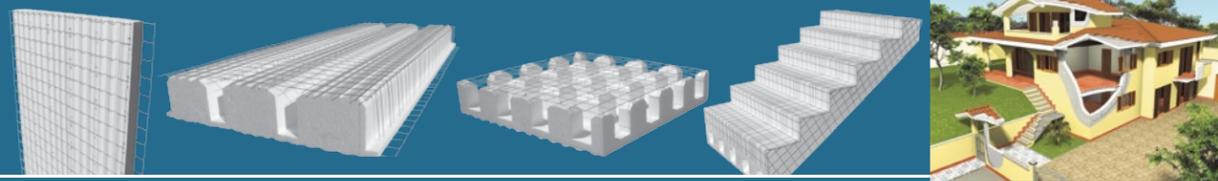


Figura No.74: Planta estructural de techo de vivienda



Materiales a utilizar

Concreto

Se usará concreto, cuya resistencia sea de 210 Kg/cm² (3,000 psi) a los 28 días de fabricado, con un módulo de elasticidad $E_c = 210,000 \text{ Kg/cm}^2$ (3,122 Ksi). El peso volumétrico del concreto reforzado es de 2,400 Kg/m³ (150 Lbs/Pie³).

Acero de refuerzo

El acero de refuerzo longitudinal debe ser corrugado, con un esfuerzo de fluencia $f_y = 2800 \text{ Kg/cm}^2$ (40,000 psi) y un módulo de elasticidad $E_s = 2,100,000 \text{ Kg/cm}^2$ (29,000 Ksi). El acero transversal, tendrá las mismas características mecánicas que el longitudinal, a excepción de que se utilizarán varillas lisas en el caso de la #2. El peso volumétrico del acero es de 7,850 Kg/m³ (490 Lbs/Pie³).

Acero estructural

El acero estructural será Tipo A-36, con un Esfuerzo a la Fluencia $F_y = 2,520 \text{ Kg/cm}^2$ (36,000 lbs/plg²). El Módulo de elasticidad $E_s = 2,100,000 \text{ Kg/cm}^2$ (29,000 Ksi). Tendrá un Peso volumétrico del acero de 7,850 Kg/m³ (490 lbs/pie³).

Soldadura

En la soldadura se emplearán Electrodo según normas A.W.S A-5.1 y A-5.5 E-60xx y E70xx. Con un Esfuerzo admisible al cortante = 1345 Kg/cm² (19.21Ksi), y una Capacidad de 100 Kg/cm para 1/16" de tamaño de garganta.

Panel estructural reforzado EMMEDUE

Se usarán paneles denominados PSM40 con malla de diámetro 2.40mm con un revoque estructural de 3 cm de espesor sobre la malla horizontal, logrando un espesor final de muro de 10 cm. La malla es de acero galvanizado de alta resistencia, con un esfuerzo de fluencia de 6120 Kg/cm², con una separación de 16cm para el refuerzo vertical, y de 16cm para el horizontal. Entre armaduras se incorpora un alma de poliestireno expandido de 4 cm de espesor y densidad 15 Kg/m³.

Mortero de revoque

En el repello de estos paneles se utilizará un mortero o mezcla de arena - agua - cemento en proporción 1:3 y una resistencia mínima a la compresión de $f'_c = 140 \text{ kg/cm}^2$ (2,000 psi). Además, se deberá aplicar fibra de polipropileno (Sikafiber-1 Lbs/m³) para adherencia en la mezcla de mortero y una vez aplicado éste, las superficies deben mantenerse continuamente húmedas al menos por 7 días.

Acero de fijación de paneles a la cimentación

La fijación de los paneles a la fundación se realizará mediante aceros de anclaje de diámetro de 7.01 mm, Grado 75ksi, fijados al hormigón de la zapata corrida en perforaciones de 7cm de profundidad. La fijación de los paneles a la fundación se realizará mediante aceros de anclaje de diámetro de 7.01mm con aditivo epoxi y separados entre sí una distancia de 40cm con una longitud por encima de la fundación de no menos de 35cm, ubicados a ambos lados del panel en zig-zag. Dichos anclajes se atarán al panel en al menos dos puntos, previo a la proyección del mortero.

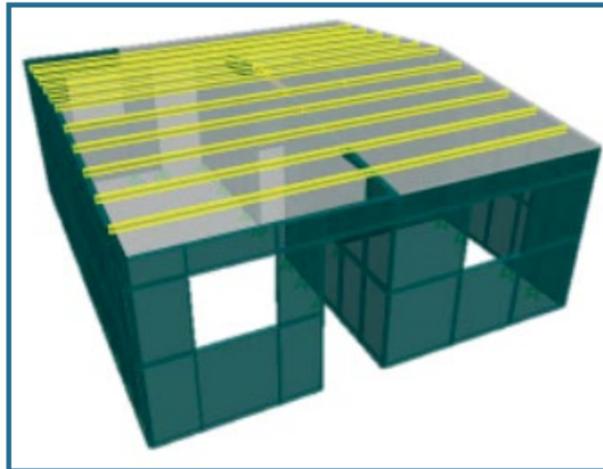
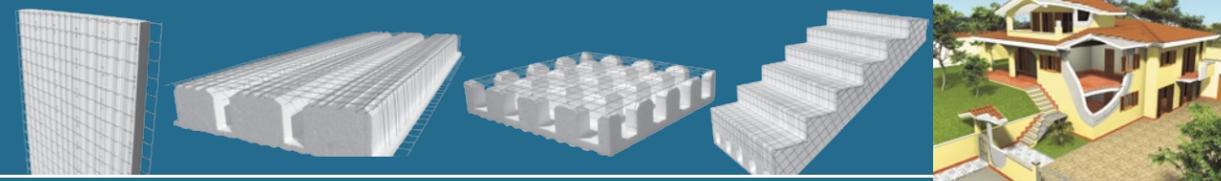


Figura No.75: Modelo estructural en tres dimensiones

Sistema de construcción avanzada



Suelo de cimentación

Se asume que el valor de capacidad de soporte del suelo es de 0.50 Kg/cm², dado que no se efectuaron ensayos de laboratorio para determinar dicha resistencia. El peso volumétrico del suelo se asume que será de 1600 Kg/m³.

SELECCIÓN DE MURO ESTRUCTURAL CRÍTICO PARA DISEÑO APROXIMADO

Tributación de muros estructurales

En la siguiente imagen, se muestra la parte de carga que le corresponde a cada uno de los muros estructurales, con el fin de seleccionar el que tiene más área de tributación.

Se calculan las áreas correspondientes a cada muro y se selecciona el más crítico. Esta selección, obedece tanto a la magnitud del área de carga y a las dimensiones del mismo. A continuación, se presenta una tabla con el resumen del cálculo de las áreas.

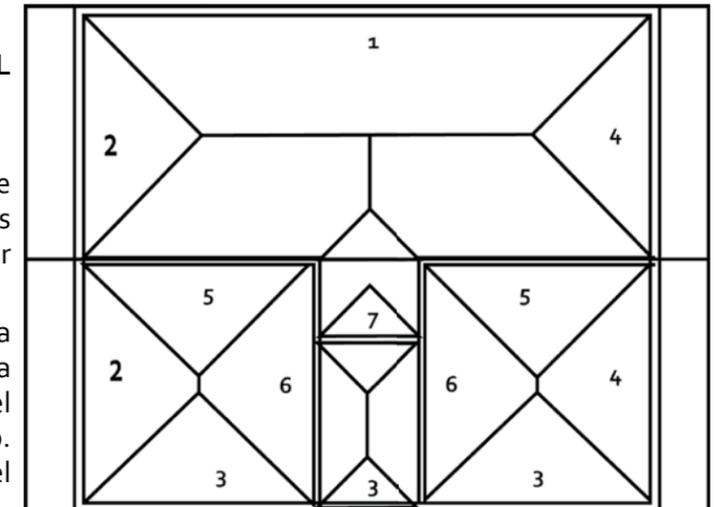


Figura No.76: Tributación muros estructurales

Al analizar la tabla anterior, se observa que el muro estructural más crítico es el que corresponde al muro número 1. En la siguiente imagen se muestra el modelo a considerar y el análisis bidimensional, considerando un apoyo simple en la base y borde superior del muro y empotre en los bordes laterales.

Aunque el diafragma es flexible (techo), la unión de los perlines genera una aproximación a un apoyo simple para este borde.

CARGAS DE TECHO

Cargas vivas:

Carga viva CV=10 Kg/m²

Carga Viva reducida CVR= 10 Kg/m² (Arto. 11)

Cargas muertas:

Cubierta de Zinc Cal.28: 3.60 Kg/m²

Lámparas y accesorios: 2 Kg/m².

Perlín 1 1/2"x3"x1/16": 2 Kg/m².

CMt=7.6 Kg/m²

CM=(7.6 Kg/m² x 8.83 m²)/(7.13 m)

CM=9.41 Kg/m

CV=(10 Kg/m² x 8.83 m²)/(7.13 m)

CV=12.40 Kg/m

CVR=(10 Kg/m² x 8.83 m²)/(7.13 m)

CVR=12.40 Kg/m

Muro A	rea De Carga (m ²)	L (m)	H(m)
1	8.83	7.13	2.90
2	8.70	6.00	2.54
3	4.95	7.13	2.90
4	8.70	6.00	2.54
5	6.26	2.96	2.84
6	3.963	.00	2.84
7	0.85	1.20	2.90

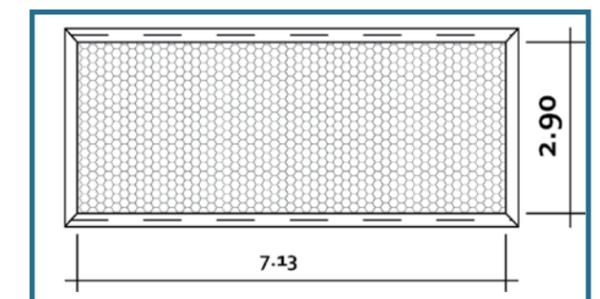
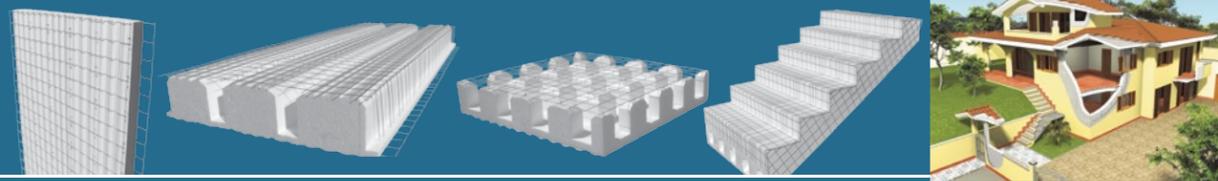


Figura No.77: Modelo estructural muro 1



9.7 USO DE LA HOJA DE CÁLCULO COMO AYUDAS DE DISEÑO

AYUDAS DE DISEÑOS PARA MUROS DE PANELES ESTRUCTURALES EMMEDUE



INTRODUCCIÓN DE MUROS CON PANELES EMMEDUE

INTRODUCCIÓN AL SISTEMA CONSTRUCTIVO EMMEDUE

INICIO: INTRODUCCIÓN DE DATOS

LISTA DE RESISTENCIAS DE DISEÑO

Datos iniciales hoja de cálculo

Se introducen las propiedades del panel estructural referidas anteriormente, y las cargas calculadas: CM, CV y CVR. La estimación del peso propio del panel, es automática, y depende de las características definidas.

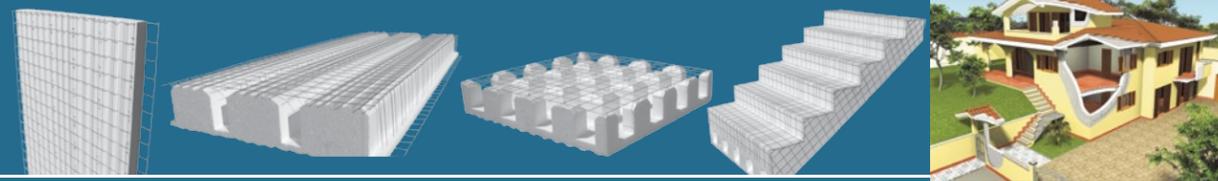
La relación de longitudes es mayor a 2, el panel trabaja fundamentalmente en la dirección más corta.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL PANEL A ANALIZAR

Propiedad	Valor	U. M.	Descripción
L	7.13	m	Longitud más larga del panel analizado
H	2.9	m	Longitud más corta del panel analizado
a	2.46	-	Relación L/B
RESULTADO			ANÁLISIS BIDIRECCIONAL

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PANEL

DENOMINACIÓN	PSM40	
ESPESOR CAPA DE MORTERO. REVOQUE SUPERIOR	3.00 cm	
ESPESOR CAPA DE MORTERO. REVOQUE INFERIOR	3.00 cm	
ESFUERZO ÚLTIMO A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO. REVOQUE SUPERIOR	140 Kg/cm ²	2000 psi
ESFUERZO ÚLTIMO A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO. REVOQUE INFERIOR	210 Kg/cm ²	3000 psi
ESFUERZO A LA FLUENCIA ACERO GALVANIZADO MALLAS DE REFUERZO	6125 Kg/cm ²	87.5 ksi
DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO VERTICAL	2.40 mm	
DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO HORIZONTAL	2.40 mm	
SEPARACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO VERTICAL	160.00 mm	
SEPARACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO HORIZONTAL	160.00 mm	

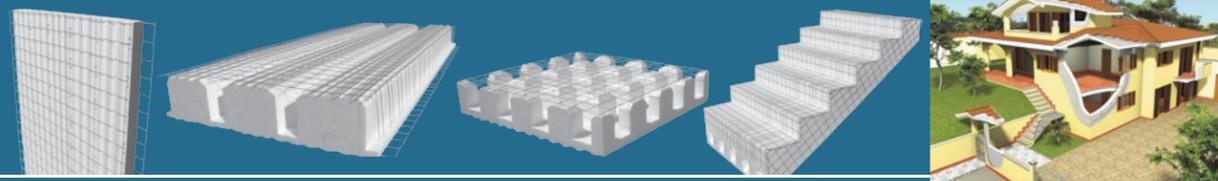
CARGAS DE DISEÑO (Cargas Gravitatorias)

Propiedad	Valor	u M	Descripción
Wpared	132.6	Kg/m ²	Peso propio losa
Wcma	9.41	Kg/m	Carga muerta adicional
CV	12.4	Kg/m	Carga Viva transmitida al muro
CVR	12.4	Kg/m	Carga viva reducida transmitida al muro
RESULTADO			ANÁLISIS BIDIRECCIONAL

Caso de análisis

Según el modelo idealizado del muro, el tipo a analizar es el TIPO III.

ANÁLISIS UNIDIRECCIONAL MUROS



Estimación coeficiente sísmico

A través de los datos se procesa la información para determinar el valor del coeficiente sísmico, con el cual se calcularán las fuerzas de corte que actúan sobre el muro estructural.

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE SÍSMICO

UBICACIÓN | ZONA C

Arto. 20. Grupos

CLASIFICACIÓN | GRUPO B

Arto. 21. Factor de reducción por ductilidad

CLASIFICACIÓN | Q = 1.5

Q' | 1.5

Arto. 22. Factor de reducción por sobrerresistencia

Ω | 2

Arto. 23. Condiciones de regularidad

CLASIFICACIÓN | IRREGULAR (2 o + Cond. Regularidad)

c) Corrección por irregularidad

Q' | 1.2

Arto. 25. Influencia del suelo y del período del edificio

TIPO DE SUELO | FIRME

S | 1.50

Coeficiente a₀ (Isoaceleración)

a₀ | 0.300

Definición de sistema de diafragmas

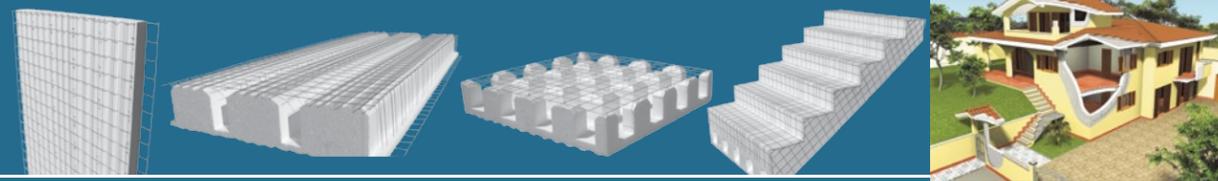
Tipo de diafragma | FLEXIBLE

Coeficientes de diseño sismo-resistente

CR | 0.450 *Coeficiente sísmico reducido*

Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada



Antes de ingresar al "TIPO III" se deben calcular las resistencias de diseño del panel.

Resistencias de diseño

La resistencia a flexión se considera en un plano perpendicular al plano del muro. La resistencia a flexo-compresión se calcula en el plano del muro.



RESUMEN RESISTENCIA MOMENTO POSITIVO Y MOMENTO NEGATIVO FLEXIÓN ACERO VERTICAL

Dato	Valor	U/M	Descripción
φ	0.9	-	Factor de reducción de resistencia
Mo(+)	197.10	Kg*m/ml	Momento nominal resistente positivo por unidad de longitud
Mo(-)	187.10	Kg*m/m	Momento nominal resistente negativo por unidad de longitud
φMo (+)	168.39	Kg*m/m	Momento resistente positivo por unidad de longitud
φMo (-)	168.39	Kg*m/m	Momento resistente negativo por unidad de longitud

RESUMEN RESISTENCIA MOMENTO POSITIVO Y MOMENTO NEGATIVO FLEXIÓN ACERO HORIZONTAL

Dato	Valor	U/M	Descripción
Φ	0.9	-	Factor de reducción de resistencia
Mo(+)	187.1	Kg*m/m	Momento nominal resistente positivo por unidad de longitud
Mo(-)	187.1	Kg*m/m	Momento nominal resistente negativo por unidad de longitud
φMo(+)	168.39	Kg*m/m	Momento resistente positivo por unidad de longitud
φMo (-)	168.39	Kg*rn/m	Momento resistente negativo por unidad de longitud

Corte directo perpendicular al plano del muro.

RESISTENCIA A CORTE SECCIÓN DE DISEÑO

Dato	Valor	U/M
$V = V_{se} + \phi_m V_m$		
Ve	2099.82	Kg

Corte directo en el plano del muro.

RESISTENCIA A CORTE SECCIÓN DE DISEÑO

Dato	Valor	U/M
$V = V_{se} + \phi_m V_m$		
Ve	24483.99	Kg

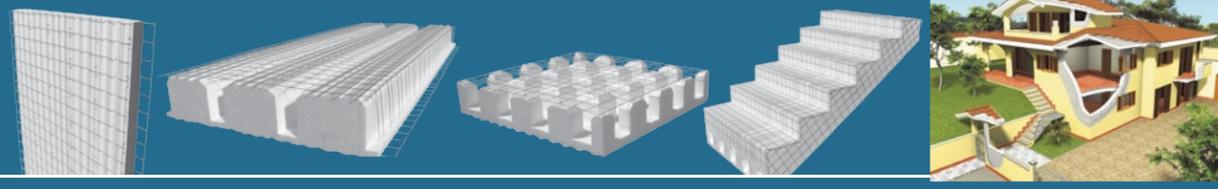
Compresión pura.

RESISTENCIA A LA FLEXO-COMPRESIÓN EN EL PLANO PANELES EMMEDUE

Dato	Valor	U/M	Descripción
φ	0.65	-	Factor de reducción
φPn	57440.5	Kg/m	Resistencia a compresión por ancho unitario
φPn	409551.38	Kg	Resistencia a compresión total

Flexocompresión en el plano

• Dirección: Masaya, Km. 30 Carretera Managua - Granada en las instalaciones de INCASA • Telefax: (505) 2522-2620.
 • Teléfonos: (505) 2522-2264 / (505) 2522-4183 • E-mail: gerencia@suminsa.com.ni • Web: www.suminsa.com.ni



RESISTENCIA A LA FLEXOCOMPRESIÓN EN EL PLANO PANELES EMMEDUE

Dato	Valor	U/M	Descripción
ϕ	0.90	-	Factor de reducción
β_2	0.35	-	Factor que relaciona la profundidad de bloque rectangular equivalente de esfuerzos de compresión con la profundidad del eje neutro.
P_u	35000.00	Kg	Carga axial factorizada a compresión
ω	0.03	-	-
α	0.04	-	-
C/L	0.09	-	-
ϕM_n	175163.47	Kg*m	Resistencia a flexocompresión en el plano del muro

REVISIÓN DEL MURO

Datos Iniciales

Dato	Valor	U/M	Descripción
L	7.13	m	Longitud más larga del panel analizado
H	2.90	m	Longitud más corta del panel analizado
W_{pared}	132.60	Kg/m ²	Peso propio panel
W_{cma}	9.41	Kg/m	Carga muerta adicional transmitida al muro
CV	12.40	Kg/m	Carga viva transmitida al muro
CVR	12.40	Kg/m	Carga viva reducida transmitida al muro



Fuerza Sísmica sobre el muro

Dato	Valor	U/M	Descripción
CR	0.45	-	Coefficiente sísmico de diseño
FS_{wp}	25.84	Kg/m ²	Presión uniforme generada por el peso propio del panel, $FS_{wp}=C*W_p$
FS_{WT}	9.81	Kg/m	Fuerza sísmica generada por las cargas extras transmitidas al muro. $FS_{WT}=C*(W_{cma}+CVR)$

Fuerzas Axiales equivalentes aplicadas en el centro de la sección transversal del muro

Dato	Valor	U/M	Descripción
P_{pared}	1370.89	Kg	Carga a compresión equivalente al peso propio del muro. $P_{pared} = 0.5*W_{pared}*B*L$
P_{cma}	67.09	Kg	Carga a compresión equivalente al peso muerto adicional. $P_{cma} = W_{cma}*L$
P_{cv}	88.41	Kg	Carga a compresión equivalente a la carga viva. $P_{cv} = CV*L$

COMBINACIÓN DE CARGA CU1 = 1.2CM+1.6CV

RESISTENCIA REQUERIDA

DENOMINACIÓN PSM₄

Dato	Valor	U/M	Descripción
P_u	1867.03	Kg	Carga última a compresión

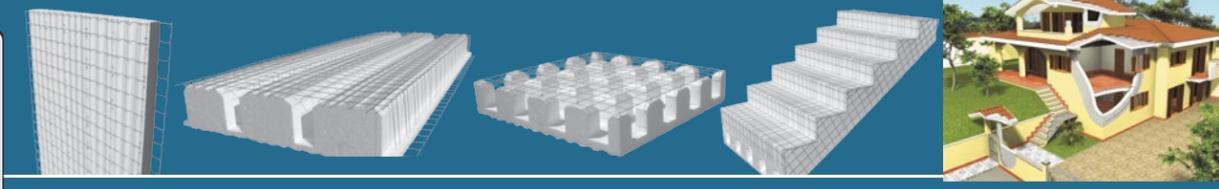
RESISTENCIA DE DISEÑO

Dato	Valor	U/M	Descripción
ϕP_n	409551.38	Kg	Resistencia a la compresión del panel

RELACIÓN DE RESISTENCIAS $P_u/\phi P_n=0$

RESULTADO PANEL ESTRUCTURAL PROPUESTO ES SATISFACTORIO **REGRESAR A INICIO**

Sistema de construcción avanzada



COMBINACIÓN DE CARGA CU1 = 1.2CM+CV +Sper+0.3Spar

RESISTENCIA REQUERIDA - DENOMINACIÓN PSM₄

Dato	Valor	U/M	Descripción
P_u	1813.99	Kg	Carga última a compresión
Sper	98.34	Kg/m	Fuerza cortante perpendicular al plano del muro
Spar	206.6	Kg	Fuerza cortante paralelo al plano del muro
M_{per}	31.36	Kg*m/m	Momento perpendicular al plano del muro
M_{par}	597.58	Kg*m	Momento paralelo al plano del muro

RESISTENCIA DE DISEÑO

Dato	Valor	U/M	Descripción
ϕP_n	409551.38	Kg	Resistencia a la compresión
V_{per}	2099.82	Kg/m	Resistencia a la fuerza cortante
V_{par}	22483.99	Kg	Resistencia a la fuerza cortante paralelo al plano del muro
ϕM_{nper}	187.10	Kg*m/m	Resistencia a flexión perpendicular al plano del muro. Acero horizontal
ϕM_{npar}	175163.47	Kg*m	Resistencia a flexocompresión en el plano

RELACIÓN DE RESISTENCIAS

$S_{par}/V_e = 0.01$
 $S_{per}/V_e = 0.05$
 $\Sigma = 0.06$

RESULTADO PANEL ESTRUCTURAL PROPUESTO ES SATISFACTORIO **REGRESAR A INICIO**

Resistencia a Compresión, Momento Flexionante y Flexocompresión

$P_u / \phi P_n$	0.00	La relación de resistencias no excede de "1", por tanto, el Panel EMMEDUE propuesto es Satisfactorio
$M_{npar} / \phi M_{npar}$	0.00	
$M_{per} / \phi M_{nper}$	0.17	
Σ	0.18	

RESULTADO PANEL ESTRUCTURAL PROPUESTO ES SATISFACTORIO **REGRESAR A INICIO**

Existe una limitante en el análisis aproximado del muro 1, debido a que siguiendo la relación de dimensiones, resulta que debe analizarse considerando la flexión sólo en la dirección corta; esto reduce las cargas a soportar, dado que todas las simplificaciones son hechas y no se consideran otras acciones en la dirección larga.

Al comparar, el análisis aproximado con el efectuado en un programa de cómputo especializado, se observa que el comportamiento es similar, resultando un poco más esforzado el muro en el resultado del programa. En la imagen inferior se muestra, que el momento máximo $M_{max} = 55.20$ Kg-m/m es un poco mayor que el de la hoja de Excel, que es $M_{max} = 31.36$

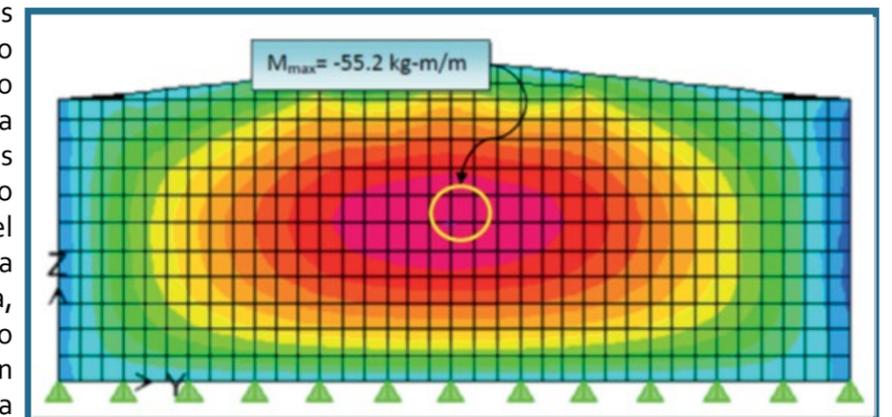
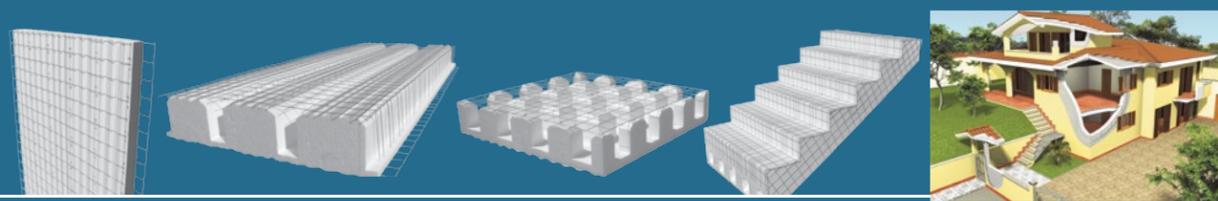


Figura No.78: Resultado análisis estructural muro crítico en Etabs



kg-m/m. Se observa que en el modelo idealizado, la base está articulada; esto en función de comparar el resultado proporcionado por el programa de cómputo. Resulta un poco ambiguo el hecho de considerar un empotre perfecto en la base del muro. Esto es posible gracias al tipo de anclaje que se utiliza para unir los paneles EMMEDUE al cemento corrido.

9.8 DISEÑO DE LOSAS

En la siguiente imagen se muestra la planta de techo de una vivienda de 75 m² aproximadamente. Se ha proyectado como diafragma de techo paneles estructurales EMMEDUE con una designación PSME100, conformado con una plancha de poliestireno de 10 cm de espesor y una densidad 15 Kg/m³. La capa superior de la losa es de concreto con resistencia de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y 5 cm de espesor. La capa inferior es de mortero de $f'm = 140 \text{ Kg/cm}^2$ y de espesor 3 cm. Las mallas de refuerzo de los paneles tendrán las siguientes características: $f_y = 6125 \text{ Kg/cm}^2$, diámetro del acero vertical $\phi_v = 2.5 \text{ mm}$, diámetro del acero horizontal $\phi_h = 2.5 \text{ mm}$, separación del acero vertical $S_v = 8 \text{ cm}$, separación del acero horizontal $S_h = 8 \text{ cm}$.

Las cargas con las que se diseñará la losa son:

$CM = 40 \text{ Kg/m}^2$

$CV = 100 \text{ Kg/m}^2$ (Techos de losas con pendiente menor al 5%)

$CVR = 40 \text{ Kg/m}^2$ (Techos de losas con pendiente menor al 5%)

Las dimensiones de cada uno de los segmentos de losa de techo son:

	L	(m) B	(m)
Sección 1	3.9450	3.0208	
Sección 2	3.5548	3.0208	

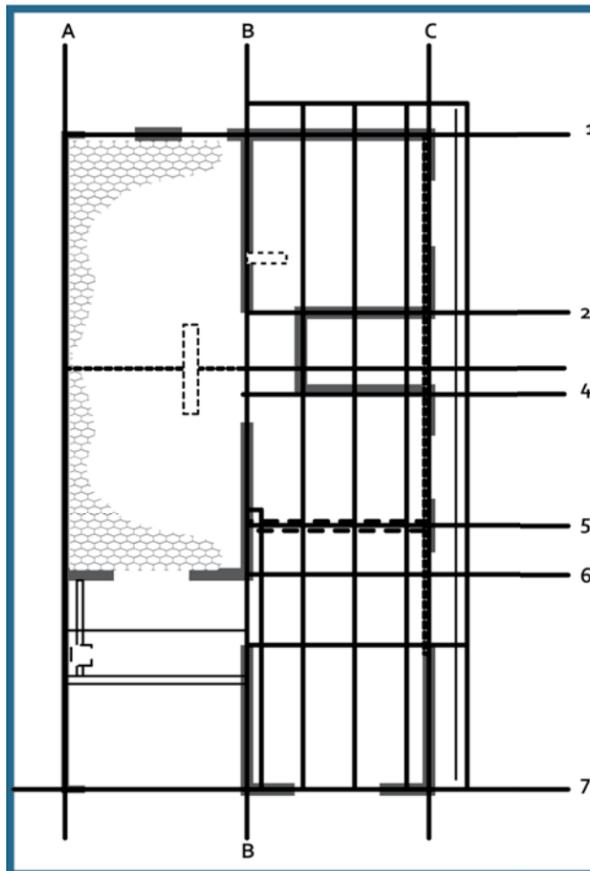
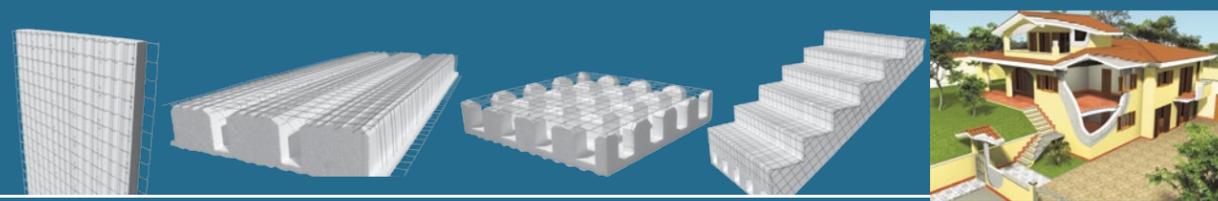


Figura No.79: Planta estructural de techo

Sistema de construcción avanzada



CARGAS DE DISEÑO

Propiedad	Valor	u M	Descripción
Wp	187.50	Kg/m ²	Pesó propio losa
Wma	40.00	Kg/m ²	Carga muerta adicional
CM	227.50	Kg/m ²	Carga muerta total CM=Wp+Wma
evo	100.00	Kg/m ²	Carga viva por ocupación
Cva	0.00	Kg/m ²	Carga viva adicional
CV	100.00	Kg/m ²	Carga viva total CV=Cvo+Cva
RESULTADO		ANÁLISIS BIDIRECCIONAL	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PANEL

DENOMINACIÓN	FSM100	
ESPESOR CAPA DE CONCRETO. REVOQUE SUPERIOR	5.00 cm	
ESPESOR CAPA DE MORTERO. REVOQUE INFERIOR	3.00 cm	
ESFUERZO ÚLTIMO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO	210 Kg/cm ²	3000 psi
ESFUERZO ÚLTIMO A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO	140 Kg/cm ²	2000 psi
ESFUERZO A LA FLUENCIA ACERO GALVANIZADO MALLAS DE REFUERZO	6125 Kg/cm ²	87.5 ksi
DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL (VERTICAL)	2.50 mm	
DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL (HORIZONTAL)	2.50 mm	
SEPARACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL (VERTICAL)	80.00 mm	
SEPARACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO TRANSVERSAL (HORIZONTAL)	80.00 mm	

Sistema de construcción avanzada

Una vez definidas las dimensiones de los paneles y las cargas, junto con las características del panel propuesto, se utilizará la hoja de cálculo de Excel para el diseño de losas.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL PANEL A ANALIZAR

Propiedad	Valor	u M	Descripción
L	3.95	m	Longitud más larga del panel analizado
B	3.02	m	Longitud más corta del panel analizado
a	1.31	-	Relación L/B
RESULTADO		ANÁLISIS BIDIRECCIONAL	

CASO DE ANÁLISIS

Dado que la relación de longitud es menor que 2, entonces el muro trabajará en dos direcciones. El sistema de techo de la vivienda se apoya en los muros colindantes, por lo que se considera empotrada en todos sus bordes. El caso de análisis es el CASO VI.

Antes de ingresar al "CASO VI" se deben calcular las resistencias de diseño del panel.



Resistencias de diseño

La resistencia a flexión se considera en un plano perpendicular al plano de la losa, así como el corte.



RESUMEN RESISTENCIA MOMENTO POSITIVO Y MOMENTO NEGATIVO ACERO VERTICAL

Dato	Valor	U/M	Descripción
ϕ	0.9	-	Factor de reducción de resistencia
Mo(+)	773.46	Kg*m/ml	Momento nominal resistente positivo por unidad de longitud
Mo(-)	615.24	Kg*m/m	Momento nominal resistente negativo por unidad de longitud
ϕ Mo(+)	696.11	Kg*m/m	Momento resistente positivo por unidad de longitud
ϕ Mo(-)	553.72	Kg*m/m	Momento resistente negativo por unidad de longitud

RESUMEN RESISTENCIA MOMENTO POSITIVO Y MOMENTO NEGATIVO ACERO HORIZONTAL

Dato	Valor	U/M	Descripción
ϕ	0.9	-	Factor de reducción de resistencia
Mo(+)	773.46	Kg*m/m	Momento nominal resistente positivo por unidad de longitud
Mo(-)	615.24	Kg*m/m	Momento nominal resistente negativo por unidad de longitud
ϕ Mo(+)	696.11	Kg*m/m	Momento resistente positivo por unidad de longitud
ϕ Mo(-)	553.72	Kg*rn/m	Momento resistente negativo por unidad de longitud

CORTE DIRECTO EN LOSAS

RESISTENCIA A CORTANTE APORTADA POR EL ACERO DE LAS MALLAS DE REFUERZO

Dato	Valor	U/M
ϕ	0.85	-
fs	3675.00	Kg/cm ²
Vsn	721.58	Kg
ϕ Pn	613.35	Kg

RESISTENCIA AL CORTE APORTADA POR EL CONCRETO ESTRUCTURAL

Dato	Valor	U/M
ϕ_c	0.85	-
Vc	3840.21	Kg
$\phi_c V_c$	3264.18	Kg

RESISTENCIA A CORTE SECCIÓN DE DISEÑO

Dato	Valor	U/M
$V_e = V_{se} + \phi_c V_c + \phi_m V_m$		
Ve	3877.53	Kg

REVISIÓN DE LA LOSA

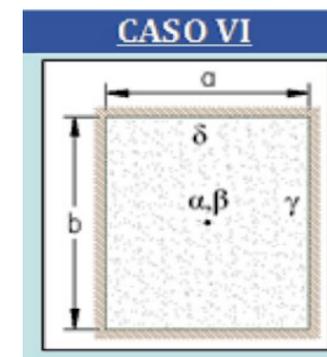
COMBINACIONES DE CARGA

Dato	Valor	u M	Descripción
CM	227.50	Kg/m ²	Carga muerta total
CV	100.00	Kg/m ²	Carga viva total
C _{última}	433.00	Kg/m ²	C _{última} = 1.2CM + 1.6CV
C _{servicio}	327.50	Kg/m ²	C _{servicio} = CM + CV
RESULTADO		ANÁLISIS BIDIRECCIONAL	

REVISIÓN A FLEXIÓN LOSA

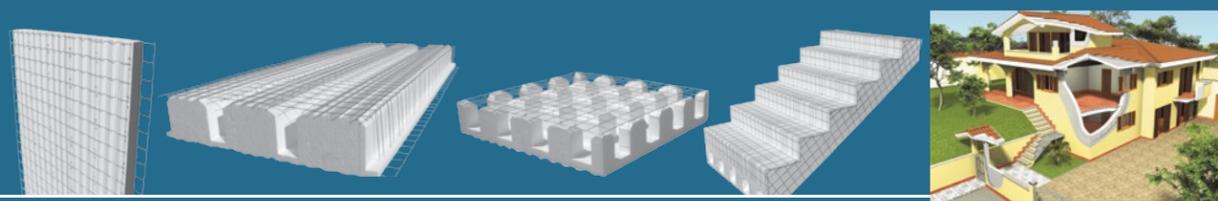
RESISTENCIA REQUERIDA - DENOMINACIÓN PSM₄

Dato	Valor	U/M	Descripción
L	3.95	m	Longitud más larga de panel analizado
B	3.02	m	Longitud más corta del panel analizado
a	1.306	-	Relación L/B
α	0.031	-	Coefficiente α (+x)
β	0.019	-	Coefficiente β (+y)
δ	-0.069	-	Coefficiente δ (-x)
γ	-0.055	-	Coefficiente γ (-y)
Mux ⁺	123.67	Kg*m	Mux ⁺ = α Wu ²
Muy ⁺	75.25	Kg*m	Muy ⁺ = β Wu.l ²
Mux ⁻	-271.45	Kg*m	Mux ⁻ = δ Wu.l ²
Muy ⁻	-222.45	Kg*m	Muy ⁻ = γ Wu.l ²



Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada



RESISTENCIA DE DISEÑO

Dato	Valor	U/M	Descripción
Mnx ⁺	773.46	Kg*m	Momento nominal positivo
Mny ⁺	773.46	Kg*m	Momento nominal positivo
Mnx ⁻	-515.24	Kg*m	Momento nominal negativo
Mny ⁻	-615.24	Kg*m	Momento nominal negativo
φb	0.90		Factor de reducción de resistencia
φMnx ⁺	696.11	Kg*m	Momento resistente positivo
φMny ⁺	696.11	Kg*m	Momento resistente positivo
φMnx ⁻	-553.72	Kg*m	Momento resistente negativo
φMny ⁻	-553.72	Kg*m	Momento resistente negativo

RELACIÓN DE RESISTENCIAS

$M_{ux}/\phi M_{nx^+} = 0.18$

$M_{uy}/\phi M_{ny^+} = 0.11$

$\Sigma = 0.29$

RESULTADO PANEL ESTRUCTURAL PROPUESTO ES SATISFACTORIO **REGRESAR A INICIO**

$M_{ux}/\phi M_{nx^-} = 0.49$

$\Sigma = 0.49$

RESULTADO PANEL ESTRUCTURAL PROPUESTO ES SATISFACTORIO **REGRESAR A INICIO**

$M_{uy}/\phi M_{ny^-} = 0.40$

$\Sigma = 0.40$

RESULTADO PANEL ESTRUCTURAL PROPUESTO ES SATISFACTORIO **REGRESAR A INICIO**

REVISIÓN A CORTANTE LOSA

RESISTENCIA REQUERIDA

Dato	Valor	U/M	Descripción
L	3.95	m	Longitud más larga de panel analizado
B	3.02	m	Longitud más corta del panel analizado
Vu	654.0032	Kg	Corte Directo $V_u = 0.05 \cdot C_u \cdot l_m \cdot B$

RESISTENCIA DE DISEÑO

Dato	Valor	U/M	Descripción
Vse	613.35	Kg	Resistencia al Corte proporcionado por el acero de las mayas de refuerzo
φcVc	3264.18	Kg	Resistencia al Corte proporcionado por el concreto de la capa superior
Ve	3877.53	Kg	Resistencia al Corte Total Sección Unitaria

RELACIÓN DE RESISTENCIAS

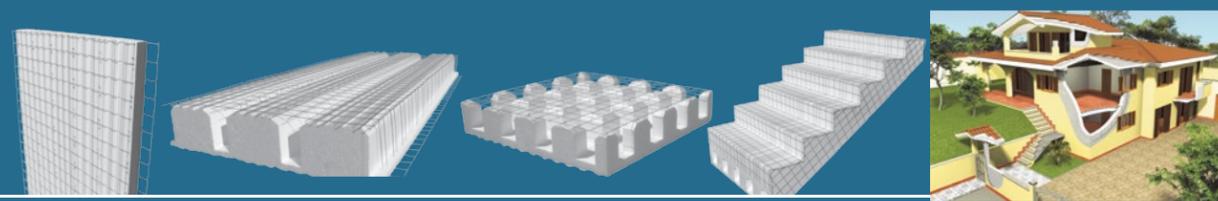
$B_c/B_e = 0.17$

RESULTADO PANEL ESTRUCTURAL PROPUESTO ES SATISFACTORIO **REGRESAR A INICIO**

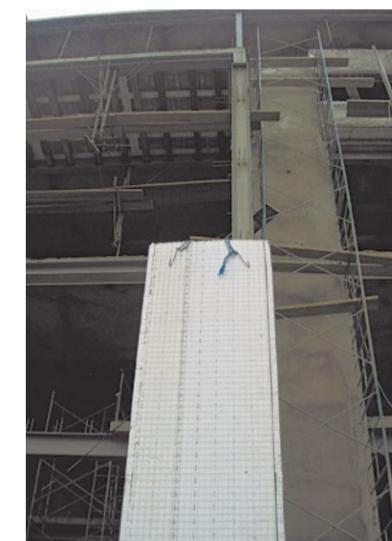
Según los resultados del análisis, las relaciones de resistencia a momento positivo, momento negativo en la dirección X y momento negativo en la dirección Y, son menores que 1. Siendo de 0.29, 0.40 y 0.49 respectivamente. Esto muestra, que la propuesta inicial es satisfactoria, por lo que se sugiere una denominación menor al PSM100.

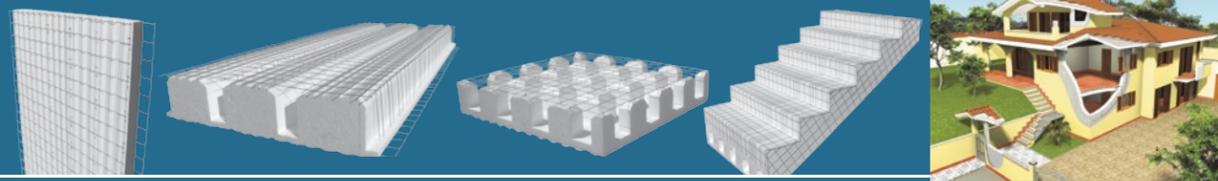
Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada



PARTE VI: "OBRAS EJECUTADAS EN NICARAGUA"





Palacio de la Cultura de Matagalpa

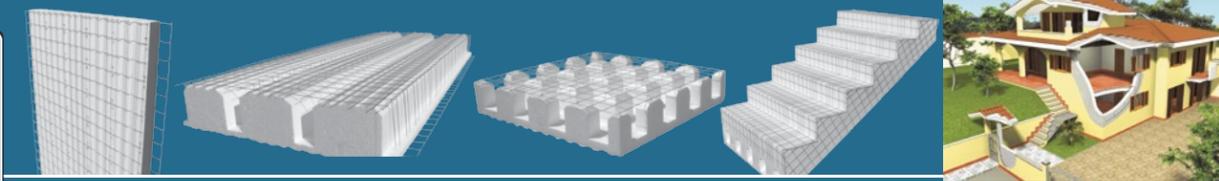


Centro Cultural Pablo Antonio Cuadra (Hispaner)



Sistema de construcción avanzada

Sistema de construcción avanzada

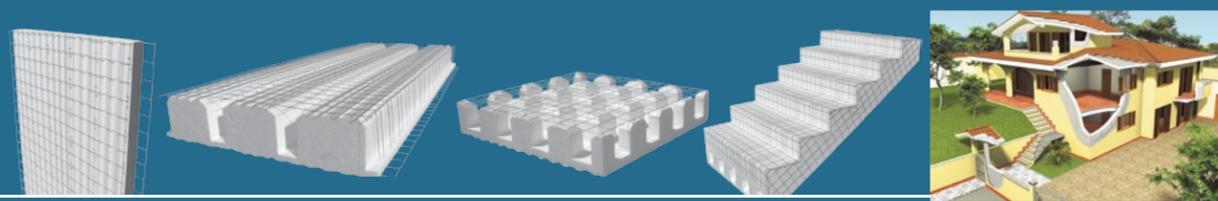


Edificio Ofimuebles (en ejecución)



Edificio Colegio Teresiano (en ejecución)



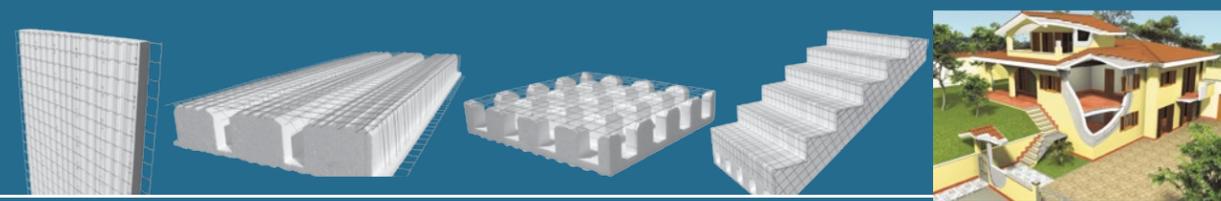


Condominio El Norte, Metrocentro.



Sistema de construcción avanzada

Ampliación Centro Comercial Galeria Santo Domingo



Residencial las Delicias



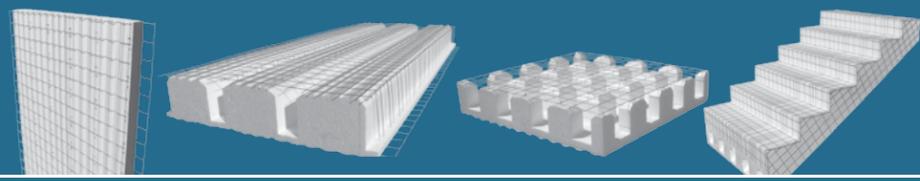
Sistema de construcción avanzada

Residencial Praderas de Sandino



Tribunal de La Familia (Construcción de cinco edificios)





Residencial Monte cielo



Sistema de construcción avanzada

HERRAMIENTAS

Advanced Building System

RENTA O VENTA



Revocadora para Techos

Engrapadora Neumática

Revocadora para Muros

Pistola de Calor y Boquillas



Racores de Platos



Engrapadora Manual



Trompo para Concreto



Difusor de Boquillas



Lanza Morteros Continuos



Compresor de Aire



SUMINSA

Suministros Industriales de Oriente, S.A.

SISTEMA CONSTRUCTIVO



- Antisísmico • Rápida Instalación • Aislante Térmico
- Económico • Autoportante • Aislante Acústico • Anti-Bala

COMPROBADO 40% Ahorro!

...en la Factura de Energía Eléctrica

Edificio
El Centro II



Paredes,
Entrepisos,
Escaleras



Centro Cultural Pablo
Antonio Cuadra - HISPAMER



Construido
100%



Residencial Praderas de Sandino



Construido
100%



Residencial Monte Cielo



Construido
100%



Distribuido por:



Km. 30 Carretera Masaya-Granada. Telefax: 2522 2264 / 2522- 2620 / 2522 4183.
e-mail: ggsuminsa@turonett.com.ni / asesor1emmedue@suminsa.com.ni // asesor2emmedue@suminsa.com.ni