

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE CIVIL**

**GUIA PARA EVALUAR Y OPTIMIZAR LOS PROCESOS  
CONSTRUCTIVOS CON EL SISTEMA M2 EN VIVIENDAS  
UNIFAMILIARES**


**TEMA DE DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA CIVIL**

**AUTORA:**


**Verónica A. Lema Matehu**

**DIRECTOR: Ing. Fredi Paredes**

**Quito, Diciembre 2010**



Dedico este trabajo a mis papis queridos, porque son lo más lindo que la vida ha podido regalarme y son los únicos que han podido brindarme tanto apoyo.  
A mis hermanas por su ánimo y confianza.



Agradezco a mis papis, a mis hermanas, al Ingeniero Juan Vela que siempre ha sido un gran amigo y doy por hecho que sin él no hubiera sido posible este trabajo, a mis amigos en especial a mi amigo Santiago, al Ingeniero Santiago Viteri, a los representantes de Mutualista Pichincha que aprobaron la realización de este trabajo, a mis profesores Ingeniero Freddy Paredes, Ingeniero Estuardo Páez e Ingeniero Lauro Lara.

Muchas Gracias

## INDICE

	PAG.
<b>I JUSTIFICACIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
Objetivo general:	3
Objetivos específicos:	3
<b>III METODOLOGIA</b>	<b>4</b>
<b>CAPITULO 1: GENERALIDADES DEL SISTEMA M2</b>	<b>5</b>
1.1    Introducción	5
1.2    Usos	6
1.3    Experiencias a nivel mundial, regional y nacional	7
<b>CAPITULO 2: REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL SISTEMA M2</b>	<b>8</b>
2.1    Calidad del Mortero	11
2.2    Calidad del Refuerzo	13
2.3    Calidad del Panel	17
2.4    Calidad de los aditivos	18
2.5    CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL PANEL HORMIGONADO	23
<b>CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DE LOS MACROPROCESOS DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>31</b>
3.1.    PREPARACION DEL TERRENO	34
3.1.1.    Inspección visual del terreno	35
3.1.2.    Ensayos de resistencia de suelo	36
3.1.3.    Desbroce y limpieza del terreno	37
3.1.3.1.    Definición	37
3.1.3.2.    Drenajes	39
3.1.4.    Replanteo, Nivelación y compactación del terreno	40
3.1.4.    Replanteo	40
3.2.    CIMENTACION	42
Tipos de cimentación	43
3.2.1.    Excavación de cimentación	46
3.2.2.    Nivelación y replantillo	47
3.2.3.    Colocación acero de refuerzo	48
3.2.4.    Colocación encofrados	49
3.2.5.    Colocación hormigón	50
3.3.    MAMPOSTERIA	51
3.3.1.    MONTAJE DE PAREDES	52
3.3.1.    TIMBRADO	52
3.3.1.    COLOCACION DE ANCLAJES (CHICOTES)	53
3.3.1.    PREPARACIÓN DE PANELES EMEDUE	53
3.3.1.    ARMADO Y MONTAJE DE LOS PANELES	53
3.3.2.    LANZAMIENTO DE HORMIGON EN PAREDES	55
3.4.    LOSAS	57
3.4.1.    MONTAJE DE LOSA	58
3.4.2.    ENCOFRADO Y APUNTALAMIENTO DE LOSA	59
3.4.3.    COLOCACION DE HORMIGON EN LOSA	60
3.4.4.    LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN TUMBADO	61
<b>CAPITULO 4: EVALUACIÓN</b>	<b>62</b>

4.1.	Indicadores de efectividad en los procesos de construcción	64
4.2.	Indicadores de eficiencia en el uso de los recursos materiales	66
4.3.	Indicadores de Recursos Humanos en obra	68
<b>CAPITULO 5: GUIA DE EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN</b>		<b>70</b>
5.1.	Análisis de los procesos, listas de verificación	70
5.2.	Desarrollo de soluciones, análisis de los indicadores.	71
5.3.	Establecimiento de planes de Mejoramiento	72
5.4.	Implantación	73
<b>CAPITULO 6: APLICACIÓN DE LA GUIA</b>		<b>74</b>
6.1.	Descripción del proyecto y sus actividades	74
6.2.	Detalle del monitoreo- listas de verificación y registros	74
6.3.	Desarrollo de los procesos del proyecto Manual de procesos e instrucciones de trabajo	74
	MANUAL DE PROCESOS	75
	INSPECCION VISUAL DEL TERRENO	76
	ENSAYO DE SUELO	81
	INSPECCION VISUAL DEL TERRENO	88
	REPLANTEO Y NIVELACION	93
	NIVELACION Y COMPACTACION DEL TERRENO	101
	EXCAVACION DE CIMENTACION	108
	COLOCACION Y NIVELACION DE REPLANTILLO EN CIMENTACION	114
	ENCOFRADO DE CIMENTACION	122
	COLOCACION HORMIGON EN CIMENTACION	128
	MONTAJE DE PAREDES	133
	LANZAMIENTO DE HORMIGON EN PAREDES	140
	MONTAJE DE LOSA	147
	ENCOFRADO DE LOSA	157
	COLOCACION HORMIGON EN LOSA	165
	LANZAMIENTO DE HORMIGON EN TUMBADOS	176
6.4.	Evaluación de los procesos- indicadores	186
6.5.	Propuesta para el mejoramiento de los procesos.	188
<b>CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>190</b>
7.1.	Conclusiones	190
7.2.	Recomendaciones	193

## ANEXOS

# I JUSTIFICACIÓN

El sistema M2 es de origen italiano y se usa en el mundo hace aproximadamente 20 años, esta tecnología de construcción es producida en 27 plantas industriales en diferentes países tales como:

México, Guatemala, Costa Rica, Venezuela, Chile, Argentina, Italia, Rusia, Egipto, Nigeria, Mozambique, Arabia Saudita, Turquía, Filipinas, Malasia, Australia y Ecuador.

El Sistema M2 puede ser utilizado en viviendas unifamiliares y en edificios de gran altura, brinda grandes ventajas como aislamiento térmica, resistencia estructural, aislamiento hidrófuga, optimización en la utilización de espacios en la arquitectura de edificaciones, además de ser resistente al fuego. Cabe señalar que el sistema trabaja como sistema constructivo íntegro, logrando así una estructura portante, y además se puede combinar con otros sistemas constructivos, como es la estructura metálica, pórticos de hormigón armado y otras alternativas.

Este sistema constructivo se basa en el uso de paneles de poliestireno expandido con espesores que pueden variar desde los 3cm hasta los 20 cm., estos son recubiertos de mallas electrosoldadas de acero de alta resistencia de 3.50mm, con tensión última de 600MPa y la cuantía de acero depende del elemento que se va a realizar tomando en cuenta las correspondientes condiciones estructurales.

Después de realizada la cimentación, según los estudios estructurales correspondientes, se procede a montar paneles y luego se proyecta hormigón compuesto de agregados de hasta un tamaño máximo de 8mm, mediante varias opciones de equipo de lanzamiento de hormigón que hoy en día existen en el mercado. Luego de adquirida cierta resistencia se procede al montaje de paneles en losas y a la respectiva fundición de la misma. Luego de este conjunto de procesos se puede considerar a la estructura lista para la instalación de acabados.

En Ecuador el sistema M2, ha sido lanzado al mercado por la Empresa Panecons, con el

apoyo de Mutualista Pichincha, hace aproximadamente 3 años. El sistema es nuevo tanto en el mundo como en el país.

En nuestro país hemos crecido con el paradigma de las construcciones tradicionales, en las cuales se realizan columnas de hormigón armado y losas bidireccionales, actualmente es visible que el mundo tiene más alternativas de construcción que pueden ser útiles en nuestro medio.

Por esta razón es fundamental extender los horizontes en la rama de la construcción, entre las opciones que el mundo ha creado está el sistema M2, que hace aproximadamente 3 años está disponible en el mercado ecuatoriano. El sistema es muy nuevo y es de gran ayuda crear una guía para evaluar y optimizar los procesos constructivos con el sistema.

En los últimos años La Mutualista Pichincha se ha involucrado en la construcción de viviendas unifamiliares en varios conjuntos habitacionales haciendo uso de este nuevo sistema llamado M2, lo que me ha permitido fomentar el interés en las nuevas tecnologías de construcción. La existencia de una guía de procesos técnicos y administrativos en cualquier sistema de construcción, es básica, más aún cuando se trata de introducir al mercado nuevas tecnologías de construcción.

Considero que las personas que tienen un panorama claro de los procesos constructivos, técnicos y administrativos de un sistema constructivo, mejorarán notablemente en comparación a los que no tienen una formación adecuada.

## **II OBJETIVOS**

### **Objetivo general:**

Plantear un procedimiento metodológico para la evaluación y optimización de los procesos constructivos del sistema M2 en viviendas unifamiliares

### **Objetivos específicos:**

Desplegar información respecto al sistema M2, para lograr un entendimiento de los procesos que se involucran en la construcción de viviendas unifamiliares.

Desarrollar una metodología referencial para la construcción con el sistema M2.

Identificar posibles contratiempos que se podrían presentar en la construcción del proyecto con el sistema constructivo.

Crear una metodología para el mejoramiento continuo del sistema M2 para la construcción de viviendas unifamiliares.

### **III METODOLOGIA**

El desarrollo de esta disertación empezará con la investigación del origen e historia del sistema constructivo M2, además de la indagación de las experiencias a nivel mundial.

Para el estudio de los materiales que se involucran en el sistema M2 se evaluará información de los ensayos de materiales realizados en diferentes proyectos, se realizarán encuestas para crear bases de datos y estadísticas, si fuere necesario, de la calidad de los materiales usados en los proyectos.

Para describir los procesos del sistema constructivo M2 se reunirán experiencias pasadas de proyectos ejecutados logrando así una base de datos y en cada proceso se realizará el respectivo manual de procedimientos, diagrama de flujo además de crear los registros de control.

La evaluación de los procesos se realizará después de estudiar la importancia y necesidad de analizar los mismos, indicando la efectividad y eficiencia del sistema constructivo y también el recurso humano será sujeto de estudio utilizando estadísticas y posibles bases de datos obtenidas de proyectos ejecutados en el pasado..

Adicionalmente se hará un análisis de todo lo explicado anteriormente para aplicar la guía y así desarrollar soluciones, analizando los indicadores obtenidos y así crear una pauta para definir una propuesta para el mejoramiento de los procesos en el sistema constructivo.

Finalmente, todo lo descrito anteriormente se aplicará a un ejemplo real.

# CAPITULO 1: GENERALIDADES DEL SISTEMA M2

## 1.1 Introducción

El sistema M2 es un sistema constructivo integral de última generación, sismo-resistente y aislante termo-acústico, este se constituye de paneles prefabricados que permiten construir cualquier elemento estructural, funcional y ornamental en una edificación.

Esta tecnología representa una nueva opción en la construcción y brinda varias ventajas, tales como:

Reducir el plazo de ejecución de obra, permitiendo así una reducción en los costos indirectos.

Brindar la facilidad para instalaciones de tubería eléctrica, sanitaria, hidráulica, de gas, ventilación, etc.

Permitir la disminución de los costos de limpieza en obra, ya que el volumen de escombros es menor a la construcción tradicional.

Crear diseños arquitectónicos diversos con posibilidades ilimitadas.

Combinar con otro tipo de sistema constructivo no tradicional o tradicional.

Lograr construir elementos estructurales sismorresistentes de muy alta capacidad de carga, creando una estructura monolítica sin interposición de juntas.



**GRAFICO 1. SECCIONAMIENTO VIVIENDA CON SISTEMA M2. FUENTE: [www.mk2.com](http://www.mk2.com)**

## 1.2 Usos

El sistema es muy versátil ya que puede ser usado como un sistema portante de hormigón armado para una estructura y se los puede combinar con cualquier otro sistema de construcción como la estructura de hormigón armado o de acero.

Para utilizar el sistema integro portante de hormigón armado en una estructura se usan paneles tanto en losas como paredes, se ha utilizado en viviendas unifamiliares, conjuntos habitacionales, edificios de poca altura con paneles simples y hasta de 20 pisos con paneles dobles, sin requerir estructura independiente de hormigón armado, etc.

En estructuras combinadas con otro sistema de construcción brinda facilidad en el transporte de los paneles a grandes alturas y además es versátil para la construcción de curvas y otras formas.



FOTO 1. VIVIENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA M2. FUENTE: M2K

### 1.3 . Experiencias a nivel mundial, regional y nacional

Este sistema ha sido usado en todo el mundo, brindando resultados excelentes en viviendas, naves, edificios y construcciones especiales.

Existen obras importantes ejecutadas con este sistema en otros países, En Italia hace más de 35 años y después es llevado a Portugal, España, Alemania, Reino Unido, Hungría, Sudáfrica, Senegal y Burkina Faso y por último 400m<sup>2</sup> se construyeron en la base científica Esperanza en la Antártica.

A continuación se encuentran ubicados proyectos realizados en España con el sistema M2.

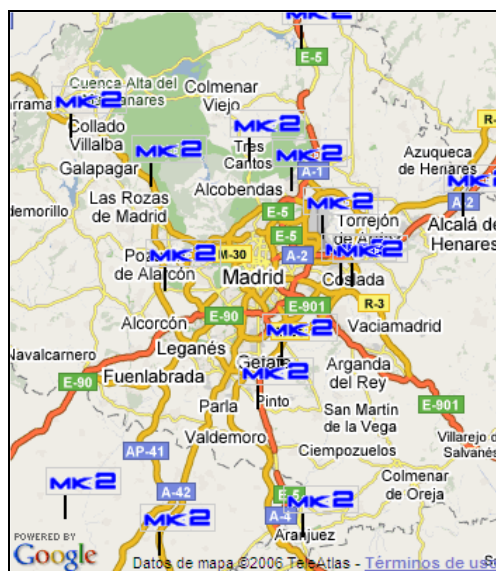


GRAFICO 2.MAPA DE MADRID INDICANDO OBRAS EJECUTAD GRAFICO 3. MAPA DE TENERIFE INDICANDO OBRAS EJECUTADAS  
FUENTE: [www.mk2.com.es](http://www.mk2.com.es) FUENTE: [www.mk2.com.es](http://www.mk2.com.es)

En Sudamérica este sistema se utiliza en Argentina, Bolivia, Chile, Guyana Francesa, Brasil y Ecuador.

En el Ecuador la empresa que introduce al mercado este novedoso sistema es Panecons en el año 2004, que es una empresa que nace con apoyo de Mutualista Pichincha. Esta institución durante sus años de vida institucional ha desarrollado un sin número de proyectos de vivienda a nivel nacional, cumpliendo así con su objetivo para lo cual fue creada, entregando créditos hipotecarios y desarrollando construcciones con 2.981 soluciones de vivienda, 218 locales profesionales, 675 lotes con servicio y 126 locales comerciales; con todos los servicios complementarios como son: vías, áreas comunales, áreas verdes, estacionamientos, etc. Y desde el 2004 la mayor parte de estos proyectos han sido construidos con el innovador sistema M2.

La gran parte de construcciones realizadas con este sistema en el país se han enfocado a los conjuntos habitacionales de viviendas unifamiliares. A continuación se enumeran varios proyectos:

TABLA DE PROYECTOS CONSTRUIDOS POR MUTUALISTA PICHINCHA CON SISTEMA ME EN EL ECUADOR				
NOMBRE PROYECTO	TIPO DE EDIFICACION	AREA CONSTRUCCIÓN	UBICACION	CANTIDAD EDIFICACIONES
SANTANA	VIVIENDA UNIF.	92 m <sup>2</sup>	CONOCOTO-PICHINCHA	42
IRAZU	VIVIENDA UNIF.	116.95 m <sup>2</sup>	CARCELEN-PICHINCHA	33
PALERMO FERRARA	VIVIENDA UNIF.	77.96 m <sup>2</sup> .	SUR QUITO- PICHINCHA	300
LOS OLIVOS	VIVIENDA UNIF.	77.96 m <sup>2</sup> .	PUSUQUI-PICHINCHA	112
PEDREGALES	VIVIENDA UNIF.	83 m <sup>2</sup> .	CALDERÓN- PICHINCHA	137
BARU	VIVIENDA UNIF.	82 m <sup>2</sup> .	CHILLOS- PICHINCHA	95
BELLO HORIZONTE	VIVIENDA UNIF.	61 m <sup>2</sup> .	CHILLOGALLO-PICHINCHA	33
CIUDAD ALISOS	VIVIENDA UNIF.	105 m <sup>2</sup> .	PUSUQUI-PICHINCHA	90
CAPEL	VIVIENDA UNIF.	90 m <sup>2</sup> .	LOS CHILLOS- PICHINCHA	50
CAMPO ALEGRE	VIVIENDA UNIF.	98 m <sup>2</sup> .	LATACUNGA-COTOPAXI	54
LA RIOJA	VIVIENDA UNIF.	90 m <sup>2</sup> .	AMBATO- TUNGURAHUA	45
MIRASOL	VIVIENDA UNIF.	175 m <sup>2</sup> .	GUAYAQUIL-GUAYAS	20
SILOÉ	VIVIENDA UNIF.	135 m <sup>2</sup> .	PORTOVIEJO-MANABI	18
PUERTO SOL	VIVIENDA UNIF.	88 m <sup>2</sup> .	MANTA-MANABI	152
SAN ANTONIO	VIVIENDA UNIF.	90.58 m <sup>2</sup>	RIOBAMBA- CHIMBORAZO	94
LEONARDO DA VINCI	VIVIENDA UNIF.	92m <sup>2</sup>	MANTA- MANABI	32
VILLAS BAMBU	VIVIENDA UNIF	106m <sup>2</sup>	SANTO DOMINGO- SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	13
GALAPAGOS	RETEN POLICIAL	245.24 m <sup>2</sup>	GALAPAGOS	1
LUXOR	EDIFICIO		QUITO-PICHINCHA	1
TORRES SANTA LUCIA	EDIFICIO		QUITO-PICHINCHA	1

**TABLA 1. PROYECTOS CONSTRUIDOS EN ECUADOR CON SISTEMA M2**

**FUENTE: MUTUALISTA PICHINCHA 2007**

## CAPITULO 2: REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL SISTEMA M2

Según el Instituto Eduardo Torroja (IET), los edificios construidos con el Sistema Constructivo M2 se conciben como estructuras formadas por grandes elementos verticales y horizontales que se constituyen al agruparse los paneles pre-industrializados una vez hormigonados en obra. Estos grandes elementos verticales y horizontales, trabajan como secciones compuestas debido a la vinculación que les proporcionen los 80 separadores de acero de 3mm de diámetro por cada metro cuadrado de superficie de panel, de manera tal que las dos capas de hormigón proyectadas trabajan de manera solidaria como sección compuesta.

### Elementos verticales

La unión entre cada uno de los elementos es articulada de forma tal que la rigidez transversal de cada elemento vertical es despreciable frente a su rigidez en el plano. El Módulo de elasticidad longitudinal  $E_x$  es el correspondiente a un hormigón HA25 (180 kg/cm<sup>2</sup>) mientras que el Módulo de elasticidad en la dirección perpendicular es el correspondiente a la sección compuesta y se calculara con el valor  $E_y = 3000$  MPa.

Módulo de Elasticidad

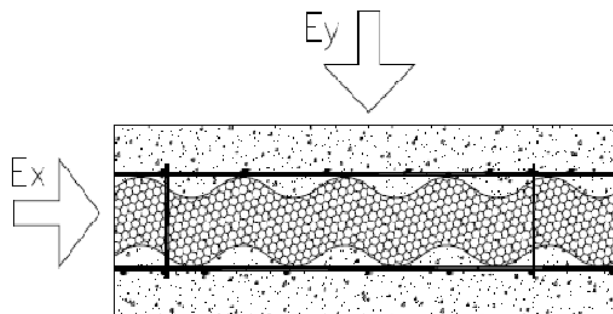


GRAFICO 4. MODULO ELASTICIDAD PARA SISTEMA M2.

FUENTE: INSTITUTO EDUARDO TORROJA-SISTEMA PORTANTE MK2

Para dar estabilidad a los edificios es necesario que se dispongan paneles en dos direcciones de forma tal que, además de recibir la carga de los forjados, proporcionen la estabilidad transversal del mismo, en dos direcciones, junto con los posibles arriostramientos existentes en cada planta y estudiando en cada caso, la transmisión de las cargas horizontales a través del forjado o de los posibles arriostramientos.

Para la obtención de los esfuerzos de diseño de los paneles, se tendrán en cuenta todas las posibles excentricidades de cálculo de la transmisión de los esfuerzos, efectos térmicos, imperfecciones, etc., dadas en las “Directrices comunes de la UEAtc (The European Union of Agreement) para la apreciación técnica de procedimientos de construcción a base de paneles pesados prefabricados”.

El análisis de sollicitaciones de la estructura se realizará utilizando las acciones definidas en la NBE-AE-88 (Norma Básica de la Edificación española) y se dimensionarán las secciones con los resultados obtenidos según la Instrucción de Hormigón Estructural EHE (Instrucción Española de Hormigón Estructural). Para el armado de las secciones, solo se considerarán las armaduras corrugadas.

### Elementos horizontales

En cuanto a los elementos horizontales que constituyen los forjados, estos también se consideran articulados en sus apoyos, es decir que se consideran isostáticos de forma que no se transmite ningún momento de empotramiento a los elementos de sustentación vertical.

La rigidez a flexión de los mismos se limita a la consideración del Módulo de elasticidad longitudinal antedicho  $E_y$  igual a 3000 MPa, y se calcularán dentro de la zona de comportamiento elástico.

El momento de Inercia  $I$  dependerá del espesor de panel seleccionado según el caso. En la siguiente tabla se dan los Momentos de Inercia y los Módulos de Rigidez  $EI$  de diversos paneles de cerramiento horizontal:

PANEL TIPO	$I$ (cm <sup>4</sup> /ml)	$E_y * I$ (Kg cm <sup>2</sup> )
PR60	20.016,62	6,00 10 <sup>8</sup>
PR 80	28.266,67	8,47 10 <sup>8</sup>
PR 100	38.016,67	1,14 10 <sup>9</sup>
PR 120	49.266,67	1,47 10 <sup>9</sup>
PR 140	62.016,67	1,86 10 <sup>9</sup>
PR 160	76.266,67	2,29 10 <sup>9</sup>

**TABLA 2. MOMENTOS DE INERCIA DE PANELES SISTEMA M2.**

**FUENTE: INSTITUTO EDUARDO TORROJA.**

Las inercias han sido calculadas considerando el espesor del panel más un espesor de 5 cm de capa de compresión y más un espesor de 3 cm como recubrimiento inferior en zona de tracción.

Las secciones serán dimensionadas según la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Los paneles presentan una armadura de barras corrugadas de diámetro 5 mm. Se incrementarán las barras corrugadas cuando los esfuerzos determinen la necesidad de incrementar la capacidad mecánica de la sección. Las barras lisas solo trabajan como armadura básica y no se las considera en el cálculo estructural.

En cuanto a los forjados bidireccionales, el criterio de adición de barras perpendiculares vendrá determinada por el cálculo, no disponiéndose una armadura superior a los que traen los paneles.

Las solicitaciones podrán calcularse con cualquiera de los métodos de cálculo de forjados de hormigón armado convencional.

El sistema M2 está compuesto por varias etapas que en conjunto hacen el especial comportamiento del innovador sistema. A continuación se enumeran los elementos a describir:

- Calidad del mortero
- Calidad del acero de refuerzo
- Calidad del panel
- Calidad de los aditivos
- Comportamiento del sistema M2

## **2.1 Calidad del Mortero**

El mortero que se utiliza para la construcción con el sistema M2 debe poseer las siguientes características esenciales:

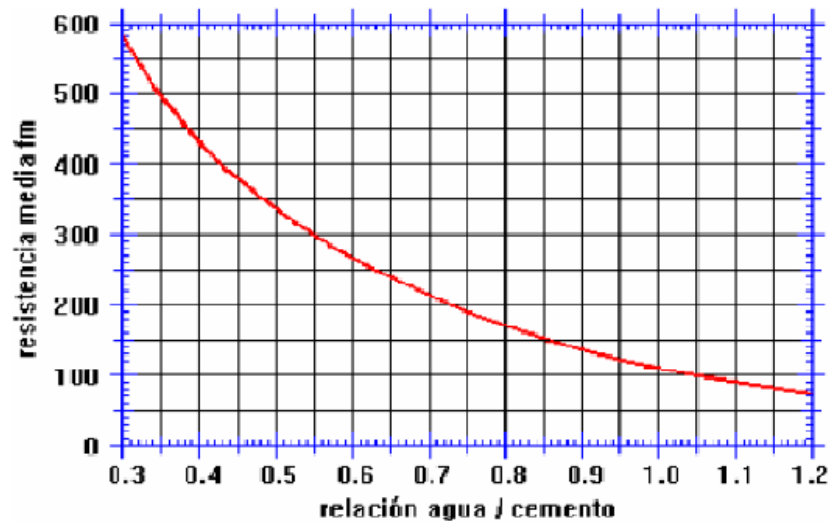
**FACILIDAD DE APLICACIÓN.**- Esto se debe a que el mortero debe ser colocado en capas de 2 a 3 cm. de espesor evitando el desprendimiento y procurando que la aplicación sea con fluidez y plasticidad.

**ALTA RESISTENCIA:** El mortero debe proveer la resistencia necesaria para satisfacer las funciones estructurales a las que será sometido. A los fines de cálculo se considerará una resistencia a la compresión de 180kg/cm<sup>2</sup> (IET).

**BAJA RETRACCION DE FRAGUADO:** Esto debe evitar la figuración provocada por la evaporación del exceso de agua de amasado  $\leq 0.80\text{mm/m}$ . (según estudio del IET)

La relación volumétrica cemento/arena podrá variar entre 1:3 y 1:4,5 dependiendo de la granulometría de la arena disponible en el sitio de la obra.

La relación agua/cemento para este hormigón o mortero resistente, en peso no deberá superar 0,52 incluyendo la humedad libre de la arena, ya que esta determinará la estabilidad de la resistencia requerida.



FUENTE: Marcelo Romo Proaño M. Sc. ESPE

GRAFICO 5. RELACION AGUA CEMENTO

Debido a que la relación agua/cemento debe conservarse es probable que afecte a la trabajabilidad de las mezclas, no existe alternativa para adicionar agua en las mezclas y hacerlas más trabajables, entonces para mejorar la misma se deberá agregar un plastificante en las proporciones que indique el proveedor.

El contenido unitario de cemento Portland normal varía en función de la granulometría de la arena y de la relación árido-aglomerante entre 300kg/m<sup>3</sup> y 450kg/m<sup>3</sup>.

El curado es de fundamental importancia en el sistema, un correcto curado consiste en permitir que tenga lugar el proceso de hidratación del cemento, evitando la evaporación prematura del agua libre, para lo cual es necesario mantener la humedad superficial mediante un rociado frecuente con agua o la aplicación de membranas de curado tipo Antisol, cuidando especialmente la exposición directa a la radiación solar y al viento.

Con todas las recomendaciones es frecuente obtener morteros de mucha más resistencia

que la necesaria, lo cual es un factor importante para la calidad final del concreto, la enérgica compactación proporcionada por los medios neumáticos de aplicación y esto influye también sobre los altos valores de resistencia característica alcanzables.

La curva granulométrica del agregado debe estar dentro de los parámetros ASTM para agregado fino de preferencia entre 2 y 5mm, dependiendo del equipo de lanzamiento a utilizar. El agregado deberá estar libre de material orgánico, cascajo o arcilla. Para cualquier ensayo o fabricación de hormigón deberá tomarse en cuenta la humedad del mismo. Una dosificación típica que ha sido utilizada, se encuentra a continuación, esta servirá como una guía mas no como una regla general, porque se deberá hacer el estudio granulométrico y diseño de hormigón, respectivos:

**EJEMPLO DE DOSIFICACIÓN VOLUMETRICA-PARA USO EN OBRA**

	<b>Volumen</b>	<b>Peso (aprox.)</b>	<b>Relación</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Cemento</b>	1 ¼ parihuela *	50 Kg.		* parihuela: 33cm c/lado
<b>Arena</b>	3.5 - 4 parihuelas	280 Kg.		
<b>Agua</b>	25 lts.	25 Kg.	a/c; 0,5	Énfasis en esta relación
<b>Aditivo plastificante acelerante</b>	0,3 lts.	0,31 Kg.	0,6% peso cemento	Ver lista de aditivos

TABLA 3. DOSIFICACION VOLUMETRICA SISTEMA M2

FUENTE: MANUAL SISTEMA M2-PANECONS

## 2.2 Calidad del Refuerzo

Existen 3 tipos de paneles, que se pueden clasificar así:

PANELES PORTANTES VERTICALES TIPO PR

PANELES PARA LOSA TIPO PR

PANELES NO PORTANTES VERTICALES TIPO PN

Además los paneles deberán ser unidos con MALLAS O ACCESORIOS ADICIONALES que se describirán mas adelante.

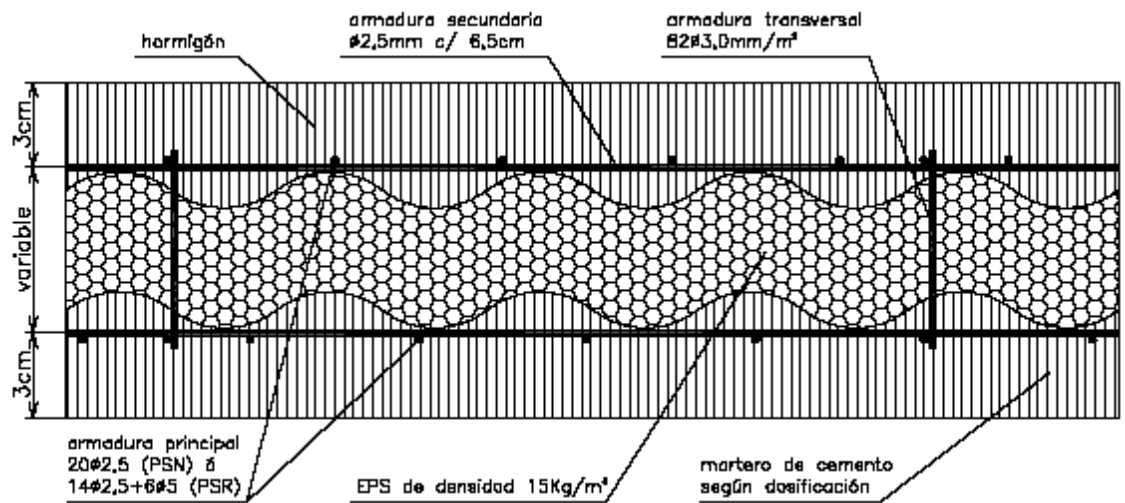


GRAFICO 6. Panel PSR y PSN FUENTE: INSTITUTO EDUARDO TORROJA

#### Descripción del Refuerzo para Paneles tipo PR

Las mallas están constituidas por 20 barras de acero longitudinal en cada cara, 6 de las cuales son de acero corrugado diámetro de 5mm y las 14 restantes son lisas galvanizadas de diámetro 2.5mm. En la dirección secundaria se dispone de una barra de acero liso galvanizado de diámetro 2.5mm cada 6.5cm. La cuadrícula de armaduras resultante es entonces 6.25x6.50

Las mallas sobresalen 50mm en caras opuestas de manera que al unir 2 paneles se pueden solapar entre sí asegurando la continuidad por yuxtaposición, sin necesidad de colocar elementos adicionales de empalme.

Estas mallas se encuentran unidas entre si a través de 82 barras de diámetro 3mm por cada metro cuadrado de superficie de panel, dispuestos en grupos de 12 conectores cada 13cm, por cada placa de 1.125 mm. de ancho.

Para la unión en cerramientos que forman ángulos entre si la continuidad se resuelve mediante las mallas angulares.

Las placas con paneles PSR que se conforman después de ser hormigonadas pueden ser utilizadas en forma horizontal o vertical ya que poseen capacidad para resistir compresiones centradas y

excéntricas y esfuerzos a flexión y corte.

Estos se utilizan como elementos resistentes y para la transmisión de las cargas horizontales. Se utilizan como muro portante de edificios en altura y como forjado para luces de hasta 5 metros. En los forjados el espesor de hormigón de la capa de compresión es de 50mm y el de la capa de recubrimiento inferior es de 30mm.

### Descripción del Refuerzo para Paneles tipo PN

Las placas con paneles PSN esta compuesta por una armadura básica de 20 barras lisas longitudinales de 2.5mm de diámetro por cada panel; la armadura de reparto esta integrada por barras lisas transversales de 2.5 mm. de diámetro con una separación media de 6.5 cm. Se emplean como tabique de simple cerramiento vertical. Para dar continuidad a las uniones entre paneles que conformen aristas horizontales o verticales se dispone de tramos de mallas planas o doblados a 90 grados (mallas angulares), que permiten el empalme de los paneles por yuxtaposición.

Las barras corrugadas son de calidad B-500 S con limite elástico  $f_{yk}=500\text{MPa}$ .

Las barras de acero liso son galvanizadas, con limite elástico  $f_{yk}= 620\text{MPa}$ , y tensión de rotura de 700 MPa.

Alargamiento mínimo  $>5\%$

Peso del galvanizado: 110 a 120 gr/m<sup>2</sup>

### Descripción de los refuerzos adicionales

Para el montaje de los paneles es necesario el uso de mallas que sirven como unión entre paneles, unión en esquinas, refuerzo de dinteles, ventanas y puertas, etc.

Las mallas que se utilizan para las funciones descritas se denominan:

- Malla tipo U: Sirven para dinteles en aberturas como ventanas y puertas.
- Malla plana: Sirven para unir paneles colocados en línea recta, reforzar sectores, o reforzar esquinas de aberturas.
- Malla angular: Sirven para unir paredes en esquinas y para la unión de losa- pared.

Adicionalmente en el montaje de paneles se colocarán piezas de varilla corrugada tal y como se indique en los detalles del diseño estructural.

El proveedor del acero para la fabricación de paneles deberá ser certificado y los siguientes aspectos deberán ser controlados:

#### CONTROL VISUAL:

- Correspondencia de la Orden de Compra con Guía de Remisión.
- Etiquetado
- Marcado
- Terminación
- Certificado de soldabilidad
- Características mecánicas

#### DIMENSIONAL

Se controlan diámetros, longitudes y pesos

#### ENSAYOS MECANICOS

Se deberán tomar como mínimo 20 pruebas de tracción<sup>1</sup> y de separación de nudo soldado mensualmente.

Estas pruebas deben ser realizadas internamente en la Planta de producción, sobre todo los tipos de malla de acero que se producen.

Además de las mallas que recubren a los paneles también se requiere acero de refuerzo en chicotes para anclaje de paneles tanto en plantas bajas, gradas, losas y en ciertas zonas donde sean requeridos refuerzos adicionales.

#### CONTROL DE ACERO EN OBRA:

Las barras de acero corrugadas a colocar deberán tener la certificación de Garantía del fabricante, debiendo realizarse los ensayos adecuados por un laboratorio externo acreditado.

---

<sup>1</sup> Recomendación del Instituto Eduardo Torroja para el Sistema MK2

## 2.3 Calidad del Panel

Los paneles están hechos con poliestireno expandido que es un material termoplástico obtenido por la polimerización del estireno. El EPS como material está constituido por la unión de la multitud de perlas expandidas de poli estireno, producidas durante un proceso de moldeo con aporte de calor en forma de vapor de agua, obteniéndose un material con las siguientes características:

Densidad nominal:	15 Kg/m <sup>3</sup>
Conductividad térmica	0-0.37 W/mK
Resistividad al vapor	0.15mmhg m <sup>2</sup> día/g cm.
Tipo de material	F auto extingible

Tensión de compresión al 10% de deformación  $\sigma_{10} \geq 50\text{KPa}$

Resistencia a la flexión ( $\sigma_B \geq 100\text{KPa}$ ).

El material posee en cuanto a su comportamiento de reacción al fuego la clasificación M2 según la norma UNE-23 727-90. Considerando la conductividad térmica certificada según UNE 53.310/87<sup>1</sup> para la densidad 15Kg/m<sup>3</sup> resultan los siguientes valores del coeficiente de transmisión de calor K, calculado según el lineamiento de la Norma Básica de la Edificación NBE CT-79 Condiciones Térmicas en los edificios, habiéndose considerado que para el espesor del hormigón su conductividad térmica sea igual a 1,4 W/m<sup>2</sup> C, con espesores de micro-hormigón de 30mm en cada cara.

CERRAMIENTO VERTICAL FLUJO HORIZONTAL	
PANEL TIPO	K (W/m <sup>2</sup> C)
PSR-40	0,789
PSR-50	0,636
PSR-60	0,543
PSR-70	0,474
PSR-80	0,420
PSR-90	0,377
PSR-100	0,342
PSR-110	0,313
PSR-120	0,289
PSR-130	0,268
PSR-140	0,250
PSR-150	0,234
PSR-160	0,220
PSR-170	0,208
PSR-180	0,197
PSR-190	0,187
PSR-200	0,178

TABLA 4. TABLA COEFICIENTES CONDUCTIVIDAD TERMICA

<sup>1</sup> UNE, conjunto de normas tecnológicas en España.

#### FUENTE: PANECONS

Para la fabricación de paneles se debe tomar en cuenta que el poliestireno expandido, de la Clase III tipo F, poseerá Distintivo de Calidad, en la planta de producción debe ser controlado, así;

#### VISUAL:

Sobre la totalidad del material recibido en la Fábrica se debe realizar el siguiente control:

- . Integridad del bloque
- Correspondencia de Orden de Compra y guía de remisión
- Documentación de Transporte
- Verificación de Marcado de cada bloque

#### DIMENSIONAL:

Se debe realizar un control dimensional con flexómetro y verificar con una tolerancia dimensional de  $\pm 2$ cm.

#### DENSIDAD:

La densidad se calculará mediante una báscula y no debe ser inferior al 95% de la nominal de la partida.

#### INFLAMABILIDAD:

De cada partida se tomará una muestra a los efectos de verificar el cumplimiento de la calidad F de la materia prima.

## **2.4 Calidad de los aditivos**

Según el ACI-212, se llama aditivo a un material distinto del agua, agregados y cemento, que se usa como ingrediente en la fabricación de hormigones o morteros y se añade inmediatamente antes o durante su mezclado. Se utilizan aditivos para modificar ciertas propiedades del hormigón de tal manera que su uso sea adecuado para las condiciones, necesidades y en ciertos casos economía<sup>1</sup>.

En el Sistema M2 se podrán usar varios aditivos que se enumeran a continuación, pero esto dependerá de las condiciones de la obra.

Para tener una idea más clara, a continuación se describe una clasificación del ACI-212, donde se

---

<sup>1</sup> Isabel del Socorro Giraldo Ríos, Profesora tecnología del hormigón, 14 de agosto de 2006. Universidad José María Vargas

establecen 20 razones importantes que indican cuando es posible hacer uso de aditivos:

- El aditivo debe ser un reductor de agua y sin cloruros o un plastificante que incluso puede tener características de un acelerante sin que ella pase a ser la principal - Para aumentar la trabajabilidad sin aumentar el contenido de agua o reducir el contenido de agua, logrando la misma trabajabilidad.
  
- Para acelerar la velocidad de desarrollo de resistencia a edades tempranas
- Para aumentar la resistencia
- Para retardar o acelerar el fraguado inicial
- Para retardar o reducir el desarrollo de calor
- Para modificar la velocidad de exudación
- Para aumentar la durabilidad o la resistencia a condiciones severas de exposición incluyendo la aplicación de sales para quitar el hielo
- Para controlar la expansión causada por la reacción de los álcalis con ciertos constituyentes de los agregados
- Para reducir el flujo capilar del agua
- Para reducir la permeabilidad a los líquidos
- Para producir hormigón celular
- Para mejorar la penetración y el bombeo
- Para reducir el asentamiento, especialmente en mezclas para rellenos
- Para reducir o evitar el asentamiento o para originar una leve expansión en el hormigón o mortero, usados para rellenar huecos y otras aberturas en estructuras de hormigón y en rellenos para cimentación de maquinaria, columnas o trabes, o para rellenar ductos de cables de hormigón postensionado o vacíos en hormigón precolocado
- Para aumentar la adherencia del hormigón y el acero
- Para aumentar la adherencia entre hormigón viejo y nuevo
- Para producir hormigón o mortero de color
- Para obtener hormigones o morteros con propiedades fungicidas (mata los hongos), germicidas o insecticidas
- Para inhibir la corrosión de metales sujetos a corrosión embebidos en el hormigón
- Para reducir el costo unitario del hormigón

Según la Profesora Giraldo los tipos de aditivos se los puede clasificar de la siguiente manera:

---

**ADITIVOS INCLUSORES DE AIRE:** Su finalidad es aumentar la manejabilidad y la resistencia al congelamiento del hormigón (Durabilidad). En nuestro medio las condiciones de congelamiento y descongelamiento no son habituales pero, la inclusión de aire, permite reducir los contenidos de agua y arena para el asentamiento deseado. Lo anterior disminuye la probabilidad de exudación y segregación.

Es conveniente tener en cuenta que la inclusión de aire reduce el peso unitario del concreto y su resistencia. El efecto tiende a compensarse por la ganancia en resistencia, por la disminución de la relación agua/cemento.

**ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA (PLASTIFICANTES):** Tienen por objeto reducir la cantidad de agua que requiere una mezcla de hormigón para un determinado asentamiento.

Al disminuir el contenido de agua se produce un hormigón más durable e impermeable. Si se desea conservar la relación (A/C), se necesita modificar también la cantidad de cemento; y el hormigón se beneficia al estar menos expuesto a las consecuencias del calor de hidratación.

Por otro lado, sin hacer reducción de agua, adicionando un plastificante se aumenta el asentamiento y se obtiene un hormigón más manejable que se podrá compactar y vibrar mejor. Como beneficios aparecen: un mejor acabado, una mejor textura y una mayor adherencia con el acero de refuerzo.

Con el uso de un aditivo plastificante en dosificaciones normales se pueden lograr reducciones de agua entre un 5% y un 15%, dependiendo de las características de los agregados utilizados.

Con el uso de aditivos plastificantes se logra:

- Mejoramiento de la resistencia del hormigón
- Facilidad en la colocación
- Facilidad en el acabado
- Uniformidad en las resistencias
- Control de los tiempos de fraguado
- Facilidad en el bombeo
- Reducción de la segregación
- Reducción de la exudación
- Reducción de la permeabilidad
- Aumento de la durabilidad

Es necesario aclarar, que dependiendo de la base química del aditivo plastificante, los puntos anteriores pueden convertirse en ventajas o desventajas.

Los aditivos reductores de agua se agrupan en cuatro categorías, de acuerdo con su base química:

- Derivados de ácidos hidroxilados carboxílicos- tienden a originar exudación en el hormigón

- Melaminas
- Polímeros hidroxilados
- Multicompuestos

**ADITIVOS RETARDANTES:** Se deben utilizar cuando se quiere contrarrestar los efectos de las altas temperaturas que generan reducción en el tiempo de fraguado. Otro uso es cuando existan demoras inevitables entre el proceso de mezclado y el proceso de colocación.

Para la colocación de hormigones masivos el retardo de fraguado puede ser muy conveniente pues las sucesivas capas de hormigón pueden unirse mediante la vibración y se eliminan las juntas frías. Otra característica importante es lograr un mayor tiempo del hormigón en estado plástico que le permita tomar las deformaciones producidas por las cargas muertas, sin que se presenten fisuras. Cuando se utilizan aditivos retardantes es normal que las resistencias tempranas sean menores.

**ADITIVOS ACELERANTES:** Existen los que aceleran el proceso normal de fraguado y desarrollo de la resistencia y los que producen fraguados súper-rápidos. Los de fraguado súper-rápido se usan para aplicaciones de hormigón lanzado, taponamiento de fugas bajo presión hidrostática, entre otras.

Los acelerantes convencionales, permiten incrementar la velocidad de construcción al reducir los tiempos necesarios para el acabado de superficies, retiro de formaletas y que el hormigón alcance la resistencia necesaria para soportar cargas.

En climas fríos los acelerantes contrarrestan la disminución en la velocidad de endurecimiento.

Los aditivos acelerantes se pueden dividir en tres grupos:

- Sales inorgánicas solubles. Las sales de calcio son las más efectivas
- Compuestos orgánicos solubles
- Materiales sólidos diversos

Al usar aditivos acelerantes es importante tener en cuenta que el tiempo de colocación se reduce y, por tanto, la operación de acarreo interno y colocación debe estar muy bien programada.

**ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA DE ALTO RANGO (SUPERPLASTIFICANTES):** Con su uso se puede lograr reducciones de agua del 30% al 40%, dependiendo de las características de los elementos constitutivos del hormigón.

Con el uso de súper plastificantes se producen hormigones fluidos con alto asentamiento (18 a 20 cm.) de muy fácil colocación, muy prácticos de utilizar en elementos altamente reforzados. Así mismo

se logra producir hormigón de alta resistencia con relaciones (A/C) en el rango de 0.3 a 0.40.

Los súper plastificantes son usados para:

- Colocación de hormigones en climas cálidos
- Colocación rápida de hormigón para muros, pues permite incrementar los espesores y la caída libre del hormigón sin producir segregación en la mezcla
- Concretos con menores contracciones
- Menores presiones de bombeo
- Mínima pérdida de asentamiento
- Concretos impermeables (por la gran reducción de agua que permite para asentamientos iguales)

**ADITIVOS PARA AUMENTAR ADHERENCIA:** Son basados en emulsiones de látex acrílico y se usan para incrementar la capacidad natural de adherencia del hormigón.

**ADITIVOS INHIBIDORES DE CORROSIÓN:** Su principal propósito es la protección del refuerzo contra los agentes corrosivos.

**ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES:** Estos aditivos implican prevención contra la penetración de agua en el hormigón seco o el movimiento de agua a través del mismo. Ningún aditivo elimina totalmente este movimiento, pero si reduce la velocidad a la que ocurre.

**ADITIVOS PARA PRODUCIR EXPANSIÓN:** Estos se usan para convertir un hormigón común en hormigón expansivo.

**ADITIVOS PARA CURAR HORMIGÓN:** Son generalmente membranas que se aplican sobre el hormigón para reducir la rata de evaporación del agua. Ello garantiza un buen proceso de hidratación y previene las fisuras.

**ADITIVOS PARA MORTEROS DE LARGA VIDA:** Con una combinación de aditivos (Retardantes y retenedores de agua), se logra prolongar el tiempo de manejabilidad de un mortero hasta un lapso de 15 días, sin necesidad de adicionarle agua ni cemento.

**ADITIVOS PARA ESTABILIZAR HORMIGÓN:** Con el uso de un sistema de aditivos llamados

“Neutralizantes” y “Reactivantes”, se logra mantener el hormigón en estado plástico por tiempo indefinido.

El neutralizante estabiliza la reacción química del cemento con el agua. Al adicionar el reactivante, se suspende la neutralización y el proceso de fraguado continúa.

**ADITIVOS PARA HORMIGÓN LANZADO:** Para hormigones lanzados es necesario garantizar un fraguado casi inmediato de la mezcla. Se utilizan aditivos acelerantes en polvo o en líquido, dependiendo del sistema de lanzado. El aditivo debe ser un reductor de agua y sin cloruros o un plastificante que incluso puede tener características de un acelerante sin que ella pase a ser la principal

#### CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A LA NORMA ASTM C-494 (ICONTEC 1299)

TIPO	DESCRIPCIÓN
A	Reductores de agua
B	Retardantes
C	Acelerantes
D	Reductores de agua y retardantes
E	Reductores de agua y acelerantes
F	Reductores de agua de alto rango
G	Reductores de agua de alto rango y retardantes

TABLA 4. TIPOS DE ADITIVOS

FUENTE: Isabel del Socorro Giraldo Ríos, Profesora tecnología del hormigón, 14 de agosto de 2006. Universidad José María Vargas

La mejor manera de lograr beneficios con el uso de aditivos es comprendiendo su funcionamiento y se debe solicitar al proveedor asistencia técnica adecuada para encontrar la dosificación óptima.

## 2.5 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL PANEL HORMIGONADO

Las placas de cerramiento estructural PR una vez hormigonadas pueden ser utilizadas en forma horizontal o vertical ya que poseen capacidad para resistir compresiones centradas y excéntricas y esfuerzos de flexión y corte. Se utilizan como elemento resistente y para la transmisión de las cargas horizontales. Se utilizan como muro portante de edificios en altura y como losas para luces entre apoyos de hasta 5 metros.

### Panel de muro: Portante (PR), no portante (PN)

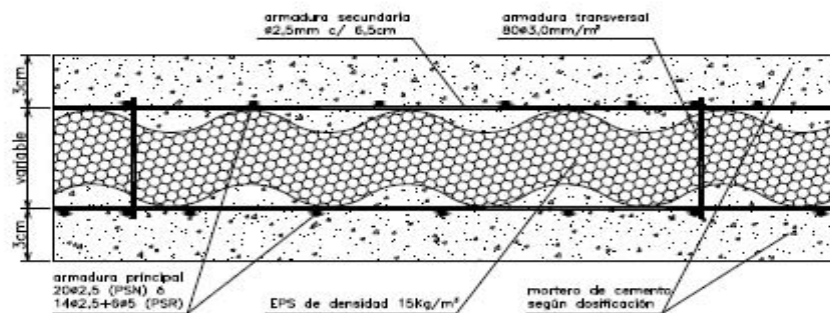


GRAFICO 7. PANEL HORMIGONADO FUENTE: INSTITUTO EDUARDO TORROJA

Cuando las losas se encuentren apoyadas en sus cuatro bordes, podrán disponerse armaduras suplementarias corrugadas, en obra en la dirección perpendicular a las barras corrugadas de  $\varnothing$  5 mm de las mallas del panel M2 a los efectos de conformar forjados bidireccionales. El refuerzo perpendicular como máximo podrá tener la capacidad mecánica de las armaduras principales de los paneles.

En estos casos la luz máxima de los mismos podrá ser de 6,00 metros verificándose los Momentos flectores de servicio y las flechas máximas admisibles en estado elástico según lo estipulado en la EHE: Pueden utilizarse también como muros de contención de suelos con una altura de hasta 3 metros, verificándose en cada caso que los momentos flectores resultantes del empuje activo sean menores que los momentos admisibles de la sección compuesta; podrán disponerse paneles verticales perpendiculares a modo de contrafuertes, que serán reforzados con barras corrugadas según cálculo.

En las losas el espesor de hormigón de la capa de compresión es de 50 mm y el de la capa de recubrimiento inferior es de 30 mm. Los recubrimientos se miden siempre desde la parte externa de la onda del poliestireno expandido.

Los diferentes tipos posibles del panel PN, se diferencian entre sí, sólo por el espesor del poliestireno expandido, variable de 3 a 25 cm por cada panel. La armadura básica en este caso está compuesta por 20 barras lisas longitudinales de 2,5 mm de diámetro; la

armadura de reparto está integrada por barras lisas transversales de 2,5 mm de diámetro con una separación media de 6,5 cm. Se emplean como tabique de simple cerramiento vertical.

Para dar continuidad a las uniones entre paneles que conformen aristas horizontales o verticales se dispone de tramos de mallazo planos (Mallas planas) o doblados a 90 grados (Mallas angulares), que permiten el empalme de los paneles por yuxtaposición.

El Instituto Eduardo Torroja (IET) en su estudio del sistema M2 (EMEDUE) relata ensayos y resultados que se realizaron:

#### *-COMPORTAMIENTO A FLEXOTRACCION UNIDIRECCIONAL*

El IET ensayó un panel bajo un pórtico de carga, para someterlo a flexión aplicando cargas puntuales en los tercios de la luz y cargando hasta la rotura. Este ensayo se realizó con un gato AMSLER PM-103, se utilizó un flexómetro para la lectura, este estaba situado en el centro de la cara inferior del panel. Durante el ensayo, un sistema de adquisición de datos registraba los valores de carga y desplazamiento. El ensayo finalizó cuando se alcanzó la carga de rotura.

Los resultados del ensayo describieron que de las curvas de cargas-deformación, se deduce que las secciones de los paneles trabajan como una sección compuesta formada por 2 losas de 5cm y 3cm unidas por armaduras de unión, trabajando solidariamente, siendo el módulo de rigidez.

En la zona elástica, el que corresponde a los valores aportados por el fabricante de acuerdo a sus previsiones de cálculo.

#### *-COMPORTAMIENTO A COMPRESION*

El IET ensayó dos paneles perfectamente aplomados entre los platos de una prensa y se le aplicó una carga repartida a todo lo ancho del panel, mediante un perfil metálico, que se fue incrementando hasta la rotura. La carga se colocó centrada para el primer panel y con una excentricidad de 2.5cm para el segundo.

La prensa fue accionada por dinamómetro AMSLER PM-103 que dispone de control sobre la velocidad de aplicación de la carga. La carga fue incrementándose con una velocidad de 50kN/min., hasta alcanzar la rotura.

En ambos casos la carga se incremento a velocidad constante hasta que se produjo el fallo del panel.

El primer panel falló con una carga de 350kN, produciendo una falla en la parte inferior por tracción en la unión de una de las caras de 3cm con la unión de la zona macizada. Este panel estaba mojado.

El segundo panel se rompió con una carga de 560kN, en condición seca.

En ambos casos, las dos capas de hormigón trabajaron solidariamente y no se evidenció cambios ni deformaciones laterales.

#### *-COMPORTAMIENTO A FLEXIÓN BIDIRECCIONAL*

Se estudia si una placa compuesta por una serie de paneles que apoyan en los cuatro lados de su contorno, y se ha dispuesto la armadura corrugada en las dos direcciones, se verifica si se comporta como una losa apoyada en sus cuatro losas.

Se dispuso de una losa de paneles con un espesor total de 20.5cm y de unas dimensiones de cálculo en planta de 2.80m x 2.87m, apoyada sobre un bastidor metálico con cuatro apoyos y arriostrados transversalmente. La carga se consiguió ubicando sobre la losa una piscina y controlando la lámina libre de agua mediante una regla situada en el interior de la piscina. Se aplicó un primer escalón de 200kp/m<sup>2</sup> y partir de este, escalones de 100kp/m<sup>2</sup>. Esta carga se mantuvo 20 horas tras las cuales se midió la flecha. Las flechas obtenidas a las 20 horas de haberse cargado la placa, eran similares a las verificadas en el momento de haberse producido el último escalón de carga.

Se utilizaron flexómetros que estaban en los centros y a los  $\frac{1}{4}$  de los bordes, por tener las deformaciones del mismo orden, se deduce que la placa está trabajando en las dos direcciones y las dos capas de hormigón solidariamente.

#### *- COMPORTAMIENTO A CORTANTE*

Este ensayo verificó que en la unión de los paneles horizontales que actúan como losas, con los paneles estructurales verticales se realiza la transmisión de las cargas del piso a los paneles verticales, comprobándose el orden de magnitud que resisten a cortantes.

Construido un pórtico en forma de H, formado por 2 paneles verticales, con 2 capas de hormigón de 3cm. Siendo los paneles de 1,125 de ancho con 1.10m de alto, unidos en su altura intermedia mediante otro panel, siendo sus espesores de hormigón de 5cm como capa superior y de 3cm en su cara inferior, y con una longitud de 1,05m que la distancia libre entre los paneles verticales y con una anchura de 1,125m.

Unidos el panel que actúa como losa a los paneles verticales, según se indica en el sistema constructivo y arriostrados lateralmente entre si los paneles verticales, se procedió a aplicar una carga longitudinal en el centro del panel horizontal y en toda su anchura. Para la realización del ensayo se dispuso de un dinamómetro AMSLER PM 103 que dispone de control de velocidad de carga en escalones de 10kN.

La carga última aplicada sobre el panel fue 74.2 k.o.x, produciéndose la paralización del ensayo, no por agotamiento a cortante de la unión, sino por la rotura a flexión del panel teniéndose en cuenta las

cargas a considerar y las longitudes de los paneles, se verifica que el panel losa transmite los esfuerzos cortantes a sus paneles de apoyo.

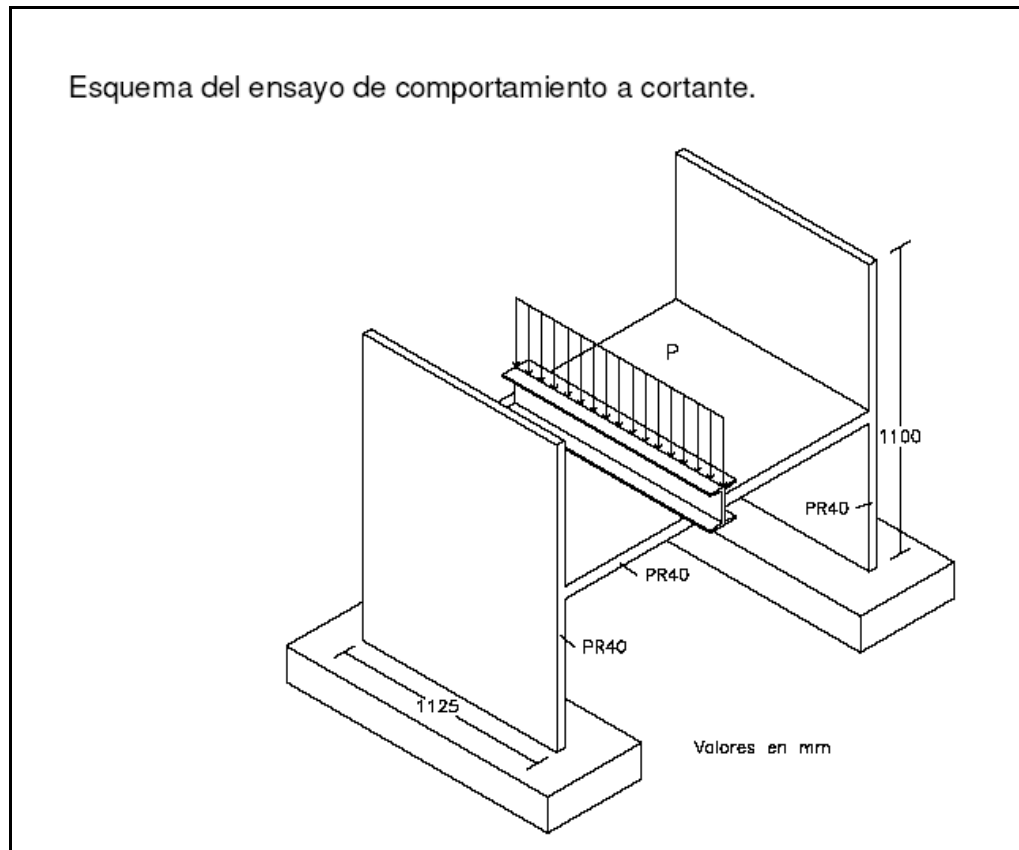


GRAFICO 8. ESQUEMA DEL ENSAYO DE COMPORTAMIENTO A CORTANTE  
FUENTE: INSTITUTO EDUARDO TORROJA-SISTEMA PORTANTE MK2

Se procedió a aplicar a aplicar una carga longitudinal en el centro del panel horizontal y en toda su anchura. Para la realización del ensayo se dispuso de un dinamómetro AMSLER PM 103 que dispone de control de velocidad de carga en escalones de 10kN.

La carga última aplicada sobre el panel fue de 74.2 kN, produciéndose la paralización del ensayo, no por agotamiento a cortante de la unión, sino por la rotura a flexión el panel, teniendo en cuenta las cargas a considerar y las longitudes de los paneles, se verifica que el panel losa transmite los esfuerzos cortantes a sus paneles de apoyo.

*COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL PANEL VERTICAL A ESFUERZOS HORIZONTALES*

Se colocaron dos paneles con sus capas de hormigón de 3cm en cada lado y una altura de 2,6m sobre una zapata de 2,60 x 0,40 x 0,40m que se ancló a la losa de la nave. Con ello se evitó el movimiento de la zapata durante la realización del ensayo. Las uniones entre los paneles entre si y con la zapata se realizaron según el detalle constructivo del Sistema. La aplicación de la carga horizontal sobre un lateral de la parte superior del panel, se realizó con un gato hidráulico con una capacidad máxima de carga de 200kN. La carga se aplicó por medio de un dinamómetro AMSLER PM-103, que dispone de control de velocidad de carga en escalones de 30kN.

A partir de la aplicación de la carga de 30kN, en la zapata que sirve de base se fisura y se aprecian grietas a 1/3 de la longitud de la zapata del punto de aplicación de la carga, por no disponer de la armadura superior necesaria, iniciándose en el panel una fisura en vertical en prolongación de la fisura de la zapata.

Entre los 30kn y los 60kN, el panel se empieza a despegar de la zapata. El ensayo concluye para un valor de carga de 70kN por la rotura de la zapata.

El muro formado por los dos paneles permanece recto sin ninguna fisura o grieta, distinta de la horizontal de la unión del muro con la zapata, con una longitud del primer tercio, o sea=0.80m.

El ensayo nos confirma que las dos capas de hormigón, unidas por la armadura básica, trabajan solidariamente bajo la acción de la carga horizontal en el plano del panel, resistiendo un momento de rotura de 182kN-m en un ancho de panel de 0.80m siendo, por tanto, el comportamiento del muro válido y conforme al cálculo estructural.

#### *-DEFORMABILIDAD DEL PANEL-LOSA*

Estudiar si las flechas o deformaciones que se producen en un panel-losa, producidos por la acción de las cargas permanentes y sobrecargas que actúan sobre el panel, corresponden a las definidas según el modelo teórico de cálculo que indica el fabricante.

El panel se dispone con una capa superior de 5cm como losa de compresión, y de 2,5cm como de capa inferior. El panel de 1,125 de ancho y de 3,80m de largo, dispuesto con una separación entre apoyos de 3,20, se procedió a aplicar una sobrecarga uniformemente repartida de 300kg/m<sup>2</sup>.

Para la lectura de las flechas, se colocaron 2 flexómetros en el centro del panel y a 10cm de los extremos del borde de la losa. Los flexómetros dieron flechas del mismo orden, con un valor medio de 6,27 mm. a la media hora de haberse producido la carga. Se mantuvo la carga durante 24 horas, no produciéndose un incremento significativo de la flecha, al cesar la carga, cesó la deformación manteniéndose una pequeña deformación remanente de 0,7mm, verificándose que las flechas

producidas corresponden al cálculo teórico de los mismos.

Además de los ensayos mecánicos mencionados existen otros ensayos que han sido realizados por el Instituto Eduardo Torroja, a continuación se los enumera y describe brevemente:

#### OTROS ENSAYOS REALIZADOS

- Resistencia al cuerpo blando: Donde un saco de 50kg es impactado a un muro constituido por 2 paneles, estos impactos son de 900 y 1200julios. Los resultados son satisfactorios ya que el panel no se fisura en el ensayo
- Ensayo de estanquidad a las uniones de paneles: Después de lanzados varios m<sup>2</sup> de hormigón en paneles, a los 28 días se procede a mojar los paneles con pistolas de agua a una presión de salida de 500 kPa, con orificios de 10mm. y una distancia de 1.0m, proyectando sobre los centros de los paneles superiores y a 30cm por encima de la unión horizontal, durante un período de 3 horas, donde no se observó penetración de agua, por el panel o por las uniones.
- Ensayo a flexión de 2 paneles de losa: Ensayo que sirve para evaluar el grado de transmisión de esfuerzos a través de la unión de dos paneles de losas, al mismo tiempo que el estudio del comportamiento mecánico de dichas losas sometidas a un esfuerzo de flexo tracción. El ensayo muestra que la unión entre losas transmite transversalmente las cargas al panel adyacente, pero también nos indica que la transmisión trasversal de la carga en este tipo de paneles, es menor que en los paneles de sección completa de hormigón, por lo que, para estos sistemas, no se recomienda la aplicación directa de una carga puntual.
- Ensayo de aptitud de empleo mecánico del Sistema: Este sirve para estudiar el comportamiento mecánico de las juntas de unión entre paneles horizontales y verticales, en los que unos están sometidos a las cargas verticales de los elementos superiores del propio edificio, más los pesos y sobrecargas de la losa correspondiente al panel horizontal.
- Clasificación de la resistencia al fuego:
  - o En paneles horizontales: paneles recubiertos con capas de hormigón de 30mm y 50mm muestran estabilidad al fuego menor a 60 minutos, con estanquidad al fuego, no emisión de gases inflamables.
  - o En paneles verticales: paneles recubiertos con capas de hormigón de 30mm a cada

lado y de yeso de 10mm a cada lado, resistió 60 minutos manteniéndose, al cabo de este tiempo, la estabilidad mecánica, la estanquidad a las llamas y la no emisión de gases inflamables.

- En paneles no portantes: paneles recubiertos con capas de hormigón de 30mm a cada lado resistieron menos de 241 minutos, con estanquidad al fuego.

- Aislamiento acústico: Para pared exterior con panel de 100mm, capas de 40mm y 50mm revestidas con yeso tienen un aislamiento acústico de 48 dBA., Para paneles de 40mm de ancho y capas de 30mm revestidas con yeso, tienen un aislamiento acústico de 38dBA, y para paneles de losa de 150mm con hormigón de 60mm de recubrimiento en capa superior y 30mm en capa inferior, es de 49dBA.

-

Para que el Sistema M2 sea aceptado en el Ecuador, la Escuela Politécnica Nacional mediante el Centro de Investigación de la Vivienda realizó una investigación teórica y experimental de una casa de 52m<sup>2</sup>, que fue construida por la Mutualista Pichincha, en esta vivienda se realizaron los correspondientes ensayos, encontrando que el comportamiento del sistema es adecuado y puede sea usado en zonas de alta peligrosidad sísmica, siempre y cuando las características de la futura construcción sea similar a la estudiada.

Para información de diseño estructural con el sistema se deberá recurrir como referencia al anexo 1- Documento de idoneidad técnica del Instituto Eduardo Torroja y un ejemplo de diseño del Ing. Maltez..

## **CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DE LOS MACROPROCESOS DE CONSTRUCCIÓN**

Los ingenieros Hidalgo y Paredes<sup>1</sup> en 1998 propusieron una metodología para evaluar procesos constructivos, dicha metodología fue aplicada a los procesos productivos del Sistema constructivo M2. Esta metodología está enfocada a la calidad y el mejoramiento continuo de procesos y se deben involucrar los siguientes aspectos:

- a.- Evaluación del proceso real
- b.- Comparación del desempeño real con las metas establecidas en la planificación.
- c.- Actuación sobre las diferencias.

Los ingenieros Hidalgo y Paredes detallan que para el control de la calidad en la ejecución de los procesos mediante planes de inspección debe contener como mínimo:

- a.- Puntos de inspección previos a lo largo del proceso.
- b.- Características a ser inspeccionadas en cada punto.
- c.- Evaluaciones, inspecciones, ensayos que serán realizadas en cada punto.
- d.- Procedimientos utilizados para la evaluación de criterios de aceptación.
- e.- Planes de muestreo a emplearse
- f.- Instrumentos utilizados.

Tomando como premisas fundamentales estos criterios, se ha desarrollado un estudio de los procesos de construcción del sistema M2 en viviendas unifamiliares, con lineamientos y formatos propuestos por el Ingeniero Vinicio Ayala, ingeniero especializado en procesos, donde cada proceso será descrito con toda la información teórica y técnica, respaldada con los siguientes documentos:

---

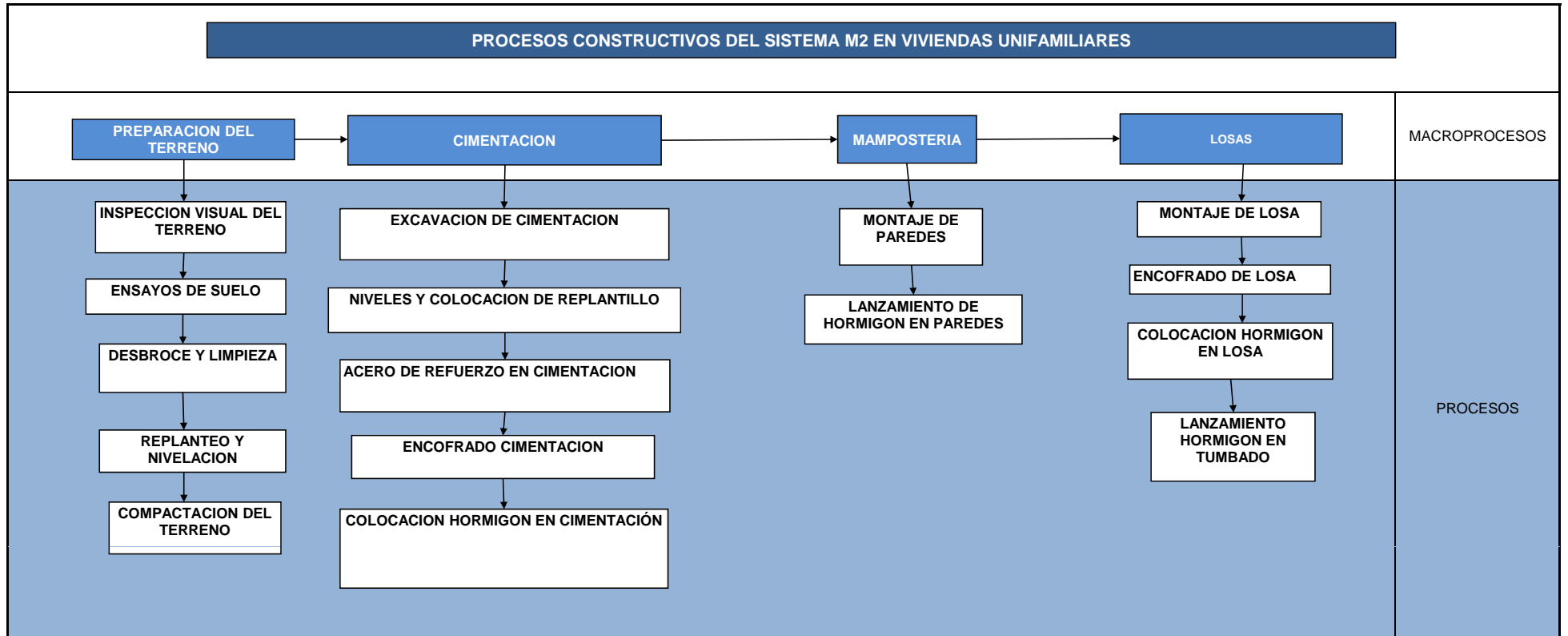
<sup>1</sup> Hidalgo Abarca Javier, Metodología para evaluar el proceso constructivo de las edificaciones. Marzo 2002

<b>DESCRIPCION DEL DESARROLLO DE UN PROCESO DE CALIDAD</b>		
<b>MANUAL DE PROCESO</b>	<b>DESCRIPCION DE LAS REVISIONES</b>	Donde se debe indicar el número, código y fecha de emisión del primer manual del proceso y en caso de existir modificaciones en el mismo, se deberán registrar todas las emisiones de las revisiones que se realicen al documento durante todo el tiempo de uso
	<b>CUADRO DE DESCRIPTORES Y RESPONSABILIDADES</b>	En este cuadro se describirán las actividades que conllevan a realizar el proceso completo, se deberá describir la actividad de forma concisa y se indicará quien o quienes serán responsables de la actividad. En caso de no ser detallada la descripción de
	<b>DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO</b>	Donde se indica gráficamente los pasos del proceso.
	<b>CUADRO DE CARACTERIZACION DEL PROCESO</b>	En este cuadro se define el objetivo y alcance del proceso, definiendo las entradas que pueden ser: procesos, actividades o requisitos que se deben cumplir para que el proceso pueda ser realizado. Además deberán ser definidas las salidas que son procesos,
	<b>CUADRO DE RECURSOS Y REGISTROS</b>	En este cuadro se deberán registrar los recursos necesarios para realizar el proceso, en caso de no tener un estudio previo de los recursos a utilizar, se deberá estimarlos para que posteriormente sean corregidos. En el cuadro de registros se debe indicar
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO</b>		
Donde se describen pasos más detallados a ser realizados en el proceso, se puede considerar que los instructivos de trabajo sirven para describir subprocesos y así lograr un alcance más preciso de las actividades.		
<b>REGISTROS</b>		
Son documentos que deberán completarse en la medida de que el proyecto sea ejecutado, estos registros son parte del control de calidad y herramientas válidas para posibilitar el mejoramiento continuo de procesos.		

TABLA 5. DESCRIPCION DEL DESARROLLO DE UN PROCESO DE CALIDAD

FUENTE: PROPIA

El proceso constructivo del sistema M2 para viviendas unifamiliares en el presente estudio, se lo ha dividido de la siguiente manera:



A continuación se encontrarán definiciones y datos importantes que se deben tomar en cuenta en cada proceso, estos datos deberán ser tomados en cuenta para la elaboración del manual de procesos que se encontrará en la aplicación de la guía en el Capítulo 6.

### 3.1. PREPARACION DEL TERRENO

La preparación del terreno para la construcción de viviendas unifamiliares con sistema M2 consta de los siguientes procesos:

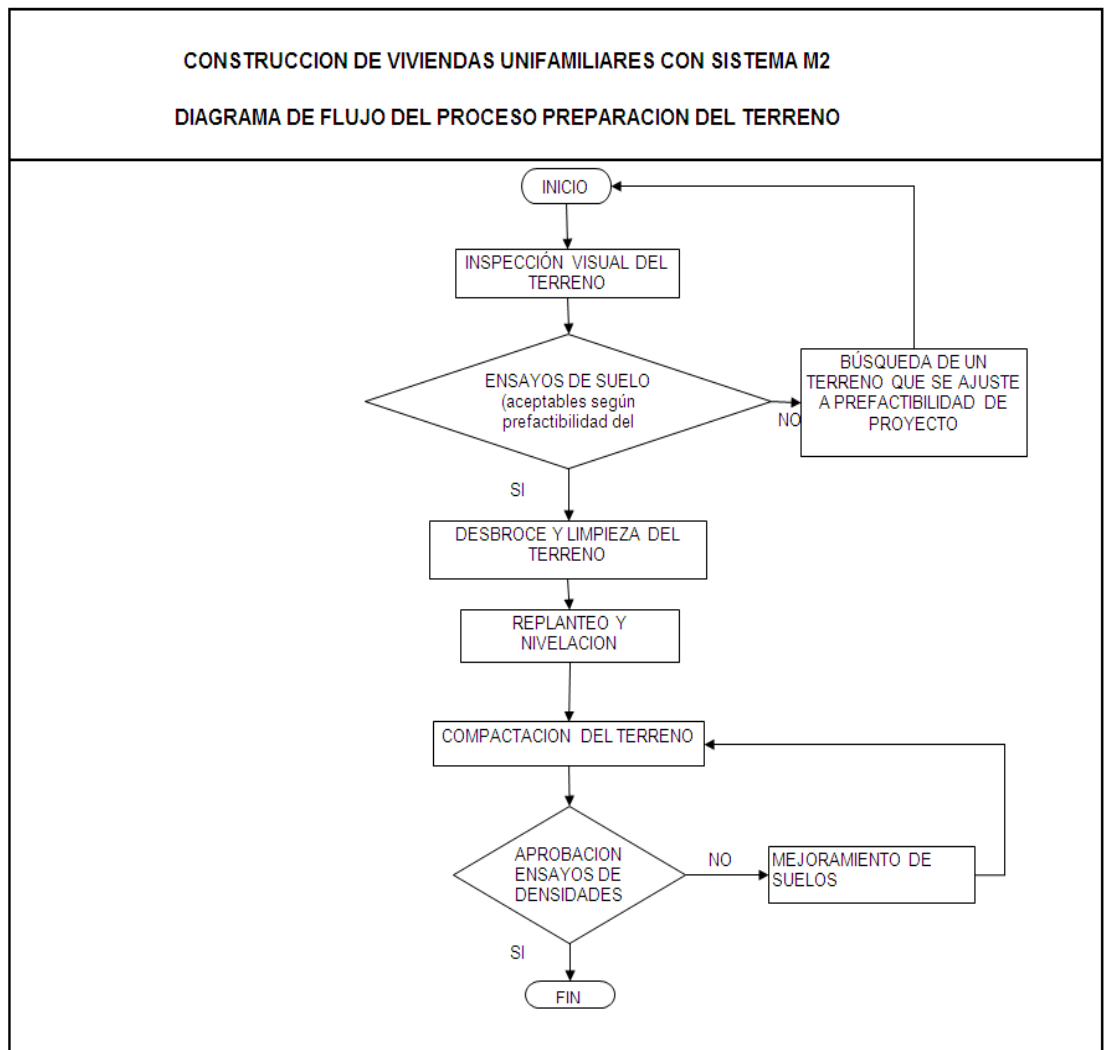


DIAGRAMA 1. DIAGRAMA FLUJO DEL PROCESO PREPARACION DEL TERRENO

FUENTE: PROPIA

### 3.1.1. Inspección visual del terreno

Para la inspección del terreno bajo el punto de vista constructivo es importante tener en cuenta:

La regularidad del terreno

Acceso a agua potable

Acceso al terreno

Inspección visual del terreno

Recepción de levantamiento topográfico

Ubicación de instalaciones provisionales

Es de vital importancia tener en cuenta el terreno en el que se va a construir, definir estrategias logísticas y de construcción esto se debe realizar antes de iniciar los trabajos y tomando las precauciones del caso.

### 3.1.2. Ensayos de resistencia de suelo

Los terrenos pueden clasificarse en dos grandes grupos: los compresibles y los incompresibles. Esto indica que la compresibilidad es su principal característica para este caso y su resistencia vendrá determinada por el esfuerzo con que se oponga a la citada compresión. Cuando un cimiento se apoya, o mejor dicho, tiene como base un terreno compacto formado por capas de reconocido espesor, resistencia y extensión, no hay peligro alguno para la estabilidad del edificio. Cuando el suelo no es compacto, o sea que está constituido por bancos de pequeña extensión, y pequeña potencia, mientras los estratos o capas tengan un espesor constante, entonces se podrá cimentar con alguna tranquilidad, de espesor variable, entonces toda cimentación está expuesta a un verdadero peligro.

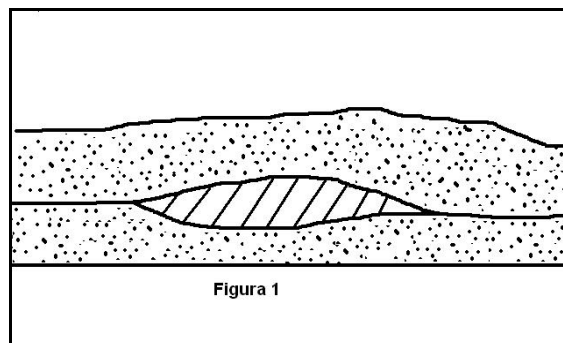


GRAFICO 10. ESTRATIGRAFIA DE UN SUELO DE FIRMEZA APARENTE.

FUENTE: CONSTRUCCION DE CIMIENTOS- BAHAMONDES ANGEL

Si tenemos un terreno de firmeza aparente, pero que en su interior oculta bolsas como las de la figura 1, forzosamente tendrá que producirse la catástrofe, o cuando menos grietas y fisuras peligrosas que tarde o temprano afectarán a la estabilidad de la construcción, obligando a utilizar inyecciones y recalces, operaciones que generalmente podrán evitarse si desde el principio se observan las precauciones necesarias.

Existen varios ensayos que pueden ser utilizados para el correcto uso del suelo, estos son:

- Granulometría del suelo
- Limites de consistencia
- Clasificación de suelo manual-visual
- Ensayos de compactación (Prueba Proctor Estándar y Proctor Modificado)
- Densidad de campo (Método de cono y arena, Volumétrico y nuclear)
- Ensayos de Permeabilidad
- Ensayo de resistencia al Corte (Directo, compresión triaxial U.U. y no confinada)

Estos ensayos serán escogidos por el responsable del estudio de suelos, según sus estudios previos, criterio y experiencia. A continuación se presentan resistencias aproximadas en diferentes suelos:

DENOMINACION DEL TERRENO	CARGA (Kg./cm <sup>2</sup> )
Cieno	2
Tierra vegetal mediana (después de consolidada)	0
Tierra con arena, escombros, cascajo (después de consolidada)	2
Esquisto silíceo, calizo, etc., no susceptible de formar barro	4
Tierra arcillosa, que pueda formar barro, en seco (en estado de pasta, no puede soportar carga alguna)	4
Arena semihúmeda o gravilla no diluible e incompresible consolidadas)	6
Marga	0
Arcilla saturada de agua	0
Arcilla seca	6
Fango húmedo	0
Tierra fuerte	0
Tierra vegetal	1

Tierra húmeda	0
Gravilla, guijos	4 a 6
Gravilla terrosa	2 a 5
Arenilla fina y seca	2 a 6
Arena húmeda	2 a 6
Macadam de pórfido o de granito	0
Macadam de piedra caliza	0

TABLA 6. TABLA DE VALORES DE CARGA REFERENCIALES DE TIPOS DE SUELO

FUENTE: CONSTRUCCION DE CIMIENTOS Ángel Hidalgo Bahamondes.

El responsable de realizar los ensayos de suelos deberá indicar si es necesario hacer un mejoramiento de suelo para el proyecto, según la cimentación a utilizarse.

### 3.1.3. Desbroce y limpieza del terreno

3.1.3.1. Definición.- Consiste en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada de acuerdo con documentos contractuales (especificaciones y planos). En zonas indicadas en los planos o por el Fiscalizador, se eliminarán todos los árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación; además de tocones y hojarascas. También se incluyen en este rubro la remoción de la capa de tierra vegetal, hasta la profundidad indicada en los planos o por el Fiscalizador; así como la disposición, en forma satisfactoria al Fiscalizador; así como la disposición, en forma satisfactoria al fiscalizador, de todo el material proveniente de la operación de desbroce, desbosque y limpieza<sup>1</sup>.

Este trabajo se realizará por medios eficaces, manuales y mecánicos, por lo general se realiza dentro de los límites de la construcción hasta 10 metros por fuera de estructuras en las líneas exteriores de taludes. En casos especiales es necesario conservar el material removido y deberá ser almacenado en sitios aprobados por el Fiscalizador, hasta la incorporación a la obra nueva, y todo el trabajo de transporte, almacenamiento y colocación será pagado<sup>1</sup>.

En zonas de excavaciones o de terraplenes de altura inferior a 2m. Deberán removerse y

<sup>1</sup> ESPECIFICACION MOP-001-F-2000

desecharse todos los troncos, tocones, raíces, vegetación en general y material calificado por el Fiscalizador como inadecuado, y si en los documentos contractuales se lo exige, remover y almacenar para su uso posterior la capa de tierra vegetal superficial. En zonas que deben cubrirse por terraplenes de altura superior a 2 metros la tala de árboles se podrá realizar de modo que el corte se haga a una altura no mayor a 20cm. Sobre la superficie del terreno natural; los arbustos y maleza se eliminarán por completo en los lugares donde esté prevista la construcción de estructuras o subdrenes, pilotes, excavación en forma escalonada para terraplenado, remoción de capa de tierra vegetal o la remoción de material inadecuado<sup>1</sup>.

Todos estos trabajos deberán realizarse en forma tal que no afecten la vegetación, construcciones, edificaciones, servicios públicos, etc., que se encuentren en las áreas laterales colindantes<sup>1</sup>. No se permitirá el depósito de residuos ni escombros en áreas dentro de la zona de construcción<sup>1</sup>. Una vez inspeccionado el terreno es de esperarse que se requiera limpiarlo de toda la capa vegetal, montículos, basura, escombros y hasta construcciones antiguas.

Como ejemplo se podría exponer que si en un edificio urbano de la ciudad, una excavadora de cuchara resolvería el problema para realizar la limpieza y desbroce, pero si se trata de grandes construcciones, el empleo de más maquinaria se hace necesario, ineludible, pues de otro modo la preparación del terreno se haría pesada, lenta y poco menos que interminable. Por lo que es indispensable tener un criterio básico para el uso de maquinarias. En ciertos casos el uso de maquinaria que posea orugas para trasladarse, es ideal para suelos difíciles y edificaciones de gran envergadura<sup>2</sup>.

El desbroce y limpieza es el primer paso que se realiza en los movimientos de tierras y, como toda fase en construcción de edificios, está sujeta a normas constructivas que de seguir las fielmente o hacer caso omiso de la experiencia, contribuyen, en alto grado a encarecer el coste de los edificios.

---

<sup>1</sup> Ángel Hidalgo Bahamontes, CONSTRUCCION EN CIMIENTOS

<sup>2</sup> ESPECIFICACIONES MOP-001-F-2000

### 3.1.3.2. Drenajes

Se ha incluido este tema debido a que es muy importante para la construcción de cualquier cimentación, los drenajes del terreno deben realizarse antes de la nivelación y compactación del terreno o paralelamente. El agua que puede perjudicar una cimentación, puede originarse de varios sitios y aunque se consideran las subterráneas y las de lluvia no hay que olvidar la posible presencia del agua motivada por tuberías de conducción, desagües fecales, pozos de aguas servidas y hasta alguna tubería olvidada<sup>1</sup>.

Existen muchos métodos para drenar un terreno. El más práctico recomendado por el Técnico Ángel Hidalgo es el que se ejecuta aprovechando la topografía del terreno. Este se basa en la construcción de una red de drenes y pozos de drenaje, que se reúnen en drenes o colectores de mayor diámetro, hasta terminar en el canal de evacuación. Esta agua también puede ser evacuada por filtración, si existiera una capa permeable, caso contrario, en ríos o acequias que existan en los lugares aledaños. Según la configuración del terreno hay tres procedimientos para la organización de la red de drenaje<sup>2</sup>, y son:

-Drenaje longitudinal.- Donde los drenes deben ser colocados siguiendo las líneas de nivel del terreno.

-Drenaje transversal.- Donde los drenes deberán ser colocados perpendicularmente a las líneas del nivel del terreno.

-Drenaje en zig-zag.- Se colocarán los drenajes formando ángulos de 90 grados entre sí. El ángulo que forman los drenes en su unión con los colectores, deberá ser como mínimo de 60 grados. Al planear el sistema de drenaje tendremos en cuenta, además de la pendiente del terreno, el dar a los drenes la pendiente necesaria para que la velocidad del agua en su interior este entre ciertos límites, para evitar que, por poca velocidad, se depositen los materiales que arrastra y para evitar la corrosión de los drenes por la velocidad excesiva del agua.

---

<sup>1</sup> ESPECIFICACIONES MOP-001-F-2000

### 3.1.4. Replanteo, Nivelación y compactación del terreno

#### 3.1.4.1. Replanteo

Replantar cimientos es trasladar al terreno los datos del plano de cimentación del proyecto. Para realizar un buen replanteo, se requiere una cinta metálica de 50m. esta tiene la temperatura y podemos trabajar aún cuando la lluvia humedezca el suelo. También se debe disponer de una docena de jalones, estacas, listones de madera, estacas, martillos, clavos y cuerdas de albañil en cantidad suficiente para lo que queremos realizar.

La tecnología permite al constructor o topógrafo facilitar el trabajo de replanteo con el uso de estaciones totales que logra optimizar el proceso en grandes proporciones.

Una regla general y común para todos es la de hacer coincidir los planos de cimientos con los de planta, para evitar errores, como derrocamiento y/o aumento de hormigón en las cimentaciones<sup>1</sup>.

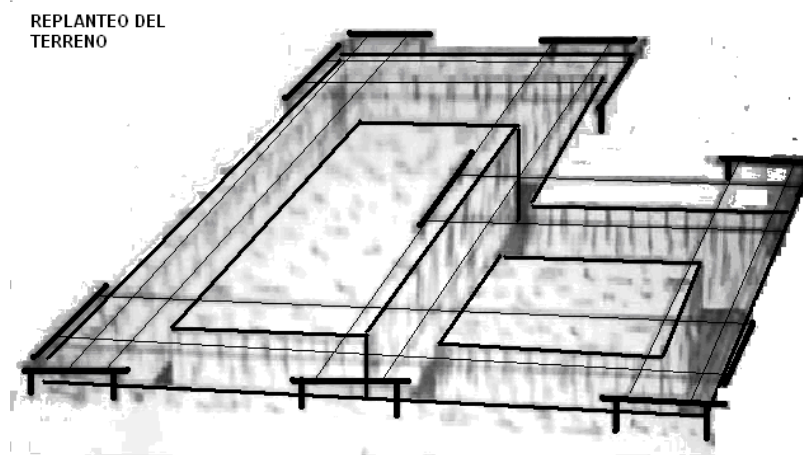


GRAFICO 11. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE REPLANTEO DE UNA CIMENTACION PARA UNA VIVIENDA.  
FUENTE: PROPIA

#### 3.1.4.2. Nivelación y Compactación

La nivelación del terreno debe realizarse una vez que los planos hayan sido revisados y aprobados por la autoridad competente y en acuerdo con el propietario del proyecto.

Una vez determinados los niveles en obra se procederá a la compactación correspondiente, este trabajo consiste en la operación mecánica controlada para comprimir los suelos y

<sup>1</sup> Ángel Hidalgo Bahamontes, CONSTRUCCION EN CIMIENTOS

materiales por reducción de espacios vacíos, mediante el empleo de equipo apropiado para la compactación del terreno natural, terraplén, rellenos, etc.

El equipo debe ser seleccionado según la experticia del encargado de dicha actividad, se pueden utilizar: rodillos pata de cabra, rodillos lisos en tandem, etc. Este equipo debe ejercer presión estática o vibratoria, deberán tener marcha atrás y autopropulsadas en la mayoría de los casos. La velocidad de operación de los rodillos deberá ser la que produzca resultados aceptables al Fiscalizador, pero en ningún caso la velocidad para compactar suelos excederá los 10Km. por hora<sup>1</sup>.

Cuando la capa a compactar tenga un espesor menor a 40 cm. Se deberá compactar con un equipo que pese más de 22 toneladas. Si la capa a compactar tenga un espesor entre 40-60cm (medido sin compactar), se deberá utilizar un equipo que pesa mas de 34 toneladas. Si la capa es menor a 25cm. (sin compactar) se deberán realizar un mínimo de 3 pasadas y un máximo de 8 pasadas cuando la capa sea de 60cm<sup>1</sup>.

Las especificaciones del MOP indican los grados de compactación admisibles, y se consideran válidos para la construcción de edificaciones.

COMPACTACION RELATIVA (%)	SUPERFICIES O CAPAS
90%	Terreno natural en zonas de relleno
95%	Terreno natural en zonas de corte
95%	Terraplenes o rellenos
95%	Subrasantes formadas por suelo seleccionado

TABLA 7. GRADOS DE COMPACTACION ADMISIBLES EN VARIOS TIPOS DE SUELO

FUENTE: ESPECIFICACIONES MOP-001-F-2000 TABLA 305-2-1

En caso de no existir manera de compactar el suelo natural es importante determinar un método para mejorar el suelo, este proceso deberá ser realizado por el responsable de estudios de suelo.

---

<sup>1</sup> ESPECIFICACIONES MOP-001-F-2000

### 3.2. CIMENTACION

La cimentación propiamente dicha, es el material que se encuentra entre el terreno y los muros o entre terreno y estructura, según la naturaleza del edificio a construir. Prácticamente se puede cimentar en cualquier sitio, siempre que se observen los procedimientos que han señalado las investigaciones para cada clase de terreno. Lo ideal, por rápido y económico, sería cimentar sobre roca, pero como la mayoría de las veces esto no es posible, hay que adaptarse a las circunstancias del terreno, debiendo analizarse el comportamiento del mismo antes de comenzar una edificación. El objeto de toda cimentación es transmitir al terreno todas las cargas y sobrecargas de una edificación, así entonces el terreno cede bajo la presión de una carga obligando a sus moléculas a que modifiquen sus distancias y posiciones produciéndose entonces una deformación, la cual será menor cuanto mayor sea la cohesión y dureza del terreno. La cimentación para viviendas unifamiliares puede ser de varios tipos, una vez determinado el tipo de cimentación a utilizarse deben seguirse los procesos descritos en el diagrama de flujo siguiente:

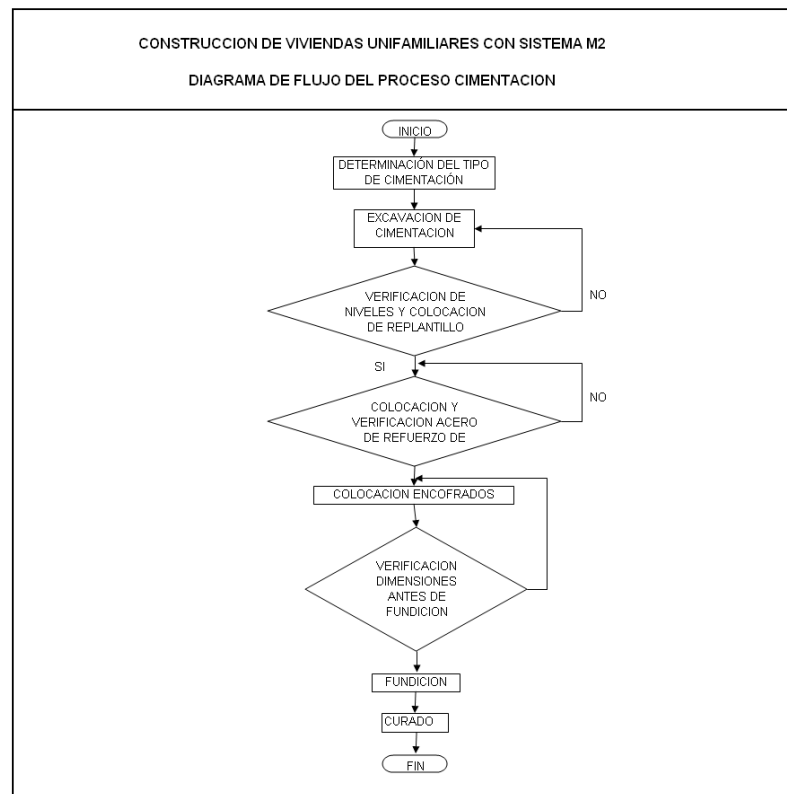


DIAGRAMA 2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PREPARACION DEL TERRENO  
FUENTE: PROPIA

## Tipos de cimentación

El Instituto español Eduardo Torroja en sus investigaciones del sistema M2 ha llegado a establecer que los paneles deberán estar simplemente apoyados sobre una cimentación continua, tal como zapatas corridas, malla o losa de cimentación, esto dependiendo de la resistencia admisible del terreno. Los paneles, cumplen las funciones de mampostería estructural, de manera que requieren tener una cimentación en su base para que la transmisión de las cargas de la estructura al suelo, se dé de una manera adecuada.

Las losas de cimentación logran una distribución de presiones en toda el área de construcción y pueden ser usadas en los siguientes casos<sup>1</sup>:

- a.- Cuando la capacidad soportante del suelo es tan pequeña que obliga a construir un emparrillado de vigas (malla) que ocupan el 75% o más del área de la cimentación.
- b.- Cuando las cargas transmitidas por los muros producen asentamientos diferenciales considerables.
- c.- Para soportar equipos industriales.

El Ingeniero Torres en sus notas sugiere varios tipos de losas, en los que se pueden mencionar:

- a.- Losa de espesor constante: Tiene la ventaja de ser, de fácil construcción.

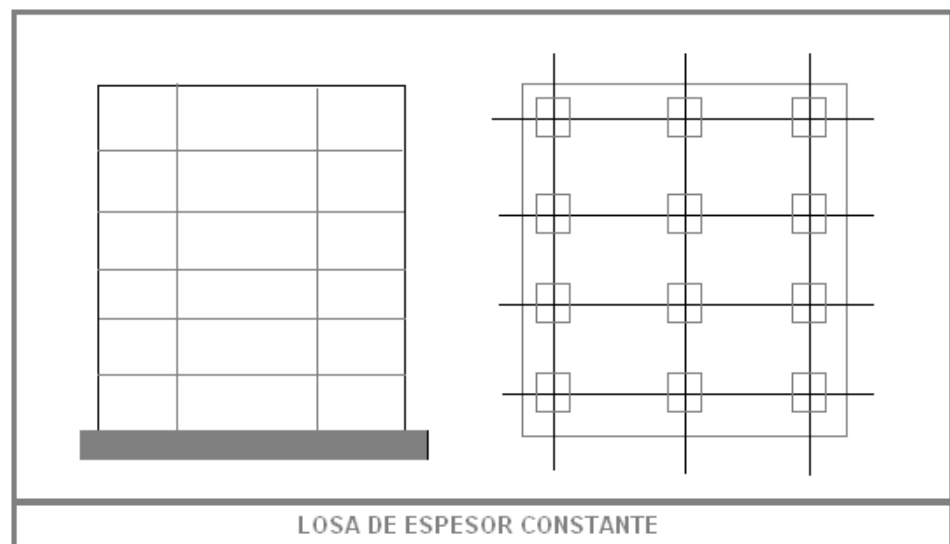


GRAFICO 12. GRAFICO DE LOSA DE CIMENTACION.

FUENTE: APUNTES DE CIMENTACIONES-ING. PATRICIO TORRES.

<sup>1</sup> APUNTES DE CIMENTACIONES; Ing. Patricio Torres

b.- Losa con capiteles: Se usa para aumentar el espesor bajo las columnas o elementos estructurales importantes<sup>1</sup>.

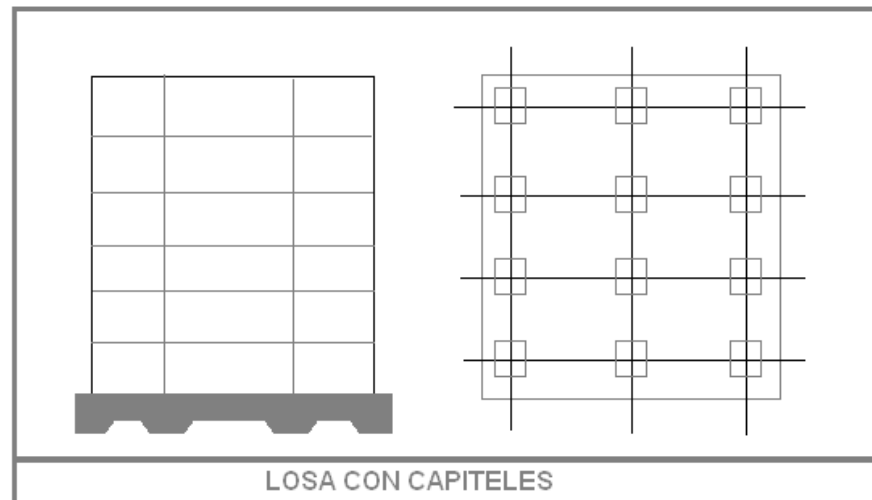


GRAFICO 13. GRAFICO DE LOSA DE CIMENTACION CON CAPITELES.  
FUENTE: APUNTES DE CIMENTACIONES-ING. PATRICIO TORRES.

c.- Losa con vigas: Se usa para reforzar un emparrillado.

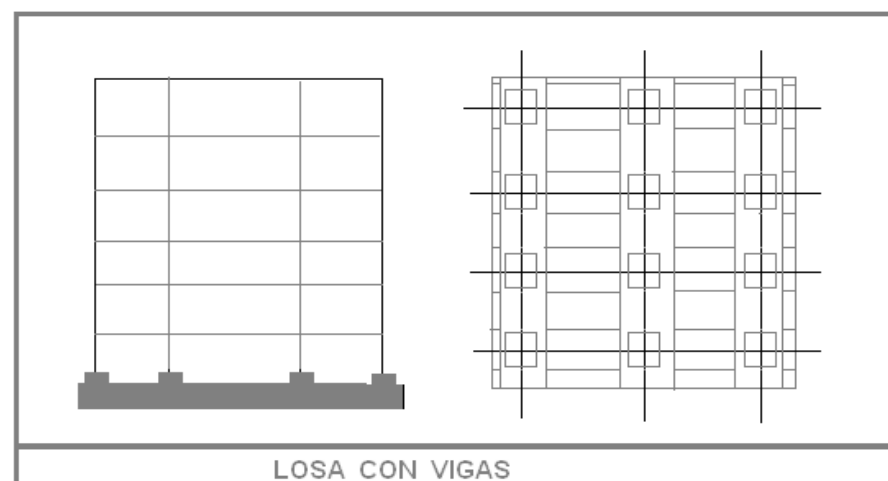


GRAFICO 14. GRAFICO DE LOSA DE CIMENTACION CON VIGAS.  
FUENTE: APUNTES DE CIMENTACIONES-ING. PATRICIO TORRES.

<sup>1</sup> APUNTES DE CIMENTACIONES; Ing. Patricio Torres

d.- Losa con pedestales: Para reforzar secciones críticas de corte y flexión<sup>1</sup>.

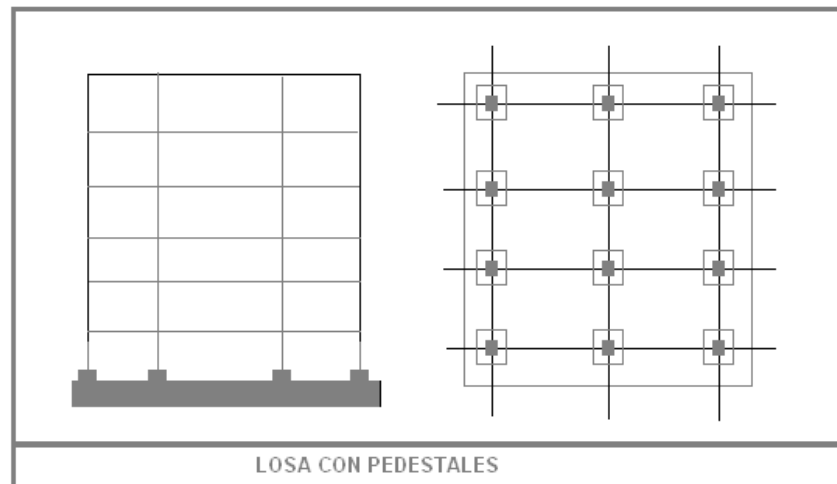


GRAFICO 15. GRAFICO DE LOSA DE CIMENTACION CON PEDESTALES.  
FUENTE: APUNTES DE CIMENTACIONES-ING. PATRICIO TORRES.

e.- Losa cajón (Flotante): Se usa cuando se tienen niveles freáticos muy altos.

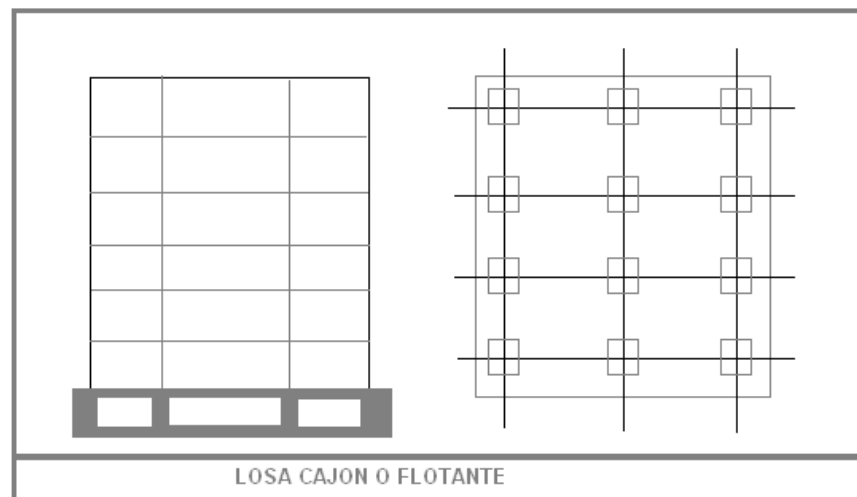


GRAFICO 16. GRAFICO DE LOSA DE CIMENTACION TIPO CAJON (FLOTANTE).  
FUENTE: APUNTES DE CIMENTACIONES-ING. PATRICIO TORRES

Esta cimentación deberá tener una armadura de espera (chicotes), consistente en barras de acero

<sup>1</sup> APUNTES DE CIMENTACIONES; Ing. Patricio Torres

corrugadas de 6mm de diámetro, en números que surjan del cálculo estructural correspondiente de cada obra, alternándose en las caras del panel.

### 3.2.1. Excavación de cimentación

Las excavaciones para edificaciones (zanjas) evitan que la cimentación de la edificación se descalce, además hacen que los movimientos o deslizamientos sean difíciles en cualquier causa. La respectiva excavación se realizará de acuerdo con el plano de cimentación del proyecto y con el ancho exigido, así como la profundidad que haya determinado el Superintendente de obra u otra autoridad, evitando en lo posible la formación de taludes, pues estos perjudican a la obra, ya que si se construye así un cimiento, presionará en forma de cuña sobre el terreno, produciéndose asientos difíciles de corregir luego. Todas las características de las zanjas deberán estar perfectamente recortados, su fondo bien nivelado y completamente limpio de productos de excavación<sup>1</sup>. Al excavar las tierras, éstas aumentan de volumen, produciéndose esponjamiento, el cual varía según la naturaleza del terreno, pero en la práctica se admite hasta un 25% para considerar los volúmenes de transporte.

A continuación se citan distintos esponjamientos de suelos:

NATURALEZA DE LAS TIERRAS	Un metro cúbico de excavación produce	
	Sin compresión m <sup>3</sup>	Comprimada todo lo posible m <sup>3</sup>
Tierra vegetal (aluviones, arenas, etc.)	1.10	1.05
Tierra franca muy grasa	1.20	1.07
Tierra margosa y arcillosa medianamente compacta	1.50	1.30
Tierra margosa y arcillosa muy compacta	1.7	1.40
Roca desmontada con barrenos y reducida a trozos	1.66	1.40

TABLA 8. VALORES DE ESPONJAMIENTOS EN TIPOS DE SUELOS

FUENTE: CONSTRUCCION DE CIMIENTOS; Ángel Hidalgo Bahamontes

En muchas ocasiones las excavaciones son profundas y el suelo no es seguro, por lo que se deben construir entibaciones para asegurar las excavaciones realizadas. Las entibaciones tienen

como principal objetivo proteger al trabajador cuando se realiza una tarea bajo la rasante del terreno. Mientras que las zanjas o pozos sean de poca profundidad y se tiene la seguridad de que el terreno es coherente, no es necesario tomar tal precaución; pero si, por el contrario, se trata de terreno movedizo o poco consistente, entonces es cuando se impone la entibación, sin escatimar material alguno, pues en estos casos un ahorro mal entendido de madera puede producir fracasos con la pérdida de vidas humanas<sup>2</sup>.

La entibación está destinada a la contención de tierras, que se usa provisionalmente, hasta llegar al relleno del cimiento, para esta operación se usa piezas de madera, cuyo sistema varía según la clase de excavación. En caso de que el suelo sea algo consistente, bastarán tablonces adosados a la zanja y unos codales atravesando la zanja para impedir el desprendimiento de las tierras.

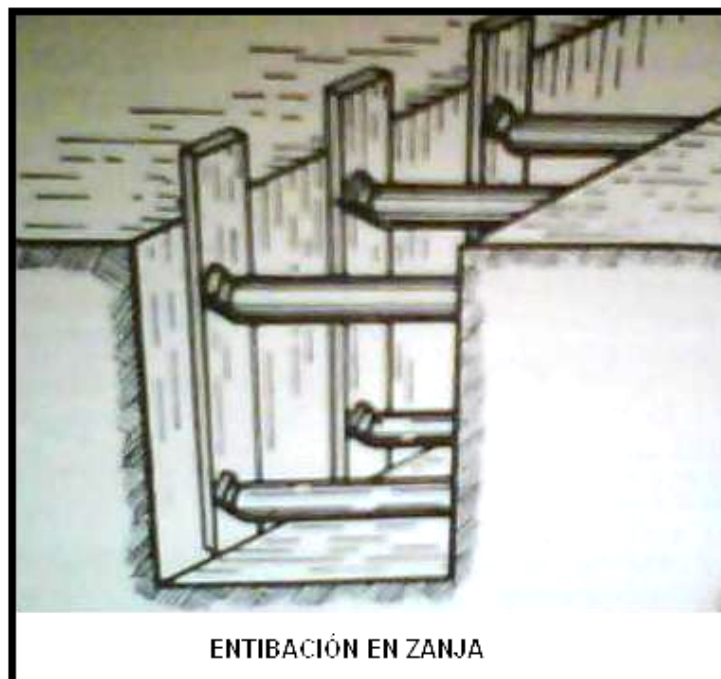


GRAFICO 17. APUNTALAMIENTO (ENTIBAMIENTO) DE UNA ZANJA  
FUENTE: CONSTRUCCION CIMENTOS, Ángel Hidalgo B.

---

<sup>1</sup> ESPECIFICACIONES MOP-001-F-2000

<sup>2</sup> Ángel Hidalgo Bahamontes, CONSTRUCCION EN CIMENTOS

### 3.2.2. Nivelación y replantillo

El replantillo que se utiliza en la cimentación de cualquier edificación sirve como capa protectora ya que cimentar sobre el suelo no es aconsejable debido a la limpieza y a cualquier adversidad climática en la construcción.

La nivelación del replantillo es básica para los procesos futuros, el acero debe colocarse en una superficie plana para que sea de fácil colocación, y así poder cumplir con los recubrimientos requeridos.

### 3.2.3. Colocación acero de refuerzo

Este trabajo consiste en el suministro, doblado y montaje de acero de refuerzo para hormigón en cimentación, de la clase, tipo y dimensiones que los planos estructurales indiquen. Todas las barras de refuerzo y mallas de acero, para su colocación en obra, deberán estar libres de defectos de fabricación como fisuras, poros, etc.; además no presentarán óxido, aceite, grasas y, en general impurezas o contaminantes que puedan afectar la adherencia al hormigón.

Para la preparación, doblado y colocación del refuerzo, todo elemento de acero deberá estar protegido permanentemente de daños, y cuando se lo coloque en obra estarán libres de suciedad, pintura, aceite u otra sustancia<sup>1</sup>.

Las barras se doblarán en frío en la forma indicada en los planos, ninguna barra empotrada deberá ser doblada, a menos que los planos lo indiquen, los radios de los doblados se harán según indiquen los planos, caso contrario se utilizará esta tabla:

DIAMETRO (mm.)	RADIO MÍNIMO
8,10,12,14,16,18,20	3 diámetros
28 y 32	4 diámetros
Mayores que 32	5 diámetros

TABLA 9. DOBLADO DE ACERO DE REFUERZO

FUENTE: ESPECIFICACIONES MOP-001-F-2000

La colocación y amarre se harán según indiquen los planos y se amarrarán con alambre, el espaciamiento de la armadura de refuerzo con los encofrados se hará mediante bloques de

---

<sup>1</sup> ESPECIFICACIONES MOP-001-F-2000

mortero o espaciadores aprobados por el Fiscalizador. Por ningún motivo el recubrimiento mínimo a la superficie del refuerzo será menor a 25mm.

Según el ACI las barras de 25mm de diámetro, deberán ser empalmadas con 45 diámetros y para otras barras el traslape no puede ser menor a 30 diámetros. Estos empalmes deberán desarrollar al menos el 90% de la máxima resistencia a la tracción de la barra. Cualquier desviación en el alineamiento de las barras a través de un empalme a tope soldado o mecánico, no deberá exceder de 6 milímetros por metro de longitud.

### 3.2.4. Colocación encofrados

A pesar de realizar las excavaciones de cimentación minuciosamente lo más probable es que se destruyan por el clima o por el trabajo de las personas en la obra, por esta razón lo más probable es que se necesite de encofrados. No siempre los terrenos pueden ser cimentados en un lugar plano, o los diseños de las edificaciones pueden ser a desnivel, por lo que es necesario realizar encofrados parciales o totales.

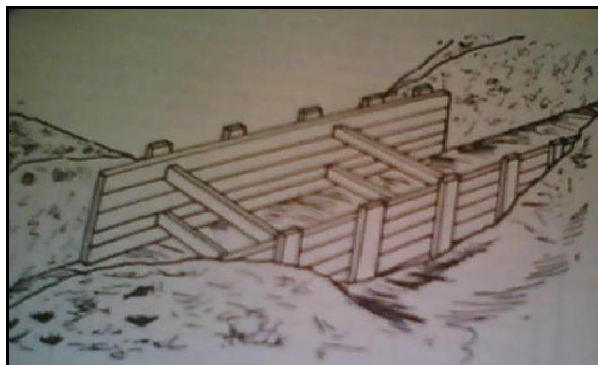


GRAFICO 18. ENCOFRADO DE CIMENTACION

FUENTE: CONSTRUCCION CIMENTOS, Ángel Hidalgo B.

Para elaborar encofrados de madera es necesario tomar en cuenta que estos deben ser reutilizados para que sea rentable, esto se logra realizando un encofrado con medidas estándar, de fácil manejo y de fácil transporte, además de un buen mantenimiento.

Para que los encofrados no se vean desviados después de la colocación del hormigón es de suma importancia fabricar tableros con arriostramientos y apuntalamientos adecuados<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Ángel Hidalgo Bahamontes, CONSTRUCCION EN CIMENTOS

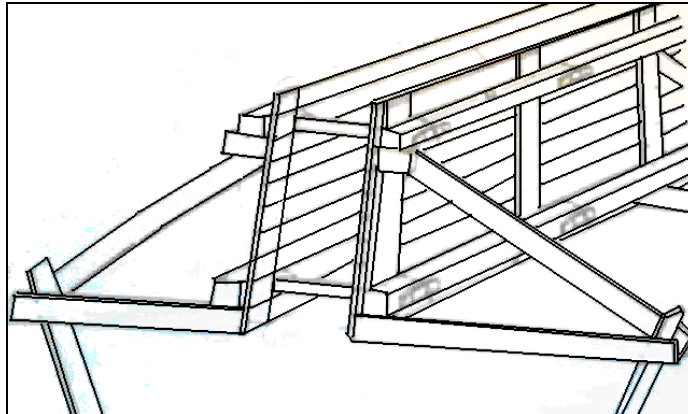


GRAFICO 19. ENCOFRADO DE CIMENTACION

FUENTE: CONSTRUCCION CIMENTOS, Ángel Hidalgo B.

### 3.2.5. Colocación hormigón en la cimentación

Si se decide fabricar el hormigón en obra se deberá analizar el lugar donde va a ser fabricado, ya que el transporte del hormigón hasta el lugar de colocación puede ser ineficiente, causar costos y malestares innecesarios.

Si los volúmenes de hormigón a colocarse son muy grandes es conveniente pensar en el hormigón premezclado y la utilización de bombas de hormigón para un colado rápido.

En ocasiones especiales, el colado de hormigón de ciertos elementos en la cimentación no puede ser terminada, por las adversidades climáticas o el fin de la jornada por lo que es aconsejable dejar las juntas a 90 grados, colocando tableros de madera o malla, formando gradas o una V y nunca dejarlo con un plano inclinado.

Es importante proteger el hormigón de las variaciones de temperatura. Las temperaturas muy bajas retrasan el fraguado, debiendo suspenderse esta operación cuando el termómetro marque 4 grados, en cambio, en las altas temperaturas (35 a 40 grados) es más práctico dejar de hormigonar<sup>1</sup>. Según lo publicado por el ACI es recomendable mantener asentamientos de  $15 \pm 5$  cm, para este tipo de hormigones.

### 3.3. MAMPOSTERIA

La construcción de la mampostería se rige a un proceso el cual debe ser muy controlado ya que para viviendas unifamiliares construidas íntegramente con el sistema M2 representan un alto porcentaje en el uso de mano de obra.

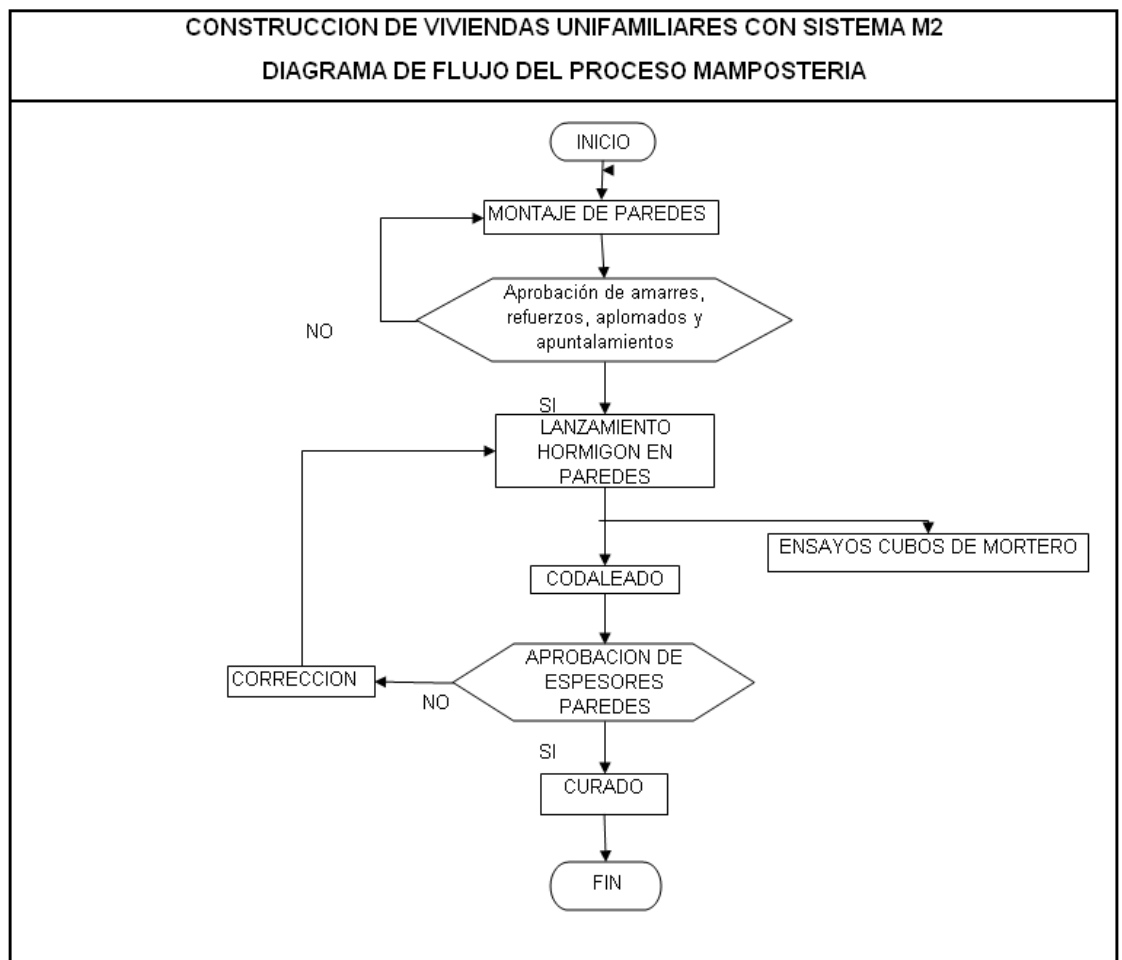


DIAGRAMA 3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO MAMPOSTERIA  
FUENTE: PROPIA

<sup>1</sup> CONSTRUCCION DE CIMIENTOS, Ángel Hidalgo Bahamontes

### 3.3.1. MONTAJE DE PAREDES

#### 3.3.1.1. TIMBRADO

Esta actividad tiene la finalidad de ubicar las paredes en la losa, además se precisarán las ubicaciones de los anclajes. En un plazo de al menos 8 horas, se debe realizar el trazado de los ejes de las paredes a construirse en el primer nivel de la vivienda o en el siguiente nivel a construirse.

Deberán trazarse las líneas de anclaje de las paredes, que deben ser paralelas a los ejes de paredes y sobre las líneas de anclajes, de acuerdo a la separación que se indique en los planos y diseños estructurales. Panecons recomienda que, "Se deben trazar primero los anclajes de los extremos de la pared, y a partir de ellos realizar el trazado que corresponde a los anclajes interiores, al espaciamiento indicado en los planos."

#### 3.3.1.2. COLOCACION DE ANCLAJES (CHICOTES)

Se deben colocar estos anclajes en una superficie que tenga la característica para poder empotrar varillas a una distancia de 7-10 cm. Estas varillas deberán estar fijas en la losa de cimentación con el uso de adhesivos epóxicos, según se especifica en los planos de diseños estructurales y además siguiendo las recomendaciones del fabricante del epóxico que se va a utilizar<sup>1</sup>.

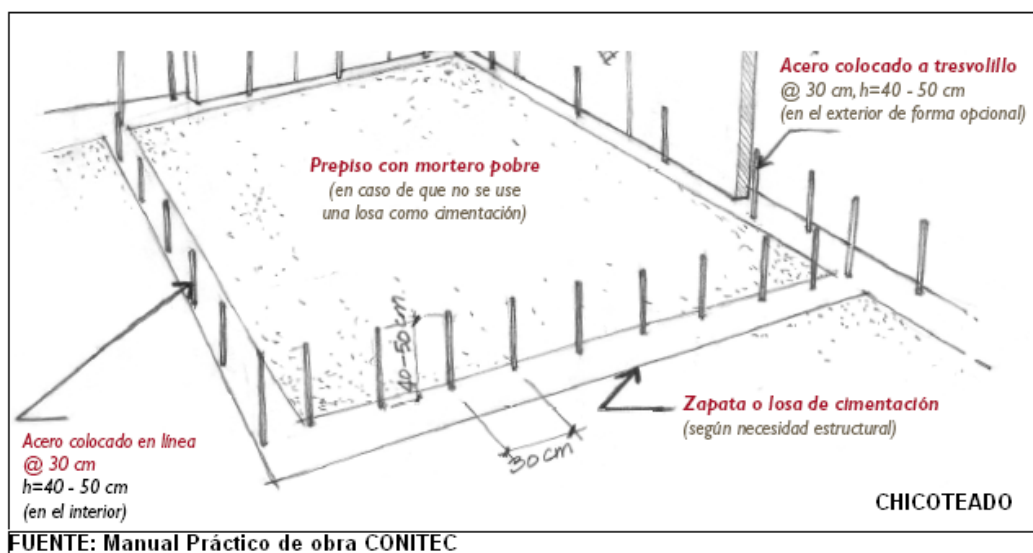


GRAFICO 20. CHICOTEADO EN LOSA DE CIMENTACION

<sup>1</sup> Memoria técnica descriptiva PANECONS

### **3.3.1.3. PREPARACIÓN DE PANELES EMEDUE**

En el capítulo 2 se indicaron las características del panel que se va a utilizar en el sistema constructivo, y es importante recordar que los paneles son entregados a la obra con dimensiones específicas a los que se los corta en obra según la necesidad. Cada panel se entrega identificado de manera coherente con la denominación que se les asigna en los planos de diseños estructurales. La colocación de los paneles dentro de los anclajes en la cimentación, debe darse de acuerdo al detalle de los planos respectivos<sup>1</sup>.

### **3.3.1.4. ARMADO Y MONTAJE DE LOS PANELES**

La colocación de los paneles de paredes debe ser realizada dentro de los anclajes colocados previamente en la losa, y esta actividad debe realizarse desde las esquinas de paredes. El contacto entre los mismos, debe darse entre la cara de uno y la superficie de borde del perpendicular. Se debe tomar en cuenta que para conformar las paredes se debe hacer en una superficie plana y cercana para el montaje respectivo. Una vez hecha la unión, los paneles deben amarrarse entre sí utilizando las mallas angulares y/o planas, las mismas que deben colocarse en el interior y exterior de la junta. Los amarres iniciales entre las mallas angulares y la malla de los paneles deben proveer cierta libertad de movimiento.

A partir de los paneles de la esquina o unión, se deben colocar a uno a lado de otro los paneles que corresponden a cada pared. Con la ayuda de las alas que poseen los paneles se traslaparán entre sí creando uniones totalmente cerradas. La malla electro soldada de los paneles, debe ser amarrada a los conectores de anclaje.

Una vez que las paredes hayan sido montadas, se deben revisar la verticalidad y ángulos en los que han quedado las paredes, incluyendo uniones en forma de T y otros puntos relevantes. Luego de comprobar el correcto montaje se deberán fijar las paredes mediante un ajuste íntegro de escuadras, uniones y otros puntos relevantes. Una vez que haya sido comprobada la verticalidad de todas las paredes, se deberá realizar un apuntalamiento que servirá como apoyo para resistir el impacto de la proyección del revocado y para mantener su verticalidad durante el proceso. Además se deben colocar guías (maestras) que deberán ser amarradas a los paneles, que servirán como indicadores para el lanzamiento de hormigón.

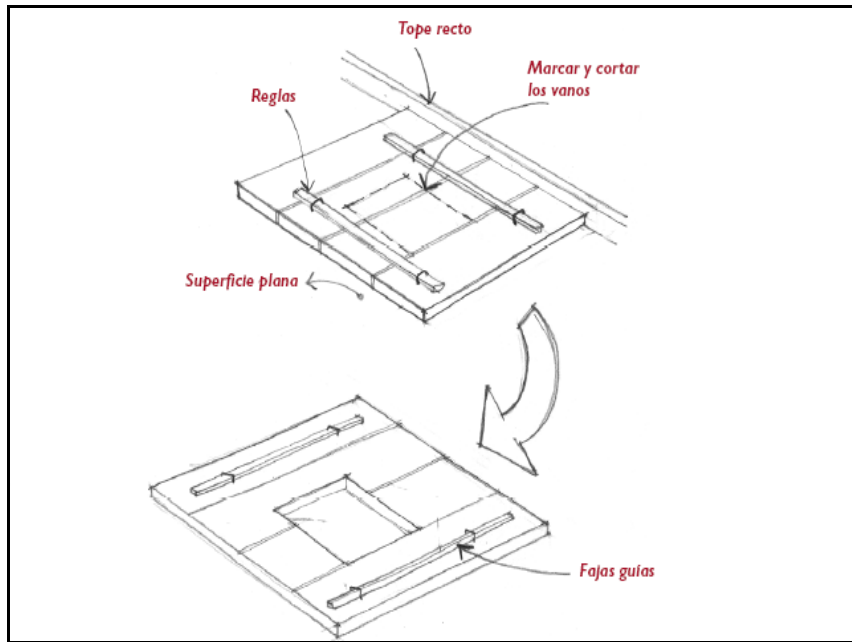
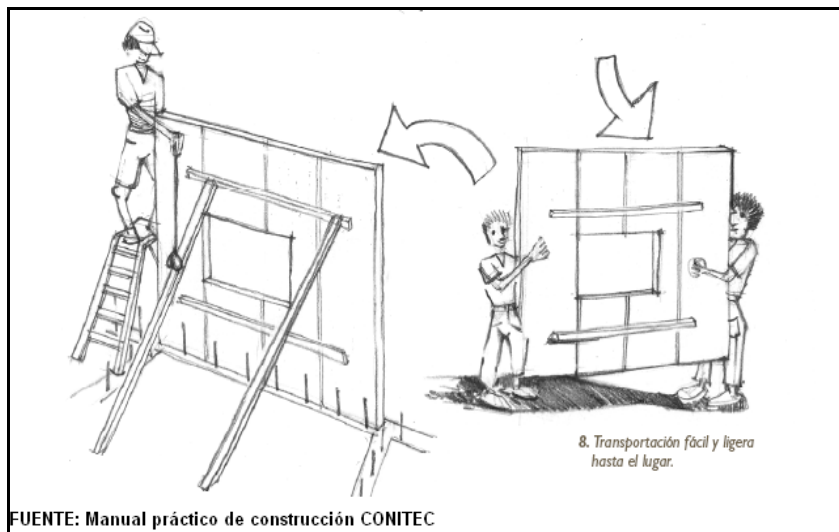


GRAFICO 21. CONFORMACIÓN Y COLOCACIÓN DE PANELES EN OBRA  
 FUENTE: MANUAL PRACTICO DE OBRA CONITEC



FUENTE: Manual práctico de construcción CONITEC

GRAFICO 22. CONFORMACIÓN Y COLOCACIÓN DE PANELES EN OBRA  
 FUENTE: MANUAL PRACTICO DE OBRA CONITEC

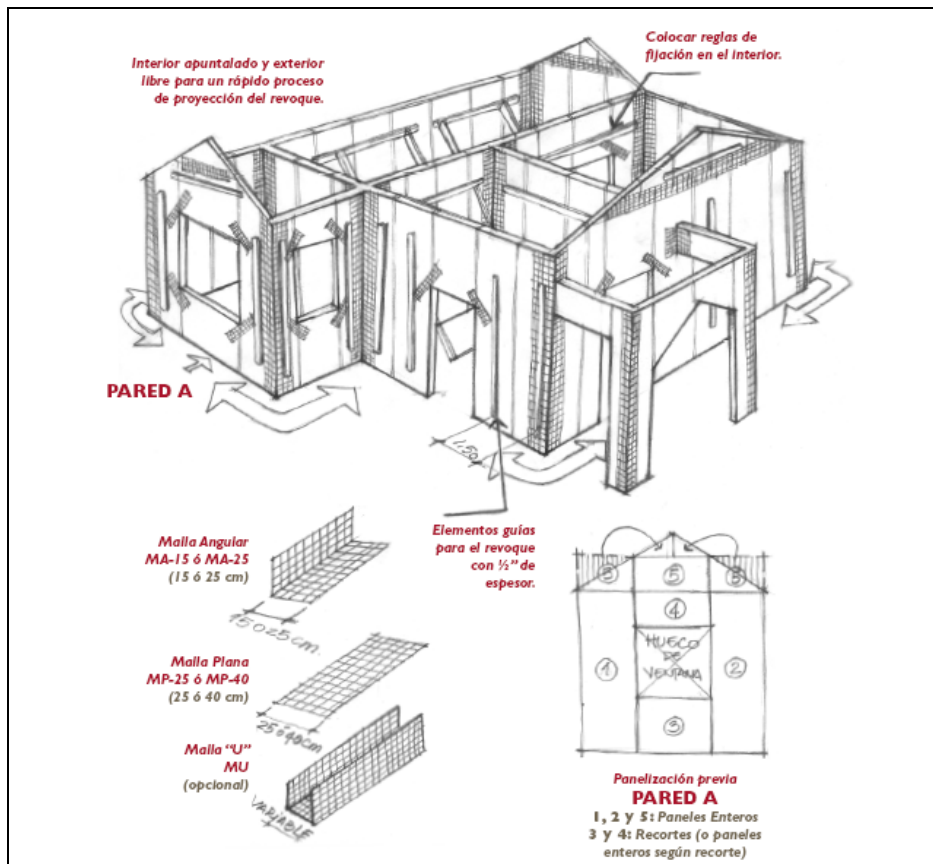


GRAFICO 23. CONFORMACIÓN Y COLOCACIÓN DE PANELES EN OBRA  
 FUENTE: MANUAL PRACTICO DE OBRA CONITEC

En ciertos casos es necesario abrir ventanas o puertas, para ello, se debe medir sobre la pared la posición de la abertura y se debe trazar (timbrar) señalando el perímetro, disminuyendo 3cm para el corte ya que estas partes serán cubiertas en el lanzamiento de hormigón.

### 3.3.2. LANZAMIENTO DE HORMIGON EN PAREDES

Una vez montadas, comprobadas la verticalidad de las paredes y colocadas las maestras se deberá proceder al lanzamiento de hormigón. El lanzamiento de hormigón puede realizarse con dispositivos de proyección neumática tipo "hopper gun" conectadas a un compresor de aire de la potencia adecuada o con máquinas de proyección continua tipo PFT o similar.

Las lanzadoras tipo "hopper gun" tienen como vehículo para la impulsión de la mezcla fresca, una circulación de aire comprimido abastecida por un compresor que deberá operar a una presión de aire comprimido abastecida por un compresor que deberá operar a una presión de aire constante de 500 a

600kPa. Este compresor debe aportar entre 300 y 350 litros de aire por minuto por cada uno de los dispositivos que se empleen conectados a él. En el caso de utilizarse electro compresores, las potencias recomendadas a continuación.

Potencia motor (HP)	Caudal de aire (litros/min.)	Cantidad de lanzadoras
2 ½ a 4	350 a 400	1
5 a 6	600 a 700	2 a 3
8 a 10	900 a 1000	3 a 4

TABLA 10. POTENCIAS RECOMENDADAS PARA LANZADORAS DE HORMIGÓN EN EL SISTEMA M2

FUENTE: Instituto Eduardo Torroja

En caso de emplearse máquinas de proyección continua deberá ajustarse la posición del hidrómetro en función de:

- 1) Tipo de camisa de bombeo
- 2) Caudal de la misma
- 3) Velocidad de giro del motor
- 4) Peso aparente del mortero industrial
- 5) Porcentaje de agua recomendado por el fabricante del mortero seco.

Según los estudios realizados por el Instituto Eduardo Torroja, es aceptado el lanzamiento de hormigón en 1 o 2 capas. La primera de 2cm de espesor, que cubre la malla de acero, y la segunda de terminación hasta los 3cm. El Instituto Eduardo Torroja expresa que la unión entre cada uno de los elemento es articulada de forma tal que la rigidez transversal de cada elemento vertical es despreciable frente a su rigidez en el plano. El módulo de elasticidad longitudinal  $E_x$  es el correspondiente a un hormigón HA25 mientras que el módulo de elasticidad en la dirección perpendicular es el correspondiente a la sección compuesta y se calculara con el valor i.e. =3000 MPA.

Para brindar estabilidad a los edificios es necesario disponer de paneles en 2 direcciones de forma que, además de recibir la carga, proporcionen la estabilidad transversal del mismo, en 2 direcciones, junto con los posibles arriostamientos existentes en cada planta y estudiando en cada caso, la transmisión de cargas horizontales a través del panel o posibles arriostamientos. Para la obtención de los esfuerzos de diseño de los paneles, se tendrán en cuenta todas las posibles excentricidades de cálculo de la transmisión de los esfuerzos, efectos térmicos, imperfecciones, etc.

### 3.4. LOSAS

Las losas son elementos que deben ser armados mediante paneles para luego ser encofrados y hormigonados con capas de hormigón de menor espesor que en el sistema tradicional.

diag

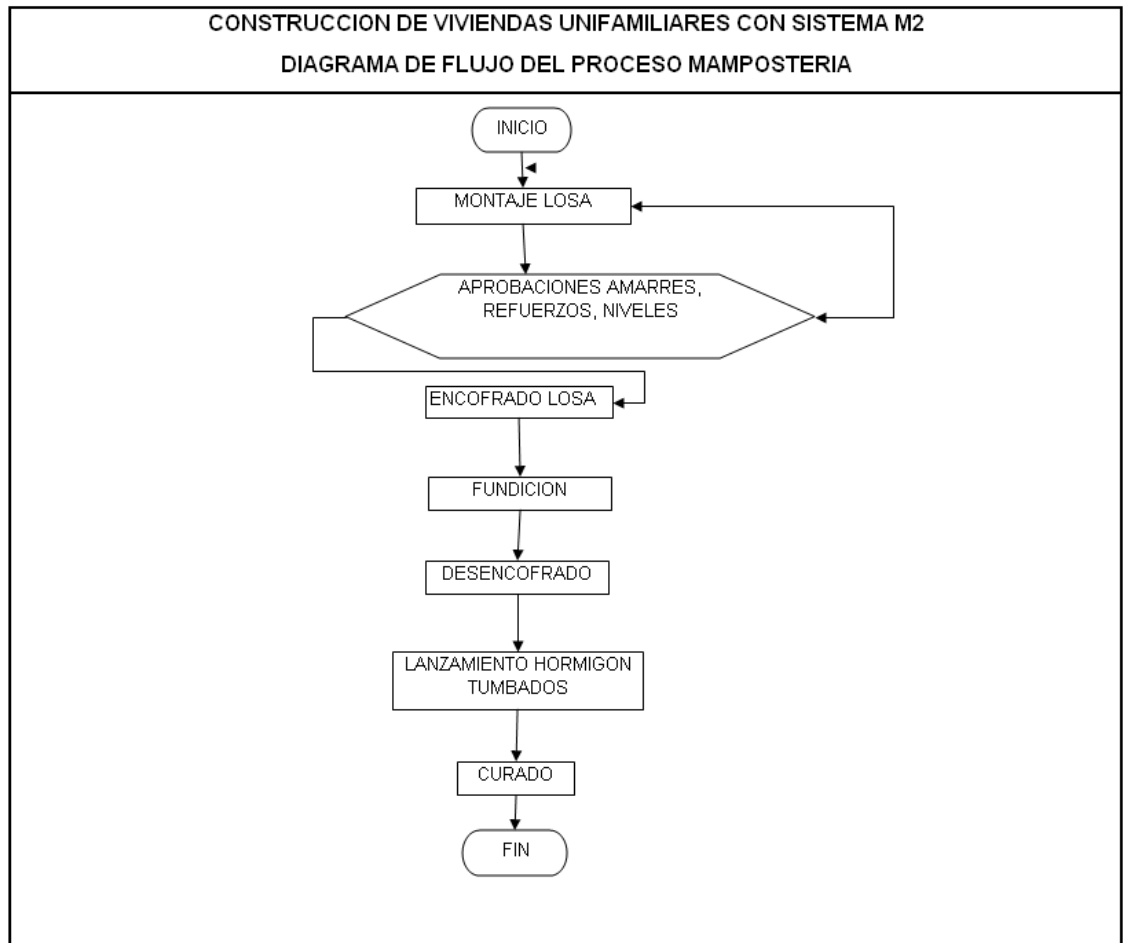


DIAGRAMA 3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO MAMPOSTERIA

FUENTE: PROPIA

### 3.4.1. MONTAJE DE LOSA

La colocación de los paneles de losa, debe darse apoyándolos sobre los bordes superiores de los paneles en paredes, y normalmente debe iniciarse desde la fachada frontal o posterior, como se indique en los planos. El contacto entre paneles debe darse entre el lecho superior de los paneles de pared y la superficie inferior del panel de losa. Una vez conformada la unión, los paneles deben amarrarse entre sí utilizando mallas angulares, las mismas que deben colocarse en el interior de las juntas. Los paneles cuentan con alas de malla electro soldada en sus extremos, que sirven para que se traslapen entre sí. Los amarres entre las alas de traslape y la malla anterior, deben ser firmes, y deben generar uniones totalmente cerradas entre los mismos. Los amarres pueden darse con separaciones aproximadas de 45cm intercaladas a la derecha e izquierda con alambre #18. Estos amarres deben estar en el vértice de las juntas, y en las dos alas de las mallas angulares.

Además de colocar los paneles en la losa es necesario colocar malla de refuerzo para la reforzar la continuidad, y en ciertos lugares acero en varilla según se indique en los planos. Todo esto con el fin de complementar el trabajo mecánico del panel y hormigón.

Toda abertura deberá tener refuerzos a 45 grados en los vértices y como armadura longitudinal mallas o como se detallen en los planos estructurales. Cuando se corten paneles y no tengan solapes se deberán usar mallas especiales que permitirán un empalme por yuxtaposición.

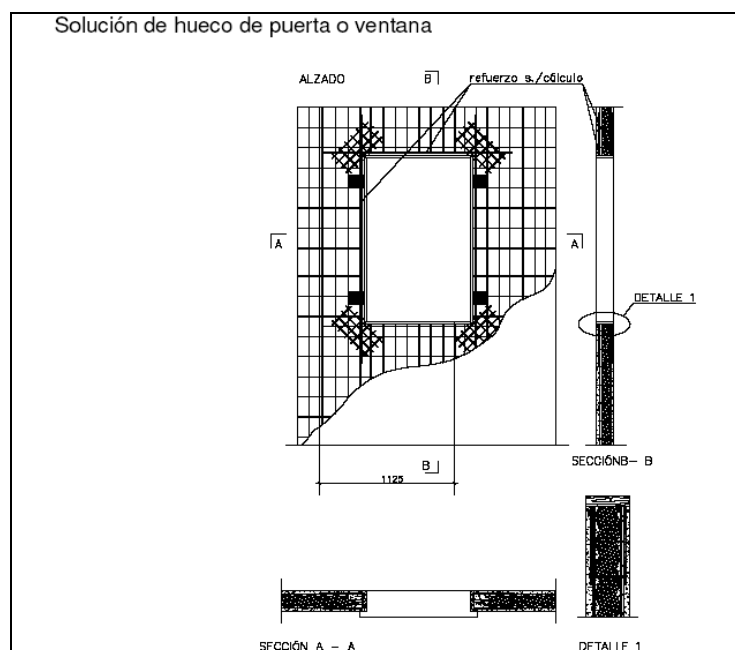


GRAFICO 24. EJEMPLO DE COLOCACION DE REFUERZOS EN ABERTURAS DE LOSA.

FUENTE: MANUAL PRACTICO DE OBRA CONITEC

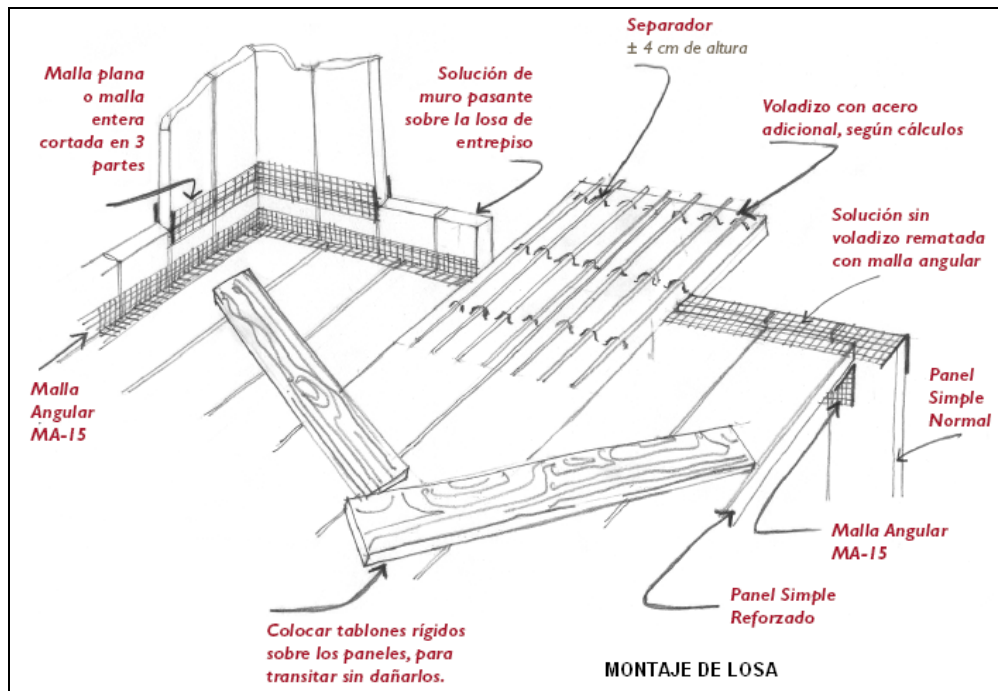


GRAFICO 25. EJEMPLO DE COLOCACION DE PANELES VERTICALES Y VOLADOS DE LOSA.

FUENTE: MANUAL PRACTICO DE OBRA CONITEC

### 3.4.2. ENCOFRADO Y APUNTALAMIENTO DE LOSA

Antes de realizar la proyección neumática en la losa es necesario encofrar bordes de losa u otros elementos y apuntalar la misma. Este procedimiento se puede realizar con la ayuda de puntales y viguetas metálicas o elementos de madera. Los dispositivos de apoyo deben estar a 50 o 60cm de separación entre ellos. Se tiene que tener en cuenta que al apuntalar la losa se debe dejar una contra flecha para que al retirar los dispositivos de apoyo la losa termine en el nivel que los planos detallan. Los elementos de apuntalamiento deben tener un peralte adecuado para soportar las cargas de la fundición de la losa.

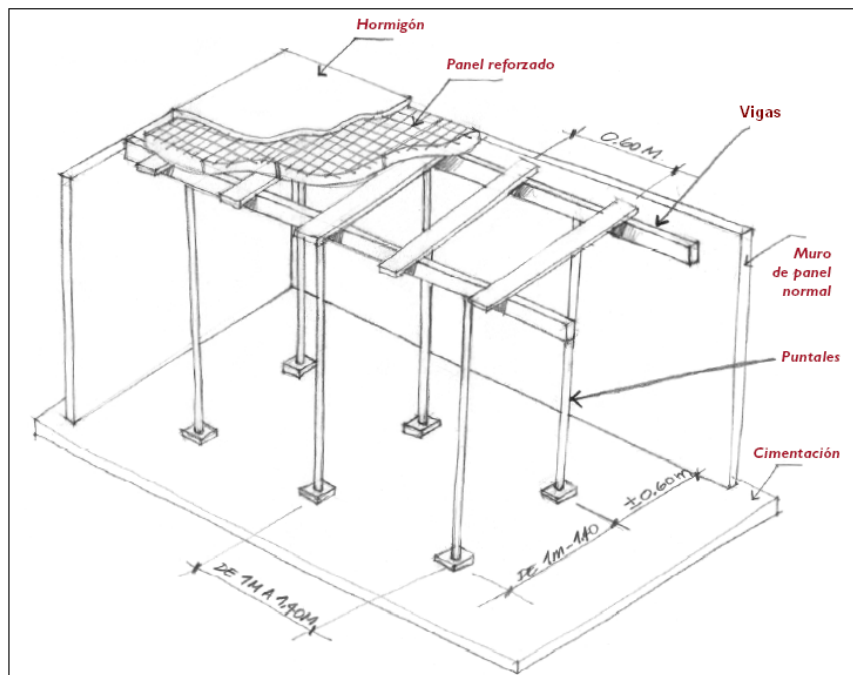


GRAFICO 26. EJEMPLO DE COLOCACION DE ENCOFRADO DE LOSA.  
 FUENTE: MANUAL PRACTICO DE OBRA CONITEC

### 3.4.3. COLOCACION DE HORMIGON EN LOSA

Para la colocación de hormigón en losa es necesario colar el hormigón monolíticamente, utilizando hormigón fabricado u hormigón premezclado en planta, este hormigón deberá cumplir con todos los requerimientos y resistencias indicadas en los planos. Se debe vibrar el hormigón después de su vertido, para eliminar vacíos. Durante el colado es de suma importancia supervisar que las instalaciones y acero de refuerzo este fijo y no presente desplazamientos.

El desencofrado de la losa deberá realizarse cuando el hormigón alcance el 70% de su resistencia total, siempre y cuando las cargas a las que estará sometida la losa no superen a las cargas factorizadas de diseño (aproximadamente  $1 \text{ T/m}^2$ ).

Durante la fundición se deberán revisar los niveles de losa permanentemente.

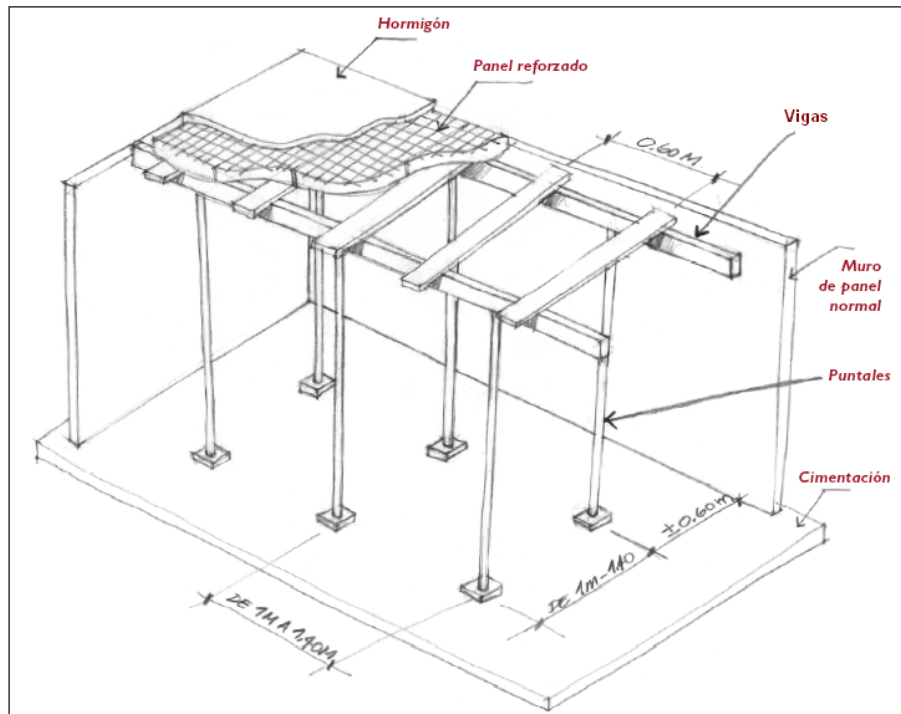


GRAFICO 26. EJEMPLO DE COLOCACION DE HORMIGON EN LOSA.  
FUENTE: MANUAL PRACTICO DE OBRA CONITEC

### 3.4.4. LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN TUMBADO

Al igual que en el lanzamiento de paredes se deberá utilizar un equipo adecuado de lanzamiento, después de la primera proyección en el tumbado, se debe hacer la colocación del hormigón en la capa de compresión de la losa, después de desencofrar y retirar todos los dispositivos se deberá realizar la segunda proyección.



FOTO 2. LANZAMIENTO DE HORMIGON EN TUMBADOS  
FUENTE: PAGINA WEB MK2

## CAPITULO 4: EVALUACIÓN

Los ingenieros Champutiz y Valencia<sup>1</sup> sostienen que “un sistema de control de gestión tiene como objetivo, facilitar a los administradores con responsabilidades de plantación y control de cada grupo operativo, información permanente e integral sobre su desempeño, permitiendo a estos autoevaluar su gestión y tomar correctivos del caso”. Con este criterio se realizará una evaluación del sistema M2, con ayuda de los manuales de proceso, instrucciones de trabajo y registros realizados para este sistema constructivo. Todo esto con ayuda de indicadores de efectividad, eficiencia y recursos humanos.

Para seguir desarrollando el tema de la evaluación del proceso constructivo es importante tener en cuenta el concepto claro del significado de la palabra indicador<sup>1</sup>.

Según el Ing. Jesús Mauricio Beltrán Jaramillo, “Se define un indicador como la relación entre las variables cuantitativas o cualitativas, que permite observar la situación y las tendencias de cambio generadas en el objeto, respecto de objetivos y metas previstos e influencias esperadas<sup>2</sup>.”

Rodríguez y Gómez lo definen como: “Es la expresión cuantitativa del comportamiento o desempeño de una empresa o departamento, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, nos podrá estar señalando una desviación sobre la cual se tomaran acciones correctivas o preventivas, según el caso”

Los indicadores de gestión son expresiones cuya función es visualizar y analizar el comportamiento administrativo de la empresa o unidad. En áreas como uso de recursos (eficiencia), cumplimiento del programas (efectividad), errores de documentos (calidad), etc. Los indicadores pueden ser: VALORES, UNIDADES, INDICES, SERIES ESTADISTICAS, PROPORCIONES, PERIODOS DE TIEMPO.

Los indicadores de gestión son información, es decir agregan valor a la actividad donde se los utiliza, los indicadores de gestión deben tener los atributos de la información.

Senn propone las siguientes particularidades para la información:

---

<sup>1</sup> Champutiz B., Valencia Ricardo; Indicadores de Calidad y Productividad en la Construcción. Mayo 2003

<b>CARACTERISTICAS DE LOS INDICADORES</b>	
<b>EXACTITUD</b>	La información debe representar la situación o el estado como realmente es.
<b>FORMA</b>	Puede ser: CUANTITATIVA O CUALITATIVA, NUMERICA O GRAFICA, IMPRESA O VISUALIZADA, RESUMIDA Y DETALLADA. Realmente la forma debe ser elegida según la situación, necesidades y habilidades de quien la recibe y procesa
<b>FRECUENCIA</b>	EXTENSION: Se refiere al alcance en términos de cobertura del área de interés. Tiene que ver con la brevedad requerida. La calidad de la información no es directamente proporcional con su extensión.
<b>EXTENSION</b>	Puede originarse dentro o fuera de la organización. Lo fundamental es que la fuente que la genera sea la fuente correcta
<b>ORIGEN</b>	Puede originarse dentro o fuera de la organización. Lo fundamental es que la fuente que la genera sea la fuente correcta.
<b>TEMPORALIDAD</b>	La información puede referirse al pasado, de los sucesos actuales o de las actividades o suceso futuros.
<b>RELEVANCIA</b>	La información es relevante si es necesaria para una situación particular
<b>INTEGRIDAD</b>	Una información completa proporciona al usuario el panorama integral del lo que necesita saber acerca de una situación determinada
<b>OPORTUNIDAD</b>	Para ser considerada oportuna, una información debe estar disponible y actualizada cuando se la necesita

**TABLA 11. CARACTERISTICAS DE LOS INDICADORES**

**FUENTE: INDICADORES DE LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION**

Cabe indicar que: “los indicadores no son fines, sino medios para ayudar a lograr los fines<sup>1</sup>”

Los ingenieros Champutiz y Valencia, en el año 2002, establecieron un sistema de indicadores de calidad y productividad en la construcción, el cual se ha aplicado al sistema constructivo EMMEDUE.

Este sistema se basa en el uso de indicadores que se refieren a:

La efectividad en los procesos de producción

La eficiencia en el uso de los recursos materiales, y

Los recursos humanos.

<sup>1</sup> Champutiz B., Valencia Ricardo; Indicadores de Calidad y Productividad en la Construcción. Mayo 2003

#### 4.1. Indicadores de efectividad en los procesos de construcción

Estos indicadores son:

GRUPO	NOMBRE	IMPORTANCIA	OBJETIVO	EXPRESION MATEMATICA DE CALCULO	PERIODO DE MEDICION
Efectividad en los procesos de construcción	Densidad de paredes	De acuerdo al diseño arquitectónico efectuado en un proyecto, las paredes pueden llegar a constituirse en elementos constructivos que alcanzan porcentajes representativos en relación al costo total de la estructura de una edificación. Una alta densidad de mampostería y revestimiento respecto ala planta, incide en el peso de toda la estructura lo cual consigue inmediatamente elevar el costo de la misma	Verificar la optima distribución de las paredes en la planta tipo, a fin de lograr un diseño arquitectónico eficiente.	$DP=(Ap)/A \text{ plantacx}100$  Aplanta: Área de la planta tipo  Ap: Área de proyección de las paredes externas e internas sobre la planta	Una sola vez por proyecto construido o en construcción
Efectividad en los procesos de construcción	Índice de errores en la entrega del material	Los constantes retraso en la entrega de los materiales necesarios en la obra hace que en ocasiones se paralice parcial o totalmente la misma. De igual forma, la entrega de materiales en cantidad, especificaciones o tamaños diferentes a lo pedido ocasiona una serie de problemas que alterna la normal ejecución del proyecto, con consecuencias de toda índole que deben ser asumidas	Identificar la cantidad y tipos de errores que ocurren en la entrega de los materiales de construcción.	$EM= \sum NE/\sum NL \times 100$  NE= numero de errores en la entrega de materiales  NL= numero total de compras efectuadas	Se sugiere calcular mensualmente para cada edificación en construcción.
Efectividad en los procesos de producción	Productividad por servicio	La productividad por servicio se refiere a la capacidad de realizar un trabajo por un periodo determinado. El presupuesto para la programación de obra se basa en buena medida de los índices de rendimiento de mano de obra por unidad de servicio. Es necesario que la empresa obtenga sus propios índices, llevando en consideración las particularidades de cada procedimiento utilizado por los trabajadores.	Este indicador tiene como objetivo controlar el trabajo de la mano de obra, así como la efectividad en los procesos de cada servicio.	$lprod=HH/Qserv$  HH=horas hombre, numero de horas trabajadas en la ejecución de un servicio Qserv= cantidad de servicio o rubro producido.	Calculado para toda la obra o para un periodo de tiempo o etapa de obra representativa de toda la construcción.

Efectividad en los proceso de producción	Tiempos productivos, improductivos y auxiliares	El perfeccionamiento de procedimientos de ejecución de servicios como parte fundamental de un programa de mejoramiento de la calidad y productividad de una empresa constructora, pondera la necesidad de medir la efectividad de los mismos. Una herramienta que permite lograr este objetivo es la medición de tiempos productivos, improductivos y auxiliares	Determinar causas de ineficiencia en el control y planificación de los procesos constructivos e identifica las mejoras necesarias que se deben hacer	<p>TP= <math>\frac{NOP}{NOT} \times 100</math></p> <p>TA= <math>\frac{NQA}{NOT} \times 100</math></p> <p>TI= <math>\frac{NOI}{NOT} \times 100</math></p> <p>NOP= numero de observaciones con actividades productivas</p> <p>NOA= numero de observaciones con actividades auxiliares</p> <p>NOI= numero de observaciones con actividades improductivas</p> <p>NOT= numero total de observaciones</p>	Se sugiere calcular un valor para un periodo de tiempo representativo de toda la obra.
--	---	--	--	---	--

TABLA 12. INDICADORES DE EFECTIVIDAD EN LOS PROCESOS DE CONSTRUCCION

FUENTE: INDICADORES DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION

## 4.2. Indicadores de eficiencia en el uso de los recursos materiales

Estos indicadores son:

GRUPO	NOMBRE	IMPORTANCIA	OBJETIVO	FORMULA	PERIODO DE MEDICION
Eficiencia en el uso de recursos materiales	<b>Relación entre peso de acero y el área construida</b>	Un buen diseño estructural efectuado en un proyecto, es aquel en el cual se utiliza la mínima cantidad de esfuerzo de elementos estructurales, siempre y cuando esta cantidad de refuerzo cumpla con todas las normas proporcionadas en códigos adecuados para el 20% del costo total de la estructura de una edificación	Detectar el sobredimensionamiento de la armadura o la mala distribución de cargas en el proyecto estructural	$I_{ac} = \frac{P_{ac}}{A_{tx}} \times 100$ $A_{tx}$ = área total de construcción $P_{ac}$ = peso del acero	Una sola vez por proyecto construido o en construcción
Eficiencia en el uso de recursos materiales	<b>Relación entre el volumen de concreto y el área construida</b>	La estructura representa aproximadamente el 20% del costo total de la edificación, este indicador nos muestra un eficiente diseño estructural en cuanto al dimensionamiento, el cual debe tener el menor costo posible y su máxima servicialidad.	Detectar el sobre dimensionamiento de losas, vigas y columnas, en cuanto al volumen de concreto, o la mala distribución de cargas en el proyecto estructural.	$I_{conc} = \frac{V_{conc}}{A_{tx}}$ $A_{tx}$ = Area total de construction $V_{conc}$ = Volumen de concreto.	Una sola vez por proyecto construido.
Eficiencia en el uso de recursos materiales	<b>Perdidas de acero, concreto y paneles</b>	La preocupación por controlar el uso de los materiales y la consecuente reducción de volúmenes de residuos generados en obra es un factor que en la actualidad ha tomado gran importancia para el constructor, quien ha comprobado que una	Monitorear las pérdidas ocasionadas en obra de algunos materiales de construcción de gran importancia, en términos de costo	$PM = (C_{real} - C_{teor}) \times 100$ $C_{real}$ = consumo real del material $C_{teor}$ = Consumo teórico del material	Se sugiere calcular un valor para toda la obra o para un periodo de tiempo o etapa de obra representativo de toda la obra

		baja eficiencia en los procesos representa una elevación significativa en el costo total de la edificación.			
Eficiencia en el uso de recursos materiales.	<b>Espesor medio de enlucidos</b>	Las imperfección de los componentes y las diferencias de dimensiones entre los materiales o elementos constructivos (vigas, columnas, muros), y en el levantamiento de paredes; debido a irregularidades en los encofrados, son muchas veces compensadas por los enlucidos, aumentando considerablemente su consumo y por ende el peso propio de la obra y su costo	Controlar el consumo y la pérdida del material para enlucidos en una construcción	$l_{eri} = \sum E_{spi} / \# \text{ medidas}$ $l_{ere} = \sum E_{spe} / \# \text{ medidas}$ Espi= espesor de revestimiento en paredes internas E.spe= Espesor de revestimiento en paredes externas	Una sola vez por edificación

TABLA 13. INDICADORES DE EFICIENCIA EN LOS PROCESOS DE CONSTRUCCION

FUENTE: INDICADORES DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION

### 4.3. Indicadores de Recursos Humanos en obra

Estos indicadores son:

GRUPO	NOMBRE	IMPORTANCIA	OBJETIVO	FORMULA	PERIODO MEDICION
Recursos humanos	<b>Tasa de frecuencia de accidentes</b>	La generación de un accidente dentro de la obra obliga al responsable de la misma a retrasar la construcción, por cuanto se pierden días de trabajo y se reduce la productividad de los trabajadores que sufren el accidente y de igual forma de todos quienes lo presencian. Todo esto conlleva el aumento de costos adicionales	Definir las condiciones de seguridad y frecuencia de accidentes	$TF = N/H \times 10^6$ N= Numero de accidentes producidos H= Números de horas trabajadas	Calculado mensualmente por empresa
Recursos humanos	<b>Índice de rotación</b>	La rotación dentro de la construcción civil es un fenómeno que en muchos casos alcanza niveles muy altos, generando complicaciones en el normal desenvolvimiento dentro del área de recursos humanos. Crear un vínculo y compromiso más profundo por parte de los empleados con la empresa, es una de las funciones indispensables que se pretende en los programas de calidad.	Mostrar el porcentaje de empleados que salen de la empresa en relación al número medio de empleados a un determinado periodo.	$IR = ((A+D)/2)/EM \times 100$ A= numero de funcionarios D= Numero de funcionarios despedidos EM= efectivo medio	Calculado mensualmente por empresa
Recursos humanos	<b>Índice de ausentismo</b>	La no presencia de un trabajador a sus tareas diarias normales ocasiona entre otras cosas un desequilibrio en los equipos, situación que directamente reduce la productividad; un retraso en el cronograma de trabajo, entre otras cosas. Un elevado nivel de ausentismo puede ser resultado de la poca motivación del trabajador o aspectos relacionados a la salud del mismo.	Comprobar el porcentaje de faltas en relación al periodo de trabajo de todos los trabajadores	$IA = NF/(ND/EM) \times 100$ Nf= numero de faltas NOA= numero de días trabajados	Calculado mensualmente por empresa

				NOI= efectivo medio	
Recursos humanos	<b>Índice de capacitación</b>	Tener un numero de trabajadores capacitados con apoyo de la empresa, constituye un valor adicional de la misma, por cuanto la información, experiencia o nuevas técnicas aprendidas y posteriormente compartida permiten un mejor desempeño en relación a calidad y productividad.	Verificar el apoyo de la empresa en la capacitación de la mano de obra	$IC = \frac{NEC}{EM}$ NEC= numero total de empleados capacitados EM= efectivo medio	Calculado mensualmente por la empresa

TABLA 14. INDICADORES DE RECURSOS HUMANOS EN LOS PROCESOS DE CONSTRUCCION

FUENTE: INDICADORES DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION

## **CAPITULO 5: GUIA DE EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN**

### **5.1. Análisis de los procesos, listas de verificación**

El análisis de los procesos se deberá realizar con la ayuda de los registros según lo establecido, elaborados previamente en el manual de procesos , todo esto para poder conocer los indicadores de la construcción con el sistema M2. A la guía se aplicarán los indicadores explicados en el capítulo anterior, siendo los siguientes:

#### **5.1.1. Indicadores de efectividad en los procesos de construcción<sup>1</sup>**

5.1.1.1. Densidad de paredes

5.1.1.2. Índice de errores de entrega de materiales

5.1.1.3. Índices de productividad por servicio

5.1.1.4. Tiempos productivos, improductivos y auxiliares

#### **5.1.2. Indicadores de eficiencia en los procesos de construcción**

5.1.2.1. Relación entre el peso del acero y área de construcción

5.1.2.2. Relación entre el volumen de hormigón y área de construcción

5.1.2.3. Pérdidas de acero, concreto y paneles

5.1.2.4. Espesor medio enlucido

#### **5.1.3. Indicadores de la construcción de los recursos humanos**

5.1.3.1. Tasa de frecuencia de accidentes

5.1.3.2. Índice de rotación

5.1.3.3. Índice de Ausentismo

5.1.3.4. Índice de capacitación

---

<sup>1</sup> Champutiz B., Valencia Ricardo; Indicadores de Calidad y Productividad en la Construcción. Mayo 2003

## 5.2. Desarrollo de soluciones, análisis de los indicadores.

A pesar de que el sistema M2 es muy diferente al usado tradicionalmente en nuestro medio, se aplicarán inicialmente los conceptos de los ingenieros Champutiz y Valencia<sup>1</sup>, según la evolución del sistema se crearán nuevos indicadores en caso de requerirlos siguiendo con los requisitos básicos para su implementación.

En esta investigación de los ingenieros Champutiz y Valencia se indican ciertos intervalos de aceptación de todos los indicadores propuestos, en el cuadro siguiente se los describe:

NOMBRE DE LOS INDICADORES	V. MÍNIMO REFERENCIA	VALOR MÁXIMO REFERENCIA	VALOR REFERENCIA
Densidad de paredes	8	22	
Índice de errores de entrega de materiales			
Productividad por servicio			0.71
Tiempos productivos			37.20
Tiempos auxiliares			37
Tiempos improductivos			25.8
Relación entre peso de acero y área de construcción	9.6	20.07	
Relación de volumen de concreto y área de construcción	0.01	0.25	
Pérdidas paneles	8.2	39.9	
Pérdidas acero	7.91	27.3	
Pérdidas hormigón	0.75	25.16	
Espesor medio de enlucidos	23.10	30	
Tasa de frecuencia de accidentes (#acc x millón horas trab)			256.74
Índice de rotación			34.71
Índice de ausentismo			7.07
Índice de capacitación			10

TABLA 15. TABLA DE INDICADORES FUENTE: INDICADORES DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD

<sup>1</sup> Champutiz B., Valencia Ricardo; Indicadores de Calidad y Productividad en la Construcción. Mayo 2003

Con estos valores referenciales se podrá hacer una primera evaluación y acorde a los resultados obtenidos se comenzarán desarrollos para el mejoramiento del sistema.

### **5.3. Establecimiento de planes de Mejoramiento**

Con la ayuda de los indicadores obtenidos se deberá hacer un análisis de las actividades que más peso económico y más tiempo de elaboración consumen, verificando que los indicadores obtenidos incluyan la participación de los rubros importantes.

Una forma sencilla de reconocer los rubros importantes es con la Teoría de Pareto que dice que el 20% de los problemas representan un 80% de las causas. Con este criterio se podrán definir las premisas más importantes para analizar el sistema constructivo.

Una vez obtenidos y comparados los indicadores se deberá hacer un análisis de las posibles soluciones para mejorar los índices resultantes. Por ejemplo; si el Índice de ausentismo es mayor al 7.07% en el proyecto, se deberá hacer una encuesta verbal o escrita a los trabajadores y así identificar cual es la raíz del problema, para proceder al establecimiento del plan de mejoramiento.

Tomando en cuenta la rueda de Deming se pone a consideración el siguiente ciclo de PHRA que se debería aplicar al mejoramiento de los procesos.

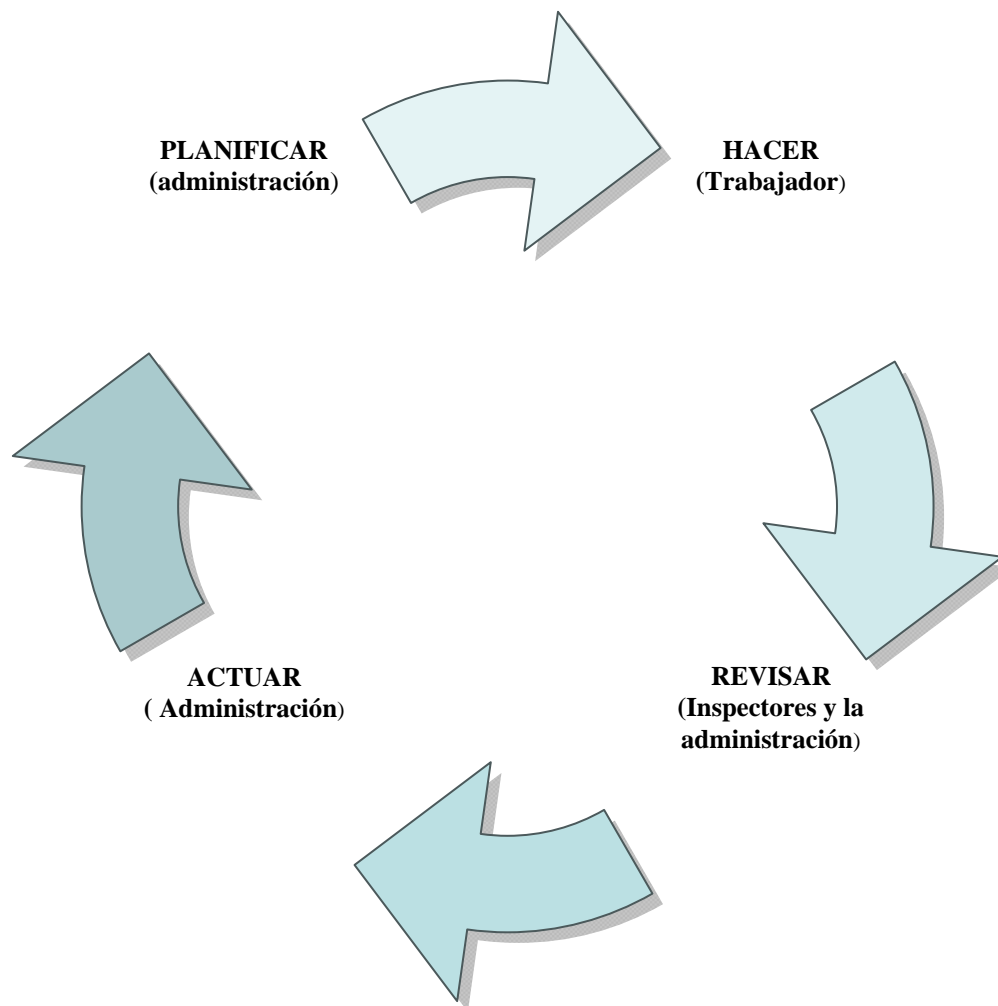


GRAFICO 28. GRAFICO REPRESENTATIVO DE MEJORAMIENTO CONTINUO  
FUENTE: KAIZEN-La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa

## 5.4. Implantación

Una vez establecido el plan de mejoramiento, se deberá poner en marcha, con la ayuda de listas de verificación y la creación de nuevos registros o la modificación de los existentes.

Por ejemplo; si se ha establecido un plan para disminuir los accidentes en el proyecto, se deberán crear listas de chequeo para los lugares de trabajo en cada actividad que posea riesgo evitando futuros incidentes.

Así se deberá empezar los cambios que han causado desperdicios, demoras y errores.

## **CAPITULO 6: APLICACIÓN DE LA GUIA**

Para la aplicación de la guía se tomaron datos recopilados de todo un proyecto, ya que este proyecto fue monitoreado de inicio a fin. Con todos los capítulos descritos y con la experiencia del monitoreo se ha realizado el manual de todos los procesos que involucran la construcción con el sistema M2.

### **6.1. Descripción del proyecto y sus actividades**

El proyecto que se observó para la aplicación de la guía, trata de la construcción de la primera etapa de un conjunto habitacional de viviendas unifamiliares constituido de 57 casas, ubicado en el Sector de Chillogallo al sur de Quito. Son viviendas unifamiliares de 78m<sup>2</sup> aproximadamente.

Luego de haber permanecido varios meses en la construcción de este proyecto se llegaron a definir los procesos que se describen en el capítulo 3, definiendo sus subprocesos y actividades para poder llevar a cabo una construcción de viviendas unifamiliares ordenada, mejorada y controlada, que en el futuro será útil para el registro y monitoreo del sistema.

### **6.2. Detalle del monitoreo- listas de verificación y registros**

Los registros han sido incluidos en el manual de procesos, después de las instrucciones de trabajo. Cabe indicar que debido a la extensa información del proyecto no se han podido incluir los registros con la información del proyecto, pero todos los resultados del mismo se hallarán en la evaluación de los procesos.

### **6.3. Desarrollo de los procesos del proyecto Manual de procesos e instrucciones de trabajo**

A continuación se encuentra el manual de procesos con todos los componentes descritos en el capítulo 3, aplicados al proyecto mencionado:

## INDICE DEL MANUAL DE PROCESOS

No.	NOMBRE DEL PROCESO	MANUAL DE PROCESO		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO		REGISTROS	
		PROCESO	PAGINA	TRABAJO	PAGINA		PAGINA
1	INSPECCION VISUAL DEL TERRENO	MP-IVT-001	1	IT-VT-001	3	REG-AIN-001	3
				IT-UOP-001	3	REG-VIT-001	4
						REG-ALI-001	4
						REG-UJP-001	5
2	ENSAYOS DE SUELO	MP-ESU-000	6			REG-SES-001	10
						REG-ARES-001	10
						REG-DTS-001	11
						REG-DUM-001	12
3	DESBROCE Y LIMPIEZA	MP-DYL-001	13	IT-LEA-001	15	REG-LDE-001	16
				IT-DCV-001	15	REG-DCV-001	16
				IT-DSJ-001	15	REG-DSJ-001	17
4	REPLANTEO Y NIVELACION	MP-RYN-001	18	IT-REP-001	22	REG-EBM-001	23
				IT-NIV-001	22	REG-LVEC-001	24
						REG-LVCTE-001	25
5	COMPACTACION DEL TERRENO	MP-NCT-000	26			REG-LVE-001	30
						REG-CT-001	31
						REG-TME-001	32
6	EXCAVACION DE CIMENTACION	MP-EXC-000	33	IT-SGC-001	35	REG-VGC-001	37
				IT-EXCC-001	36	REG-VNE-001	38
7	NIVELES Y COLOCACION REPLANTILLO EN CIMENTACION	MP-NCRC-000	39	IT-FHR-001	44	REG-EHR-001	45
				IT-CRC-001	44	REG-VNR-001	46
8	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACION	MP-ARC-000	47	IT-CAC-001	51	REG-RPA-001	51
						REG-SACQ-001	52
						REG-LVCAC-001	52
9	ENCOFRADO CIMENTACION	MP-ENC-000	53	IT-EIEAC-001	56	REG-CGEP-001	57
10	COLOCACION HORMIGON CIMENTACION	MP-CHC-000	58	IT-FHC-001	61	REG-ESFP-001	63
				IT-SFP-001	62	REG-EHC-001	63
				IT-PSCC-001	62	REG-LVPSFP-001	64
						REG-LVCFP-001	64
11	MONTAJE PAREDES	MP-MPA-000	65	IT-PPP-001	68	REG-VTP-001	70
				IT-MPP-001	69	REV-VCP-001	71
12	LANZAMIENTO HORMIGON EN PAREDES	MP-LHP-000	72	IT-SLHP-001	77	REG-ESPL-001	78
				IT-EHLP-001	77	REG-EHPA-001	79
				IT-PLHP-001	77	REG-LVPSL-001	80
						REG-LVEPA-001	81
13	MONTAJE LOSA	MP-ML-000	82	IT-PPL-001	87	REG-VCL-001	89
				IT-MPL-001	88		
14	ENCOFRADO LOSA	MP-EL-000		IT-IEL-001		REG-LCEL-001	131
15	COLOCACION HORMIGON LOSA	MP-CHL-000	90	IT-FHL-001	95	REG-ACHL-001	97
				IT-SFL-001	96	REG-EHMH-001	98
				IT-PSCL-001	96	REG-LVPSFL-001	99
						REG-LVNFL-001	100
16	LANZAMIENTO HORMIGON TUMBADO	MP-LHT-000	101	IT-SLHT-001	106	REG-ESPLT-001	107
				IT-EHLT-001	106	REG-EHPAT-001	108
				IT-PLHT-001	107	REG-LVPSLT-001	109
						REG-LVEPAT-001	110

TODOS LOS FORMATOS UTILIZADOS EN EL MANUAL, ESTÁN BASADOS EN LOS FORMATOS UTILIZADOS EN EL TALLER DE INGENIERÍA DE PROCESOS DEL ING. JUAN VELA DICTADO POR EL ING. VINICIO AYALA.

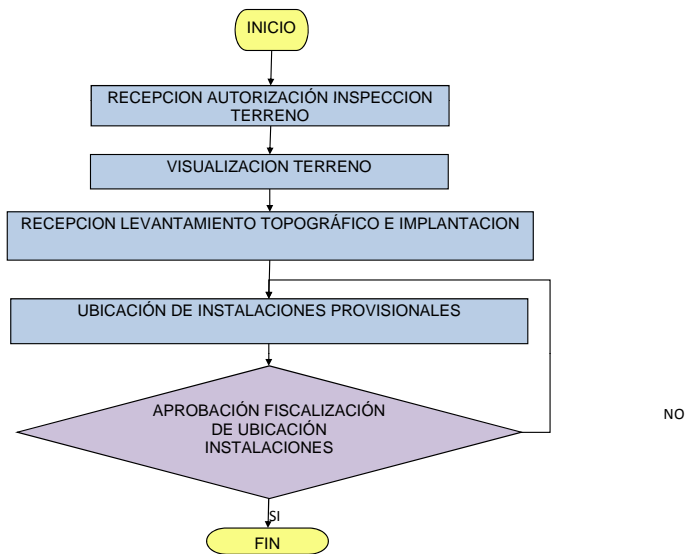
CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
INSPECCION VISUAL DEL TERRENO			MP-IVT-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
LAMINA 1 DE 5				
DESCRIPCION DE LAS REVISIONES				
REV	FECHA	ALTERACION	OBSERVACIONES	
001	01/01/2008		EMISION INICIAL	

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
INSPECCION VISUAL DEL TERRENO			MP-IVT-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
LAMINA 2 DE 5				
CUADRO DE DESCRIPTORES Y RESPONSABILIDADES				
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RESPONSABLE	IT	
Recepción autorización de entrada al terreno de inspección	El contratante proveerá una autorización escrita a cualquier persona que desee realizar una inspección del terreno.	Gerente de Planta y/o Gerente de proyecto		
Visualización del terreno	Se determinará la forma, área, ubicación en la ciudad, vías de acceso, se debe determinar el punto más alto y bajo del terreno, la disponibilidad de agua y el estado del suelo.	Gerente de Planta y/o Gerente de proyecto	IT-VT-001	
Recepción de levantamiento topográfico del proyecto con implantaciones.	El contratante proveerá del levantamiento topográfico con la implantación en archivo magnético.	Gerente de Planta y/o Gerente de proyecto		
Determinación de la ubicación de obras provisionales	Con un plano a escala del proyecto, se definirán las ubicaciones de las instalaciones provisionales donde se muestre una ubicación estratégica para que las distancias de acarreos sean óptimas y el ingreso a los lugares de	Gerente de Planta y Departamento de planificación	IT-UQP-001	

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
INSPECCION VISUAL DEL TERRENO			MP-IVT-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
LAMINA 3 DE 5				
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO				



CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
MANUAL DE PROCESOS		CODIGO	
INSPECCION VISUAL DEL TERRENO		MP-IVT-001	
		EMISION	01/01/2008
		REVISION	001
		LAMINA	4 DE 5
CUADRO DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESO			
		<p>OBJETIVO: Documentar el procedimiento de replanteo e implantación del proyecto en el terreno</p> <p>ALCANCE: Procedimiento válido para la construcción de viviendas unifamiliares con sistema M2</p>	
ENTRADAS			
DENOMINACIÓN	PROVEEDOR	PROCESO DE REFERENCIA	
Entrega de levantamiento topográfico e implantación	CONTRATANTE		
SALIDAS			
DENOMINACIÓN	CLIENTE	PROCESO DE REFERENCIA	
Ubicación de obras provisionales	Construcción instalaciones provisionales		
Determinación de ensayos de suelo a utilizarse	Ensayos de suelo	MP-ESU-001	
Análisis del suelo	Desbroce y limpieza		
<p>Se aconseja 0.80m2 por persona para cada turno de comida</p> <p>Se aconseja 20 personas por unidad sanitaria para el estudio</p>			
Responsable del documento	Aprobación		
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO		

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2					
MANUAL DE PROCESOS		CODIGO			
INSPECCION VISUAL DEL TERRENO		MP-IVT-001			
		EMISION	01/01/2008		
		REVISION			
		LAMINA	5 DE 5		
RECURSOS					
HERRAMIENTAS	CANT	MATERIAL	CANT	EQUIPO	CANT
Lápiz	1				
Tablero anotaciones	1				
Cinta métrica	var.				
Manguera	10m				
PERSONAL REQUERIDO	CANT	EQUIPO DE PROTECCIÓN (POR PERSONA)		CANT.	
Ingeniero Civil	1	Botas de seguridad		1	
Ayudante	1	Casco		1	
Anotador	1	Chaleco reflectivo		1	
		Mascarillas		1	
		Protección auditiva (caso de ser requerido)		1	

REGISTROS		
ACTIVIDAD	DENOMINACION	CODIGO
AUTORIZACION INSPECCION	AUTORIZACION INSPECCION DEL TERRENO	<a href="#">REG-AIN-001</a>
VISUALIZACION E INPECCION TERRENO	VISUALIZACIÓN DEL TERRENO	REG-VIT-001
ACTA LEVANTAMIENTO E IMPLANTACION	ACTA ENTREGA RECEPCION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO E IMPLANTACION	<a href="#">REG-ALI-001</a>
UBIC. INST.	ENTREGA DE UBICACIÓN INSTALACIONES PROVISIONALES	<a href="#">REG-UIP-001</a>
INDICADORES		FORMULA DE CALCULO
Responsable del documento		Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>INSPECCION VISUAL DEL TERRENO</b>	
		CODIGO	MP-IVT-001
		CODIGO	IT-VT-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>		<b>INSPECCION VISUAL DEL TERRENO</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
1	Determinación de forma del terreno	1	Ubicando el norte, hacer un esquema que asemeje la forma del terreno, ubicando la parte mas alta del terreno en caso de ser muy irregular.
2	Determinación de la pendiente del terreno	2	Mediante el uso de manguera y flexómetro determinar la pendiente aproximada del terreno en las partes críticas, esto con el fin de establecer un estimado para cortes y rellenos.
3	Determinación del tipo de suelo	3	Mediante la inspección visual es importante definir la necesidad de maquinaria que se va a utilizar para el corte y relleno. Definir si el equipo requiere de drogas o no es básico para el transporte y costeo del mismo.
4	Identificación de puntos suministradores de servicios básicos	4	En el esquema se deben ubicar los puntos que servirán para proveer de agua, energía eléctrica al proyecto y alcantarillado, esto ayudará a crear la logística de construcción, ubicación de instalaciones provisionales y bodegas.

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>INSPECCION VISUAL DEL TERRENO</b>	
		CODIGO	MP-IVT-001
		CODIGO	IT-UOP-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>		<b>DETERMINACION DE LA UBICACIÓN DE OBRAS PROVISIONALES</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		PAGINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
1	Implantación de las edificaciones en el levantamiento entregado	1	Utilizando el levantamiento topográfico se procede a colocar la implantación del proyecto para identificar las áreas libres
2	Determinación de ubicación de cerramiento provisional y accesos	2	Mediante el plano anteriormente realizado se deberá proponer la ubicación del cerramiento provisional y accesos, tomando en cuenta la posible ubicación de la bodega y demás instalaciones provisionales. Determinar la ubicación del cerramiento con previsión evitará la destrucción y reconstrucción del mismo, esto evita gastos económicos y tiempo.
3	Instalación de bodegas	3	Se debe buscar la ubicación adecuada para lograr que el acceso en camiones a este lugar sea fácil, además se debe considerar que las distancias de acarreo para los trabajadores sea la mínima en el proyecto, lo que indica que las instalaciones deben ser centralizadas.
4	Instalación de vestidores, comedores y servicios sanitarios.	4a	Para determinar las áreas a utilizarse se deberá calcular previamente el número de trabajadores, y establecer la modalidad de uso de cada una de las instalaciones.
		4b	Para vestidores y comedores es importante establecer áreas y para servicios sanitarios es importante definir el uso por unidad sanitaria.

NOTA:

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>INSPECCION VISUAL DEL TERRENO</b>	
		CODIGO	MP-IVT-001
		CODIGO	REG-AIN-001
<b>REGISTRO:</b>		<b>AUTORIZACION INSPECCION DEL TERRENO</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1

Mediante la presente autorizo al(los) Señor(es) \_\_\_\_\_JVW, XYZ, ABC Y DEF \_\_\_\_\_  
de la empresa \_\_\_\_\_JVW \_\_\_\_\_  
para que inspeccione(n) el terreno del proyecto llamado CONJUNTO HABITACIONAL FERRARA 1 \_\_\_\_\_, el (los) que inspecciona(n)  
es(son) responsable(s) de cualquier daño causado en el lugar durante su inspección,  
El autorizado podrá hacer uso de herramienta manual solamente y podrá ingresar un máximo de 5 personas, y deberá llenar  
todos los formularios que se le hayan solicitado referente a la inspección del terreno.

OBSERVACIONES:

_____	_____	FECHA:
PROPIETARIO PROYECTO	GUARDIAN PROYECTO	27/02/2006

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>	<b>INSPECCION VISUAL DEL TERRENO</b>	CODIGO	MP-IVT-001
		CODIGO	REG-IVT-001
<b>REGISTRO:</b>	<b>VISUALIZACION DEL TERRENO</b>	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1

**FUNDEPORTE**

AV. MARISCAL SUCRE

AA.PP.

■

ALCANTARILLADO

●

ENERGIA ELEC.

●

EN EL ESQUEMA UBICAR PUNTOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y ENERGIA ELECTRICA.

PENDIENTES DEL TERRENO (CALCULOS):

NO SE CALCULARON YA QUE ES UN NUEVO PROCESO

<p>TIPO DE SUELO:</p> <p>Terreno vegetal</p>	<p>MAQUINARIA RECOMENDADA PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS</p> <p>excavadora de orugas</p>
--	--

OBSERVACIONES:

_____ PROPIETARIO PROYECTO	_____ INSPECTOR TERRENO	FECHA: 28/02/2006
-------------------------------	----------------------------	----------------------

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>	<b>INSPECCION VISUAL DEL TERRENO</b>	CODIGO	MP-IVT-001
		CODIGO	REG-ALL-001
<b>REGISTRO:</b>	<b>ACTA ENTREGA-RECEPCION DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMPLANTACION</b>	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Mediante el presente certifico que he recibido el levantamiento topográfico para el proyecto \_\_\_\_\_ CONJUNTO HABITACIONAL FERRARA 1

OBSERVACIONES:

_____ RESPONSABLE LEVANTAMIENTO	_____ RECIBE	FECHA: 03/03/2006
------------------------------------	-----------------	----------------------

IMPLANTACION

Mediante el presente certifico que he recibido la implantación del proyecto \_\_\_\_\_ CONJUNTO HABITACIONAL FERRARA 1

OBSERVACIONES:

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2		
<b>PROCESO:</b>	<b>INSPECCION VISUAL DEL TERRENO</b>	CODIGO MP-IVT-001
<b>REGISTRO:</b>	<b>ENTREGA DE UBICACIÓN INSTALACIONES PROVISIONALES</b>	CODIGO REG-UIP-001
		EMISIÓN 01/01/2008
		LAMINA 1 DE 1

**FUNDEPORTE**

---

**AV. MARISCAL SUCRE**

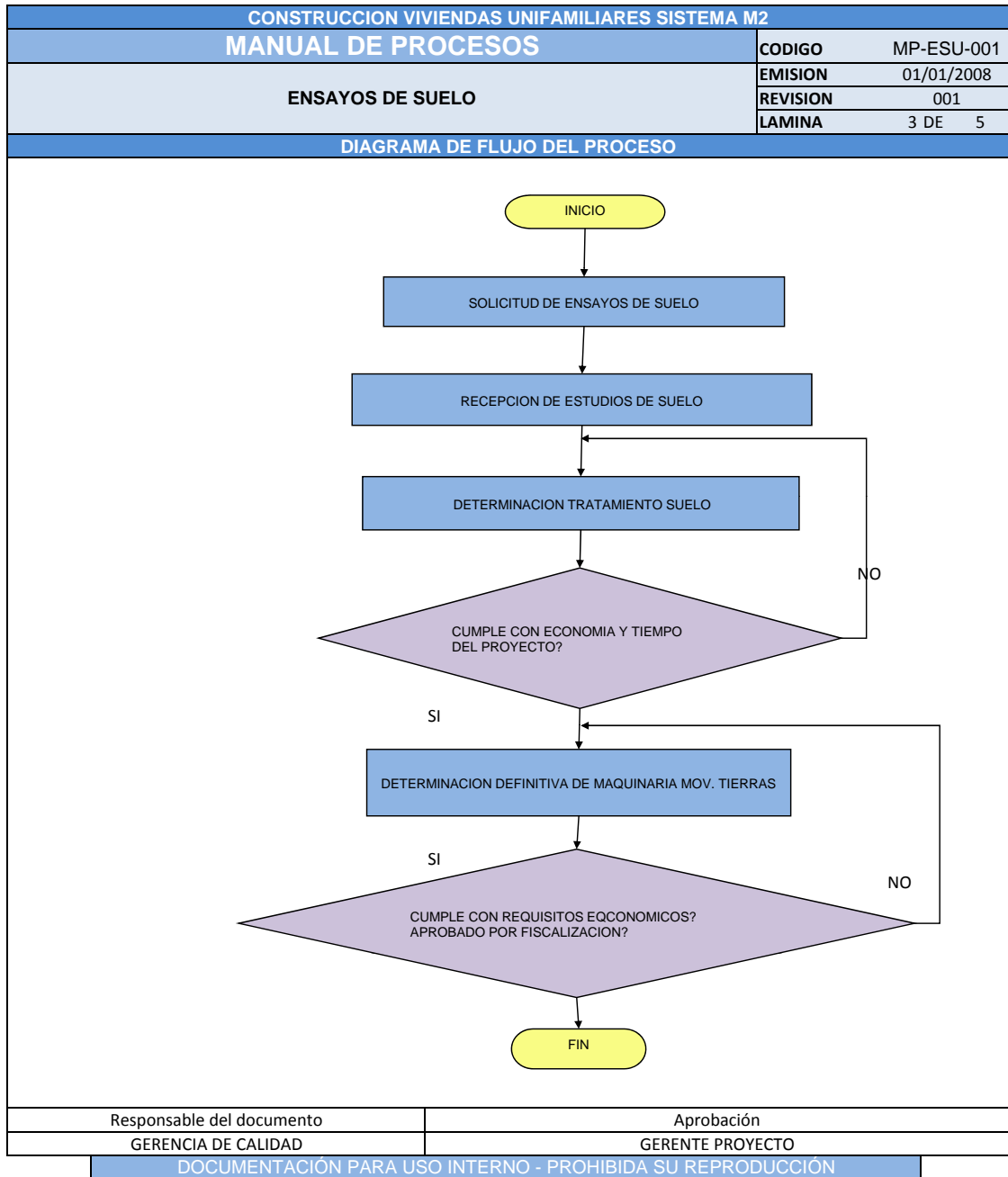
**OFICINAS**

**BODEGA**

EN EL ESQUEMA UBICAR LAS INSTALACIONES PROVISIONALES QUE USTED REQUERIRÁ, TOMANDO EN CUENTA LA UBICACIÓN DE LA EDIFICACION FUTURA. INDIQUE DIMENSIONES DE LAS INSTALACIONES

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
ENSAYOS DE SUELO			MP-ESU-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
LAMINA 1 DE 5				
DESCRIPCION DE LAS REVISIONES				
REV	FECHA	ALTERACION	OBSERVACIONES	
001	01/01/2008		EMISION INICIAL	
Responsable del documento		Aprobación		
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO		
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN				

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
ENSAYOS DE SUELO			MP-ESU-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
LAMINA 2 DE 5				
CUADRO DE DESCRIPTORES Y RESPONSABILIDADES				
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RESPONSABLE	IT	
Solicitud de ensayos de suelo	El contratante solicitará a un experto en suelos que realice los ensayos de suelo requeridos.	Gerente de proyecto		
Recepción de estudio de suelo	El contratante revisará y estudiará los resultados de los ensayos.	Gerente de proyecto		
Determinación de tratamiento de suelo	El contratante con su equipo de trabajo decidirá el tratamiento de suelo que se dará al suelo, tomando en cuenta el factor económico y el tiempo	Gerente de proyecto		
Determinación definitiva de uso de maquinaria	El contratante, con la ayuda de un experto en movimiento de suelos determinará el uso de maquinaria para dicho movimiento de tierras.	Gerente de proyecto		
Responsable del documento		Aprobación		
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO		
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN				



CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2		
MANUAL DE PROCESOS		CODIGO
<b>ENSAYOS DE SUELO</b>		MP-ESU-001
		EMISION
		01/01/2008
		REVISION
		001
		LAMINA
		4 DE 5
CUADRO DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESO		
	OBJETIVO: Documentar el procedimiento de ensayos de suelo del proyecto	
	ALCANCE: Procedimiento válido para la construcción de viviendas unifamiliares con sistema M2	
ENTRADAS		
DENOMINACIÓN	PROVEEDOR	PROCESO DE REFERENCIA
Entrega de autorización para inspección del terreno	CONTRATANTE	MP-IVT-001
SALIDAS		
DENOMINACIÓN	CLIENTE	PROCESO DE REFERENCIA
Determinación uso de maquinaria	Desbroce y limpieza	MP-DYL-001
Determinación tratamiento de suelo	Cimentaciones	
CONTROLES		
Responsable del documento		Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO

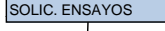
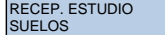

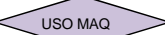
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

<b>CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2</b>	
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>	<b>CODIGO</b> MP-ESU-001
<b>ENSAYOS DE SUELO</b>	<b>EMISION</b> 01/01/2008
	<b>REVISION</b> 001
	<b>LAMINA</b> 5 DE 5
<b>RECURSOS</b>	

HERRAMIENTAS	CANT	MATERIAL	CANT	EQUIPO	CANT
Variable según el tipo de suelo				Variable según tipo de suelo	

PERSONAL REQUERIDO	CANT	EQUIPO DE PROTECCIÓN (POR PERSONA)	CANT.
Variable según tipo de suelo		Botas de seguridad	1
		Casco	1
		Chaleco reflectivo	1
		Mascarillas	1
		Protección auditiva (caso de ser requerido)	1

**REGISTROS**

ACTIVIDAD	DENOMINACION	CODIGO
	SOLICITUD ENSAYOS DE SUELO	<a href="#">REG-SES-001</a>
	ACTA RECEPCION ESTUDIO DE SUELOS	<a href="#">REG-ARES-001</a>
	DETERMINACION TRATAMIENTO DE SUELO	<a href="#">REG-DTS-001</a>
	DETERMINACION USO DE MAQUINARIA	<a href="#">REG-DUM-001</a>

INDICADORES	FORMULA DE CALCULO
Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>	<b>ENSAYOS DE SUELO</b>	CODIGO	MP-ESU-001
		CODIGO	REG-SES-001
<b>REGISTRO:</b>	<b>SOLICITUD ENSAYOS DE SUELO</b>	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
<p>Mediante la presente solicito al señor(es) _____ Ing. JUAN CARLOS ALDÁS _____ la realización de los estudios de suelo que acuerde con el Gerente del Proyecto __CONJUNTO FERRARA1__ Desde la fecha suscrita el señor arriba mencionado será de ahora en adelante el responsable por todos los ensayos y resultados que se obtuvieren del proyecto.</p>			
OBSERVACIONES:			

_____	_____	FECHA:
PROPIETARIO	GERENTE DE PROYECTO	08/03/2006
		RESPONSABLE SUELO

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>	<b>ENSAYOS DE SUELO</b>	CODIGO	MP-ESU-001
		CODIGO	REG-ARES-001
<b>REGISTRO:</b>	<b>ACTA ENTREGA-RECEPCION DE ESTUDIOS DE SUELO</b>	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
<p>Mediante el presente certifico que he recibido el estudio de suelos para el proyecto __CONJUNTO FERRARA 1</p>			
OBSERVACIONES:			

_____	_____	FECHA:
RESP. DEL ESTUDIO	RECIBE	09/03/2006

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2		
ENSAYOS DE SUELO	CODIGO	MP-ESU-001
	CODIGO	REG-DTS-001
DETERMINACION TRATAMIENTO DE SUELO	EMISIÓN	01/01/2008
	LAMINA	1 DE 1
<p>En la ciudad de <u>QUITO</u>, el <u>9</u> DE MARZO DE <u>2006</u>, se reunieron los señores abajo firmantes para resolver que en el proyecto llamado CONJUNTO FERRARA 1 con un área de <u>20.068,21</u> m<sup>2</sup> que estará ubicado en <u>QUITUMBE, PARROQUIA CHILLOGALLO EN LA AV. MARISCAL SUCRE (QUITO SUR)</u> según los estudios de suelo recibidos el día <u>9</u> DE MARZO DE 2006 realizados por <u>Ing. JUAN CARLOS ALDAS</u>, se indica que el suelo deberá tratarse de la siguiente manera:</p> <p><u>      </u> POR EL ALTO CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO DEL TERRENO Y POR SU PLASTICIDAD CA-<u>      </u>  <u>      </u> RACTERÍSTICA DEBERA SER MEJORADO POR SUSTITUCION DE SUELO O POR UN METODO DE <u>      </u>  <u>      </u> ESTABILIZACION DE SUELOS POR MEDIOS QUIMICOS O FISICOS. <u>      </u></p>		
FIRMAS DE LOS ASISIDENTES EN LA REUNION		
OBSERVACIONES:		
VISTO BUENO <u>      </u> FISCALIZACION		
APROBADO <u>      </u> PROPIETARIO	RESPONSABLE <u>      </u> GERENTE DE PROYECTO	FECHA: 09/03/2006

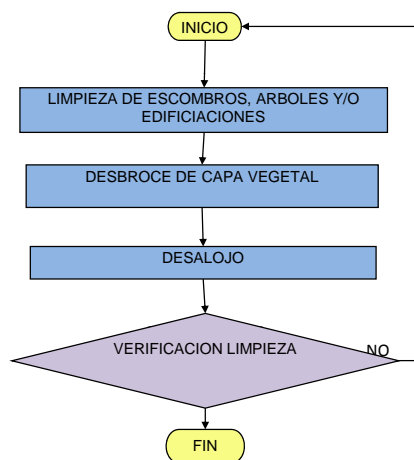
CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2		
<b>PROCESO:</b>	<b>ENSAYOS DE SUELO</b>	CODIGO <a href="#">MP-ESU-001</a>
		CODIGO <a href="#">REG-DUM-001</a>
<b>REGISTRO:</b>	<b>DETERMINACION USO DE MAQUINARIAS</b>	EMISIÓN 01/01/2008
		LAMINA 1 DE 1
<p>En la ciudad de <u>QUITO</u>, el <u>9</u> DE MARZO DE <u>2006</u>, se reunieron los señores abajo firmantes para resolver que en el proyecto llamado <u>CONJUNTO FERRARA 1</u> con un área de <u>20068,21</u> m<sup>2</sup> que estará ubicado en <u>QUITUMBE, PARROQUIA CHILLOGALLO EN LA AV. MARISCAL SUCRE (QUITO SUR)</u> según los estudios de suelo recibidos el día <u>9</u> DE MARZO DE 2006 realizados por <u>Ing. JUAN CARLOS ALDÁS</u>, se deberá utilizar el siguiente equipo mínimo para el movimiento de tierras correspondiente: _____</p> <p>_____          POR LAS CARÁCTERÍSTICAS DEL SUELO SE DEBERA USAR UN EQUIPO DE ORUGAS LO QUE FACILITARA LA MANEOBRABILIDAD EN EL TERRENO HUMEDO, EN EL CASO DE COMPACTACION NO SE USARA EQUIPO COMPACTADOR DE RODILLO SI NO UNO QUE GENERE COMPACTACION POR AMASADO.</p>		
FIRMAS DE LOS ASISITENTES EN LA REUNION		
OBSERVACIONES: NO SE DEFINIO FORMALMENTE MAS SE SUGIRIO MAQUINARIA APROPIADA.		

VISTO BUENO		
_____ FICALIZACION		
APROBADO	RESPONSABLE	FECHA:
_____ PROPIETARIO	_____ GERENTE DE PROYECTO	09/03/2006

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
DESBROCE Y LIMPIEZA			MP-DYL-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
LAMINA 1 DE 5				
DESCRIPCION DE LAS REVISIONES				
REV	FECHA	ALTERACION	OBSERVACIONES	
001	01/01/2008		EMISION INICIAL	
Responsable del documento		Aprobación		
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO		
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN				

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
DESBROCE Y LIMPIEZA			MP-DYL-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
LAMINA 2 DE 5				
CUADRO DE DESCRIPTORES Y RESPONSABILIDADES				
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RESPONSABLE	IT	
Limpieza de escombros, arboles o/y edificaciones antiguas	Se retirará cualquier escombro, edificación o árbol que en el terreno se encuentre.	GERENTE DE PROYECTO Y GERENTE DE PLANTA	<a href="#">IT-LEA-001</a>	
Desbroce de capa vegetal	Se retirará toda capa vegetal del terreno hasta llegar a una subrasante preliminar.	GERENTE DE PROYECTO Y GERENTE DE PLANTA	<a href="#">IT-DCV-001</a>	
Desalojo	Se desaloja toda materia orgánica, escombros, y arboles que dieron como resultado de la limpieza y desbroce del terreno	GERENTE DE PLANTA	<a href="#">IT-DSJ-001</a>	
Responsable del documento		Aprobación		
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO		
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN				

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
DESBROCE Y LIMPIEZA			MP-DYL-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
LAMINA 3 DE 5				
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO				



Responsable del documento		Aprobación	
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO	
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN			

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2		
MANUAL DE PROCESOS		
<b>DESBROCE Y LIMPIEZA</b>	<b>CODIGO</b>	MP-DYL-001
	<b>EMISION</b>	01/01/2008
	<b>REVISION</b>	001
	<b>LAMINA</b>	4 DE 5
CUADRO DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESO		
	<b>OBJETIVO:</b> Documentar el procedimiento de desbroce y limpieza del proyecto	
	<b>ALCANCE:</b> Procedimiento válido para la construcción de viviendas unifamiliares con sistema M2	
ENTRADAS		
<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>PROVEEDOR</b>	<b>PROCESO DE REFERENCIA</b>
Determinación uso de maquinaria	CONTRATANTE	MP-IVT-001
Entrega implantación del proyecto	CONTRATANTE	MP-IVT-001
SALIDAS		
<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>CLIENTE</b>	<b>PROCESO DE REFERENCIA</b>
Determinación tratamiento de suelo	MEJORAMIENTO DE SUELO	MP-ESU-001
Excavación cimentación	EXCAVACION	MP-EXC-001
CONTROLES		
e. max.adm en el cierre entre ejes $\leq 0.15\%$		
e. max.adm en cota de cada eje $\leq \pm 2\text{cm}$ .		
Responsable del documento	Aprobación	
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO	
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN		

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2					
MANUAL DE PROCESOS					
<b>DESBROCE Y LIMPIEZA</b>	<b>CODIGO</b>	MP-DYL-001			
	<b>EMISION</b>	01/01/2008			
	<b>REVISION</b>	001			
	<b>LAMINA</b>	5 DE 5			
RECURSOS					
<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>CANT</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>CANT</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>CANT</b>
PALAS	5			TRACTOR DE ORUGAS	0
PICOS	3			RETROEXCAVADORA	1
CARRETILLAS	4			MINICARGADORA	1
				VOLQUETA	1
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>	<b>CANT</b>	<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN (POR PERSONA)</b>			<b>CANT.</b>
Ingeniero civil	1	Botas de seguridad			1
Ayudante	1	Casco			1
Anotador	1	Chaleco reflectivo			1
Chofer	1	Mascarillas			1
Peón	5	Protección auditiva (caso de ser requerido)			1
Albañil	3				
REGISTROS					
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DENOMINACION</b>				<b>CODIGO</b>
LIMPIEZA DE ESCOMBROS	REPORTE DE LIMPIEZA DE ESCOMBROS				<a href="#">REG-LDE-001</a>
DESBROCE DE C. VEGETAL	REPORTE DESBROCE CAPA VEGETAL				<a href="#">REG-DCV-001</a>
DESALOJO	DESALOJO DE ESCOMBROS Y CAPA VEGETAL				<a href="#">REG-DSJ-001</a>
<b>INDICADORES</b>	<b>FORMULA DE CALCULO</b>				
Responsable del documento	Aprobación				
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO				
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN					

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>DESBROCE Y LIMPIEZA</b>	
		CODIGO	MP-DYL-001
		CODIGO	IT-LEA-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>		<b>LIMPIEZA DE ESCOMBROS ARBOLES Y/O EDIFICACIONES ANTIGUAS</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
1	Limpieza del terreno	1a	Se deberá iniciar la limpieza del terreno de la parte menos accesible hasta el acceso principal.
		1b	Se deberán retirar los árboles y matas de gran tamaño
		1c	Se deberán retirar los escombros que existan en el terreno hasta que la superficie del terreno este limpia de cualquier elemento que sobresalga del mismo.
2	Derrocamiento de edificaciones		En el caso de existir una edificación antigua o que se haya decidido derrocar, se deberá tener en cuenta el tipo de maquinaria que se va a utilizar para este fin, adicionalmente se deberá crear un plan de ejecución del derrocamiento, y luego se establecerán las formas de desalojo de estos escombros.

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>DESBROCE Y LIMPIEZA</b>	
		CODIGO	MP-DYL-001
		CODIGO	IT-DCV-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>		<b>DESBROCE DE CAPA VEGETAL</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
1	Desbroce de capa vegetal	1A	Mediante maquinaria pesada se debe retirar cualquier resto vegetal del terreno.
		1B	Se deberá retirar la capa vegetal en partes, siempre empezando por los lugares más inaccesibles al terreno para arrastrar la capa vegetal hasta los lugares más accesibles.

NOTA:

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>DESBROCE Y LIMPIEZA</b>	
		CODIGO	MP-DYL-001
		CODIGO	IT-DSJ-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>		<b>DESALOJO</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
1	DESALOJO ESCOMBROS	1A	El anotador encargado deberá medir el tamaño del cajón de cada volqueta antes de su primera cargada, además se realizará un chequeo visual del transporte tomando nota del número de placa y nombre del chofer.
		1B	Con el visto bueno del fiscalizador, se deberán cargar volquetas con escombros, y en caso de ser material reutilizable se ubicará según las indicaciones del fiscalizador y/o propietario de la obra. Cada salida de vehículos deberá ser informado al anotador.€
2	DESALOJO CAPA VEGETAL	2A	El anotador encargado deberá medir el tamaño del cajón de cada volqueta antes de su primera cargada, además se realizará un chequeo visual del transporte tomando nota del número de placa y nombre del chofer.
		2B	Con el visto bueno del fiscalizador, se deberán cargar volquetas con restos de capa vegetal,. Cada salida de vehículos deberá ser informado al anotador

NOTA:

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>	<b>DESBROCE Y LIMPIEZA</b>	CODIGO	MP-DYL-001
		CODIGO	REG-LDE-001
<b>REGISTRO</b>	<b>LIMPIEZA DE ESCOMBROS</b>	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1

<b>FECHA</b>	12/03/2006	13/03/2006	14/03/2006	15/03/2006
<b>HORA DESDE</b>	7:30	7:30	7:30	7:30
<b>HORA HASTA</b>	16:30	16:30	16:30	16:30

<b>UBICACIÓN CUADRILLA</b>				
EJES	PLATAFORMA 1A	PLATAFORMA 1A	PLATAFORMA 1A	PLAT 1A Y 1B
<b>CUADRILLA DE TRABAJO</b>				
No. PEON	5	4	4	7
No. AYUDANTE				
No. ALBAÑIL				
No. MM	1	1	1	1
<b>MAQUINARIA</b>				
	HERRAMIENTA	HERRAMIENTA	HERRAMIENTA	HERRAMIENTA
<b>VISTO BUENO</b>				
FISCALIZADOR				
OBSERVACIONES FISCALIZADOR				
OBSERVACIONES CONTRATISTA				
EN LA ZONA EXISTE MATERIAL QUE PUEDE SER RECICLADO?				
	NO			
ESTE MATERIAL SE COLOCARÁ EN:				
	NA			
OBSERVACIONES:				

FISCALIZADOR	CONTRATISTA	FECHA: 15/03/2006
--------------	-------------	----------------------

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>	<b>DESBROCE Y LIMPIEZA</b>	CODIGO	MP-DYL-001
		CODIGO	REG-DCV-001
<b>REGISTRO</b>	<b>DESBROCE CAPA VEGETAL</b>	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1

<b>FECHA</b>	18/03/2006		
<b>HORA DESDE</b>	4:19:12		
<b>HORA HASTA</b>	14:24:00		

<b>UBICACIÓN CUADRILLA</b>			
EJES	TODO PROYECTO		
<b>CUADRILLA DE TRABAJO</b>			
No. PEON	4		
No. AYUDANTE			
No. ALBAÑIL			
No. MM	1		
<b>MAQUINARIA</b>			
	MINICARGADORA		
	VOLQUETA		
<b>VISTO BUENO</b>			
FISCALIZADOR			
OBSERVACIONES FISCALIZADOR			
OBSERVACIONES CONTRATISTA			
OBSERVACIONES: NO SE REGISTRO			

		FECHA: 18/03/2006
--	--	----------------------

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2							
<b>PROCESO:</b>				<b>DESBROCE Y LIMPIEZA</b>		CODIGO	MP-DYL-001
						CODIGO	REG-DSJ-001
<b>REGISTRO</b>				<b>DESALOJO</b>		EMISIÓN	01/01/2008
						LAMINA	1 DE 1
FECHA	20/03/2006	20/03/2006	20/03/2006	20/03/2006			
NUMERO DE PLACA	PTJ-987	PTJ-987	PTJ-987	CTB-223			
	WILLIAM CADENA	WILLIAM CADENA	WILLIAM CADENA	JUAN GUAÑA			
VOLUMEN DEL CAJON VOLQUETADO	7,58	7,58	7,58	8,2			
TIPO DE MATERIAL A TRANSPORTAR	TIERRA Y ESCOMBROS	TIERRA Y ESCOMBROS	TIERRA Y ESCOMBROS	TIERRA Y ESCOMBROS			
HORA DE SALIDA	8:30	10:30	14:00	13:30			
FIRMA DEL CHOFER							
OBSERVACIONES:							
_____ FISCALIZADOR		_____ CONTRATISTA				FECHA: 20/03/2006	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
REPLANTEO Y NIVELACION			MP-RYN-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
LAMINA 1 DE 5				
DESCRIPCION DE LAS REVISIONES				
REV	FECHA	ALTERACION	OBSERVACIONES	
001	01/01/2008		EMISION INICIAL	

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

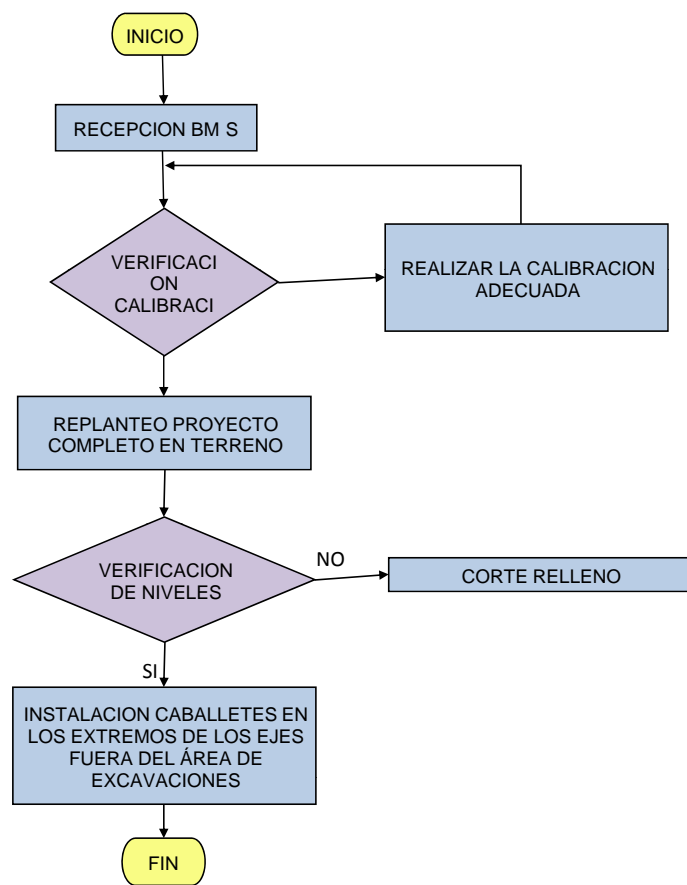
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
REPLANTEO Y NIVELACION			MP-RYN-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
LAMINA 2 DE 5				
CUADRO DE DESCRIPTORES Y RESPONSABILIDADES				
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RESPONSABLE	IT	
Recepción de BM's de partida y referencia	El contratante proveerá la ubicación del BM o punto de partida de la cota del proyecto.	Gerente de Planta		
Verificación de calibración del equipo	Recepción de la certificación documentada de calibración de equipo de topografía por parte del laboratorio acreditado.	Gerente de Planta		
Replanteo del proyecto en el terreno	Mediante el empleo de equipo topográfico, replantear todo el proyecto utilizando estacas.	Gerente de Planta	<a href="#">IT-REP-001</a>	
Verificación de niveles	Mediante el equipo de nivelación, se confirman las cotas en puntos referenciales, para evaluar cortes y rellenos.	Gerente de Planta	<a href="#">IT-NIV-001</a>	
Colocación de caballetes de madera	Instalación de caballetes (goles) de madera al inicio y fin de cada eje verificando que no queden dentro del área de excavación. En dichos caballetes se debe colocar un clavo 11/2" para tensar cuerdas (piolas) y así demarcar los ejes. Marcar en cada caballete con pintura roja el nombre de cada eje.	Gerente de Planta		

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

<b>CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2</b>	
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>	<b>CODIGO</b> MP-RYN-000
<b>REPLANTEO Y NIVELACION</b>	<b>EMISION</b> 01/01/2008
	<b>REVISION</b> 001
	<b>LAMINA</b> 3 DE 5
<b>DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO</b>	



Responsable del documento GERENCIA DE CALIDAD	Aprobación GERENTE PROYECTO
<b>DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN</b>	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
MANUAL DE PROCESOS		CODIGO	MP-RYN-001
REPLANTEO Y NIVELACION		EMISION	01/01/2008
		REVISION	001
		LAMINA	4 DE 5
CUADRO DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESO			
		<p>OBJETIVO: Documentar el procedimiento de replanteo y nivelación del proyecto en el terreno</p> <p>ALCANCE: Procedimiento válido para la construcción de viviendas unifamiliares con sistema M2</p>	
ENTRADAS			
DENOMINACIÓN	PROVEEDOR	PROCESO DE REFERENCIA	
Entrega de ubicación de BM de referencia	CONTRATANTE	MP-IVT-001	
Entrega de planos de implantación digitalizados	CONTRATANTE		
SALIDAS			
DENOMINACIÓN	CLIENTE	PROCESO DE REFERENCIA	
Ejes de proyecto con abscisas, ordenadas y cotas del	Compactación del terreno	MP-NCT-001	
CONTROLES			
e. max.adm en el cierre entre ejes $\leq 0.15\%$			
e. max.adm en cota de cada eje $\leq \pm 2\text{cm}$ .			
Responsable del documento		Aprobación	
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO	
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN			

<b>CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2</b>	
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>	<b>CODIGO</b> MP-RYN-001
<b>REPLANTEO Y NIVELACION</b>	<b>EMISION</b> 01/01/2008
	<b>REVISION</b> 001
	<b>LAMINA</b> 5 DE 5
<b>RECURSOS</b>	

HERRAMIENTAS	CANT	MATERIAL	CANT	EQUIPO	CANT
Lápiz	1	Estaca	var.	Estación total	1
Tablero anotaciones	1	Rieles de laurel	var.	Prismas	2
Flexómetro o cinta	var.	Pintura	var.	Nivel	1
Piola	var.	Clavos	var.	Mira	1
Combo	1				
Regla	1				

PERSONAL REQUERIDO	CANT	EQUIPO DE PROTECCIÓN (POR PERSONA)	CANT.
Topógrafo	1	Ropa de trabajo	1
Cadenero	3	Casco	1
Nivelador	1	Botas de seguridad	1
		Gafas de seguridad	1
		Chaleco reflectivo	1
		Guantes (ayudante)	1
		Protección auditiva (caso de ser requerido)	1
		Mascarillas	1

<b>REGISTROS</b>		
ACTIVIDAD	DENOMINACION	CODIGO
RECEPCION DE BM 	Entrega recepción de ubicación de BM's	<a href="#">REG-EBM-001</a>
VERIFICACION CALIB. EQUIPO	Certificación de calibración emitida por laboratorio acreditado	
REPLANTEO PROYECTO COMPLETO	Lista de verificación de conformidad en el cierre entre ejes.	<a href="#">REG-LVEC-001</a>
VERIFICACION DE NIVELES	Lista de verificación de conformidad en cotas de cada eje.	<a href="#">REG-LVEC-001</a>
INSTALACION CABALLETES DE MADERA	Lista de verificación de conformidad en colocación de caballetes e identificación de ejes.	<a href="#">REG-LVCTE-001</a>

INDICADORES	FORMULA DE CALCULO
Índice de conformidad de replanteo	ICR= Puntos replanteados conformes/Total puntos de proyecto
Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
PROCESO:		NIVELACION Y REPLANTEO	
		CODIGO	MP-RYN-001
		CODIGO	IT-REP-001
INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:		REPLANTEO DEL PROYECTO EN EL TERRENO	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
01	Replanteo BM's de partida, cercanos a la zona de trabajo en función de los BM's iniciales	1a	Replanteo de dos puntos de referencia cercanos a la zona de trabajo, pero que sean inalterables (evitar excavaciones, paso de personal, etc.)
		1b	Empotrar en los puntos de referencia replanteados unos mojones de concreto. Señalar sobre ellos una cruz empleando un clavo de acero y regla. El centro de la cruz definirá exactamente los puntos de referencia nuevos, nombrar los mojones con pintura y pincel.
02	Replanteo de puntos perimetrales	2a	En función de los puntos referenciales ubicados en los mojones, hacer el replanteo de los puntos esquineros del perímetro del proyecto. En el caso de que no exista la suficiente visibilidad desde la estación total a ciertos puntos esquineros. Replantar nuevas estaciones o puntos de referencia cercanos a estos puntos esquineros. Plantar nuevamente la estación en estos puntos.
		2b	Comprobar que el área replantada se enmarque dentro del espacio previsto y no interfiera con otras edificaciones.
03	Replantar ejes	3a	Partiendo de los puntos referenciales ubicados en los mojones, replantar los ejes ubicando puntos cada 50m, siguiendo la dirección de cada eje.
04	Demarcar Plintos y vigas de cimentación	4a	Replantar como mínimo 2 esquinas de cada plinto y 2 esquinas de las vigas de cimentación.

NOTA: Se aceptará un rango de tolerancia de 1cm. Esta tolerancia deberá ser definida y validada por el responsable del diseño u otra persona autorizada

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
PROCESO:		NIVELACION Y REPLANTEO	
		CODIGO	MP-RYN-001
		CODIGO	IT-NIV-001
INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:		VERIFICACION DE NIVELES	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
01	Nivelar Rasante	1a	A partir de la cota de proyecto en cada eje (AAGC), hacer una nivelación del eje cada centro de columna.
		1b	banderas de plástico con asta de varilla D=10mm ( o similar), escribiendo con marcador permanente sobre el plástico la diferencia de nivel, con marcador verde diferencia POSITIVA (relleno) y con rojo la diferencia NEGATIVA (corte). Tomando en cuenta las tolerancias admisibles.
		1c	Una vez colocadas las banderas, se deberá proceder al corte y/o relleno del terreno con la maquinaria escogida.

NOTA: Se aceptará un rango de tolerancia de 1cm. Esta tolerancia deberá ser definida y validada por el responsable del diseño u otra persona autorizada

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2																																																								
<b>PROCESO:</b>		<b>NIVELACION Y REPLANTEO</b>			CODIGO	<a href="#">MP-RYN-001</a>																																																		
					CODIGO	<a href="#">REG-EBM-001</a>																																																		
<b>REGISTRO:</b>		<b>VERIFICACION DE NIVELES</b>			EMISIÓN	01/01/2008																																																		
					LAMINA	1 DE 1																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">BM</th> <th rowspan="2">TIPOLOGIA</th> <th colspan="3">COORDENADAS GEOGRÁFICAS</th> <th rowspan="2">COTA PROYECTO</th> </tr> <tr> <th>N</th> <th>E</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>.1-2</td> <td>1003,97</td> <td>995,08</td> <td>2248</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						BM	TIPOLOGIA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS			COTA PROYECTO	N	E	Z	A	.1-2	1003,97	995,08	2248																																					
BM	TIPOLOGIA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS			COTA PROYECTO																																																			
		N	E	Z																																																				
A	.1-2	1003,97	995,08	2248																																																				
PLANO DIGITAL UBICACIÓN BM's <span style="float: right;">SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></span>																																																								
OBSERVACIONES:																																																								
_____ CONTRATANTE		_____ CONTRATISTA			FECHA: 28/03/2006																																																			

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2					
PROCESO:	NIVELACION Y REPLANTEO			CODIGO	MP-RYN-001
REGISTRO:	LISTA DE VERIFICACION DE CONFORMIDAD EN EL CIERRE ENTRE EJES Y COTAS			CODIGO	REG-LVEC-001
				EMISIÓN	01/01/2008
				LAMINA	1 DE 1

Punto x/y	Coordenada PROYECTO (m)			Coordenada REPLANTEO (m)			DIF. X	TOLERA		DIF. Y	TOLERANCIA ≤ 0.15%		DIF. Z	TOLERANCIA ≤ 0.15%	
	X	Y	Z	X	Y	Z		CU MPL E	NO CU MPL E		CUMPLE	NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE
A - 1	1102,82	987	2254	1102,8	986,98	2253,74	0	X		0,02	X		0,26		X
A - 2	1105,28	990	2254	1105,25	990	2254,2	0	X		0	X		-0,2	X	
A - 3	1108,14	992,57	2254	1108,15	992,56	2254,3	-0	X		0,01	X		-0,3		X
B - 1	1110,6	994,55	2254	1110,62	994,5	2253,5	-0	X		0,05		X	0,5		X
B - 2	1113,46	997,25	2254	1113,45	997,22	2253,9	0	X		0,03		X	0,1	X	
B - 3	1115,59	1002,25	2254	1115,55	1002,28	2253,6	0		X	-0,03		X	0,4		X
C - 1	1118,41	1005,25	2254	1118,43	1005,31	2254	-0	X		-0,06		X	0	X	
C - 2	1120,87	1007,82	2254	1120,87	1007,78	2253,6	0	X		0,04		X	0,4		X
C - 3	1123,73	1009,8	2254	1123,73	1009,79	2253,1	0	X		0,01	X		0,9		X
D - 1	1126,19	1012,5	2254	1126,17	1012,51	2254,9	0	X		-0,01	X		-0,9		X
D - 2	1129,05	1017,5	2254	1129,06	1017,52	2254	-0	X		-0,02	X		0	X	
D - 3	1131,18	1018,5	2254	1131,19	1018,49	2253,6	-0	X		0,01	X		0,4		X

OBSERVACIONES:

LEVANTADO POR:

(RESIDENTE)

APROBADO POR:

FISCALIZACION:

LUGAR Y FECHA

28/03/2006



CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO
NIVELACION Y COMPACTACION DEL TERRENO			MP-NCT-001
			EMISION
			01/01/2008
			REVISION
			001
			LAMINA
			1 DE 5
DESCRIPCION DE LAS REVISIONES			
REV	FECHA	ALTERACION	OBSERVACIONES
001	01/01/2008		EMISION INICIAL

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

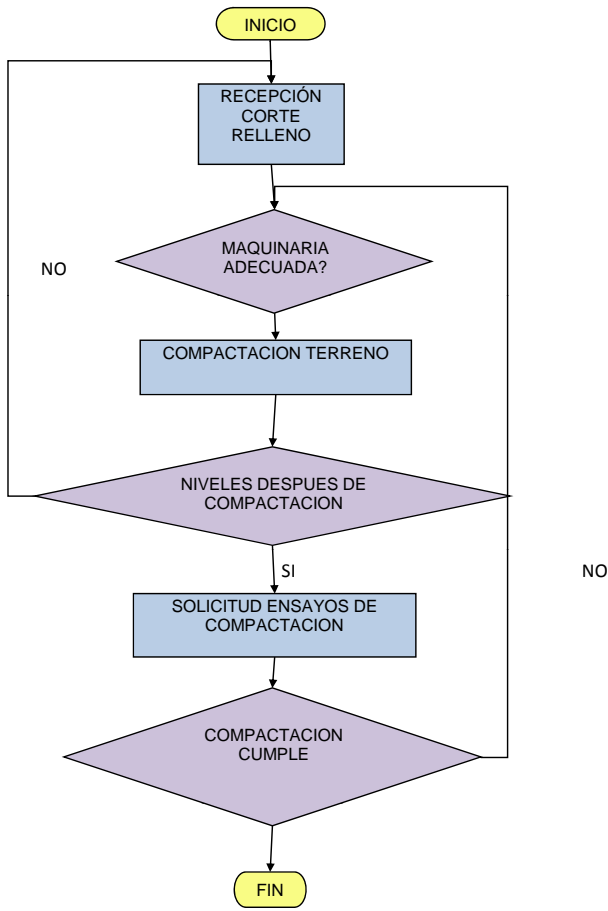
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO
NIVELACION Y COMPACTACION DEL TERRENO			MP-NCT-001
			EMISION
			01/01/2008
			REVISION
			001
			LAMINA
			2 DE 5
CUADRO DE DESCRIPTORES Y RESPONSABILIDADES			
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RESPONSABLE	IT
Recepción de corte/relleno del terreno	Se recibirá el corte y relleno realizado en el terreno, si el relleno despues de ser compactado no cumple los niveles requeridos, se deberá rellenar hasta donde sea necesario	Gerente de planta y Fiscalización	
Verificación del equipo de compactación	Recepción de las especificaciones técnicas del equipo de compactación, donde se incluirá rendimiento y manual de uso.	Gerente de planta y Fiscalización	
Compactación del terreno	Se compactarán las zonas donde se construirán las edificaciones futuras.	Gerente de planta	
Verificación de los niveles después de la compactación	Mediante el equipo de topografía y herramienta manual se confirman los niveles de las plataformas compactadas	Gerente de planta	
Solicitud de ensayos de compactación	Se solicitan de 1 a 3 muestras para los estudios de compactación de suelo correspondientes en cada plataforma. Estos ensayos deberán ser realizados por el Encargado de Estudios de suelo.	Gerente de planta	
Verificación de la compactación	Se verificarán los estudios de suelo, comprobando si los resultados de los ensayos sean los adecuados para iniciar las excavaciones	Gerente de planta	

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2	
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>	
<b>NIVELACION Y COMPACTACION DEL TERRENO</b>	<b>CODIGO</b> MP-NCT-001
	<b>EMISION</b> 01/01/2008
	<b>REVISION</b> 001
	<b>LAMINA</b> 3 DE \$
<b>DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO</b>	



Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
MANUAL DE PROCESOS		CODIGO	MP-NCT-001
NIVELACION Y COMPACTACION DEL TERRENO		EMISION	01/01/2008
		REVISION	001
		LAMINA	4 DE 5
CUADRO DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESO			
		<p>OBJETIVO: Documentar el procedimiento de compactación del proyecto en el terreno</p> <p>ALCANCE: Procedimiento válido para la construcción de viviendas unifamiliares con sistema M2</p>	
ENTRADAS			
DENOMINACIÓN	PROVEEDOR	PROCESO DE REFERENCIA	
Entrega del terreno replanteado y nivelado	CONTRATANTE	MP-RYN-001	
Entrega de implantación digitalizada	CONTRATANTE		
SALIDAS			
DENOMINACIÓN	CLIENTE	PROCESO DE REFERENCIA	
Plataformas para edificaciones debidamente compactadas y	Excavación de cimentación	MP-EXC-001	
CONTROLES			
Responsable del documento		Aprobación	
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO	
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN			

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2	
MANUAL DE PROCESOS	
<b>NIVELACION Y COMPACTACION DEL TERRENO</b>	<b>CODIGO</b> MP-NCT-001
	<b>EMISION</b> 01/01/2008
	<b>REVISION</b> 001
	<b>LAMINA</b> 5 DE 5
RECURSOS	

HERRAMIENTAS	CANT	MATERIAL	CANT	EQUIPO	CANT
Palas	var.			Equipo de compactación aprobado	1
Picos	var.				
Flexómetro	var.				
Tablero de anotaciones	1				
Carretillas	var.				

PERSONAL REQUERIDO	CANT	EQUIPO DE PROTECCIÓN (POR PERSONA)	CANT.
Ingeniero Civil	1	Ropa de trabajo	1
Nivelador	1	Casco	1
Cadenero	1	Botas de seguridad	1
Ayudante	2	Gafas de seguridad	1
Peón	2	Chaleco reflectivo	1
		Guantes (ayudante)	1
		Protección auditiva (caso de ser requerido)	1
		Mascarillas	1

<b>REGISTROS</b>		
ACTIVIDAD	DENOMINACION	CODIGO
	INFORME DE EQUIPO DE COMPACTACIÓN A UTILIZAR EN EL TERRENO	<a href="#">REG-LVE-001</a>
	REPORTE DE COMPACTACION DEL TERRENO	<a href="#">REG-CT-001</a>
	REPORTE DE TOMA DE MUESTRAS EN PLATAFORMAS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE SUELO	<a href="#">REG-TME-001</a>

INDICADORES	FORMULA DE CALCULO
Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2																																			
<b>PROCESO:</b>	<b>NIVELACION Y COMPACTACION DEL TERRENO</b>	CODIGO	MP-NCT-001																																
		CODIGO	REG-LVEG-001																																
<b>REGISTRO</b>	<b>LISTA DE VERIFICACION PARA USO DE EQUIPO DE COMPACTACION</b>	EMISIÓN	01/01/2008																																
		LAMINA	1 DE 1																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">INFORMACION TECNICA RECIBIDA</th> </tr> <tr> <th>FECHA RECIBIDO</th> <th>TIPO DE MAQUINA</th> <th>MANUAL DE USO</th> <th>RENDIMIENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15/03/2006</td> <td>RODILLO COMPACTADOR</td> <td>SI</td> <td>200 M3 /DIA</td> </tr> <tr> <td>15/03/2006</td> <td>RETROEXCAVADORA</td> <td>NO</td> <td>200 M3 /DIA</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>				INFORMACION TECNICA RECIBIDA				FECHA RECIBIDO	TIPO DE MAQUINA	MANUAL DE USO	RENDIMIENTO	15/03/2006	RODILLO COMPACTADOR	SI	200 M3 /DIA	15/03/2006	RETROEXCAVADORA	NO	200 M3 /DIA																
INFORMACION TECNICA RECIBIDA																																			
FECHA RECIBIDO	TIPO DE MAQUINA	MANUAL DE USO	RENDIMIENTO																																
15/03/2006	RODILLO COMPACTADOR	SI	200 M3 /DIA																																
15/03/2006	RETROEXCAVADORA	NO	200 M3 /DIA																																
OBSERVACIONES:																																			

_____ APROBADO FISCALIZACION	_____ CONTRATISTA	FECHA: 29/03/2006
---------------------------------	----------------------	----------------------

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>	<b>NIVELACION Y COMPACTACION DEL TERRENO</b>	CODIGO	MP-NCT-001
		CODIGO	REG-CT-001
<b>REGISTRO</b>	<b>REPORTE DE COMPACTACION DEL TERRENO</b>	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1

UBICACIÓN						
NOMBRE DE LA PLATAFORMA	EJE 1	EJE 2	COTA PROYECTO (CP)	COTA COMPACTADA (CC)	DIFERENC. (CC-CP)	CUMPLE TOLERANCIA?
1A	1	1	2254	2253,74	0,26	NO
2A	1	2	2254	2254,2	-0,2	SI
3A	1	3	2254	2254,3	-0,3	NO
4A	2	1	2254	2253,5	0,5	NO
5A	2	2	2254	2253,9	0,1	SI
6A	2	3	2254	2253,6	0,4	NO
7A	3	1	2254	2254	0	SI
8A	3	2	2254	2253,6	0,4	NO
9A	3	3	2254	2253,1	0,9	NO

LAS COTAS SERÁN TOMADAS EN LOS PUNTOS INDICADOS EN EL PROCESO REPLANTEO Y NIVELACION CENTROS DE COLUMNA, 2 PUNTOS DE VIGAS Y 2 PUNTOS EN PLINTOS

**MANO DE OBRA:**

TIPO	MM	ALBAÑIL	PEON	AYUD.	OPERAD
CANTIDAD	1	2	4		1
DESDE (HRS)	7:30	7:30	7:30		7:30
HASTA (HRS)	16:30	16:30	16:30		16:30
HORAS TRABAJO	9	9	9		9

**EQUIPO USADO**

TIPO MAQ	TRACTOR HOJA TOPADORA	RODILLO	PLANCHA COMPACTADORA
CANTIDAD	2	1	2
DESDE (HRS)	8:30	8:30	8:30
HASTA (HRS)	15:30	15:30	15:30
HORAS TRABAJO	7	8	9

**HERRAMIENTA**

TIPO HERRAM					
CANTIDAD					
DESDE (HRS)					
HASTA (HRS)					
HORAS TRABAJO					

SE UTILIZARÁ LA MISMA MATRIZ DE DIVISIÓN QUE SE PLANTEÓ PARA EL REPLANTEO ESTE FORMULARIO SE DEBE COMPLETAR DIARIAMENTE

OBSERVACIONES:

APROBADO FISCALIZACION	CONTRATISTA	FECHA: 29/03/2006
------------------------	-------------	----------------------

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2																																																																							
<b>PROCESO:</b>	<b>NIVELACION Y COMPACTACION DEL TERRENO</b>				CODIGO	MP-NCT-001																																																																	
					CODIGO	REG-TME-001																																																																	
<b>REGISTRO</b>	<b>TOMA DE MUESTRAS EN PLATAFORMAS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS</b>				EMISIÓN	01/01/2008																																																																	
					LAMINA	1 DE 1																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">UBICACIÓN</th> </tr> <tr> <th>NOMBRE DE LA PLATAFORMA</th> <th>EJE 1</th> <th>EJE 2</th> <th>NOMBRE DE LA MUESTRA</th> <th>RESULTADOS DE LOS ENSAYOS</th> <th>CUMPLE?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1A</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>a</td> <td>95%</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>2A</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>b</td> <td>96%</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>3A</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>c</td> <td>94%</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>4A</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>d</td> <td>95%</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>5A</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>e</td> <td>93%</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>6A</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>f</td> <td>97%</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>7A</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>g</td> <td>96%</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>8A</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>h</td> <td>95%</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>9A</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>i</td> <td>92%</td> <td>NO</td> </tr> </tbody> </table>						UBICACIÓN						NOMBRE DE LA PLATAFORMA	EJE 1	EJE 2	NOMBRE DE LA MUESTRA	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS	CUMPLE?	1A	1	1	a	95%	SI	2A	1	2	b	96%	SI	3A	1	3	c	94%	NO	4A	2	1	d	95%	SI	5A	2	2	e	93%	NO	6A	2	3	f	97%	SI	7A	3	1	g	96%	SI	8A	3	2	h	95%	SI	9A	3	3	i	92%	NO
UBICACIÓN																																																																							
NOMBRE DE LA PLATAFORMA	EJE 1	EJE 2	NOMBRE DE LA MUESTRA	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS	CUMPLE?																																																																		
1A	1	1	a	95%	SI																																																																		
2A	1	2	b	96%	SI																																																																		
3A	1	3	c	94%	NO																																																																		
4A	2	1	d	95%	SI																																																																		
5A	2	2	e	93%	NO																																																																		
6A	2	3	f	97%	SI																																																																		
7A	3	1	g	96%	SI																																																																		
8A	3	2	h	95%	SI																																																																		
9A	3	3	i	92%	NO																																																																		
<p>LA COMPACTACIÓN DEL SUELO DEBE SER IGUAL O MAYOR AL 95%  SE UTILIZARÁ LA MISMA MATRIZ DE DIVISIÓN QUE SE PLANTEÓ PARA EL REPLANTEO  ESTE FORMULARIO SE DEBE COMPLETAR DIARIAMENTE</p>																																																																							
OBSERVACIONES:																																																																							
_____ APROBADO FISCALIZACION		_____ CONTRATISTA		FECHA: 29/03/2006																																																																			

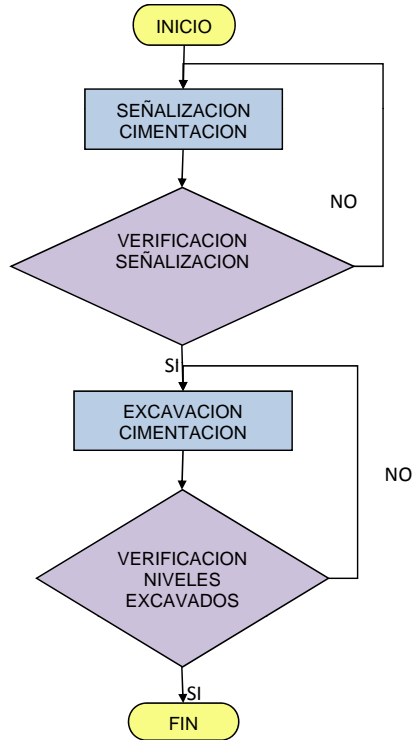
CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
EXCAVACION DE CIMENTACION			MP-EXC-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
			LAMINA	
			1 DE 5	
DESCRIPCION DE LAS REVISIONES				
REV	FECHA	ALTERACION	OBSERVACIONES	
001	01/01/2008		EMISION INICIAL	

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
EXCAVACION DE CIMENTACION			MP-EXC-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
			PAGINA	
			2 DE 5	
CUADRO DE DESCRIPTORES Y RESPONSABILIDADES				
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RESPONSABLE	IT	
Señalización geométrica de la cimentación	Mediante cal o caoba se trazan líneas, formando lageometría de la cimentación de la plataforma. Se hará uso de los caballetes para la colocación de cuerdas o piolas.	RESIDENTE	IT-SGC-001	
Verificación geométrica	Mediante los puntos replanteados, equipo topográfico se confirmarán los trazos.	GERENTE PLANTA Y/O FISCALIZACION		
Excavación de cimentación	Mediante el uso de herramienta menor (palas, picos y carretillas) se iniciará la excavación cuidando los niveles correspondientes	RESIDENTE	<a href="#">IT-EXCC-001</a>	
Verificación de niveles	Mediante equipo topográfico y herramienta menor se confirman los niveles en los que se han dejado las excavaciones.	GERENTE PLANTA Y/O FISCALIZACION		

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

<b>CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2</b>		
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>		<b>CODIGO</b> MP-EXC-001
<b>EXCAVACION DE CIMENTACION</b>		<b>EMISION</b> 01/01/2008
		<b>REVISION</b>
		<b>LAMINA</b> 3 DE 5
<b>DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO</b>		



Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

<b>CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2</b>		
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>		<b>CODIGO</b> MP-EXC-001
<b>EXCAVACION DE CIMENTACION</b>		<b>EMISION</b> 01/01/2008
		<b>REVISION</b> 001
		<b>LAMINA</b> 4 DE 5
<b>CUADRO DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESO</b>		
		<p>OBJETIVO: Documentar el procedimiento de excavaciones en cimentaciones en el proyecto</p> <p>ALCANCE: Procedimiento válido para la construcción de viviendas unifamiliares con sistema M2</p>
<b>ENTRADAS</b>		
DENOMINACIÓN	PROVEEDOR	PROCESO DE REFERENCIA
Replanteo y nivelación del proyecto	replanteo y nivelación	MP-RYN-001
Compactación de las plataformas de futuras edificaciones	Compactación del terreno	MP-NCT-001
Entrega de planos estructurales para la cimentación	CONTRATANTE	
<b>SALIDAS</b>		
DENOMINACIÓN	CLIENTE	PROCESO DE REFERENCIA
Excavaciones en cimentación del proyecto	Replanteo en cimentación	MP-NCRC-001
<b>CONTROLES</b>		
Responsable del documento	Aprobación	
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO	
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN		

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>		<b>CODIGO</b>	MP-EXC-001
<b>EXCAVACION DE CIMENTACION</b>		<b>EMISION</b>	01/01/2008
		<b>REVISION</b>	001
		<b>LAMINA</b>	5 DE 5
RECURSOS			

HERRAMIENTAS	CANT	MATERIAL	CANT	EQUIPO	CANT
Palas	var.	cal	var.	Gallineta (caso de ser requerido)	1
Picos	var.			Equipo topografía	1
Flexómetro	var.				
Tablero de anotaciones	1				
Carretillas	var.				

PERSONAL REQUERIDO	CANT	EQUIPO DE PROTECCIÓN (POR PERSONA)	CANT.
Ingeniero Civil	1	Ropa de trabajo	1
Nivelador	1	Casco	1
Cadenero	1	Botas de seguridad	1
Ayudante	2	Gafas de seguridad	1
Peón	2	Chaleco reflectivo	1
Maestro Mayor	1	Guantes (ayudante)	1
Albañil	2	Protección auditiva (caso de ser requerido)	1
		Mascarillas	1

REGISTROS		
ACTIVIDAD	DENOMINACION	CODIGO
VERIFICAC.	Lista de verificación geométrica de cimentación en plataformas	<a href="#">REG-VGC-001</a>
VERIFICAC	Lista de verificación de niveles para excavación en plataforma	<a href="#">REG-VNE-001</a>

INDICADORES	FORMULA DE CALCULO
Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>EXCAVACION DE CIMENTACION</b>	<b>CODIGO</b>
			MP-EXC-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>		<b>SEÑALIZACIÓN DE LA GEOMETRÍA DE LA CIMENTACION EN LA PLATAFORMA</b>	<b>CODIGO</b>
			IT-SGC-001
			<b>EMISIÓN</b>
			01/01/2008
			<b>LAMINA</b>
			1 DE 1

No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
1	Señalización de la geometría de la cimentación en la plataforma	1a	Mediante los caballetes utilizados en el proceso REPLANTEO Y NIVELACIÓN se utilizarán pialas adicionales para proceder a marcar la plataforma
		1b	Tomando las cuerdas o pialas como referencia se procederá a medir y a dibujar con cal la cimentación que va a ser excavada de acuerdo a los planos entregados por la contratante

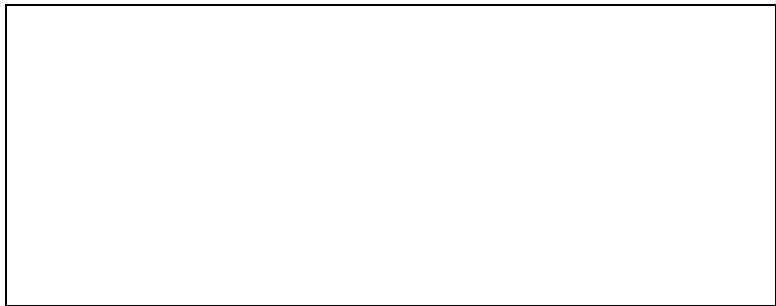
Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>EXCAVACION DE CIMENTACION</b>	
		CODIGO	MP-EXC-001
		CODIGO	IT-EXCC-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>		<b>EXCAVACIÓN DE CIMENTACIÓN</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		PAGINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
1	Excavación de cimentación	1a	A medida que la excavación va avanzando es de suma importancia tener los niveles de excavación claros en los planos de taller. Con la ayuda de las cuerdas colocadas se tomarán los niveles hasta llegar al nivel deseado.
		1b	Es de suma importancia realizar estos cortes con mucho cuidado, teniendo en cuenta que deberá protegerse al trabajador que se interne en excavaciones profundas, velando por la seguridad en caso de un derrumbe.
			Una vez terminada la excavación se deberán confirmar los niveles con la ayuda de equipo topográfico, en el caso de que la cimentación sea de gran tamaño.
NOTA:			
Responsable del documento		Aprobación	
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO	
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN			

**CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2**

<b>PROCESO:</b>	<b>EXCAVACIÓN DE CIMENTACIÓN</b>	CODIGO	MP-EXC-001
		CODIGO	REG-VGC-001
<b>REGISTRO</b>	<b>LISTA DE VERIFICACION GEOMETRICA DE CIMENTACION EN PLATAFORMAS</b>	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1



GRAFIQUE LA PLATAFORMA EN CASO DE SER NECESARIO PARA SUS ANOTACIONES

NOMBRE DE LA PLATAFORMA	UBICACIÓN		TIPO ELEMENTO	TRAZADO?	CUMPLE DIMENSIONES?	CUMPLE UBICACIÓN?
	EJE 1	EJE 2				
1A	1	1	LOSA	SI	SI	SI
2A	1	2	LOSA	SI	SI	SI
3A	2	1	LOSA	SI	SI	SI
4A	2	2	LOSA	SI	SI	SI
5A	3	1	LOSA	SI	SI	SI
6A	3	2	LOSA	SI	SI	SI

SI ALGUNA PREGUNTA NO SE CUMPLE NO DEBE SER ACEPTADO EL TRAZADO DE LA PLATAFORMA

**MANO DE OBRA:**

TIPO	MM	ALBAÑIL	PEON	AYUD.	OPERAD
CANTIDAD	2	4	5		3
DESDE (HRS)	7:30	7:30	7:30		7:30
HASTA (HRS)	16:30	16:30	16:30		16:30
HORAS TRABAJ	18	36	45		27

**EQUIPO USADO**

TIPO MAQ	RETRO	VOLQUETA			
CANTIDAD	1	2			
DESDE (HRS)	8:00	8:00			
HASTA (HRS)	15:30	15:30			
HORAS TRABAJ	7,5	15			

**HERRAMIENTA**

TIPO HERRAM	HERRAMIENTA MENOR				
CANTIDAD	-				
DESDE (HRS)	8:00				
HASTA (HRS)	15:30				
HORAS TRABAJ	7,5				

**MATERIAL**

TIPO MATERIAL					
CANTIDAD					

ESTE FORMULARIO SE DEBE COMPLETAR POR PLATAFORMA

OBSERVACIONES:

	FECHA: 02/04/2006
--	----------------------

**CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2**

<b>PROCESO:</b>	<b>EXCAVACIÓN DE CIMENTACIÓN</b>	CODIGO	<a href="#">MP-EXC-001</a>
		CODIGO	<a href="#">REG-VNE-001</a>
<b>REGISTRO</b>	<b>LISTA DE VERIFICACION DE NIVELES DE EXCAVACIÓN EN PLATAFORMA</b>	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1

UBICACIÓN				
NOMBRE DE LA PLATAFORMA	EJE 1	EJE 2	TIPO ELEMENTO	CUMPLE PROFUNDIDAD?
1A	1	1	LOSA	SI
2a	1	2	LOSA	SI
3a	1	3	LOSA	SI
4a	2	1	LOSA	SI
5a	2	2	LOSA	SI
6a	2	3	LOSA	SI
7a	3	1	LOSA	SI
8a	3	2	LOSA	SI
9a	3	3	LOSA	SI

**DESCRIPCION DE LA EXCAVACION  
MANO DE OBRA:**

TIPO	MM	ALBAÑIL	PEON	AYUD.	OPERAD	
CANTIDAD	2	4	5			
DESDE (HRS)	7:30	7:30	7:30			
HASTA (HRS)	16:30	16:30	16:30			
HORAS TRABAJ	18	36	45			

**EQUIPO USADO**

TIPO MAQ	EQUIPO TOPOGRAFICO				
CANTIDAD	1				
DESDE (HRS)	7:30				
HASTA (HRS)	16:30				
HORAS TRABAJ	9				

**HERRAMIENTA**

TIPO HERRAM	NA					
CANTIDAD						
DESDE (HRS)						
HASTA (HRS)						
HORAS TRABAJ						

SE UTILIZARÁ LA MISMA MATRIZ DE DIVISIÓN QUE SE PLANTEÓ PARA EL REPLANTEO  
ESTE FORMULARIO SE DEBE COMPLETAR DIARIAMENTE

OBSERVACIONES:

_____ APROBADO FISCALIZACION	_____ CONTRATISTA	FECHA: 02/04/2006
---------------------------------	----------------------	----------------------

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO
COLOCACIÓN Y NIVELACIÓN DE REPLANTILLO EN CIMENTACION			MP-NCRC-001
			EMISION
			01/01/2008
			REVISION
			001
			LAMINA
			1 DE 5
DESCRIPCION DE LAS REVISIONES			
REV	FECHA	ALTERACION	OBSERVACIONES
001	01/01/2008		EMISION INICIAL
Responsable del documento		Aprobación	
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO	
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN			

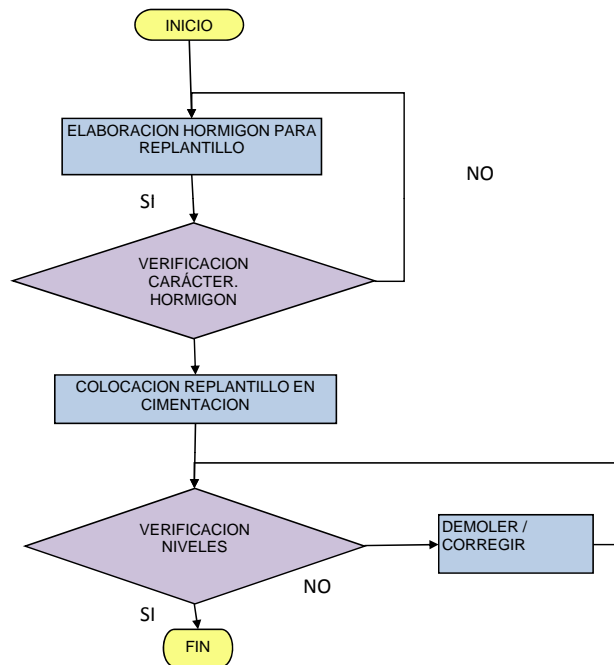
<b>CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2</b>	
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>	
<b>COLOCACIÓN Y NIVELACIÓN DE REPLANTILLO EN CIMENTACION</b>	<b>CODIGO</b> MP-NCRC-001
	<b>EMISION</b> 01/01/2008
	<b>REVISION</b> 001
	<b>PAGINA</b> 2 DE

<b>CUADRO DE DESCRIPTORES Y RESPONSABILIDADES</b>			
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>IT</b>
Diseño del hormigón	Con la información contenida en los planos, se deberá establecer por escrito la dosificación del hormigón a elaborar, si el hormigón es de características especiales deberá ser solicitado un diseño de hormigón a un laboratorio reconocido. Esta dosificación deberá ser aprobada por el fiscalizador de la obra.	GERENTE PLANTA Y/O RESIDENTE	
Elaboración de hormigón para replantillo	Para elaborar el hormigón para replantillo es importante tener un área de elaboración de hormigones, además es considerarán todas sus propiedades antes de colocarlo	GERENTE PLANTA Y/O RESIDENTE	IT-FHR-001
Colocación de replantillo en cimentación	Los trabajadores se equiparán con todos los accesorios de seguridad necesarios, se limpiará el sitio de trabajo y se prepararán las tuberías en el caso de ser necesarias. Se prepararán los niveles y ubicaciones con caballetes piolas, pintura, cal o caoba. Se prepararán la bomba de hormigón y la tubería para la colocación en caso de ser necesarios. Se vibrará el hormigón en su totalidad.	GERENTE PLANTA Y/O RESIDENTE	IT-CRC-001
Verificación de niveles	Mediante equipo topográfico o cuerdas se confirman los niveles en los que se ha dejado el replantillo en la cimentación	GERENTE PLANTA Y/O RESIDENTE	
Curado de hormigón en replantillo	Este curado se realizará después del fraguado inicial mediante dispositivos de riego con capas de aproximadamente 10cm de agua estancada durante 7 días, y se usará geotextil en caso de no ser posible el estancamiento de agua, cubriendo todas las zonas donde se encuentra hormigón. Este elemento deberá ser curado inmediatamente después de finalizada la fundición.	GERENTE PLANTA Y/O RESIDENTE	

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2	
MANUAL DE PROCESOS	CODIGO MP-NCRC-001
COLOCACIÓN Y NIVELACIÓN DE REPLANTILLO EN CIMENTACION	EMISION 01/01/2008
	REVISION 001
	LAMINA 3 DE 5
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	



Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
MANUAL DE PROCESOS		CODIGO	
COLOCACIÓN Y NIVELACIÓN DE REPLANTILLO EN CIMENTACION		MP-NCRC-001	
		EMISION	01/01/2008
		REVISION	001
		LAMINA	4 DE 5
CUADRO DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESO			
		<p>OBJETIVO: Documentar el procedimiento de colocación y nivelación de replantillo en cimentación en el proyecto</p> <p>ALCANCE: Procedimiento válido para la construcción de viviendas unifamiliares con sistema M2</p>	
ENTRADAS			
DENOMINACIÓN	PROVEEDOR	PROCESO DE REFERENCIA	
Excavaciones en cimentación del proyecto	Excavación cimentación	MP-EXC-001	
Entrega de planos estructurales para la cimentación	CONTRATANTE		
SALIDAS			
DENOMINACIÓN	CLIENTE	PROCESO DE REFERENCIA	
Replantillo colocado y nivelado	Colocación acero de refuerzo en	MP-NCRC-001	
CONTROLES			
Responsable del documento		Aprobación	
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO	
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN			

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2	
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>	<b>CODIGO</b> MP-NCRC-001
<b>COLOCACIÓN Y NIVELACIÓN DE REPLANTILLO EN CIMENTACION</b>	<b>EMISION</b> 01/01/2008
	<b>REVISION</b> 001
	<b>LAMINA</b> 5 DE 5
RECURSOS	

HERRAMIENTAS	CANT	MATERIAL	CANT	EQUIPO	CANT
Palas	var.	Ripio	var.	Concreteira	var.
Picos	var.	Arena	var.	mba de hormigón (en caso de ser requerido)	1
Flexómetro	var.	Agua	var.	Equipo de topografía	1
Tablero de anotaciones	1	Cemento	var.	Cono de Abrahams	
Carretillas	var.				

PERSONAL REQUERIDO	CANT	EQUIPO DE PROTECCIÓN (POR PERSONA)	CANT.
Ingeniero Civil	1	Ropa de trabajo	1
Nivelador	1	Casco	1
Cadenero	1	Botas de seguridad	1
Ayudante	2	Gafas de seguridad	1
Peón	2	Chaleco reflectivo	1
Maestro Mayor	1	Guantes (ayudante)	1
Albañil	2	Protección auditiva (caso de ser requerido)	1
		Mascarillas	1

REGISTROS		
ACTIVIDAD	DENOMINACION	CODIGO
 HORMIGON PARA	Registro de elaboración de hormigón, asentamiento en lugar de colocación, toma de muestras, resistencia	<a href="#">REG-EHR-001</a>
 VERIF.	Lista de verificación de niveles de replantillo y registro de la colocación del hormigón	REG-VNR-001

INDICADORES	FORMULA DE CALCULO
Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>COLOCACIÓN Y NIVELACIÓN DE REPLANTILLO EN CIMENTACION</b>	
		CODIGO	MP-NCRC-001
		CODIGO	IT-FHR-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>		<b>ELABORACIÓN HORMIGÓN PARA REPLANTILLO</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
1	Preparación área de elaboración de hormigón	1a	Todo el equipo a utilizarse debe estar limpio y estratégicamente ubicado para la fácil manipulación de los materiales
		1b	Todo el material a utilizarse deberá ser reportado al encargado de bodega para su registro.
2	Dosificación del hormigón	2a	De acuerdo al diseño entregado se procederá a la dosificación en campo. Es importante determinar la forma de colocar el agregado (volumen o al peso)
3	Elaboración del hormigón	3a	La mezcla del hormigón deberá realizarse según el CEC, ACI o el diseño de hormigón previamente solicitado.
4	Asentamiento del hormigón	4a	Con el cono de Abrahams es imperativo tomar muestras de cada mezcla elaborada en campo. Este valor debe estar entre 15cm.± 5cm.
5	Toma de muestras	5a	Se tomarán 3 muestras como mínimo por cada 8m3 de hormigón, las roturas serán: 1 cilindro a los 7 días, 1 cilindro a los 28 días y 1 por duda o verificación)

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>COLOCACIÓN Y NIVELACIÓN DE REPLANTILLO EN CIMENTACION</b>	
		CODIGO	MP-NCRC-001
		CODIGO	IT-CRC-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>		<b>COLOCACION DE HORMIGON DE REPLANTILLO</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
01	Disposición del grupo de trabajo	1a	El subcontratista deberá disponer del personal estratégicamente logrando un trabajo efectivo sin obstrucciones de ninguna índole, brindando una ergonomía para todo el equipo. Todo el personal deberá estar usando los accesorios de seguridad.
02	Limpieza del lugar de colocación del hormigón	2a	El subcontratista se encargará de tener limpio tanto el lugar de colocación del hormigón como los alrededores del mismo.
03	Preparación de niveles	3a	Colocación de caballetes en lugares donde no deban ser removidos con mucha frecuencia o movidos accidentalmente
		3b	Colocar piolas para facilitar la medición de niveles en el momento de fundición.
		3c	Marcar con pintura, cal o caoba donde sea necesario ubicar puntos específicos
04	Ubicación bomba de hormigón	4a	Será necesaria la bomba de hormigón en caso de colocar más de 16m3 de hormigón de replantillo para una fundición continua, debe ser estratégicamente ubicada y debe estar en perfecto estado de funcionamiento. La bomba de hormigón deberá limpiarse despues de cada uso.
05	Ubicación tubería	5a	La tubería debe ser ensamblada con previsión a los trabajos de colocación de hormigón, estableciendo la logística de colocación del hormigón, todos los elementos que constituyen la tubería deberán limpiarse despues de su uso.

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

**CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2**

<b>PROCESO:</b>	<b>COLOCACIÓN Y NIVELACIÓN DE REPLANTILLO EN CIMENTACION</b>	CODIGO	MP-NCRC-001
		CODIGO	REG-EHR-001
<b>REGISTRO</b>	<b>REGISTRO DE ELABORACIÓN DE HORMIGÓN, ASENTAMIENTO, TOMA DE MUESTRAS Y RESISTENCIAS</b>	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1

CANTIDAD ELABORADA:  m3

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
ASENTAMIENTOS (POR PARAD	15cm	12cm	14cm	13cm	14cm

NOMBRE DE LA MUESTRA	7 DIAS	a-7	b-7	c-7	d-7	e-7
	28 DIAS	a-28	b-28	c-28	d-28	e-28
	VERIFICACION	a-v	b-v	c-v	d-v	e-v
RESISTENCIAS (kg/cm2)	7 DIAS	124,8	120	122,4	124,8	122
	28 DIAS	156	150	153	156	152
	VERIFICACION	157	152	155	158	154

**MANO DE OBRA:**

TIPO	MM	ALBAÑIL	PEON	AYUD.	OPERAD	
CANTIDAD			2			
DESDE (HRS)			8:00			
HASTA (HRS)			16:30			
HORAS TRABAJ			17			

**EQUIPO USADO**

TIPO MAQ	NA	NA	NA	NA	NA	NA
CANTIDAD						
DESDE (HRS)						
HASTA (HRS)						
HORAS TRABAJ						

**HERRAMIENTA**

TIPO HERRAM	H. MENOR	NA	NA	NA	NA	NA
CANTIDAD	-					
DESDE (HRS)	7:30					
HASTA (HRS)	16:30					
HORAS TRABAJ	9					

**MATERIAL**

TIPO MATERIAL						
CANTIDAD						

ESTE FORMULARIO SE DEBE COMPLETAR DIARIAMENTE

OBSERVACIONES:

_____ APROBADO FISCALIZACION	_____ CONTRATISTA	FECHA: 05/04/2006
---------------------------------	----------------------	----------------------

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
<b>PROCESO:</b>	<b>COLOCACIÓN Y NIVELACIÓN DE REPLANTILLO EN CIMENTACION</b>		CODIGO	MP-NGRC-001
			CODIGO	REG-VNE-001
<b>REGISTRO</b>	<b>LISTA DE VERIFICACION DE NIVELES REPLANTILLO Y REGISTRO DE LA COLOCACION DE HORMIGÓN</b>		EMISIÓN	01/01/2008
			LAMINA	1 DE 1

UBICACIÓN				
NOMBRE DE LA PLATAFORMA	EJE 1	EJE 2	TIPO ELEMENTO	CUMPLE NIVEL?
1A	1	1	LOSA	SI
2A	1	2	LOSA	SI
3A	1	3	LOSA	SI
4A	2	1	LOSA	SI
5A	2	2	LOSA	SI
6A	2	3	LOSA	SI
7A	3	1	LOSA	SI
8A	3	2	LOSA	SI
9A	3	3	LOSA	SI

**DESCRIPCION DE LA COLOCACION  
MANO DE OBRA:**

TIPO	MM	ALBAÑIL	PEON	AYUD.	OPERAD	
CANTIDAD	2	4	5		2	
DESDE (HRS)	7:30	7:30	7:30		8:00	
HASTA (HRS)	16:30	16:30	16:30		16:30	
HORAS TRABAJ	18	36	45		17	

**EQUIPO USADO**

TIPO MAQ	NA	NA	NA	NA	NA	NA
CANTIDAD						
DESDE (HRS)						
HASTA (HRS)						
HORAS TRABAJ						

**HERRAMIENTA**

TIPO HERRAM	H. MENOR	VIBRADORES	ALISADORES			
CANTIDAD	-	3	2			
DESDE (HRS)	8:00	8:00	8:00			
HASTA (HRS)	16:30	16:30	16:30			
HORAS TRABAJ	8,5	25,5	17			

**MATERIAL**

TIPO MATERIAL						
CANTIDAD						

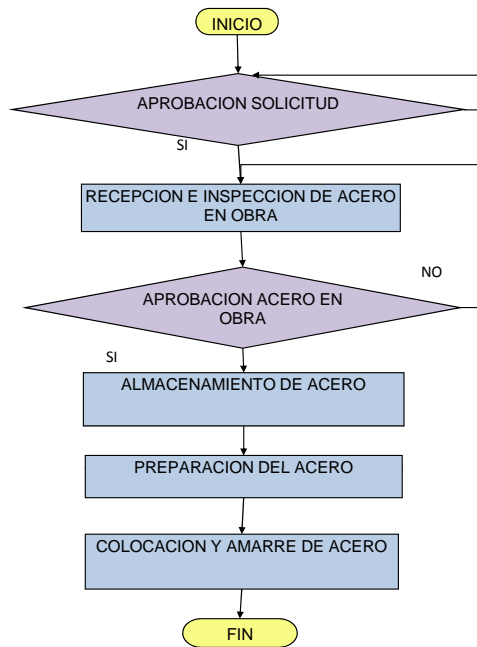
ESTE FORMULARIO SE DEBE COMPLETAR DIARIAMENTE

OBSERVACIONES:

_____	_____	FECHA: 05/04/2006
APROBADO FISCALIZACION	CONTRATISTA	



CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2	
MANUAL DE PROCESOS	CODIGO MP-ARC-001
ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACION	EMISION 01/01/2008
	REVISION 001
	LAMINA 3 DE 5
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	



Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2		
MANUAL DE PROCESOS		CODIGO
ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACION		MP-ARC-001
		EMISION
		01/01/2008
		REVISION
		001
		PAGINA
		4 DE 5
CUADRO DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESO		
		<p>OBJETIVO: Documentar el procedimiento de acero de refuerzo en cimentación en el proyecto</p> <p>ALCANCE: Procedimiento válido para la construcción de viviendas unifamiliares con sistema M2</p>
ENTRADAS		
DENOMINACIÓN	PROVEEDOR	PROCESO DE REFERENCIA
Replanteo en cimentaciones	Replanteo	MP-NCRC-001
Entrega de planos y planillas de acero	CONTRATANTE	
SALIDAS		
DENOMINACIÓN	CLIENTE	PROCESO DE REFERENCIA
Estructura de acero íntegramente armada y limpia	Colocación de hormigón en cimentación	MP-CHC-001
CONTROLES		
En caso de traslapes no podrán desviarse más de 6mm las varillas en 1 metro de longitud		
Responsable del documento		Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN		

<b>CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2</b>									
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>									
<b>ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACION</b>	<table border="1"> <tr> <td><b>CODIGO</b></td> <td>MP-ARC-001</td> </tr> <tr> <td><b>EMISION</b></td> <td>01/01/2008</td> </tr> <tr> <td><b>REVISION</b></td> <td>001</td> </tr> <tr> <td><b>LAMINA</b></td> <td>5 DE 5</td> </tr> </table>	<b>CODIGO</b>	MP-ARC-001	<b>EMISION</b>	01/01/2008	<b>REVISION</b>	001	<b>LAMINA</b>	5 DE 5
<b>CODIGO</b>	MP-ARC-001								
<b>EMISION</b>	01/01/2008								
<b>REVISION</b>	001								
<b>LAMINA</b>	5 DE 5								
<b>CUADRO DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESO</b>									

HERRAMIENTAS	CANT	MATERIAL	CANT	EQUIPO	CANT
Cizallas	var.	Acero en varillas	var.	Cortadora de acero (depend calibre a usar)	var.
Amoladora	var.	Alambre galvanizado #11	var.	Soldadora (en caso ser necesario)	var.
Flexómetro	var.	Alambre recocido #14	var.		
Lápiz para marcar acero	var.	mortero baja resistencia	var.		

PERSONAL REQUERIDO (mínimo)	CANT	EQUIPO DE PROTECCIÓN (POR PERSONA)	CANT.
Residente obra	1	Ropa de trabajo	1
Fierro	3	Casco	1
Ayudante	2	Botas de seguridad	1
Peón	2	Gafas de seguridad	1
Maestro Mayor	1	Chaleco reflectivo	1
		Guantes (ayudante)	1
		Protección auditiva (caso de ser requerido)	1
		Mascarillas	1

<b>REGISTROS</b>		
ACTIVIDAD	DENOMINACION	CODIGO
RECOLECCION PLANOS	LISTA DE PLANOS RECIBIDOS CON INFORMACION REFERENTE A ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN	<a href="#">REG-RPA-001</a>
SOLICITUD DE ACERO PARA OBRA		REG-SACO-001
LISTA VERIF.		<a href="#">REG-LVCAC-001</a>

INDICADORES	FORMULA DE CALCULO
Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACION</b>	
		CODIGO	MP-ARC-001
		CODIGO	IT-CAC-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>		<b>COLOCACION Y AMARRE DE ACERO</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
1	COLOCACION Y AMARRE DE ACERO	1a	Las barras de acero se colocarán tal y como se describen en los planos, se amarrará con alambre en todos los cruces y deberán quedar sujetas firmemente durante la colocación del hormigón.
		1b	En caso de requerir sustituir varillas de otro diámetro, será el Fiscalizador quien dicte la autorización.
		1c	Los espaciamientos de la armadura de refuerzo con los encofrados se harán utilizando pequeños bloques de mortero (galletas) u otro dispositivo.
2	COLOCACION EMPALMES	2a	Si se requieren empalmes deberán realizarse tal y como se describe en los planos.
		2b	El traslape mínimo para varillas de 25mm será de 45 diámetros y para otras varillas de 30 diámetros.
		2c	Los empalmes que se realizan mediante soldadura deberán desarrollar al menos el 90% de la máxima resistencia a la tracción de la varilla.
		2c	La colocación de acople mecanicos se realizarán como especifiquen los planos y estos deberán cumplir con el 125% de la resistencia del refuerzo base.

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2						
<b>PROCESO:</b>		<b>ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACION</b>			CODIGO	MP-ARC-001
					CODIGO	REG-RPA-001
<b>REGISTRO</b>		<b>LISTA DE PLANOS RECIBIDOS CON INFORMACIÓN REFERENTE A ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACION</b>			EMISIÓN	01/01/2008
					LAMINA	1 DE 1
<b>PLANOS</b>	<b>LAMINA No.</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CONTIENE</b>	<b>REVISADO</b>	<b>APROBAD</b>	
<b>DCTOS.</b>	<b>LAMINA No.</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CONTIENE</b>	<b>REVISADO</b>	<b>APROBAD</b>	
ESTE FORMULARIO SE DEBE COMPLETAR PARA CADA PLATAFORMA						
OBSERVACIONES:						

_____	_____	FECHA: 07/04/2006
APROBADO FISCALIZACION	CONTRATISTA	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2						
<b>PROCESO:</b>	<b>ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACION</b>				CODIGO	MP-ARC-001
					CODIGO	REG-SACO-001
<b>REGISTRO</b>	<b>SOLICITUD Y DESCRIPCION DE ACERO REQUERIDO PARA EL PROYECTO</b>				EMISIÓN	01/01/2008
					LAMINA	1 DE 1
Mediante la presente pongo a su consideración el acero requerido para el proyecto:						
TIPO VARILLA	DIAMETRO	LONGITUD	CANTIDAD			
Los datos que el cuadro describe corresponden a los planos que en el registro REG-RPA han sido entregados por la contratante.						
OBSERVACIONES:						

APROBADO FISCALIZACION	CONTRATISTA	FECHA: 07/04/2006
------------------------	-------------	----------------------

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2																																																																																																																																																																																		
<b>PROCESO:</b>	<b>ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACION</b>				CODIGO	MP-ARC-001																																																																																																																																																																												
					CODIGO	REG-LVAC																																																																																																																																																																												
<b>REGISTRO</b>	<b>LISTA DE VERIFICACION DE DOBLADO Y COLOCACION DE ACERO</b>				EMISIÓN	01/01/2008																																																																																																																																																																												
					LAMINA	1 DE 1																																																																																																																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">UBICACIÓN</th> </tr> <tr> <th>NOMBRE DE LA PLATAFORMA</th> <th>EJE 1</th> <th>EJE 2</th> <th>TIPO ELEMENTO</th> <th>CUMPLE DOBLADO</th> <th>CUMPLE UBICACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1A</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>LOSA</td> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>2A</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>LOSA</td> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>3A</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>LOSA</td> <td>NO</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>4A</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>LOSA</td> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>5A</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>LOSA</td> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>6A</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>LOSA</td> <td>NO</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>7A</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>LOSA</td> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>8A</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>LOSA</td> <td>NO</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>9A</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>LOSA</td> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>DESCRIPCION DEL DOBLADO Y COLOCACION DE ACERO</b> <b>MANO DE OBRA:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO</th> <th>MM</th> <th>ALBAÑIL</th> <th>PEON</th> <th>AYUD.</th> <th>OPERAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CANTIDAD</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DESDE (HRS)</td> <td>7:30</td> <td>7:30</td> <td>7:30</td> <td>7:30</td> <td></td> </tr> <tr> <td>HASTA (HRS)</td> <td>16:30</td> <td>16:30</td> <td>16:30</td> <td>16:30</td> <td></td> </tr> <tr> <td>HORAS TRABAJ</td> <td>18</td> <td>36</td> <td>45</td> <td>27</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>EQUIPO USADO</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO MAQ</th> <th>NA</th> <th>NA</th> <th>NA</th> <th>NA</th> <th>NA</th> <th>NA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CANTIDAD</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DESDE (HRS)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HASTA (HRS)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HORAS TRABAJ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>HERRAMIENTA</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO HERRAM</th> <th>H. MENOR</th> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CANTIDAD</td> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DESDE (HRS)</td> <td>7:30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HASTA (HRS)</td> <td>16:30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>HORAS TRABAJ</td> <td>9</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>MATERIAL</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO MATERIAL</th> <th>ACERO Ø25</th> <th>ACERO Ø 28</th> <th>ACERO Ø 22</th> <td></td> <td></td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CANTIDAD</td> <td>70m</td> <td>65m</td> <td>68m</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						UBICACIÓN						NOMBRE DE LA PLATAFORMA	EJE 1	EJE 2	TIPO ELEMENTO	CUMPLE DOBLADO	CUMPLE UBICACIÓN	1A	1	1	LOSA	SI	SI	2A	1	2	LOSA	SI	SI	3A	1	3	LOSA	NO	SI	4A	2	1	LOSA	SI	SI	5A	2	2	LOSA	SI	NO	6A	2	3	LOSA	NO	SI	7A	3	1	LOSA	SI	SI	8A	3	2	LOSA	NO	SI	9A	3	3	LOSA	SI	SI	TIPO	MM	ALBAÑIL	PEON	AYUD.	OPERAD	CANTIDAD	2	4	5	3		DESDE (HRS)	7:30	7:30	7:30	7:30		HASTA (HRS)	16:30	16:30	16:30	16:30		HORAS TRABAJ	18	36	45	27		TIPO MAQ	NA	NA	NA	NA	NA	NA	CANTIDAD							DESDE (HRS)							HASTA (HRS)							HORAS TRABAJ							TIPO HERRAM	H. MENOR					CANTIDAD	-					DESDE (HRS)	7:30					HASTA (HRS)	16:30					HORAS TRABAJ	9					TIPO MATERIAL	ACERO Ø25	ACERO Ø 28	ACERO Ø 22			CANTIDAD	70m	65m	68m		
UBICACIÓN																																																																																																																																																																																		
NOMBRE DE LA PLATAFORMA	EJE 1	EJE 2	TIPO ELEMENTO	CUMPLE DOBLADO	CUMPLE UBICACIÓN																																																																																																																																																																													
1A	1	1	LOSA	SI	SI																																																																																																																																																																													
2A	1	2	LOSA	SI	SI																																																																																																																																																																													
3A	1	3	LOSA	NO	SI																																																																																																																																																																													
4A	2	1	LOSA	SI	SI																																																																																																																																																																													
5A	2	2	LOSA	SI	NO																																																																																																																																																																													
6A	2	3	LOSA	NO	SI																																																																																																																																																																													
7A	3	1	LOSA	SI	SI																																																																																																																																																																													
8A	3	2	LOSA	NO	SI																																																																																																																																																																													
9A	3	3	LOSA	SI	SI																																																																																																																																																																													
TIPO	MM	ALBAÑIL	PEON	AYUD.	OPERAD																																																																																																																																																																													
CANTIDAD	2	4	5	3																																																																																																																																																																														
DESDE (HRS)	7:30	7:30	7:30	7:30																																																																																																																																																																														
HASTA (HRS)	16:30	16:30	16:30	16:30																																																																																																																																																																														
HORAS TRABAJ	18	36	45	27																																																																																																																																																																														
TIPO MAQ	NA	NA	NA	NA	NA	NA																																																																																																																																																																												
CANTIDAD																																																																																																																																																																																		
DESDE (HRS)																																																																																																																																																																																		
HASTA (HRS)																																																																																																																																																																																		
HORAS TRABAJ																																																																																																																																																																																		
TIPO HERRAM	H. MENOR																																																																																																																																																																																	
CANTIDAD	-																																																																																																																																																																																	
DESDE (HRS)	7:30																																																																																																																																																																																	
HASTA (HRS)	16:30																																																																																																																																																																																	
HORAS TRABAJ	9																																																																																																																																																																																	
TIPO MATERIAL	ACERO Ø25	ACERO Ø 28	ACERO Ø 22																																																																																																																																																																															
CANTIDAD	70m	65m	68m																																																																																																																																																																															
OBSERVACIONES:																																																																																																																																																																																		

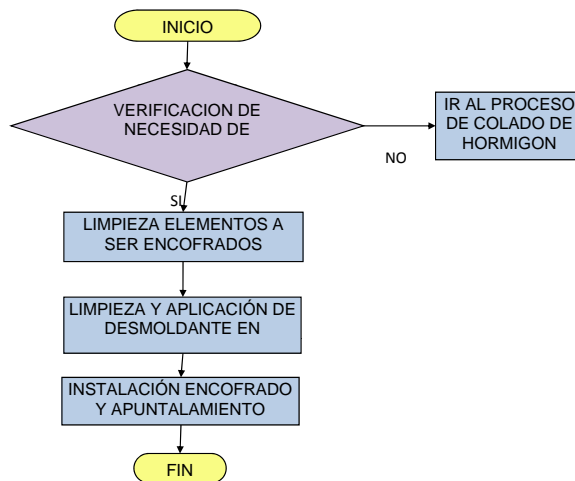
CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO
ENCOFRADO DE CIMENTACION			EMISION
			REVISION
			PAGINA
			MP-ENC-001
			01/01/2008
			001
			1 DE 5
DESCRIPCION DE LAS REVISIONES			
REV	FECHA	ALTERACION	OBSERVACIONES
001	01/01/2008		EMISION INICIAL

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO
ENCOFRADO DE CIMENTACIÓN			EMISION
			REVISION
			LAMINA
			MP-ENC-001
			01/01/2008
			001
			2 DE 5
CUADRO DE DESCRIPTORES Y RESPONSABILIDADES			
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RESPONSABLE	IT
1 Verificación de la necesidad de encofrado	Cuando la excavación en la cimentación se ha visto destruida en ciertas regiones es urgente encofrar el lugar.	Gerente de Planta	
2 Limpieza de elementos a ser encofrados	Minuciosa limpieza interior y exterior de los plintos, vigas, mallas o losas de cimentación que van a ser encofrados	Gerente de Planta	
3 Limpieza y aplicación de desmoldante en encofrados	Limpiar encofrado haciendo uso de agua y trapo y aplicar desmoldante (diesel con parafina) con waipe o brocha.	Gerente de Planta	
4 Instalación de encofrado y de apuntalamiento para plintos y vigas de cimentación	Montaje del encofrado de madera (Triplex) sustentado por puntales de madera que se apoyaran en la parte superior del encofrado.	Gerente de Planta	IT-IEAC-001

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>		<b>CODIGO</b>	MP-ENC-001
<b>ENCOFRADO DE CIMENTACIÓN</b>		<b>EMISION</b>	01/01/2008
		<b>REVISION</b>	001
		<b>LAMINA</b>	3 DE 5
<b>DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO</b>			



Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
MANUAL DE PROCESOS		CODIGO	
ENCOFRADO DE CIMENTACIÓN		MP-ENC-001	
		EMISION	01/01/2008
		REVISION	001
		LAMINA	4 DE 5
CUADRO DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESO			
		<p>OBJETIVO: Documentar el procedimiento de encofrado de cimentación en el proyecto</p> <p>ALCANCE: Procedimiento válido para la construcción de viviendas unifamiliares con sistema M2</p>	
ENTRADAS			
DENOMINACIÓN	PROVEEDOR	PROCESO DE REFERENCIA	
Recepción de estructura de acero integralmente conformada	ACERO DE REFUERZO	MP-ARC-001	
Recepción de planos con detalle de arranques de columnas (si se lo requiere)			
Recepción de planos de detalle de cimentación	CONTRATANTE		
SALIDAS			
DENOMINACIÓN	CLIENTE	PROCESO DE REFERENCIA	
Cimentación encofrada	Colocación hormigón en cimentación	MP-CHC-001	
CONTROLES			
<p>Verificar la perpendicularidad en las esquinas de unión de encofrados y entre los encofrados verticales y el piso donde están apoyados</p> <p>Verificar que el sistema de apuntalamiento esté correctamente colocado para que el encofrado resista las cargas experimentadas por el hormigón</p>			
Responsable del documento		Aprobación	
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO	
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN			

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
MANUAL DE PROCESOS		CODIGO	
ENCOFRADO DE CIMENTACIÓN		MP-ENC-001	
		EMISION	01/01/2008
		REVISION	001
		LAMINA	5 DE 5
RECURSOS			

HERRAMIENTAS	CANT	MATERIAL	CANT	EQUIPO	CANT
Combo	var.	Estaca	var.	Tableros de madera triplex e=12mm	var.
Martillo	var.	Pingo madera	var.		
Escuadra	var.	Cuartón 6x6 cm	var.		
Plomada	var.	Alambre #14	var.		
Timbrador	var.	Clavos	var.		
Pirola	var.	Desmoldante	var.		
SERRUCHO	var.	Caoba	var.		
Amarradores	var.	Pernos	var.		
Juego de llaves	1				

PERSONAL REQUERIDO	CANT	EQUIPO DE PROTECCIÓN (POR PERSONA)	CANT.
Residente de obra	1	Ropa de trabajo	1
Maestro de obra	1	Casco	1
Carpintero	1	Botas de seguridad	1
Albañiles	var	Gafas de seguridad o careta para trabajos de corte	1
Peones	var	Chaleco reflectivo	1
Soldador (caso ser necesario)	var	Guantes	1
		Protección auditiva (caso de ser requerido)	1
		Equipo de protección para soldador (caso de ser requerido)	1
		Mascarillas	1

REGISTROS		
ACTIVIDAD	DENOMINACION	CODIGO
LIMPIEZA ELEMENTOS A SER ENCOFRADOS	Lista de verificación de conformidad de limpieza de elementos a ser encofrados	REG-CGEP-001
LIMPIEZA Y APLIC. DESMOLDANTE EN	Lista de verificación de conformidad de limpieza y aplicación de desmoldante en encofrados	REG-CGEP-001
INST. ENCOFRADO Y APUNTALAMIENTO	Lista de verificación de perpendicularidad, plomos, y rigidez	REG-CGEP-001

INDICADORES	FORMULA DE CALCULO
Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>ENCOFRADO DE CIMENTACIÓN</b>	
		CODIGO	MP-ENC-001
		CODIGO	IT-IEAC-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>		<b>INSTALACIÓN DE ENCOFRADO Y DE APUNTAMIENTO PARA CIMENTACION</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
01	Señalización de ubicación de encofrados	1a	timbrador de caoba señalizar la ubicación donde serán montados los tableros de madera
02	Instalación de apuntalamiento de encofrados	2a	Clavar estacas a 0,3m de distancia del las línea de timbrado. El distanciamientos entre estacas debe ser de 1m. Tender un cuartón en el suelo anclandolo a las estacas con clavos de 2 1/2" y amarrandolo con

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

**CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2**

<b>PROCESO:</b>	<b>INSTALACIÓN DE ENCOFRADO Y DE APUNTALAMIENTO PARA CIMENTACION</b>	<b>CODIGO</b>	<b>MP-ENC-001</b>
		<b>CODIGO</b>	<b>REG-CGEP-001</b>
<b>REGISTRO:</b>	<b>LISTA DE VERIFICACION DE CONFORMIDAD GENERAL DE ENCOFRADOS DE CIMENTACION</b>	<b>EMISION</b>	<b>01/01/2008</b>
		<b>LAMINA</b>	<b>1 DE 1</b>

NOMBRE DE LA PLATAFORMA	EJE 1	EJE 2	ELEMENTO	LIMPIEZA AL INTERIOR Y EXTERIOR DE		LIMPIEZA ENCOFRADO		APLICACIÓN		ESTABILIDAD		PERPENDICULARIDAD DE		PLOSOS TABLEROS	
				CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
1A	1	1	LATERAL	X		X		X		X		X		-	-
2A	1	2	LATERAL	X		X		X		X		X		-	-
3A	1	3	LATERAL	X		X		X		X		X		-	-
4A	1	4	LATERAL	X		X		X		X		X		-	-
5A	1	5	LATERAL		X	X		X			X	X		-	-
6A	1	6	LATERAL	X		X		X		X		X		-	-
7A	1	7	LATERAL	X		X		X		X		X		-	-
8A	1	8	LATERAL	X		X		X		X		X		-	-
9A	1	9	LATERAL		X	X		X		X		X		-	-

**DESCRIPCION DEL ENCOFRADO**

**MANO DE OBRA:**

TIPO	MM	ALBAÑIL	PEON	AYUD.	OPERAD
CANTIDAD	2	4	5		
DESDE (HR)	7:30	7:30	7:30		
HASTA (HR)	16:30	16:30	16:30		
HORAS TRAJ	18	36	45		

**EQUIPO USADO**

TIPO MAQ	NA	NA	NA	NA	NA
CANTIDAD					
DESDE (HRS)					
HASTA (HRS)					
HORAS TRABAJ					

**HERRAMIENTA**

TIPO	HERRAM				
HERRAM	H. MENOR				
CANTIDAD	-				
DESDE (HR)	8:00				
HASTA (HR)	16:30				
HORAS TRAJ	8,5				

**MATERIAL**

TIPO MATERIAL	TABLEROS	CUARTONES			
MATERIAL	S 5X5				
CANTIDAD	10m <sup>2</sup>	36m			

ESTE REGISTRO SE LLENARÁ POR PLATAFORMA

**OBSERVACIONES:**

LEVANTADO POR:

APROBADO POR:

FISCALIZACION:

LUGAR Y FECHA:

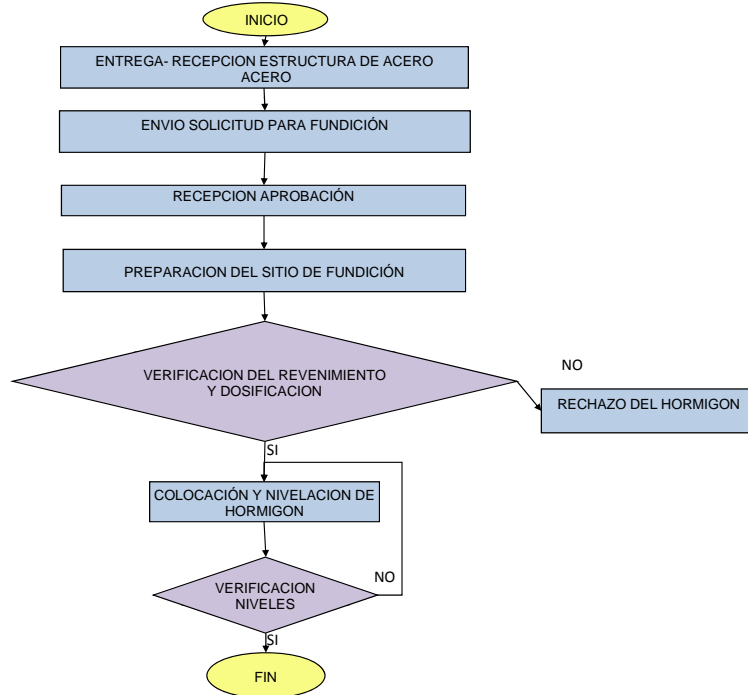
15/04/2006

MANUAL DE PROCESOS			
COLOCACION HORMIGON EN CIMENTACION			CODIGO MP-CHC-001 EMISION 01/01/2008 REVISION 001 LAMINA 1 DE 5
DESCRIPCION DE LAS REVISIONES			
REV	FECHA	ALTERACION	OBSERVACIONES
001	01/01/2008		EMISION INICIAL
Responsable del documento		Aprobación	
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO	
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN			

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	MP-CHC-001
COLOCACION HORMIGON EN CIMENTACION			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
			PAGINA	2 DE 5
CUADRO DE DESCRIPTORES Y RESPONSABILIDADES				
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RESPONSABLE	IT	
1 Entrega-recepción de estructura de acero de refuerzo de cimentación	Se recibe la estructura de acero para realizar la colocación del hormigón en la cimentación	Gerente de Planta		
2 Diseño del hormigón	Con la información contenida en los planos, se deberá establecer por escrito la dosificación del hormigón a elaborar, si el hormigón es de características especiales deberá ser solicitado un diseño de hormigón a un laboratorio reconocido. Esta dosificación deberá ser aprobada por el fiscalizador de la obra. Se debe poner a consideración del fiscalizador la opción de colocar hormigón premezclado	GERENTE PLANTA Y/O RESIDENTE		
3 Elaboración de hormigón para replantillo	Para elaborar el hormigón para cimentación es importante tener un área de elaboración de hormigones, además es considerarán todas sus propiedades antes de colocarlo	GERENTE PLANTA Y/O RESIDENTE	IT-FHC-001	
4 Solicitud para colocación de hormigón para cimentación	El subcontratista preparará la solicitud con todos los anexos correspondientes para la aprobación de la colocación del hormigón	Gerente de Planta	<a href="#">IT-SFP-001</a>	
5 Recepción de la aprobación para la colocación de hormigón	El contratante entregará al subcontratista la respectiva aprobación para iniciar la colocación	Gerente de Planta		
6 Preparación del Sitio de Colocación de Hormigón	Los trabajadores se equiparán con todos los accesorios de seguridad necesarios, se limpiará el sitio de trabajo y se prepararán las tuberías en el caso de ser necesarias. Se prepararán los niveles y ubicaciones con caballetes piolas, pintura, cal o caoba. Se prepararán la bomba de hormigón y la tubería para la colocación en caso de ser necesarios.	Gerente de Planta/ Residente	<a href="#">IT-PSCC-001</a>	
7 Verificación de l revenimiento del hormigón y dosificación	Se receptorá la aprobación emitida por el Fiscalizador, con los valores del revenimiento obtenido y asegurando la calidad del hormigón mediante su inspección.	Fiscalizador		
8 Colocación y nivelación de hormigón para cimentación	Los trabajadores colarán el hormigón hasta el nivel indicado en planos, mediante herramienta menor, la colocación del hormigón deberá ser continua evitando crear juntas frías, y en caso de ser necesario se realizarán juntas según lo dicte el ACI	Gerente de Planta/ Residente		
9 Verificación de niveles de fundición	Se revisarán los niveles del colado del hormigón mediante el uso de caballetes, piolas y para mayor precisión equipo topográfico	Gerente de Planta/ Residente		
10 Curado de hormigón en cimentación	Este curado se realizará después del fraguado inicial mediante dispositivos de riego con capas de aproximadamente 10cm de agua estancada durante 4-7 días, y se usará geotextil en caso de no ser posible el estancamiento de agua, cubriendo todas las zonas donde se encuentra hormigón. Este elemento deberá ser curado inmediatamente después de finalizada la fundición.	GERENTE PLANTA Y/O RESIDENTE		
Responsable del documento GERENCIA DE CALIDAD		Aprobación GERENTE PROYECTO		

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

<b>CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2</b>									
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>									
<b>COLOCACION HORMIGON EN CIMENTACION</b>	<table border="1"> <tr> <td><b>CODIGO</b></td> <td>MP-CHC-001</td> </tr> <tr> <td><b>EMISION</b></td> <td>01/01/2008</td> </tr> <tr> <td><b>REVISION</b></td> <td>001</td> </tr> <tr> <td><b>LAMINA</b></td> <td>3 DE 5</td> </tr> </table>	<b>CODIGO</b>	MP-CHC-001	<b>EMISION</b>	01/01/2008	<b>REVISION</b>	001	<b>LAMINA</b>	3 DE 5
<b>CODIGO</b>	MP-CHC-001								
<b>EMISION</b>	01/01/2008								
<b>REVISION</b>	001								
<b>LAMINA</b>	3 DE 5								
<b>DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO</b>									



Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

<b>MANUAL DE PROCESOS</b>									
<b>COLOCACION HORMIGON EN CIMENTACION</b>									
<b>CUADRO DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESO</b>	<table border="1"> <tr> <td><b>CODIGO</b></td> <td>MP-CHC-001</td> </tr> <tr> <td><b>EMISION</b></td> <td>01/01/2008</td> </tr> <tr> <td><b>REVISION</b></td> <td>001</td> </tr> <tr> <td><b>LAMINA</b></td> <td>4 DE 5</td> </tr> </table>	<b>CODIGO</b>	MP-CHC-001	<b>EMISION</b>	01/01/2008	<b>REVISION</b>	001	<b>LAMINA</b>	4 DE 5
<b>CODIGO</b>	MP-CHC-001								
<b>EMISION</b>	01/01/2008								
<b>REVISION</b>	001								
<b>LAMINA</b>	4 DE 5								

	<p>OBJETIVO: Documentar el procedimiento de colocación de hormigón en cimentación del proyecto</p> <p>ALCANCE: Procedimiento válido para la construcción de viviendas unifamiliares con sistema M2</p>	
<b>ENTRADAS</b>		
DENOMINACIÓN	PROVEEDOR	PROCESO DE REFERENCIA
Recepción de aprobación para colocación de hormigón	FISCALIZACION	
Recepción encofrado de cimentación	ENCOFRADO CIMENTACION	MP-ENC-001
Recepción de planos estructurales de cimentación	CONTRATANTE	
<b>SALIDAS</b>		
DENOMINACIÓN	CLIENTE	PROCESO DE REFERENCIA
Cimentación nivelada y alineada respecto a los ejes de proyecto	MONTAJE DE PAREDES	MP-MPA-001
<b>CONTROLES</b>		
e. max.admisible en espesor de elemento ≤1cm en una distancia max de 2m		
Comprobación de resistencia a los 7 y 28 días (SE TIENE 1 CILINDRO PARA VERIFICACION O DUDA)		
Asentamiento obtenido en obra		
Responsable del documento	Aprobación	
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO	
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN		

<b>MANUAL DE PROCESOS</b>		<b>CODIGO</b>	MP-CHC-001
<b>COLOCACION HORMIGON EN CIMENTACION</b>		<b>EMISION</b>	01/01/2008
		<b>REVISION</b>	001
		<b>LAMINA</b>	5 DE 5

RECURSOS					
HERRAMIENTAS	CANT	MATERIAL	CANT	EQUIPO	CANT
Palas	var.	Agua	var.	Bomba de concreto (caso ser necesario)	1
Combos de goma	var.	Ag. Grueso	var.	Tubería (caso ser necesario)	var.
Carretillas	var.	Ag. Fino	var.	Vibradores	var.
Recipientes	var.	Cemento	var.	Nivel	var.
Piola, cal, pintura, caoba	var.	Aditivo(opc)	var.	Regla vibratoria/helicóptero	var.
				Grúa (Caso ser necesario)	

PERSONAL REQUERIDO	CANT	EQUIPO DE PROTECCIÓN (POR PERSONA)	CANT.
Residente de obra	1	Ropa de trabajo	1
Maestro de obra	1	Casco	1
Carpintero	1	Botas de seguridad	1
Albañiles	var	Gafas de seguridad o careta para trabajos de corte	1
Peones	var	Chaleco reflectivo	1
Operador grúa (caso de ser necesario)	1	Guantes	1
		Arnés y línea de vida (para trabajos en altura mayor a 2 metros)	var.
		Protección auditiva (caso de ser requerido)	1
		Mascarillas	1

**REGISTROS**

ACTIVIDAD	DENOMINACION	CODIGO
ENVIO SOLICITUD FUNDICION	Envío solicitud para fundición	<a href="#">REG-ESFP-001</a>
RECEPCION APROBACION FUNDICION	Recepción aprobación de fundición	
ELABORACION HORMIGON CIMENTACION	Registro de elaboración de hormigón, asentamiento en lugar de colocación, toma de muestras, resistencia	<a href="#">REG-EHC-001</a>
PREPARACION DEL SITIO DE FUNDICION	Lista de verificación de la preparación del sitio de fundición	<a href="#">REG-LVPSFP-001</a>
APROBACION LABORATORIO	Recepción aprobación de laboratorio	
COLOCACION Y NIVELACION DE HORMIGON	Colocación y nivelación de hormigón	
VERIFICACION NIVELES	Lista de verificación de niveles	<a href="#">REG-LVNFP-001</a>

INDICADORES	FORMULA DE CALCULO
Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>	<b>COLOCACION HORMIGON EN CIMENTACION</b>	<b>CODIGO</b>	MP-CHC-001
		<b>CODIGO</b>	IT-FHC-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>	<b>ELABORACIÓN HORMIGÓN PARA CIMENTACION</b>	<b>EMISIÓN</b>	01/01/2008
		<b>LAMINA</b>	1 DE 1

No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
1	Preparación área de elaboración de hormigón	1a	Todo el equipo a utilizarse debe estar limpio y estratégicamente ubicado para la fácil manipulación de los materiales
		1b	Todo el material a utilizarse deberá ser reportado al encargado de bodega para su registro.
2	Dosificación del hormigón	2a	De acuerdo al diseño entregado se procederá a la dosificación en campo. Es importante determinar la forma de colocar el agregado (volumen o al peso)
3	Elaboración del hormigón	3a	La mezcla del hormigón deberá realizarse según CEC, ACI o según el diseño previamente entregado
4	Asentamiento del hormigón	4a	Con el cono de Abrahams es imperativo tomar muestras de cada mezcla elaborada en campo. Este valor debe estar entre 15±5cm.
5	Toma de muestras	5a	Se tomarán 3 muestras por cada 2m <sup>3</sup> de hormigón, las roturas serán: 1 cilindro a los 7 días, 1 cilindro a los 28 días y 1 por duda o verificación)

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
PROCESO:		COLOCACION HORMIGON EN CIMENTACION	
		CODIGO	MP-CHC-001
		CODIGO	IT-SFC-001
INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:		ENVIO DE SOLICITUD PARA FUNDICION DE HORMIGÓN	
		EMISIÓN	01/01/2008
		PAGINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
01	Envío de solicitud para colocación de hormigón	1b	El subcontratista deberá preparar los planos de taller indicando todas las dimensiones e indicaciones necesarias para colocar el hormigón en el sitio.
		1c	Todos los documentos y planos deberán ser aprobados por el Gerente de Planta y Fiscalizador
		1d	Enviar todos los documentos para su revisión con oficio dirigido a Fiscalizador y Gerente de Proyecto

Todos los diseños deben ser realizados a tiempo según el cronograma establecido por el subcontratista

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
PROCESO:		COLOCACION HORMIGON EN CIMENTACION	
		CODIGO	MP-CHC-001
		CODIGO	IT-PSCC-001
INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:		PREPARACION DEL SITIO Y COLOCACION DE HORMIGON	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1

No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
01	Disposición del grupo de trabajo	1a	El subcontratista deberá disponer del personal estratégicamente logrando un trabajo efectivo sin obstrucciones de ninguna índole, brindando la ergonomía posible para todo el equipo. Todo el personal deberá estar usando los accesorios de seguridad.
02	Limpieza del lugar de colocación del hormigón	2a	El subcontratista se encargará de tener limpio tanto el lugar de colocación del hormigón como los alrededores del mismo.
03	Preparación de niveles	3a	Colocación de caballetes en lugares donde no deban ser removidos con mucha frecuencia o movidos accidentalmente
		3b	Colocar pialas para facilitar la medición de niveles en el momento de fundición.
		3c	Marcar con pintura, cal o caoba donde sea necesario ubicar puntos específicos
04	Ubicación bomba de hormigón	4a	Será necesaria la bomba de hormigón en caso de colocar más de 16m3 de hormigón para una fundición continua, debe ser estratégicamente ubicada y debe estar en perfecto estado de funcionamiento. La bomba de hormigón deberá limpiarse después de cada uso.
05	Ubicación tubería	5a	La tubería debe ser ensamblada con previsión a los trabajos de colocación de hormigón, estableciendo UNA logística de colocación del hormigón, todos los elementos que constituyen la tubería deberán limpiarse después de su uso.
06	Colocación de hormigón	6a	Todas las instalaciones eléctricas, hidrosanitarias, etc., se deberán ejecutar con anticipación antes de realizar la fundición.
		6b	Se evitarán en lo posible la creación de juntas frías y en caso de existir se deberá hacerlas según el ACI.
		6c	Se vibrará íntegramente cada elemento en el que se ha colocado el hormigón, se vibrarán los elementos en capas de entre 20 y 25cm.
		6d	Se dará el terminado que sea requerido en los planos, cuidando los niveles que se indiquen en los mismos. Es importante evitar los masillados futuros ya que esto causa fallas con el paso del tiempo.

Todos los diseños deben ser realizados a tiempo según el cronograma establecido por el subcontratista

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>COLOCACION HORMIGON EN CIMENTACION</b>	
		CODIGO	MP-CHC-001
		CODIGO	REG-ESFP-001
<b>REGISTRO</b>		<b>LISTA DE DOCUMENTACION ENVIADA PARA APROBACION DE COLOCACION DE HORMIGÓN</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
<b>PLANOS</b>			
LAMINA No.	DESCRIPCION	REVISADO	APROBADO
CHC-1	IMPLANTACION DE PLAT. A HORMIGONAR	SI	SI
CHC-2	CORTE TRANSVERSAL DE PLATAFORMA	SI	SI
CHC-3	CORTE LONGITUDINAL DE PLATAFORMA	SI	SI
CHC-4	COTAS EN SUPERFICIE DE PLATAFORMA	SI	NO
<b>DOCUMENTACION</b>			
No.	DESCRIPCION	REVISADO	APROBADO

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR: (RESIDENTE)	APROBADO POR:	FISCALIZACION:	FECHA 16/04/2006
-------------------------------	---------------	----------------	---------------------

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2						
<b>PROCESO:</b>		<b>COLOCACION HORMIGON EN CIMENTACION</b>				
		CODIGO	MP-CHC-001			
		CODIGO	REG-EHC-001			
<b>REGISTRO</b>		<b>REGISTRO DE ELABORACION DE HORMIGÓN, ASENTAMIENTO, TOMA DE MUESTRAS Y RESISTENCIAS</b>				
		EMISIÓN	01/01/2008			
		LAMINA	1 DE 1			
CANTIDAD ELABORADA:		10,5 m <sup>3</sup>				
	1	2	3	4	5	
ASENTAMIENTOS (POR PARAD)	15cm	12cm	14cm	13cm	14cm	
NOMBRE DE LA MUESTRA	7 DIAS	a-7H	b-7H	c-7H	d-7H	e-7H
	28 DIAS	a-28H	b-28H	c-28H	d-28H	e-28H
VERIFICACION	a-Vh	b-Vh	c-vh	d-vh	e-Vh	
RESISTENCIAS (kg/cm2)	7 DIAS	228	232	228,8	230,4	232
	28 DIAS	285	290	286	288	290
	VERIFICACION	287	292	287	290	290
TIPO	MM	ALBAÑIL	PEON	AYUD.	OPERAD	
CANTIDAD	2	4	5		3	
DESDE (HRS)	7:30	7:30	7:30		7:30	
HASTA (HRS)	16:30	16:30	16:30		16:30	
HORAS TRABAJ	18	36	45		27	
TIPO MAQ.	ALISADOR	NA	NA	NA	NA	NA
CANTIDAD	3					
DESDE (HRS)	7:30					
HASTA (HRS)	16:30					
HORAS TRABAJ	27					
TIPO HERRAM	H. MENOR	VIBRADOR	NA	NA	NA	NA
CANTIDAD	-	6				
DESDE (HRS)	7:30	7:30				
HASTA (HRS)	16:30	16:30				
HORAS TRABAJ	9	54				
TIPO MATERIAL						
CANTIDAD						

ESTE FORMULARIO SE DEBE COMPLETAR DIARIAMENTE

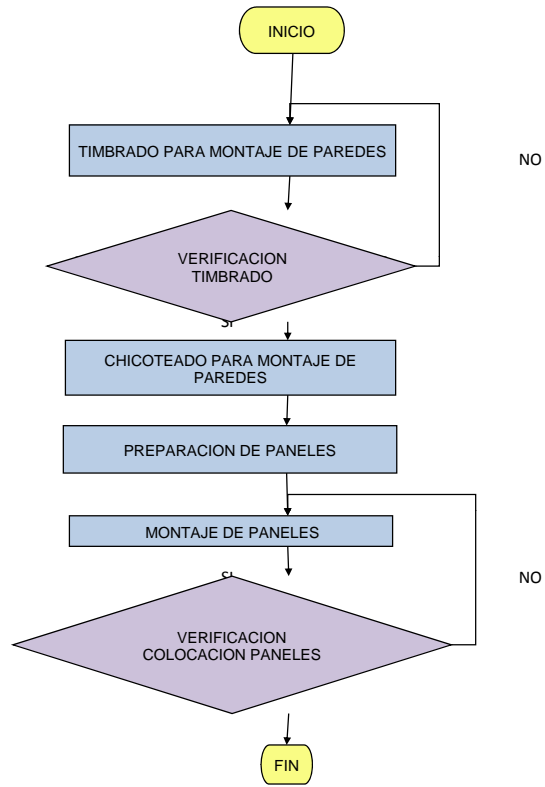
OBSERVACIONES:



CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
MONTAJE DE PAREDES			MP-MPA-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
			LAMINA	1 DE 5
DESCRIPCION DE LAS REVISIONES				
REV	FECHA	ALTERACION	OBSERVACIONES	
001	01/01/2008		EMISION INICIAL	
Responsable del documento		Aprobación		
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO		
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN				

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
MONTAJE DE PAREDES			MP-MPA-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
			LAMINA	2 DE
CUADRO DE DESCRIPTORES Y RESPONSABILIDADES				
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RESPONSABLE	IT	
1 Timbrado para montaje de paredes	Usando cal, caoba o pintura se marcarán en la plataforma o losa, la ubicación de las paredes. Se deberá trazar el espesor del panel y el recubrimiento.	Gerente de planta/ Residente		
2 Chicoteado para montaje de paredes	Se cortarán varillas según indiquen los planos, y se harán perforaciones con espaciamientos entre 25-30cm en los trazos realizados en el timbrado. Las perforaciones se realizarán según el diámetro de la varilla a colocarse, se deberá usar un epóxico adhesivo de acero y hormigón. Los chicotes pueden ser varillas de 6 u 8 mm., de longitud variable, usualmente de 40 cm, anclados a la losa una profundidad de 7 cm., con la ayuda de un taladro roto percutor y brocas de 5/16" o 3/8" respectivamente	Gerente de planta/ Residente		
3 Preparación de paneles	La preparación de los paneles se puede realizar en taller o en el sitio de montaje. Se deberán hacer los cortes que correspondan según los planos	Gerente de planta/ Residente	IT-PPP-001	
4 Montaje de paneles	Se hará el montaje de paneles utilizando dispositivos de sujeción (alambre en la mayoría de los casos) para que los paneles no queden sueltos entre ellos, además se deberá crear un sistema de apuntalamiento para que los paneles no se desplacen durante el lanzamiento de hormigón.	Gerente de planta/ Residente	<a href="#">IT-MPP-001</a>	
5 Verificación de colocación de paredes	Se comprobará el montaje de paneles verificando su alineación vertical y horizontal, además se verificará el apuntalamiento de las paredes.	Fiscalización		
Responsable del documento		Aprobación		
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO		
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN				

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2	
MANUAL DE PROCESOS	CODIGO MP-MPA-001
MONTAJE DE PAREDES	EMISION 01/01/2008
	REVISION 001
	LAMINA 3 DE 5
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	



Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2		
MANUAL DE PROCESOS		CODIGO
MONTAJE DE PAREDES		MP-MPA-001
		EMISION
		01/01/2008
		REVISION
		001
		LAMINA
		4 DE 5
CUADRO DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESO		
		<p>OBJETIVO: Documentar el procedimiento de montaje de paredes del proyecto</p> <p>ALCANCE: Procedimiento válido para la construcción de viviendas unifamiliares con sistema M2</p>
ENTRADAS		
DENOMINACIÓN	PROVEEDOR	PROCESO DE REFERENCIA
Cimentación de plataforma completa	COLOCACION HORMIGON EN	MP-CHC-001
Recepción de planos arquitectónicos y estructurales de paredes	CONTRATANTE	
SALIDAS		
DENOMINACIÓN	CLIENTE	PROCESO DE REFERENCIA
Paneles en paredes futuras, cortados aplomados y apuntalados	LANZAMIENTO DE HORMIGON	MP-LHP-001
CONTROLES		
<p>e. max.adm <math>\leq \pm 0.5</math> cm cada 2m de longitud horizontal en planta</p> <p>e. max.adm <math>\leq \pm 1</math> cm cada 2m de longitud en la altura</p>		
Responsable del documento		Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN		

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2	
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>	<b>CODIGO</b> MP-MPA-001
<b>MONTAJE DE PAREDES</b>	<b>EMISION</b> 01/01/2008
	<b>REVISION</b> 001
	<b>LAMINA</b> 5 DE 5
<b>RECURSOS</b>	

HERRAMIENTAS	CANT	MATERIAL	CANT	EQUIPO	CANT
Cizallas	var.	Alambre galvanizado #14	var.	Cortadora de acero	var.
Tijeras	var.	Alambre recocido #14	var.	Amoladora	var.
Amarrador	var.	Paneles Poliestireno	var.	Andamios (en caso de ser necesario)	var.
		Acero en varilla	var.		
		Clavos	var.		
		Cuartones y rieles	var.		
		Puntales, alfajías	var.		

PERSONAL REQUERIDO	CANT	EQUIPO DE PROTECCIÓN (POR PERSONA)	CANT.
Gerente de planta	1	Ropa de trabajo	1
Residente de obra	1	Casco	1
Maestro de obra	1	Botas de seguridad	1
Albañiles	var.	Gafas de seguridad o careta para trabajos de corte	1
Peones	var.	Chaleco reflectivo	1
Carpintero	var.	Guantes	1
Ayudante	var.	Arnés y línea de vida (para trabajos en altura)	var.
		Protección auditiva (caso de ser requerido)	1
		Mascarillas	1

REGISTROS		
ACTIVIDAD	DENOMINACION	CODIGO
	VERIFICACIÓN DEL TIMBRADO DE PLATAFORMAS	REG-VTP-001
	VERIFICACION COLOCACION PANELES	<a href="#">REG-VCP-001</a>

INDICADORES	FORMULA DE CALCULO
Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2	
<b>PROCESO:</b> MONTAJE DE PAREDES	<b>CODIGO</b> MP-MPA-001
	<b>CODIGO</b> IT-PPP-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b> TIMBRADO Y CHICOTEADO PARA PAREDES	<b>EMISIÓN</b> 01/01/2008
	<b>LAMINA</b> 1 DE 1

No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
1	Timbrado en losa de cimentación o losa de nivel superior	1a	Se deberán trazar ejes de paredes y paralelamente las líneas para anclaje de las paredes que deben separarse cada una del eje de la pared, una distancia igual a la mitad del espesor del Poliestireno de panel a usarse, más 1 cm.
		1b	Se debe realizar el timbrado de las paredes con dos colores, el primero para dar el espesor final de pared, y el otro para situar los chicotes de anclaje, (Espesor del Panel máximo +2.5cm y mínimo 2 cm).
		1c	El trazado de anclajes se colocarán en las líneas de timbrado para los chicotes, empezando desde los extremos de las paredes a una distancia de 10 cm. Para continuar luego a una distancia que se especifica en los planos estructurales.
2	Chicoteado para paredes	2a	Los chicotes pueden ser varillas de 6 u 8 mm., de longitud variable, usualmente de 40 cm, anclados a la losa una profundidad de 7 cm., con la ayuda de un taladro roto percutor y brocas de 5/16" o 3/8" respectivamente. Se debe limpiar perfectamente el interior de la perforación, colocar el epóxico asegurándose que durante la colocación de la varilla, esta llegue al fondo de la perforación.
		2b	El anclaje de los chicotes se puede realizar de las siguientes maneras: <ul style="list-style-type: none"> <li>Haciendo perforaciones que se pueden ubicar en línea quebrada o frente a frente en ambas caras del panel, esto se hallará especificado en los planos estructurales. Para fijar la varilla a la losa se deberá utilizar un epóxico adecuado.</li> <li>Nota: Capacidad promedio admisible a tracción de la varilla anclada con epóxico: 550 Kg/cm2 (Según ensayos realizados).</li> <li>Colocar los hierros de anclaje antes de la fundición de la losa de cimentación, para lo cual se deberá ubicar los chicotes en la posición especificada en los planos estructurales, fijándolos con un punto de suelda a la malla electro soldada</li> </ul>

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>MONTAJE DE PAREDES</b>	
		CODIGO	MP-MPA-001
		CODIGO	IT-PPP-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>		<b>PREPARACION DE PANELES</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		PAGINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
1	Solicitud de aprobación para la petición de paneles a la obra	1a	Mediante las memorias de calculo incluidas en los planos y el buen criterio del contratista, se solicitará la aprobación del Fiscalizador de las cantidades que se requerirán para el montaje de paneles.
		1b	Es importante asignar códigos o nombres para todas las paredes de la vivienda ya que esto será útil en los procesos de verificación.
2	Almacenamiento de paneles	2a	Los paneles deben ser apilados de forma horizontal, almacenados en plataformas y deberán ser protegidos del agua y rayos solares.
		2b	Es importante que al manipular los paneles los trabajadores sean provistos de un equipo de seguridad para manipulación de cargas en alturas.
3	Preparación de paneles	3a	Se llevarán los paneles que los planos de taller indiquen y se procederá a realizar los cortes respectivos. Los corte deberán realizarse lo más exactos posibles.
		3b	Tal y como se describe en lo planos se deberán colocar los paneles preparados entre los chicotes colocados con anterioridad. Lo más recomendable para el despiece es seguir el plano de panelización, donde viene la nomenclatura, tipo de panel y número de piezas que conforman los muros. Generalmente el que dibuja toma en cuenta el corte de ventanas y puertas
		3c	Los cortes deberán ser hechos con cuchillos especiales para cortar Poliestireno de 6 a 20cm de espesor, adicionalmente se deberá cortar la malla con cizallas manuales o tijeras. Se utilizará maquinaria especializada en caso de tenerla a disposición.

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>MONTAJE DE PAREDES</b>	
		CODIGO	MP-MPA-001
		CODIGO	IT-MPP-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>		<b>MONTAJE DE PANELES</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
1	Colocación de paneles en la plataforma	1a	Tal y como se describe en lo planos se deberán colocar los paneles preparados entre los chicotes colocados con anterioridad.
		1b	Se colocan las rieles de madera en los 2 tercios de la altura y a 0.50-0.60m del suelo en sentido horizontal (rieles >2.4m de longitud), que estarán sujetas mediante puntales de madera o metálicos que serán manipulados para lograr el aplomado adecuado de los paneles. La distancia entre puntales deberá estar entre 0.80 y 1.2m.
2	Amarre entre paneles	2a	Toda unión entre paneles deberá hacerse con elementos de sujeción adecuados (alambre o similar)
		2b	En cada junta entre paneles deberá colocarse una malla de refuerzo similar a la que recubre los paneles (exterior e interiormente), los amarres deberán hacerse de forma intercalada a cada lado de la malla.
3	Refuerzos en paneles	3a	En toda esquina interior o exterior deberá colocarse la malla de refuerzo en forma de L, cumpliendo con los amarres intercalados.
		3b	En toda abertura de paneles (ventanas, puertas, etc.) deberán usarse refuerzos de malla de acero a 45 grados y con una longitud de 60 -80 cm en las esquinas. Además se deberá reforzar cualquier abertura con mallas tipo u recubriendo los filos donde existen aberturas.

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>	<b>MONTAJE DE PAREDES</b>	CODIGO	MP-MPA-001
		CODIGO	REG-VTP-001
<b>REGISTRO</b>	<b>LISTA DE VERIFICACION DEL TIMBRADO DE PLATAFORMAS, DESCRIPCION DEL TIMBRADO Y CHICOTEADO</b>	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1

UBICACIÓN						
NOMBRE DE LA PLATAFORMA	NUMERO DE LA UNIDAD VIVIENDA	EJE 1	EJE 2	OTRA DESCRIPCION	EXISTE TIMBRADO	TIMBRADO CORRECTAMENTE?
1A		1	1		SI	SI
2A		1	2		SI	SI
3A		1	3		SI	SI
4A		2	1		SI	SI
5A		2	2		SI	SI
6A		2	3		SI	SI
7A		3	1		SI	SI
8A		3	2		SI	SI
9A		3	3		SI	SI

**DESCRIPCION DEL TIMBRADO O CHICOTEADO**

<b>TIMBRADO</b>	<input type="checkbox"/>
<b>CHICOTEADO</b>	<input checked="" type="checkbox"/>

**MANO DE OBRA:**

TIPO	MM	ALBAÑIL	PEON	AYUD.	OPERAD	
CANTIDAD	1	2	4			
DESDE (HRS)	7:30	7:30	7:30			
HASTA (HRS)	16:30	16:30	16:30			
HORAS TRABAJ	9	9	9			

**EQUIPO USADO**

TIPO MAQ					
CANTIDAD					
DESDE (HRS)					
HASTA (HRS)					
HORAS TRABAJ					

**HERRAMIENTA**

TIPO HERRAM	H. MENOR				
CANTIDAD	1				
DESDE (HRS)	7:30				
HASTA (HRS)	16:30				
HORAS TRABAJ	9				

**MATERIAL**

TIPO MATERIAL					
CANTIDAD					

ESTE FORMULARIO SE DEBE COMPLETAR DIARIAMENTE

OBSERVACIONES:

_____	_____	FECHA: 17/04/2006
APROBADO FISCALIZACION	CONTRATISTA	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>	<b>MONTAJE DE PAREDES</b>	CODIGO	MP-MPA-001
		CODIGO	REG-VCP-001
<b>REGISTRO</b>	<b>LISTA DE VERIFICACION COLOCACION PANELES</b>	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1

UBICACIÓN						
NOMBRE DE LA PLATAFORMA	NUMERO DE LA UNIDAD VIVIENDA	EJE 1	EJE 2	OTRA DESCRIPCION O CODIGO	LOS PANELES ESTÁN DEBIDAMENTE APUNTALADOS	LOS PANELES ESTÁN DEBIDAMENTE
1A		1	1		SI	SI
2A		1	2		SI	SI
3A		1	3		SI	SI
4A		2	1		SI	SI
5A		2	2		SI	SI
6A		2	3		SI	SI
7A		3	1		SI	SI
8A		3	2		SI	SI
9A		3	3		SI	SI

**DESCRIPCION DE LA COLOCACION**

**MANO DE OBRA:**

TIPO	MM	ALBAÑIL	PEON	AYUD.	OPERAD	
CANTIDAD	2	4	5			
DESDE (HRS)	7:30	7:30	7:30			
HASTA (HRS)	16:30	16:30	16:30			
HORAS TRABAJ	18	36	45			

**EQUIPO USADO**

TIPO MAQ	GRUA 20T					
CANTIDAD	1					
DESDE (HRS)	7:30					
HASTA (HRS)	16:30					
HORAS TRABAJ	9					

**HERRAMIENTA**

TIPO HERRAM	H. MENOR					
CANTIDAD	-					
DESDE (HRS)	7:30					
HASTA (HRS)	16:30					
HORAS TRABAJ	9					

**MATERIAL**

TIPO MATERIAL						
CANTIDAD						

ESTE FORMULARIO SE DEBE COMPLETAR DIARIAMENTE

OBSERVACIONES:

_____	_____	FECHA: 24/04/2006
APROBADO FISCALIZACION	CONTRATISTA	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO
LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN PAREDES			MP-LHP-001
			EMISION
			01/01/2008
			REVISION
			001
			LAMINA
			1 DE 5
DESCRIPCION DE LAS REVISIONES			
REV	FECHA	ALTERACION	OBSERVACIONES
001	01/01/2008		EMISION INICIAL

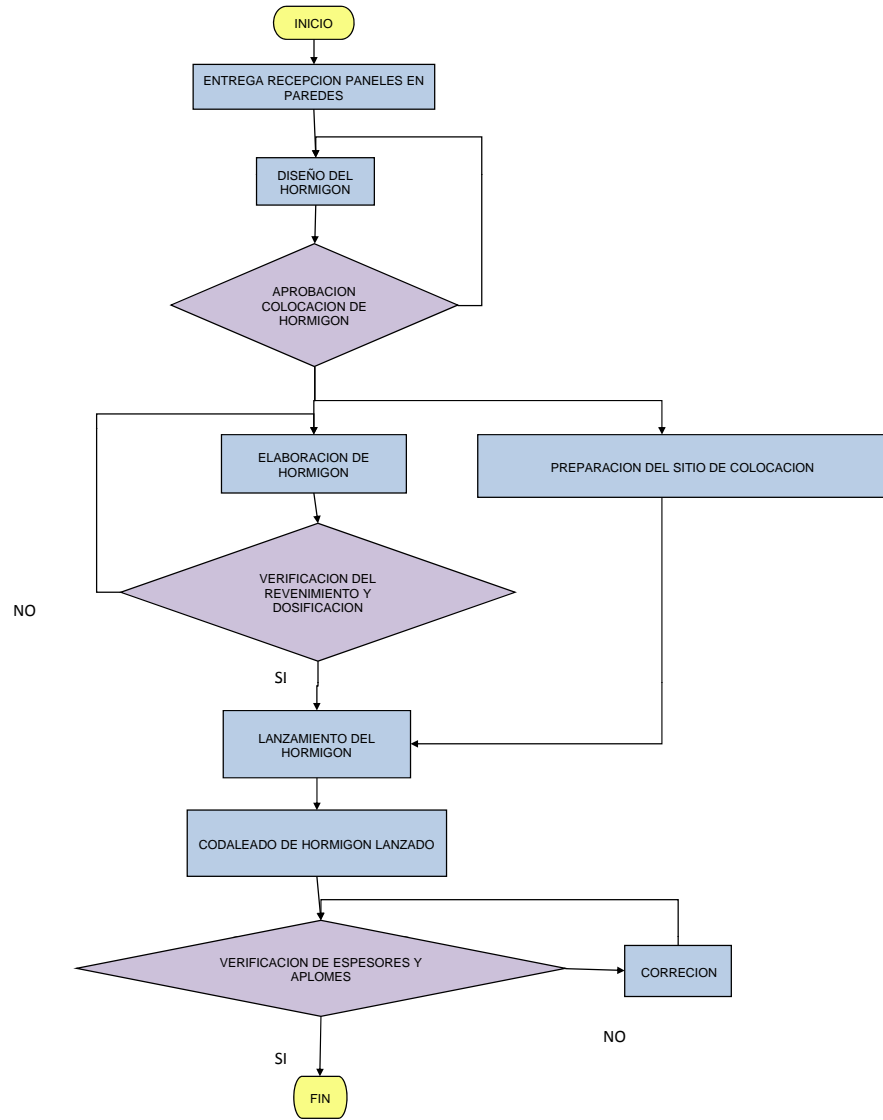
Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS		CODIGO	MP-LHP-001	
LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN PAREDES		EMISION	01/01/2008	
		REVISION	001	
		LAMINA	2 DE	
CUADRO DE DESCRIPTORES Y RESPONSABILIDADES				
	ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RESPONSABLE	IT
1	Entrega-recepción de paneles en paredes	Se reciben los paneles montados, debidamente apuntalados y aplomados	Gerente de Planta	
2	Diseño del hormigón	Con la información contenida en los planos, se deberá establecer por escrito la dosificación del hormigón a elaborar, si el hormigón es de características especiales deberá ser solicitado un diseño de hormigón a un laboratorio reconocido. Esta dosificación deberá ser aprobada por el fiscalizador de la obra. Se debe poner a consideración del fiscalizador la opción de colocar hormigón premezclado u otras opciones.	GERENTE PLANTA Y/O RESIDENTE	
4	Solicitud para lanzamiento de hormigón en paredes	El subcontratista preparará la solicitud con todos los anexos correspondientes para la aprobación de la colocación del hormigón, como la colocación del equipo de lanzamiento, y la ubicación del lugar de fabricación del hormigón.	Gerente de Planta	<a href="#">IT-SLHP-001</a>
5	Recepción de la aprobación para la colocación de	El contratante entregará al subcontratista la respectiva aprobación para iniciar la colocación	Gerente de Planta	
3	Elaboración de hormigón para lanzamiento en paredes	Para elaborar el hormigón para cimentación es importante tener un área de elaboración de hormigones, además se considerarán todas sus propiedades antes de colocarlo	GERENTE PLANTA Y/O RESIDENTE	IT-EHLP-001
6	Preparación del Sitio de Colocación de Hormigón	Los trabajadores se equiparán con todos los accesorios de seguridad necesarios, se limpiará el sitio de trabajo. Se colocará arena en el piso del lugar de lanzamiento con el fin de evitar desperdicios y el hormigón que llegue al piso será reutilizado. Se prepararán los niveles y ubicaciones con caballetes piolas, pintura, cal o caoba.	Gerente de Planta/ Residente	<a href="#">IT-PLHP-001</a>
7	Verificación del revenimiento del hormigón y	Se deberán verificar las características del hormigón y se deberán registrar estos resultados.	Fiscalizador	IT-EHLP-001
8	Lanzamiento del hormigón	El lanzamiento de hormigón se realizará dependiendo el equipo que se va utilizar en el lanzamiento por lo que se deberá tener todas las especificaciones del equipo a usar, se deberá hacer el lanzamiento para llegar a 2.5cm de espesor en 2 capas, la primera de aproximadamente 1cm y la segunda de 1.5cm. Estos lanzamientos deberán realizarse inmediatamente al término del primero.	Gerente de Planta/ Residente	<a href="#">IT-PLHP-001</a>
9	Codaleado del hormigón lanzado	Luego de lanzado el hormigón es de suma importancia realizar un alisado básico, ya que hay que cuidar que la superficie no quede muy irregular ya que dificulta el alisado final de las paredes.	Gerente de Planta/ Residente	<a href="#">IT-PLHP-001</a>
10	Verificación de los espesores y alineaciones verticales en paredes	Se comprobarán los espesores después del lanzado utilizando como referencia el timbrado realizado, además se verificarán si las paredes se han mantenido aplomadas después del lanzamiento.	Gerente de Planta/ Residente	
11	Curado del hormigón lanzado	Este curado se realizará después del fraguado inicial mediante dispositivos de riego durante 4-7 días. Este elemento deberá ser curado inmediatamente después de finalizado el lanzamiento. Si la segunda capa no pudo ser lanzada se deberá curar la primera capa inmediatamente.	GERENTE PLANTA Y/O RESIDENTE	

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
MANUAL DE PROCESOS		CODIGO	MP-LHP-001
LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN PAREDES		EMISION	01/01/2008
		REVISION	001
		LAMINA	3 DE 5
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO			



Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2		
MANUAL DE PROCESOS		CODIGO
LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN PAREDES		MP-LHP-001
		EMISION
		01/01/2008
		REVISION
		001
		LAMINA
		4 DE 5
CUADRO DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESO		
		<p>OBJETIVO: Documentar el procedimiento de lanzado de hormigón en paredes del proyecto</p> <p>ALCANCE: Procedimiento válido para la construcción de viviendas unifamiliares con sistema M2</p>
ENTRADAS		
DENOMINACIÓN	PROVEEDOR	PROCESO DE REFERENCIA
Montaje de paneles en vivienda	MONTAJE DE PAREDES	MP-MPA-001
Recepción de planos arquitectónicos y estructurales de paredes	CONTRATANTE	
SALIDAS		
DENOMINACIÓN	CLIENTE	PROCESO DE REFERENCIA
Paredes aplomadas y codaleadas íntegramente	MONTAJE DE LOSA	MP-ML-001
CONTROLES		
<p>e. max.adm <math>\leq \pm 0.5</math> cm cada 2m de longitud horizontal en planta</p> <p>e. max.adm <math>\leq \pm 1</math> cm cada 2m de longitud en la altura</p>		
Responsable del documento		Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN		

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2	
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>	<b>CODIGO</b> MP-LHP-001
<b>LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN PAREDES</b>	<b>EMISION</b> 01/01/2008
	<b>REVISION</b> 001
	<b>PAGINA</b> 5 DE 5
<b>RECURSOS</b>	

HERRAMIENTAS	CANT	MATERIAL	CANT	EQUIPO	CANT
Palas	var.	Agua	var.	Bomba hormigón para lanzamiento	1
Codales aluminio	var.	Ag. Fino	var.	Tubería de 1 1/4"	var.
Piola, cal, pintura, caoba	var.			plomada	var.
Recipientes	var.			Nivel	var.

PERSONAL REQUERIDO	CANT	EQUIPO DE PROTECCIÓN (POR PERSONA)	CANT.
Residente de obra	1	Ropa de trabajo	1
Maestro de obra	1	Casco	1
Albañiles	var	Botas de seguridad	1
Peones	var	Gafas de seguridad o careta para trabajos de corte	1
		Chaleco reflectivo	1
		Guantes	1
		Arnés y línea de vida (para trabajos en altura mayor a 2	var.
		Protección auditiva (caso de ser requerido)	1
		Mascarillas	1

<b>REGISTROS</b>		
ACTIVIDAD	DENOMINACION	CODIGO
ENVIO SOLICITUD LANZAMIENTO	Envío solicitud para lanzamiento	<a href="#">REG-ESPL-001</a>
RECEPCION APROBACION	Recepción aprobación de lanzamiento	
ELABORACION HORMIGON PAREDES	Registro de elaboración de hormigón, asentamiento en lugar de colocación, toma de muestras, resistencia	<a href="#">REG-EHPA-001</a>
PREPARACION DEL SITIO DE LANZAMIENTO	Lista de verificación de la preparación del sitio de lanzamiento	<a href="#">REG-LVPSL-001</a>
LANZAMIENTO Y CODALEADO DE HORMIGON	Lanzamiento y Codaleado de hormigón	
VERIFICACION	Verificación de espesores y paredes aplomadas	<a href="#">REG-LVEPA-001</a>

INDICADORES	FORMULA DE CALCULO
Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN PAREDES</b>	
		CODIGO	MP-LHP-001
		CODIGO	IT-EHLP
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>		<b>ELABORACION HORMIGÓN PARA LANZAMIENTO EN PAREDES</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
1	Preparación área de elaboración de hormigón	1a	Todo el equipo a utilizarse debe estar limpio y estratégicamente ubicado para la fácil manipulación de los materiales
		1b	Todo el material a utilizarse deberá ser reportado al encargado de bodega para su registro.
2	Dosificación del hormigón	2a	De acuerdo al diseño entregado se procederá a la dosificación en campo. Es importante determinar la forma de colocar el agregado (volumen o al peso)
3	Elaboración del hormigón	3a	La mezcla del hormigón deberá realizarse según el diseño previo y con normas ACI, no se deberá aumentar o disminuir ningún material de lo que el diseño indique, a menos de que el cambio requerido sea aceptado por el fiscalizador por escrito.
4	Asentamiento del hormigón	4a	Con el cono para mortero es imperativo tomar muestras de cada mezcla elaborada en campo.
5	Toma de muestras	5a	Se tomarán 3 muestras por cada 2m3 de hormigón, las roturas serán: 1 cubo a los 7 días, 1 cubo a los 14 días y 1 cilindro a los 28 días.

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN PAREDES</b>	
		CODIGO	MP-LHP-001
		CODIGO	IT-SLHP-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>		<b>ENVIO SOLICITUD PARA LANZAMIENTO DE HORMIGÓN</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		PAGINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
1	Envío de solicitud para colocación de hormigón	1b	El subcontratista deberá preparar los planos de taller indicando todas las dimensiones e indicaciones necesarias para el lanzamiento de hormigón en el sitio.
		1c	Todos los documentos y planos deberán ser aprobados por el Gerente de Planta y Fiscalizador
		1d	Enviar todos los documentos para su revisión con oficio dirigido a Fiscalizador y Gerente de Proyecto

NOTA:

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN PAREDES</b>	
		CODIGO	MP-LHP-001
		CODIGO	IT-PLHP-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>		<b>PREPARACION DEL SITIO Y LANZAMIENTO DE HORMIGON</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
01	Disposición del grupo de trabajo	1a	El subcontratista deberá disponer del personal estratégicamente logrando un trabajo efectivo sin obstrucciones de ninguna índole, brindando la ergonomía posible para todo el equipo. Todo el personal deberá estar usando los accesorios de seguridad.
02	Limpieza del lugar de colocación del hormigón	2a	El subcontratista se encargará de tener limpio tanto el lugar de colocación del hormigón como los alrededores del mismo.
03	Preparación de niveles	3a	Colocación de caballetes en lugares donde no deban ser removidos con mucha frecuencia o movidos accidentalmente
		3b	Colocar pialas para facilitar la medición de espesores en el momento del lanzamiento.
04	Ubicación bomba de hormigón	4a	Es necesario ubicar el equipo de lanzamiento en un lugar accesible a varios puntos de lanzamiento y así evitar el movimiento frecuente del equipo de lanzamiento.
05	Ubicación tubería	5a	La tubería debe ser ensamblada con previsión a los trabajos de colocación de hormigón, estableciendo una logística previa a el lanzamiento de hormigón, todos los elementos que constituyen la tubería deberán limpiarse después de su uso.
06	Lanzamiento del hormigón	6a	Se deberá lanzar la primera capa de aproximadamente 1cm de espesor cuidando que la mezcla cubra la malla que recubre al panel de Poliestireno.
		6b	La segunda capa deberá ser lanzada antes de primer fraguado de la primera, para evitar la formación de juntas frías. Es importante no sobrecargar la segunda capa y tratar de no sobrepasar los 2.5cm de espesor en el lanzamiento.
		6c	Con la ayuda de maestras o rieles provisionales que se colocan como señales en la preparación del área de lanzamiento, con la ayuda de tubos rectos metálicos (codales) se procede a dar un terminado rústico a la superficie de lanzamiento, esto con el fin de que el terminado final pueda adherirse con facilidad.

Todos los diseños deben ser realizados a tiempo según el cronograma establecido por el subcontratista

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>	<b>LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN PAREDES</b>	CODIGO	MP-LHP-001
		CODIGO	REG-ESPL-001
<b>REGISTRO</b>	<b>LISTA DE DOCUMENTACION ENVIADA PARA APROBACION DE LANZAMIENTO DE HORMIGÓN</b>	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
<b>PLANOS</b>			
LAMINA No.	DESCRIPCION	REVISADO	APROBADO
LHP-1	VISTA EXTERIOR VIVIENDA	SI	SI
LHP-2	VISTA INTERIOR VIVIENDA	SI	SI
LHP-3	ESPEORES DE CAPAS DE H. LANZADO	SI	SI
LHP-4	CORTES	SI	SI
<b>DOCUMENTACION</b>			
No.	DESCRIPCION	REVISADO	APROBADO
OBSERVACIONES:			
ELABORADO POR:	APROBADO POR:	FISCALIZACION:	FECHA
(RESIDENTE)			25/04/2006

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>	<b>LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN PAREDES</b>	CODIGO	MP-LHP-001
		CODIGO	REG-EHPA-001
<b>REGISTRO</b>	<b>REGISTRO DE ELABORACIÓN DE HORMIGÓN, ASENTAMIENTO, TOMA DE MUESTRAS Y RESISTENCIAS</b>	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1

CANTIDAD ELABORADA:  m<sup>3</sup>

	1	2	3	4	5
ASENTAMIENTOS (POR PARADA)	15cm	12cm	14cm	13cm	14cm

NOMBRE DE LA MUESTRA	7 DIAS	a-7HL	b-7HL	c-7HL	d-7HL	e-7HL
	28 DIAS	a-28HL	b-28HL	c-28HL	d-28HL	e-28HL
RESISTENCIAS (kg/cm <sup>2</sup> )	VERIFICACION	a-VhL	b-VhL	c-vhL	d-vhL	e-VhL
	7 DIAS	228	232	228,8	230,4	232
	28 DIAS	285	290	286	288	290
	VERIFICACION	287	292	287	290	290

**MANO DE OBRA:**

TIPO	MM	ALBAÑIL	PEON	AYUD.	OPERAD	
CANTIDAD	2	4	5		4	
DESDE (HRS)	7:30	7:30	7:30		7:30	
HASTA (HRS)	16:30	16:30	16:30		16:30	
HORAS TRABAJ	18	36	45		36	

**EQUIPO USADO**

TIPO MAQ	ALISADOR	BOMBA H.	NA	NA	NA	NA
CANTIDAD	3	1				
DESDE (HRS)	7:30	7:30				
HASTA (HRS)	16:30	16:30				
HORAS TRABAJ	27	9				

**HERRAMIENTA**

TIPO HERRAM	H. MENOR		NA	NA	NA	NA
CANTIDAD	-					
DESDE (HRS)	7:30					
HASTA (HRS)	16:30					
HORAS TRABAJ	9					

**MATERIAL**

TIPO MATERIAL						
CANTIDAD						

ESTE FORMULARIO SE DEBE COMPLETAR DIARIAMENTE

OBSERVACIONES:

<hr/> APROBADO FISCALIZACION	<hr/> CONTRATISTA	FECHA: 25/04/2006
------------------------------	-------------------	----------------------

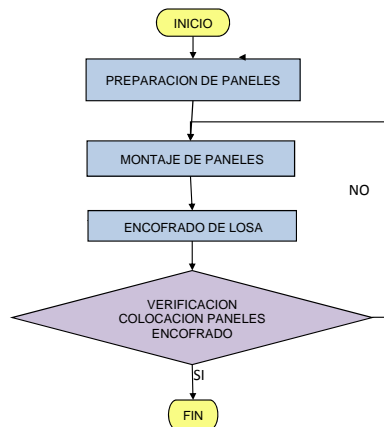
CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2						
<b>PROCESO:</b> LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN PAREDES				CODIGO	MP-LHP-001	
				CODIGO	REG-LVPSL-001	
<b>REGISTRO</b> LISTA DE VERIFICACION DE LA PREPARACION DEL SITIO DE LANZAMIENTO				EMISIÓN	01/01/2008	
				LAMINA	1	DE 1
HORA INICIO ACTIVIDAD	7:30					
HORA FIN ACTIVIDAD	16:30					
UBICACIÓN DEL LANZAMIENTO	BLOQUE	1	2	3	4	
	VIVIENDA	1	1	1	1	
	NIVEL	2253,01	2254	2254	2254	
	EJE 1	1	1	1	1	
	EJE2	1	2	3	4	
A VERIFICAR:						
APUNTALAMIENTO SUPERIOR		C	C	C	C	
APUNTALAMIENTO INFERIOR		C	C	C	C	
PARED APLOMADA		C	C	C	C	
COLOCACION MAESTRAS		C	C	C	C	
No. TRABAJADORES EN LA ACTIVIDAD		7	6	6	6	
	PEONES	3	3	3	3	
	ALBAÑILES	3	2	2	2	
	MAESTRO DE OBRA	1	1	1	1	
HERRAMIENTA MENOR NECESARIA						
CANTIDAD TUBERIA INSTALADA		5m	4m	5m	4m	
BOMBA DE HORMIGON UBICADA		SI	NO	NO	NO	
LIMPIEZA DEL SITIO		C	C	C	C	
HORA DE INSPECCION LIMPIEZA		7:15	7:15	7:15	7:15	
OBSERVACIONES:						
ELABORADO POR:	APROBADO POR:	FISCALIZACION:			FECHA	
(RESIDENTE)						

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2							
<b>PROCESO:</b> LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN PAREDES				CODIGO	MP-LHP-001		
				CODIGO	REG-LVEPA-001		
<b>REGISTRO</b> LISTA DE VERIFICACION DE ESPESORES Y PAREDES APLOMADAS				EMISIÓN	01/01/2008		
				LAMINA	1	DE 1	
BLOQUE	VIVIENDA	NIVEL	UBICACIÓN EJES	OTRA UBIC.	VALOR ESPESOR	CUMPL E?	PARED APLOMADA?
1	1	2257	1 1		20,52	NO	SI
2	1	2257	1 2		20,5	SI	SI
3	1	2257	1 3		20,51	SI	SI
4	1	2257	1 4		20,5	SI	SI
error admisibles 1cm en 2 m de longitud en cualquier dirección							
OBSERVACIONES:							
ELABORADO POR:	APROBADO POR:	FISCALIZACION:			FECHA		
(RESIDENTE)					25/04/2006		

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
MONTAJE DE LOSA			MP-ML-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
			LAMINA	1 DE 5
DESCRIPCION DE LAS REVISIONES				
REV	FECHA	ALTERACION	OBSERVACIONES	
001	01/01/2008		EMISION INICIAL	
Responsable del documento		Aprobación		
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO		
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN				

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
MONTAJE DE LOSA			MP-ML-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
			LAMINA	2 DE 5
CUADRO DE DESCRIPTORES Y RESPONSABILIDADES				
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RESPONSABLE	IT	
3 Preparación de paneles	La preparación de los paneles se puede realizar en taller o en el sitio de montaje. Se deberán hacer los cortes que correspondan según los planos, ya que en estos se indica el tipo y corte de cada panel que se requiere.	Gerente de planta/ Residente	IT-PPL-001	
4 Montaje de paneles	Se hará el montaje de paneles utilizando dispositivos de sujeción (alambre en la mayoría de los casos) para que los paneles no queden sueltos entre ellos. Se deberá construir el montaje con una contra flecha. Además se deben colocar los refuerzos adicionales que indiquen los planos.	Gerente de planta/ Residente	<a href="#">IT-MPL-001</a>	
5 Verificación de colocación de paneles y refuerzo en losa	Se comprobará el montaje de paneles verificando la nivelación de la losa y la colocación de acero de refuerzo adicional.	Fiscalización		
Responsable del documento		Aprobación		
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO		
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN				

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
MONTAJE DE LOSA			MP-ML-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
			LAMINA	3 DE 5
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO				





CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
PROCESO:		MONTAJE DE LOSA	
		CODIGO	MP-ML-001
		CODIGO	IT-PPL-001
INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:		PREPARACION DE PANELES	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
1	Solicitud de aprobación para la petición de paneles a la obra	1a	Mediante las memorias de calculo incluídas en los planos y el buen criterio del contratista, se solicitará la aprobación del Fiscalizador de las cantidades que se requerirán para el montaje de paneles.
		1b	Es importante asignar códigos o nombres para todas las paredes de la vivienda ya que esto será útil en los procesos de verificación.
2	Almacenamiento de paneles	2a	Los paneles deben ser apilados de forma horizontal, almacenados en plataformas y deberán ser protegidos del agua y rayos solares.
		2b	Es importante que al manipular los paneles los trabajadores sean provistos de un equipo de seguridad para manipulación de cargas en alturas.
3	Preparación de paneles	3a	Se llevarán los paneles que los planos de taller indiquen y se procederá a realizar los cortes respectivos. Los corte deberán realizarse lo más exactos posibles.
		3b	Los cortes deberán ser hechos con cuchillos especiales para cortar Poliestireno de 6 a 20cm de espesor, adicionalmente se deberá cortar la malla con cizallas manuales o tijeras. Se utilizará maquinaria especializada en caso de tenerla a disposición.

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
PROCESO:		MONTAJE DE LOSA	
		CODIGO	MP-ML-001
		CODIGO	IT-MPL-001
INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:		MONTAJE DE PANELES	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
1	Colocación de paneles en la plataforma	1a	Tal y como se describe en lo planos se deberán colocar los paneles preparados en las paredes montadas.
		1b	Se usarán dispositivos de apoyo temporales en caso de ser necesarios para montar con facilidad los paneles de losa.
2	Amarre entre paneles	2a	Toda unión entre paneles deberá hacerse con elementos de sujeción adecuados (alambre o similar)
		2b	En cada junta entre paneles deberá colocarse una malla de refuerzo similar a la que recubre los paneles (exterior e interiormente), los amarres deberán hacerse de forma intercalada a cada lado de la malla.
3	Refuerzos en paneles	3a	En toda esquina interior o exterior deberá colocarse la malla de refuerzo en forma de L, cumpliendo con los amarres intercalados.
		3b	En toda abertura de paneles (ventanas, puertas, etc.) deberán usarse refuerzos de malla de acero a 45 grados y con una longitud de 60-80cm en las esquinas. Además se deberá reforzar cualquier abertura con mallas tipo u recubriendo los filos donde existen aberturas.

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

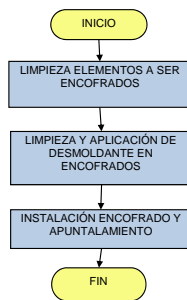
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2						
<b>PROCESO:</b> MONTAJE DE LOSA					CODIGO	MP-ML-001
<b>REGISTRO</b> LISTA DE VERIFICACION COLOCACION PANELES					CODIGO	REG-VCL-001
					EMISIÓN	01/01/2008
					LAMINA	1 DE 1
UBICACIÓN						
NOMBRE DE LA PLATAFORMA	NUMERO DE LA UNIDAD VIVIENDA	EJE 1	EJE 2	OTRA DESCRIPCION O CODIGO	LOS PANELES ESTÁN DEBIDAMENTE APUNTALADOS	LOS PANELES ESTÁN DEBIDAMENTE NIVELADO
1A	1	1	1		SI	SI
2A	1	1	2		SI	SI
3A	1	1	3		SI	SI
4A	2	2	1		SI	SI
5A	2	2	2		SI	SI
6A	2	2	3		SI	SI
7A	3	3	1		SI	SI
8A	3	3	2		SI	SI
9A	3	3	3		SI	SI
<b>DESCRIPCION DE LA COLOCACION</b>						
<b>MANO DE OBRA:</b>						
TIPO	MM	ALBAÑIL	PEON	AYUD.	OPERAD	
CANTIDAD	2	4	5		1	
DESDE (HRS)	7:30	7:30	7:30		7:30	
HASTA (HRS)	16:30	16:30	16:30		16:30	
HORAS TRABAJ	18	36	45		9	
<b>EQUIPO USADO</b>						
TIPO MAQ	GRUA 20T					
CANTIDAD	1					
DESDE (HRS)	7:30					
HASTA (HRS)	16:30					
HORAS TRABAJ	9					
<b>HERRAMIENTA</b>						
TIPO HERRAM	H. MENOR					
CANTIDAD	-					
DESDE (HRS)	7:30					
HASTA (HRS)	16:30					
HORAS TRABAJ	9					
<b>MATERIAL</b>						
TIPO MATERIAL						
CANTIDAD						
APROBADO FISCALIZ.				CONTRATISTA		FECHA: 01/05/2006

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
ENCOFRADO DE LOSA			MP-EL-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
LAMINA 1 DE 5				
DESCRIPCION DE LAS REVISIONES				
REV	FECHA	ALTERACION	OBSERVACIONES	
001	01/01/2008		EMISION INICIAL	
Responsable del documento		Aprobación		
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO		
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN				

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
ENCOFRADO DE LOSA			MP-EL-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
LAMINA 2 DE 5				
CUADRO DE DESCRIPTORES Y RESPONSABILIDADES				
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RESPONSABLE	IT	
2 Limpieza de elementos a ser encofrados	Se debe limpiar el área a ser encofrada con la ayuda de escobas o cepillos.	Gerente de Planta		
3 Limpieza y aplicación de desmoldante en encofrados	Limpiar encofrado haciendo uso de agua y trapo y aplicar desmoldante (diesel con parafina) con waípe o brocha.	Gerente de Planta		
4 Limpieza del lugar de trabajo	Se debe realizar una limpieza permanente de sitio de trabajo antes de la instalación del apuntalamiento.	Gerente de Planta		
5 Instalación de encofrado y apuntalamiento para losa	Montaje del encofrado de madera (Triplex o tableros fabricados) sustentado por vigas y puntales metálicos que se apoyaran en la parte superior del encofrado.	Gerente de Planta	IT-IEL-001	
Responsable del documento		Aprobación		
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO		
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN				

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2				
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO	
ENCOFRADO DE LOSA			MP-EL-001	
			EMISION	01/01/2008
			REVISION	001
LAMINA 3 DE 5				
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO				



Responsable del documento		Aprobación	
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO	
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN			

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
MANUAL DE PROCESOS		CODIGO	
ENCOFRADO DE LOSA		MP-EL-001	
		EMISION	01/01/2008
		REVISION	001
LAMINA 4 DE 5			
CUADRO DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESO			
		<p>OBJETIVO: Documentar el procedimiento de encofrado de losa en el proyecto</p> <p>ALCANCE: Procedimiento válido para la construcción de viviendas unifamiliares con sistema M2</p>	
ENTRADAS			
DENOMINACIÓN	PROVEEDOR	PROCESO DE REFERENCIA	
Recepción de montaje de paneles en losa	MONTAJE DE PANELES LOSA		
Recepción de planos con detalle de arranques de columnas (si se lo requiere)	CONTRATANTE		
Recepción de planos de detalle de cimentación	CONTRATANTE		
SALIDAS			
DENOMINACIÓN	CLIENTE	PROCESO DE REFERENCIA	
Losa montada y encofrada íntegramente	Colocación hormigón en losa		
CONTROLES			
<p>Verificar la perpendicularidad en las esquinas de unión de encofrados y entre los encofrados verticales y el piso donde están apoyados</p> <p>Verificar que el sistema de apuntalamiento este correctamente colocado para que el encofrado resista las cargas experimentadas por el hormigón</p>			
Responsable del documento	Aprobación		
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO		
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN			

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2	
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>	<b>CODIGO</b> MP-EL-001
<b>ENCOFRADO DE LOSA</b>	<b>EMISION</b> 01/01/2008
	<b>REVISION</b> 001
	<b>LAMINA</b> 5 DE 5
<b>RECURSOS</b>	

HERRAMIENTAS	CANT	MATERIAL	CANT	EQUIPO	CANT
Combo	var.	Estaca	var.	Tableros de madera Triplex e=12mm	var.
Martillo	var.	Pingo madera	var.	Tableros de madera fabricados (0.6 * 1.2)	var.
Escuadra	var.	Cuartón 6x6 cm	var.	Puntales y viguetas metálicas	var.
Plomada	var.	Alambre #14	var.		
Timbrador	var.	Clavos	var.		
Piola	var.	Desmoldante	var.		
SERRUCHO	var.	Caoba	var.		
Amarradores	var.	Pernos	var.		
Juego de llaves	1				

PERSONAL REQUERIDO	CANT	EQUIPO DE PROTECCIÓN (POR PERSONA)	CANT.
Residente de obra	1	Ropa de trabajo	1
Maestro de obra	1	Casco	1
Carpintero	1	Botas de seguridad	1
Albañiles	var	Gafas de seguridad o careta para trabajos de corte	1
Peones	var	Chaleco reflectivo	1
Soldador (caso ser necesario)	var	Guantes	1
		Protección auditiva (caso de ser requerido)	1
		Equipo de protección para soldador (caso de ser requerido)	1
		Mascarillas	1

<b>REGISTROS</b>		
ACTIVIDAD	DENOMINACION	CODIGO
LIMPIEZA ELEMENTOS A SER ENCOFRADOS	Lista de verificación de conformidad de limpieza de elementos a ser encofrados	REG-LCEL-001
LIMPIEZA Y APLIC. DESMOLDANTE EN ENCOFRADOS	Lista de verificación de conformidad de limpieza y aplicación de desmoldante en encofrados	REG-LCEL-001
INST. ENCOFRADO Y APUNTALAMIENTO	Lista de verificación de perpendicularidad, plomos, y rigidez	REG-LCEL-001

INDICADORES	FORMULA DE CALCULO
Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
PROCESO:		ENCOFRADO DE LOSA	CODIGO
			MP-EL-001
			CODIGO
			IT-TEL-001
INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:		INSTALACIÓN DE ENCOFRADO Y DE APUNTALAMIENTO PARA LOSA	EMISIÓN
			01/01/2008
			LAMINA
			1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
01	Señalización de ubicación de encofrados	1a	Haciendo uso del timbrador de caoba señalar la ubicación donde serán montados los tableros de madera
02	Colocación y apuntalamiento de tableros de encofrado	2a	Se debe colocar los bordes de losa comprobando la ortogonalidad de la losa y respetando el diseño propuesto por el contratista que ha sido aprobado por el Fiscalizador de la obra.
		2b	Luego de limpiar los elementos a encofrar y el área de trabajo se deberá acondicionar el lugar para trabajo en alturas con andamios o plataformas adecuadas, además todo trabajador en el área debe estar adecuadamente protegido con el equipo de seguridad.
		2c	Directamente bajo el panel de losa se colocan los tableros de encofrado debidamente limpios y recubiertos de antiadherente.
		2d	Se colocarán los tableros de encofrado para que las vigas lo soporten en los puntales metálicos, las vigas y puntales se colocarán cada 60 u 80cm.
		2e	Se dejará una contra flecha para después de colocado el hormigón la losa quede nivelada completamente. Se deberá contra flechar 7mm por cada metro de luz.
		2f	Se nivelará la losa con la ayuda de los puntales regulables que existen normalmente en el mercado.
03	Desencofrado de losa		Se retirarán los bordes de losa de forma segura y evitando destruir los materiales.
			Luego de cumplir el tiempo de curado de la losa, comprobando que los resultados del laboratorio cumplan las resistencia mínimas según ACI, se deberá desencofrar la losa, dejando ciertos puntales para soporte de prevención. Cambiando tableros por alfajas y retirando las vigas metálicas innecesarias.
			Se retirará el encofrado desde la luz media de la losa hasta los bordes
Responsable del documento		Aprobación	
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO	
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN			

**CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2**

<b>PROCESO:</b>	<b>ENCOFRADO DE LOSA</b>	<b>CODIGO</b>	MP-EL-001
		<b>CODIGO</b>	REG-LCEL-001
<b>REGISTRO:</b>	LISTA DE VERIFICACION DE CONFORMIDAD GENERAL DE ENCOFRADOS DE LOSA	<b>EMISIÓN</b>	01/01/2008
		<b>LAMINA</b>	1 DE 1

NOMBRE DE LA PLATAFORMA	EJE 1	EJE 2	ELEMENTO	LIMPIEZA AL INTERIOR Y EXTERIOR		LIMPIEZA		APLICACIÓN		ESTABILIDAD		PERPENDICULARIDAD DE		LOSA NIVELADA	
				CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE		
1A	1	1	LOSA	X		X		X		X		X		X	-
2A	1	2	LOSA	X		X		X		X		X		X	-
3A	1	3	LOSA	X		X		X		X		X		X	-
4A	2	1	LOSA	X		X		X		X		X		X	-
5A	2	2	LOSA		X	X		X			X	X		X	
6A	2	3	LOSA	X		X		X		X		X		-	X
7A	3	1	LOSA	X		X		X		X		X		-	X
8A	3	2	LOSA	X		X		X		X		X		X	-
9A	3	3	LOSA		X	X		X		X		X		-	X

**DESCRIPCION DEL ENCOFRADO**

**MANO DE OBRA:**

TIPO	MM	ALBAÑIL	PEON	AYUD.	OPERAD
CANTIDAD	2	4	5		
DESDE (HRS)	7:30	7:30	7:30		
HASTA (HRS)	16:30	16:30	16:30		
HORAS TRABAJO	18	36	45		

**EQUIPO USADO**

TIPO MAQ	NA	NA	NA	NA	NA
CANTIDAD					
DESDE (HRS)					
HASTA (HRS)					
HORAS					

**HERRAMIENTA**

TIPO HERRAM	H. MENOR
CANTIDAD	-
DESDE (HRS)	8:00
HASTA (HRS)	16:30
HORAS TRABAJO	8,5

**MATERIAL**

TIPO MATERIA L	TABLEROS	CUARTONES
CANT	10m <sup>2</sup>	36m

ESTE REGISTRO SE LLENARÁ POR UNIDAD DE VIVIENDA DIARIAMENTE

**OBSERVACIONES:**

<b>LEVANTADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>	<b>FISCALIZACION:</b>	<b>LUGAR Y FECHA:</b>  01/05/2006
-----------------------	----------------------	-----------------------	---

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO
COLOCACION HORMIGON EN LOSA			MP-CHL-001
			EMISION
			01/01/2008
			REVISION
			001
			LAMINA
			1 DE 5
DESCRIPCION DE LAS REVISIONES			
REV	FECHA	ALTERACION	OBSERVACIONES
001	01/01/2008		EMISION INICIAL

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

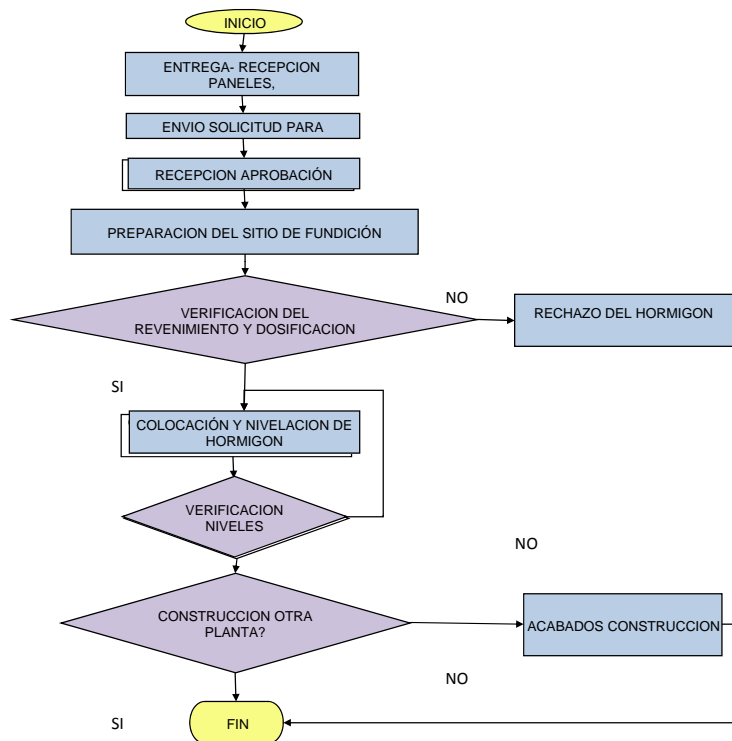
<b>CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2</b>									
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>									
<b>COLOCACION HORMIGON EN LOSA</b>	<table border="1"> <tr> <td><b>CODIGO</b></td> <td>MP-CHL-001</td> </tr> <tr> <td><b>EMISION</b></td> <td>01/01/2008</td> </tr> <tr> <td><b>REVISION</b></td> <td>001</td> </tr> <tr> <td><b>LAMINA</b></td> <td>2 DE 5</td> </tr> </table>	<b>CODIGO</b>	MP-CHL-001	<b>EMISION</b>	01/01/2008	<b>REVISION</b>	001	<b>LAMINA</b>	2 DE 5
<b>CODIGO</b>	MP-CHL-001								
<b>EMISION</b>	01/01/2008								
<b>REVISION</b>	001								
<b>LAMINA</b>	2 DE 5								

<b>CUADRO DE DESCRIPTORES Y RESPONSABILIDADES</b>			
	ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RESPONSABLE
1	Entrega-recepción de acero de refuerzo adicional e instalaciones	Se recibe el montaje de paneles con los refuerzos de acero adicionales y todas las instalaciones deben estar listas.	Gerente de Planta
2	Diseño del hormigón	Con la información contenida en los planos, se deberá establecer por escrito la dosificación del hormigón a elaborar, si el hormigón es de características especiales deberá ser solicitado un diseño de hormigón a un laboratorio reconocido. Esta dosificación deberá ser aprobada por el fiscalizador de la obra. Se debe poner a consideración del fiscalizador la opción de colocar hormigón premezclado	GERENTE PLANTA Y/O RESIDENTE
4	Solicitud para colocación de hormigón para losa	El subcontratista preparará la solicitud con todos los anexos correspondientes para la aprobación de la colocación del hormigón	Gerente de Planta
5	Recepción de la aprobación para la colocación de hormigón	El contratante o fiscalizador entregará al subcontratista la respectiva aprobación para iniciar la colocación	Gerente de Planta
6	Preparación del Sitio de Colocación de Hormigón	Los trabajadores se equiparán con todos los accesorios de seguridad necesarios, se limpiará el sitio de trabajo y se prepararán las tuberías en el caso de ser necesarias. Se prepararán los niveles y ubicaciones con caballetes piolas, pintura, cal o caoba. Se prepararán la bomba de hormigón y la tubería para la colocación en caso de ser necesarios.	Gerente de Planta/ Residente
7	Verificación del revenimiento del hormigón y dosificación	El Fiscalizador deberá aprobar el inicio de la colocación de hormigón luego de comprobar los valores del revenimiento y asegurando la calidad del hormigón mediante su inspección.	Fiscalizador
8	Colocación y nivelación de hormigón para cimentación	Los trabajadores colarán el hormigón hasta el nivel indicado en planos, mediante herramienta menor. La colocación del hormigón deberá ser continua evitando crear juntas frías, y en caso de ser necesario se realizarán juntas según lo dicte el ACI	Gerente de Planta/ Residente
9	Verificación de niveles de fundición	Se revisarán los niveles del colado del hormigón mediante el uso de caballetes, piolas y para mayor precisión equipo topográfico. Se hará como el fiscalizador recomiende.	Gerente de Planta/ Residente
10	Curado de hormigón en losa	Este curado se realizará después del fraguado inicial mediante dispositivos de riego con capas de aproximadamente 10cm de agua estancada durante 4-7 días, y se usará geotextil en caso de no ser posible el estancamiento de agua, cubriendo todas las zonas donde se encuentra hormigón. Este elemento deberá ser curado inmediatamente después de finalizada la fundición.	GERENTE PLANTA Y/O RESIDENTE

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2	
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>	
<b>COLOCACION HORMIGON EN LOSA</b>	<b>CODIGO</b> MP-CHL-001
	<b>EMISION</b> 01/01/2008
	<b>REVISION</b> 001
	<b>LAMINA</b> 3 DE 5
<b>DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO</b>	



Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
MANUAL DE PROCESOS		CODIGO	MP-CHL-001
COLOCACION HORMIGON EN LOSA		EMISION	01/01/2008
		REVISION	001
		LAMINA	4 DE 5
CUADRO DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESO			
		<p>OBJETIVO: Documentar el procedimiento de colocación de hormigón en losa del proyecto</p> <p>ALCANCE: Procedimiento válido para la construcción de viviendas unifamiliares con sistema M2</p>	
ENTRADAS			
DENOMINACIÓN	PROVEEDOR	PROCESO DE REFERENCIA	
Encofrado y apuntalamiento de losa	ENCOFRADO LOSA	MP-EL-001	
Recepción de aprobación para colocación de hormigón	FISCALIZACION		
Recepción de planos estructurales de losa	CONTRATANTE		
SALIDAS			
DENOMINACIÓN	CLIENTE	PROCESO DE REFERENCIA	
Losa con hormigón en zona de compresión	LANZADO DE HORMIGON EN TUMBADOS	MP-LHT-001	
CONTROLES			
e. max.admisible en espesor de elemento $\leq 1\text{cm}$ en una distancia max de 2m Comprobación de resistencia a los 7,14 y 28 días (SE TIENE 1 CILINDRO PARA VERIFICACION O DUDA) Asentamiento obtenido en obra			
Responsable del documento		Aprobación	
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO	
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN			

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2	
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>	<b>CODIGO</b> MP-CHL-001
<b>COLOCACION HORMIGON EN LOSA</b>	<b>EMISION</b> 01/01/2008
	<b>REVISION</b> 001
	<b>LAMINA</b> 5 DE 5
<b>RECURSOS</b>	

HERRAMIENTAS	CANT	MATERIAL	CANT	EQUIPO	CANT
Palas	var.	Agua	var.	Bomba de concreto (caso ser necesario)	1
Combos de goma	var.	Ag. Grueso	var.	Tubería (caso ser necesario)	var.
Carretillas	var.	Ag. Fino	var.	Vibradores	var.
Recipientes	var.	Cemento	var.	Nivel	var.
Piola, cal, pintura, caoba	var.	Aditivo(opc)	var.	Regla vibratoria/helicóptero	var.
				Grúa (Caso ser necesario)	

PERSONAL REQUERIDO	CANT	EQUIPO DE PROTECCIÓN (POR PERSONA)	CANT.
Residente de obra	1	Ropa de trabajo	1
Maestro de obra	1	Casco	1
Carpintero	1	Botas de seguridad	1
Albañiles	var	Gafas de seguridad o careta para trabajos de corte	1
Peones	var	Chaleco reflectivo	1
Operador grúa (caso de ser necesario)	1	Guantes	1
		Arnés y línea de vida (para trabajos en altura mayor a 2	var.
		Protección auditiva (caso de ser requerido)	1
		Mascarillas	1

**REGISTROS**

ACTIVIDAD	DENOMINACION	CODIGO
ENVIO SOLICITUD FUNDICION	Envío solicitud para fundición	<a href="#">REG-ACHL-001</a>
RECEPCION APROBACION FUNDICION	Recepción aprobación de fundición	
ELABORACION HORMIGON CIMENTACION	Registro de elaboración de hormigón, asentamiento en lugar de colocación, toma de muestras, resistencia	<a href="#">REG-EHML-001</a>
PREPARACION DEL SITIO DE FUNDICION	Lista de verificación de la preparación del sitio de fundición	<a href="#">REG-LVPSFL-001</a>
APROBACION LABORATORIO	Recepción aprobación de laboratorio	
COLOCACION Y NIVELACION DE HORMIGON	Colocación y nivelación de hormigón	
VERIFICACION N NIVELES	Lista de verificación de niveles	<a href="#">REG-LVNFL-001</a>

INDICADORES	FORMULA DE CALCULO
Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
PROCESO:	COLOCACION HORMIGON EN LOSA	CODIGO	MP-CHL-001
		CODIGO	IT-FHL-001
INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:	ELABORACIÓN HORMIGÓN PARA LOSA (ALTERNATIVO)	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1

No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
EN CASO DE DECIDIR REALIZAR LOS HORMIGONES EN OBRA:			
1	Preparación área de elaboración de hormigón	1a	Todo el equipo a utilizarse debe estar limpio y estratégicamente ubicado para la fácil manipulación de los materiales
		1b	Todo el material a utilizarse deberá ser reportado al encargado de bodega para su registro.
2	Dosificación del hormigón	2a	De acuerdo al diseño entregado se procederá a la dosificación en campo. Es importante determinar la forma de colocar el agregado (volumen o al peso)
3	Elaboración del hormigón	3a	La mezcla del hormigón deberá realizarse según el diseño entregado previamente con normas ACI o CEC
4	Asentamiento del hormigón	4a	Con el cono de Abrahams es imperativo tomar muestras de cada mezcla elaborada en campo. Este valor debe estar entre 15±5cm.
5	Toma de muestras	5a	Se tomarán 4 muestras por cada 8m3 de hormigón, las roturas serán: 1 cilindro a los 7 días, 1 cilindro a los 14 días, 1 cilindro a los 28 días y 1 por duda o verificación)

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>COLOCACION HORMIGON EN LOSA</b>	
		CODIGO	MP-CHL-001
		CODIGO	IT-SFL-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>		<b>ENVIO DE SOLICITUD PARA FUNDICION DE HORMIGÓN</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		PAGINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
01	Envío de solicitud para colocación de hormigón	1b	El subcontratista deberá preparar los planos de taller indicando todas las dimensiones e indicaciones necesarias para colocar el hormigón en el sitio.
		1c	Todos los documentos y planos deberán ser aprobados por el Gerente de Planta y Fiscalizador
		1d	Enviar todos los documentos para su revisión con oficio dirigido a Fiscalizador y Gerente de Proyecto

Todos los

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>		<b>COLOCACION HORMIGON EN LOSA</b>	
		CODIGO	MP-CHL-001
		CODIGO	IT-PSCL-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>		<b>PREPARACION DEL SITIO Y COLOCACION DE HORMIGON</b>	
		EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
01	Disposición del grupo de trabajo	1a	El subcontratista deberá disponer del personal estratégicamente logrando un trabajo efectivo sin obstrucciones de ninguna índole, brindando la ergonomía posible para todo el equipo. Todo el personal deberá estar usando los accesorios de seguridad.
02	Limpieza del lugar de colocación del hormigón	2a	El subcontratista se encargará de tener limpio tanto el lugar de colocación del hormigón como los alrededores del mismo.
03	Preparación de niveles	3a	Colocación de caballetes en lugares donde no deban ser removidos con mucha frecuencia o movidos accidentalmente
		3b	Colocar piolas para facilitar la medición de niveles en el momento de fundición.
		3c	Marcar con pintura, cal o caoba donde sea necesario ubicar puntos específicos
04	Ubicación bomba de hormigón	4a	Será necesaria la bomba de hormigón en caso de colocar más de 16m3 de hormigón para una fundición continua, debe ser estratégicamente ubicada y debe estar en perfecto estado de funcionamiento. La bomba de hormigón deberá limpiarse después de cada uso.
05	Ubicación tubería	5a	La tubería debe ser ensamblada con previsión a los trabajos de colocación de hormigón, estableciendo una logística de colocación del hormigón, todos los elementos que constituyen la tubería deberán limpiarse después de su uso.
06	Colocación de hormigón	6a	Todas las instalaciones eléctricas, hidrosanitarias, etc., se deberán ejecutar con anticipación antes de realizar la fundición.
		6b	Se evitarán en lo posible la creación de juntas frías y en caso de existir se deberá hacerlas según el ACI.
		6c	Se vibrará íntegramente cada elemento en el que se ha colocado el hormigón, se vibrarán los elementos en capas de entre 20 y 25cm.
		6d	Se dará el terminado que sea requerido en los planos, cuidando los niveles que se indiquen en los mismos. Es importante evitar los masillados futuros ya que esto causa fallas con el paso del tiempo.

Todos los

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>	<b>COLOCACION HORMIGON EN LOSA</b>	CODIGO	MP-CHL-001
		CODIGO	REG-ACHL-001
<b>REGISTRO</b>	<b>LISTA DE DOCUMENTACION ENVIADA PARA APROBACION DE COLOCACION DE HORMIGÓN</b>	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1
<b>PLANOS</b>			
LAMINA No.	DESCRIPCION	REVISADO	APROBADO
CHL-1	VISTA EXTERIOR VIVIENDA	SI	SI
CHL-2	VISTA INTERIOR VIVIENDA	SI	SI
CHL-3	ESPEORES DE CAPAS DE H. LANZADO	SI	SI
CHL-4	CORTES	SI	SI
<b>DOCUMENTACION</b>			
No.	DESCRIPCION	REVISADO	APROBADO
OBSERVACIONES:			
ELABORADO POR:	APROBADO POR:	FISCALIZACION:	FECHA
(RESIDENTE)			02/05/2006

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2																		
<b>PROCESO:</b> COLOCACION HORMIGON EN LOSA					CODIGO	MP-CHL-001												
					CODIGO	REG-EHML-001												
<b>REGISTRO</b> REGISTRO DE ELABORACIÓN DE HORMIGÓN, ASENTAMIENTO, TOMA DE MUESTRAS Y RESISTENCIAS					EMISIÓN	01/01/2008												
					LAMINA	1 DE 1												
CANTIDAD ELABORADA: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 20px;">4,9</span> m <sup>3</sup>																		
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="width: 16.6%;">1</th> <th style="width: 16.6%;">2</th> <th style="width: 16.6%;">3</th> <th style="width: 16.6%;">4</th> <th style="width: 16.6%;">5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>ASENTAMIENTOS (POR PARADA)</b></td> <td style="text-align: center;">18cm</td> <td style="text-align: center;">17cm</td> <td style="text-align: center;">19cm</td> <td style="text-align: center;">18cm</td> <td style="text-align: center;">19cm</td> </tr> </tbody> </table>								1	2	3	4	5	<b>ASENTAMIENTOS (POR PARADA)</b>	18cm	17cm	19cm	18cm	19cm
	1	2	3	4	5													
<b>ASENTAMIENTOS (POR PARADA)</b>	18cm	17cm	19cm	18cm	19cm													
<b>NOMBRE DE LA MUESTRA</b>	7 DIAS	a-7HL	b-7HL	c-7HL	d-7HL	e-7HL												
	28 DIAS	a-28HL	b-28HL	c-28HL	d-28HL	e-28HL												
	VERIFICACION	a-VhL	b-VhL	c-vhL	d-vhL	e-VhL												
<b>RESISTENCIAS (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	7 DIAS	228	232	228,8	230,4	232												
	28 DIAS	285	290	286	288	290												
	VERIFICACION	287	292	287	290	290												
<b>MANO DE OBRA:</b>																		
<b>TIPO</b>	<b>MM</b>	<b>ALBAÑIL</b>	<b>PEON</b>	<b>AYUD.</b>	<b>OPERAD</b>													
CANTIDAD	2	4	5		4													
DESDE (HRS)	7:30	7:30	7:30		7:30													
HASTA (HRS)	16:30	16:30	16:30		16:30													
HORAS TRABAJ	18	36	45		36													
<b>EQUIPO USADO</b>																		
<b>TIPO MAQ</b>	<b>ALISADOR</b>	<b>BOMBA H.</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>												
CANTIDAD	3	1																
DESDE (HRS)	7:30	7:30																
HASTA (HRS)	16:30	16:30																
HORAS TRABAJ	27	9																
<b>HERRAMIENTA</b>																		
<b>TIPO HERRAM</b>	<b>H. MENOR</b>																	
CANTIDAD	-																	
DESDE (HRS)	7:30																	
HASTA (HRS)	16:30																	
HORAS TRABAJ	9																	
<b>MATERIAL</b>																		
<b>TIPO MATERIAL</b>																		
CANTIDAD																		
ESTE FORMULARIO SE DEBE COMPLETAR DIARIAMENTE																		
OBSERVACIONES:																		
<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/>					FECHA:													
APROBADO FISCALIZACION					CONTRATISTA													

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2						
<b>PROCESO:</b>		<b>COLOCACION HORMIGON EN LOSA</b>		CODIGO	MP-CHL-001	
<b>REGISTRO</b>		<b>LISTA DE VERIFICACION DE LA PREPARACION DEL SITIO DE FUNDICION</b>		CODIGO	REG-LVPSFL-001	
				EMISIÓN	01/01/2008	
				LAMINA	1 DE 1	
UBICACIÓN DE LA FUNDICION	BLOQUE	1	2	3	4	
	NIVEL	2253,01	2254	2254	2254	
	EJE 1	1	1	1	1	
	EJE2	1	2	3	4	
No. TRABAJADORES LISTOS PARA LA ACTIVIDAD		7	6	6	6	
	PEONES	3	3	3	3	
	ALBAÑILES	3	2	2	2	
	MAESTRO DE OBRA	1	1	1	1	
HERRAMIENTA MENOR NECESARIA	TUBERIA PARA TRANSPORT HORMIGON INSTALADA	5m	4m	5m	4m	
	BOMBA DE HORMIGON UBICADA	SI	NO	NO	NO	
LIMPIEZA (NC= NO CUMPLE, C=CUMPLE)		C	C	C	C	
	HORA DE INSPECCION LIMPIEZA	7:15	7:15	7:15	7:15	
OBSERVACIONES:						
ELABORADO POR:	APROBADO POR:	FISCALIZACION:			FECHA	
(RESIDENTE)					02/05/2006	

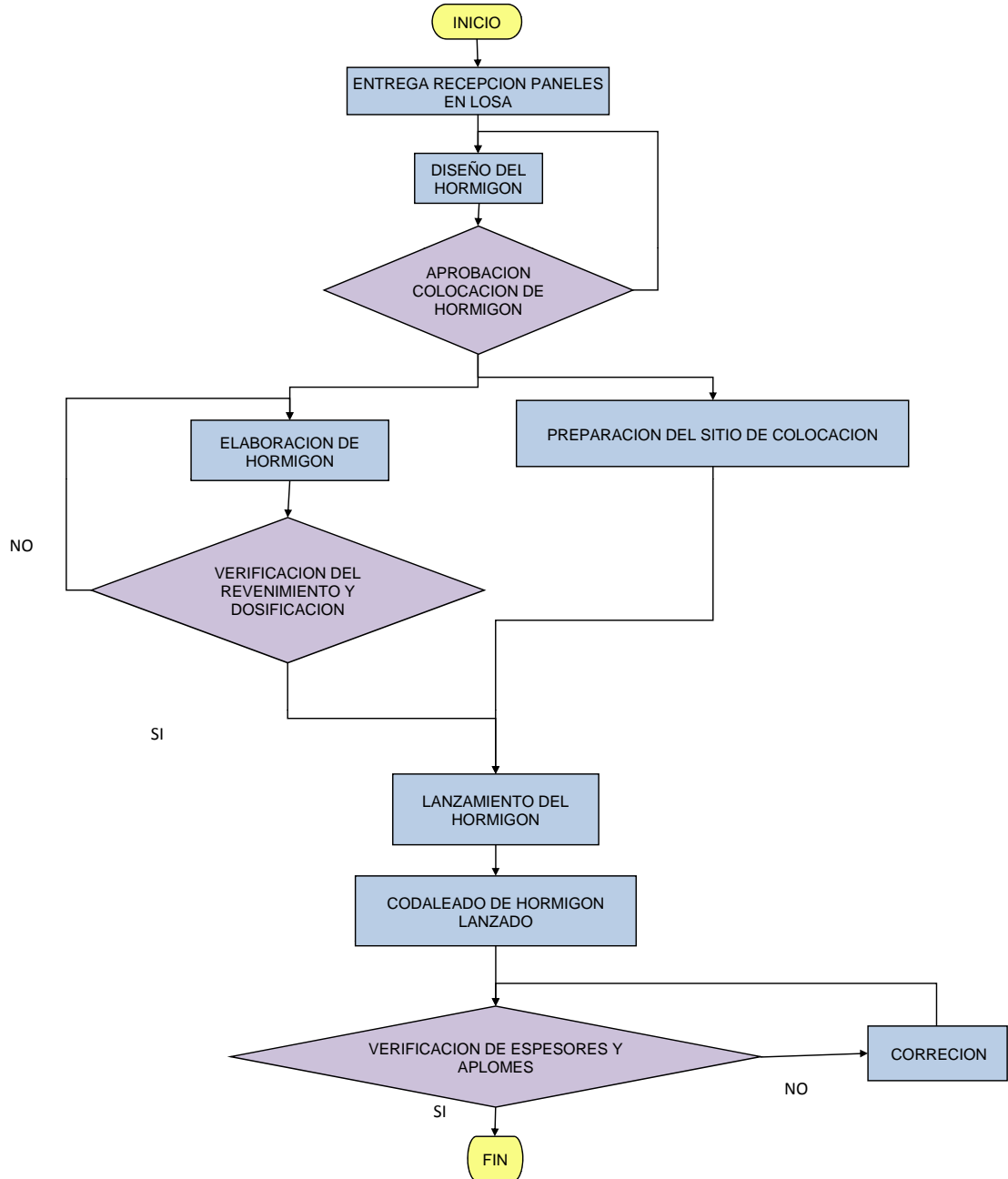


CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
MANUAL DE PROCESOS			CODIGO
LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN TUMBADOS			MP-LHT-001
			EMISION
			REVISION
			LAMINA
			01/01/2008
			1
			1 DE 5
DESCRIPCION DE LAS REVISIONES			
REV	FECHA	ALTERACION	OBSERVACIONES
000	01/01/2008		EMISION INICIAL
Responsable del documento		Aprobación	
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO	
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN			

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
MANUAL DE PROCESOS		CODIGO	MP-LHT-001
LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN TUMBADOS		EMISION	01/01/2008
		REVISION	1
		LAMINA	2 DE 5
CUADRO DE DESCRIPTORES Y RESPONSABILIDADES			
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RESPONSABLE	IT
Entrega-recepción de paneles en paredes	Se reciben los paneles montados, debidamente apuntalados y aplomados	Gerente de Planta	
Diseño del hormigón	Con la información contenida en los planos, se deberá establecer por escrito la dosificación del hormigón a elaborar para el lanzamiento, si el hormigón es de características especiales deberá ser solicitado un diseño de hormigón a un laboratorio reconocido. Esta dosificación deberá ser aprobada por el fiscalizador de la obra. Se debe poner a consideración del fiscalizador la opción de colocar hormigón premezclado u otras opciones.	GERENTE PLANTA Y/O RESIDENTE	
Solicitud para lanzamiento de hormigón en tumbados	El subcontratista preparará la solicitud con todos los anexos correspondientes para la aprobación de la colocación del hormigón, como la colocación del equipo de lanzamiento, y la ubicación del lugar de fabricación del hormigón	GERENTE PLANTA Y/O RESIDENTE	<a href="#">IT-SLHT-001</a>
Recepción de la aprobación para la colocación de hormigón	El contratante entregará al subcontratista la respectiva aprobación para iniciar la colocación	CONTRATANTE Y/O FISCALIZADOR	
Elaboración de hormigón para lanzamiento en paredes	Para elaborar el hormigón para cimentación es importante tener un área de elaboración de hormigones, además se considerarán todas sus propiedades antes de colocarlo	GERENTE PLANTA Y/O RESIDENTE	IT-EHLT-001
Preparación del Sitio de Colocación de Hormigón	Los trabajadores se equiparán con todos los accesorios de seguridad necesarios, se limpiará el sitio de trabajo. Se colocará arena en el piso del lugar de lanzamiento con el fin de evitar desperdicios y el hormigón que llegue al piso será reutilizado. Se prepararán los niveles y ubicaciones con caballetes piolas, pintura, cal o caoba.	Gerente de Planta/ Residente	IT-EHLT-001
Verificación del revenimiento del hormigón y dosificación	Se deberán verificar las características del hormigón y se deberán registrar estos resultados.	Fiscalizador	IT-EHLT-001
Lanzamiento del hormigón	El lanzamiento de hormigón se realizará dependiendo el equipo que se va utilizar en el lanzamiento por lo que se deberá tener todas las especificaciones del equipo a usar, se deberá hacer el lanzamiento para llegar a 2.5cm de espesor en 2 capas, la primera de aproximadamente 1cm y la segunda de 1.5cm. El segundo lanzamiento deberá realizarse inmediatamente al término del primero.	Gerente de Planta/ Residente	<a href="#">IT-PLHT-001</a>
Codaleado del hormigón lanzado	Luego de lanzado el hormigón es de suma importancia realizar un alisado básico, ya que hay que cuidar que la superficie no quede muy irregular ya que dificulta el alisado final de las paredes.	Gerente de Planta/ Residente	<a href="#">IT-PLHT-001</a>
Verificación de los espesores y alineaciones verticales en paredes	Se comprobarán los espesores después del lanzamiento utilizando como referencia las cuerdas o señales colocadas, además se verificará que el lanzamiento haya sido uniforme.	Gerente de Planta/ Residente	
Curado del hormigón lanzado	Este curado se realizará después del fraguado inicial mediante dispositivos de riego durante 4-7 días. Este elemento deberá ser curado inmediatamente después de finalizado el lanzamiento. Si la segunda capa no pudo ser lanzada se deberá curar la primera capa inmediatamente.	GERENTE PLANTA Y/O RESIDENTE	

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

<b>CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2</b>	
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>	
<b>LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN TUMBADOS</b>	<b>CODIGO</b> MP-LHT-001
	<b>EMISION</b> 01/01/2008
	<b>REVISION</b> 1
	<b>LAMINA</b> 3 DE 5
<b>DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO</b>	



Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
<b>DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN</b>	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2		
MANUAL DE PROCESOS		CODIGO
LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN TUMBADOS		MP-LHT-001
		EMISION 01/01/2008
		REVISION 1
		LAMINA 4 DE 5
CUADRO DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESO		
	<b>OBJETIVO:</b> Documentar el procedimiento de lanzamiento de hormigón en tumbados del proyecto	
	<b>ALCANCE:</b> Procedimiento válido para la construcción de viviendas unifamiliares con sistema M2	
ENTRADAS		
DENOMINACIÓN	PROVEEDOR	PROCESO DE REFERENCIA
Montaje de paneles en vivienda	MONTAJE DE LOSA	MP-ML-001
Recepción de planos arquitectónicos y estructurales de losa	CONTRATANTE	
SALIDAS		
DENOMINACIÓN	CLIENTE	PROCESO DE REFERENCIA
Tumbados recubiertos con hormigón	ACABADOS DE	
CONTROLES		
e. max.adm ≤ ± 0.5 cm cada 2m de longitud horizontal en planta e. max.adm ≤ ± 1 cm cada 2m de longitud en la altura		
Responsable del documento		Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD		GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN		

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>MANUAL DE PROCESOS</b>		<b>CODIGO</b>	MP-LHT-001
<b>LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN TUMBADOS</b>		<b>EMISION</b>	01/01/2008
		<b>REVISION</b>	1
		<b>LAMINA</b>	5 DE 5
<b>RECURSOS</b>			

HERRAMIENTAS	CANT	MATERIAL	CANT	EQUIPO	CANT
Palas	var.	Agua	var.	Bomba hormigón para lanzamiento	var.
Codales aluminio	var.	Ag. Fino	var.	Tubería de 1 1/4"	var.
Piola, cal, pintura, caoba	var.			plomada	var.
Recipientes	var.			Nivel	var.
				Pistola lanzadora de equipo de lanzam.	var.

PERSONAL REQUERIDO	CANT	EQUIPO DE PROTECCIÓN (POR PERSONA)	CANT.
Residente de obra	1	Ropa de trabajo	1
Maestro de obra	1	Casco	1
Albañiles	var	Botas de seguridad	1
Peones	var	Gafas de seguridad o careta para trabajos de corte	1
		Chaleco reflectivo	1
		Guantes	1
		Arnés y línea de vida (para trabajos en altura mayor a 2	var.
		Protección auditiva (caso de ser requerido)	1
		Mascarillas	1

**REGISTROS**

ACTIVIDAD	DENOMINACION	CODIGO
	Envío solicitud para lanzamiento	<a href="#">REG-ESPLT-001</a>
	Recepción aprobación de lanzamiento	
	Registro de elaboración de hormigón, asentamiento en lugar de colocación, toma de muestras, resistencia	<a href="#">REG-EHPAT-001</a>
	Lista de verificación de la preparación del sitio de lanzamiento	<a href="#">REG-LVPSLT-001</a>
	Lanzamiento y Codaleado de hormigón	
	Verificación de niveles	<a href="#">REG-LVEPAT-001</a>

INDICADORES	FORMULA DE CALCULO
Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO

DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
PROCESO:	LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN TUMBADOS	CODIGO	MP-LHT-001
		CODIGO	IT-EHLT-001
INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:	ELABORACION HORMIGÓN PARA LANZAMIENTO EN TUMBADOS	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1

No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
1	Preparación área de elaboración de	1a	Todo el equipo a utilizarse debe estar limpio y estratégicamente ubicado para la fácil manipulación de los materiales
		1b	Todo el material a utilizarse deberá ser reportado al encargado de bodega para su registro.
2	Dosificación del hormigón	2a	De acuerdo al diseño entregado se procederá a la dosificación en campo. Es importante determinar la forma de colocar el agregado (volumen o al peso)
3	Elaboración del hormigón	3a	La mezcla del hormigón deberá realizarse según el diseño previo con normas ACI o CEC, no se deberá aumentar o disminuir ningún material de lo que el diseño indique, a menos de que el cambio requerido sea aceptado por el fiscalizador por escrito.
4	Asentamiento del hormigón	4a	Con el cono para mortero es imperativo tomar muestras de cada mezcla elaborada en campo.
5	Toma de muestras	5a	Se tomarán 3 muestras por cada 2m3 de hormigón, las roturas serán: 1 cubo a los 7 días, 1 cubo a los 14 días y 1 cilindro a los 28 días.

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
PROCESO:	LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN TUMBADOS	CODIGO	MP-LHT-001
		CODIGO	IT-SLHT-001
INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:	ENVIO SOLICITUD PARA LANZAMIENTO DE HORMIGÓN	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1

No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
01	Envío de solicitud para colocación de	1b	El subcontratista deberá preparar los planos de taller indicando todas las dimensiones e indicaciones necesarias para el lanzamiento de hormigón en el sitio.
		1c	Todos los documentos y planos deberán ser aprobados por el Gerente de Planta y Fiscalizador
		1d	Enviar todos los documentos para su revisión con oficio dirigido a Fiscalizador y Gerente de Proyecto

NOTA:

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>	<b>LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN TUMBADOS</b>	CODIGO	MP-LHT-001
		CODIGO	IT-PLHT-001
<b>INSTRUCCIÓN DE TRABAJO:</b>	<b>PREPARACION DEL SITIO Y LANZAMIENTO DE HORMIGON</b>	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1

No.	ACTIVIDADES (QUÉ?)	NTo.	TAREA (CÓMO?)
01	Disposición del grupo de trabajo	1a	El subcontratista deberá disponer del personal estratégicamente logrando un trabajo efectivo sin obstrucciones de ninguna índole, brindando la ergonomía posible para todo el equipo. Todo el personal deberá estar usando los accesorios de seguridad.
02	Limpieza del lugar de colocación del	2a	El subcontratista se encargará de tener limpio tanto el lugar de colocación del hormigón como los alrededores del mismo.
03	Preparación de niveles	3a	Colocación de caballetes en lugares donde no deban ser removidos con mucha frecuencia o movidos accidentalmente
		3b	Colocar piolas para facilitar la medición de espesores en el momento del lanzamiento.
04	Ubicación equipo de lanzamiento	4a	Es necesario ubicar el equipo de lanzamiento en un lugar accesible a varios puntos de lanzamiento y así evitar el movimiento frecuente del equipo de lanzamiento.
05	Ubicación tubería	5a	La tubería debe ser ensamblada con previsión a los trabajos de colocación de hormigón, estableciendo una logística previa a el lanzamiento de hormigón, todos los elementos que constituyen la tubería deberán limpiarse después de su uso.
06	Lanzamiento del hormigón	6a	Se deberá lanzar la primera capa de aproximadamente 1cm de espesor cuidando que la mezcla cubra la malla que recubre al panel de Poliestireno.
		6b	La segunda capa deberá ser lanzada antes de primer fraguado de la primera, para evitar la formación de juntas frías. Es importante no sobrecargar la segunda capa y tratar de no sobrepasar los 2.5cm de espesor en el lanzamiento.
		6c	Con la ayuda de maestras o rieles provisionales que se colocan como señales en la preparación del área de lanzamiento, con la ayuda de tubos rectos metálicos (codales) se procede a dar un terminado rústico a la superficie de lanzamiento, esto con el fin de que el terminado final pueda adherirse con facilidad.

Todos los diseños deben ser realizados a tiempo según el cronograma establecido por el subcontratista

Responsable del documento	Aprobación
GERENCIA DE CALIDAD	GERENTE PROYECTO
DOCUMENTACIÓN PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>	<b>LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN TUMBADOS</b>	CODIGO	MP-LHT-001
		CODIGO	REG-ESPLT-001
<b>REGISTRO</b>	<b>LISTA DE DOCUMENTACION ENVIADA PARA APROBACION DE LANZAMIENTO DE HORMIGON</b>	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1

PLANOS			
LAMINA No.	DESCRIPCION	REVISADO	APROBADO
LHT-1	VISTA EXTERIOR VIVIENDA	SI	SI
LHT-2	VISTA INTERIOR VIVIENDA	SI	SI
LHT-3	ESPEORES DE CAPAS DE H. LANZADO	SI	SI
LHT-4	CORTES	SI	SI

DOCUMENTACION			
No.	DESCRIPCION	REVISADO	APROBADO

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR: (RESIDENTE)	APROBADO POR:	FISCALIZACION:	FECHA 05/05/2008
-------------------------------	---------------	----------------	---------------------

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2			
<b>PROCESO:</b>	<b>LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN TUMBADOS</b>	CODIGO	MP-LHT-001
		CODIGO	REG-EHPAT-001
<b>REGISTRO</b>	<b>REGISTRO DE ELABORACIÓN DE HORMIGÓN, ASENTAMIENTO, TOMA DE MUESTRAS Y RESISTENCIAS</b>	EMISIÓN	01/01/2008
		LAMINA	1 DE 1

CANTIDAD ELABORADA:  m3

	1	2	3	4	5
ASENTAMIENTOS (POR PARAD)	18cm	17cm	19cm	18cm	19cm

NOMBRE DE LA MUESTRA	7 DIAS	a-7HL	b-7HL	c-7HL	d-7HL	e-7HL
	28 DIAS	a-28HL	b-28HL	c-28HL	d-28HL	e-28HL
	VERIFICACION	a-VhL	b-VhL	c-vhL	d-vhL	e-VhL
RESISTENCIAS (kg/cm2)	7 DIAS	228	232	228,8	230,4	232
	28 DIAS	285	290	286	288	290
	VERIFICACION	287	292	287	290	290

**MANO DE OBRA:**

TIPO	MM	ALBAÑIL	PEON	AYUD.	OPERAD	
CANTIDAD	2	4	5		4	
DESDE (HRS)	7:30	7:30	7:30		7:30	
HASTA (HRS)	16:30	16:30	16:30		16:30	
HORAS TRABAJ	18	36	45		36	

**EQUIPO USADO**

TIPO MAQ	ALISADOR	BOMBA H.				
CANTIDAD	3	1				
DESDE (HRS)	7:30	7:30				
HASTA (HRS)	16:30	16:30				
HORAS TRABAJ	27	9				

**HERRAMIENTA**

TIPO HERRAM	H. MENOR					
CANTIDAD	-					
DESDE (HRS)	7:30					
HASTA (HRS)	16:30					
HORAS TRABAJ	9					

**MATERIAL**

TIPO MATERIAL						
CANTIDAD						

ESTE FORMULARIO SE DEBE COMPLETAR DIARIAMENTE

OBSERVACIONES:

<hr/> APROBADO FISCALIZACION	<hr/> CONTRATISTA	FECHA: 05/05/2008
------------------------------	-------------------	----------------------

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2					
<b>PROCESO:</b>		<b>LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN TUMBADOS</b>		CODIGO	<a href="#">MP-LHT-001</a>
				CODIGO	<a href="#">REG-LVPSLT-001</a>
<b>REGISTRO</b>	<b>LISTA DE VERIFICACION DE LA PREPARACION DEL SITIO DE LANZAMIENTO</b>			EMISIÓN	01/01/2008
				LAMINA	1 DE 1
HORA INICIO ACTIVIDAD	7:30				
HORA FIN ACTIVIDAD	16:30				
UBICACIÓN DEL LANZAMIENTO BLOQUE	1	2	3	4	
VIVIENDA	1	1	1	1	
NIVEL	2253,01	2254	2254	2254	
EJE 1	1	1	1	1	
EJE2	1	2	3	4	
A VERIFICAR:					
APUNTALAMIENTO SUPERIOR	C	C	C	C	
APUNTALAMIENTO INFERIOR	C	C	C	C	
PARED APLOMADA	C	C	C	C	
COLOCACION MAESTRAS	C	C	C	C	
No. TRABAJADORES EN LA ACTIVIDAD	7	6	6	6	
PEONES	3	3	3	3	
ALBAÑILES	3	2	2	2	
MAESTRO DE OBRA	1	1	1	1	
HERRAMIENTA MENOR NECESARIA					
CANTIDAD TUBERIA INSTALADA	5m	4m	5m	4m	
BOMBA DE HORMIGON UBIKADA	SI	NO	NO	NO	
LIMPIEZA DEL SITIO	C	C	C	C	
HORA DE INSPECCION LIMPIEZA	7:15	7:15	7:15	7:15	
OBSERVACIONES:					
ELABORADO POR:	APROBADO POR:	FISCALIZACION:		FECHA	
(RESIDENTE)				05/05/2008	

CONSTRUCCION VIVIENDAS UNIFAMILIARES SISTEMA M2								
<b>PROCESO:</b> LANZAMIENTO DE HORMIGÓN EN TUMBADOS						CODIGO	MP-LHT-001	
						CODIGO	REG-LVEPAT-001	
<b>REGISTRO</b> LISTA DE VERIFICACION DE NIVELES						EMISIÓN	01/01/2008	
						LAMINA	1 DE 1	
<b>BLOQUE</b>	<b>VIVIENDA</b>	<b>NIVEL</b>	<b>UBICACIÓN EJES</b>	<b>OTRA UBIC.</b>	<b>VALOR ESPESOR</b>	<b>CUMPLE?</b>	<b>PARED APLOMADA?</b>	
1	1	2257	1 1		20,5	SI	SI	
2	1	2257	1 2		20,5	SI	SI	
3	1	2257	1 3		20,51	SI	SI	
4	1	2257	1 4		20,5	SI	SI	
error admisibles 1cm en 2 m de longitud en cualquier dirección								
OBSERVACIONES:								
ELABORADO POR:			APROBADO POR:			FISCALIZACION:		FECHA
(RESIDENTE)								

#### 6.4. Evaluación de los procesos- indicadores

Con la ayuda de los registros utilizados se ha logrado completar la información requerida en los formularios para obtener los indicadores de calidad propuestos en el capítulo 5.

En los resultados obtenidos se observa que algunos de los indicadores no cumplen con lo expuesto por los Ingenieros Champutiz y Valencia<sup>1</sup> debido a que se trata de otro sistema constructivo. Por esto más adelante se sustentarán estas diferencias en la evaluación. Pero estos resultados servirán como base para el mejoramiento de futuros proyectos que serán construidos con el sistema M2. A continuación se encontrarán los formularios completos para el ejemplo y así se obtendrán los indicadores que engloban todo el proyecto donde se ha aplicado la guía.

En el siguiente cuadro se muestran los resultados del estudio:

NOMBRE DE LOS INDICADORES	VALOR OBTENIDO EN EL ESTUDIO	VALOR MÍNIMO REFERENCIA	VALOR MÁXIMO REFERENCIA	VALOR REFERENCIA	CUMPLE?
Densidad de paredes	20.92	8	22		SI
Índice de errores de entrega de materiales	1.69				
Productividad por servicio	2.37			0.71	NO
	2.34				NO
	1.86				NO
	0.38				SI
Tiempos productivos	43.59			37.20	OK
Tiempos auxiliares	30.77			37	OK
Tiempos improductivos	25.64			25.8	OK
Relación entre peso de acero y área de construcción	2.48	9.6	20.07		NO
Relación de volumen de concreto y área de construcción	0.35	0.01	0.25		NO
Pérdidas paneles	-5.95	8.2	39.9		NO

<sup>1</sup> Champutiz B., Valencia Ricardo; Indicadores de Calidad y Productividad en la Construcción. Mayo 2003

Pérdidas acero	-1.92	7.91	27.3		NO
Pérdidas hormigón	-9.56	0.75	25.16		NO
Espesor medio de enlucidos	12.81 cm.	23.10	30		NO
Tasa de frecuencia de accidentes (#acc x millón horas trab)	2.91			256.74	SI
Índice de rotación	58.75			34.71	NO
Índice de ausentismo	3.75			7.07	SI
Índice de capacitación	16.26			10	SI

TABLA 16. TABLA DE INDICADORES DEL PROYECTO FERRARA COMPARADOS A INDICADORES TEORICOS  
FUENTE: INDICADORES DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCION

Debido a que las experiencias de los Ingenieros Champutiz y Valencia<sup>1</sup>, en su investigación, fueron monitoreadas con sistemas constructivos muy similares al sistema tradicional los indicadores de productividad por servicio varían significativamente ya que las actividades son mucho mas elaboradas para el sistema M2.

La relación del uso de acero de refuerzo en varillas con respecto al área de construcción es mucho más bajo debida a que el sistema no requiere de gran cantidad de varilla adicional, ya que los paneles poseen la malla de recubrimiento.

Así mismo, la relación del volúmen de concreto con respecto al área de construcción es notablemente diferente debido a que el uso de hormigón es mucho mayor que en el sistema tradicional.

Las pérdidas de materiales resultantes no dieron a conocer que las cantidades presupuestadas fueron superiores a las utilizadas, lo que demuestra que la planificación del proyecto debe ser mejorada. Los espesores de terminado de hormigón son difíciles de controlar y es un punto que podría ir mejorando en el sistema constructivo.

El índice de rotación excede los límites establecidos, debido a que en el período de construcción existían gran cantidad de obras en ejecución en los alrededores y los obreros escogían los paquetes salariales más atractivos, exponiendo de esta manera también un punto a mejorar.

<sup>1</sup> Champutiz B., Valencia Ricardo; Indicadores de Calidad y Productividad en la Construcción. Mayo 2003

## **6.5. Propuesta para el mejoramiento de los procesos.**

Con todos los datos expuestos anteriormente se puede decir que para este ejemplo de aplicación:

Los indicadores resultantes en la productividad por servicio del estudio deberán ser mejorados y como primera propuesta se deberá contratar el trabajo por obra y dejar a un lado las contrataciones por jornal, esto deberá mejorar los costos en un 10 ó 15% en un principio.

Los indicadores de pérdidas de materiales indican que las cantidades teóricas de materiales expuestas en los presupuestos son sobre estimados, por lo que se debe pedir mayor énfasis al departamento de Planificación en la cuantificación de materiales, con esta modificación el presupuesto de estos materiales se modificará en un 5% menos.

En este sistema constructivo se observó que controlar los espesores de terminado de pared son difíciles de controlar, tanto para el operador de la máquina lanzadora, como para el trabajador que da el acabado final a la pared, por lo que es importante hacer capacitaciones continuas a las personas involucradas para estas tareas, esto inicialmente brindará un ahorro del 10% aproximadamente.

El índice de rotación de este proyecto ha sido alto por lo que se recomienda evaluar condiciones de contratación en caso de que existan proyectos de construcción en los alrededores y analizar posibles beneficios que no afecten significativamente al presupuesto para los trabajadores.

El costo directo del proyecto asciende a 1`111,000.00 aproximadamente, donde el 64.29% corresponde a materiales utilizados, el 30.19% a mano de obra y el 5.52% a equipo.

De estos valores el precio de paneles puestos en obra representan el 23.16% de todo el proyecto, por lo que cualquier optimización que se realice para el uso de panel es aconsejable. Por lo que la propuesta sería la de evitar realizar cortes en obra, para que estos sean hechos en fabrica, además todos los remates deberán venir de fábrica perfectamente cortados. Si esto no es posible se deberá capacitar a la gente para el uso de maquina especialmente hecha para el fin y así poder crear un taller de corte y conformación en obra. Se deberá mejorar hasta un 5% en el uso de los paneles.

Los materiales como cemento, hormigón, pétreos y acero, juntos llegan a ser el 20% del proyecto y no es muy fácil que exista un ahorro en estos elementos, excepto por el hormigón para el lanzamiento, donde anteriormente ya se explico que los espesores de las paredes deben tener mayor control y

mejor colocación.

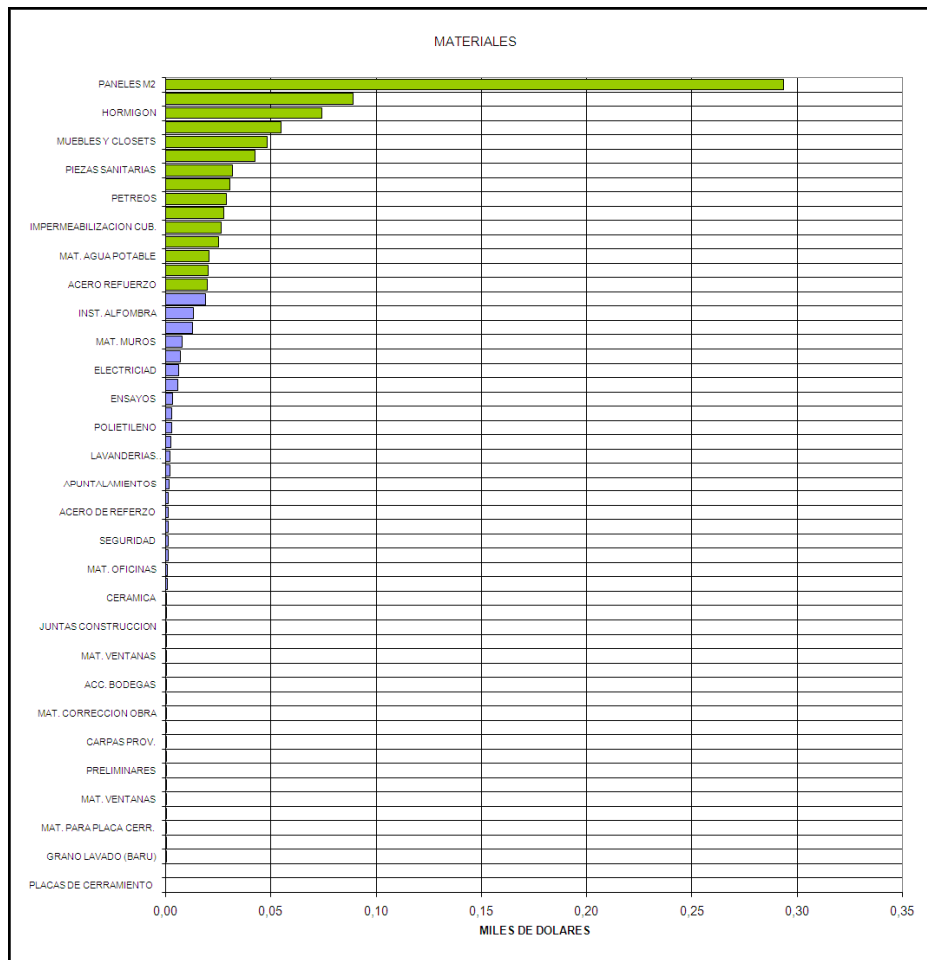
Con todo lo expuesto anteriormente se podría decir que las primeras expectativas para el mejoramiento de los procesos del sistema constructivo son que los costos directos bajen hasta un 5%.

# CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

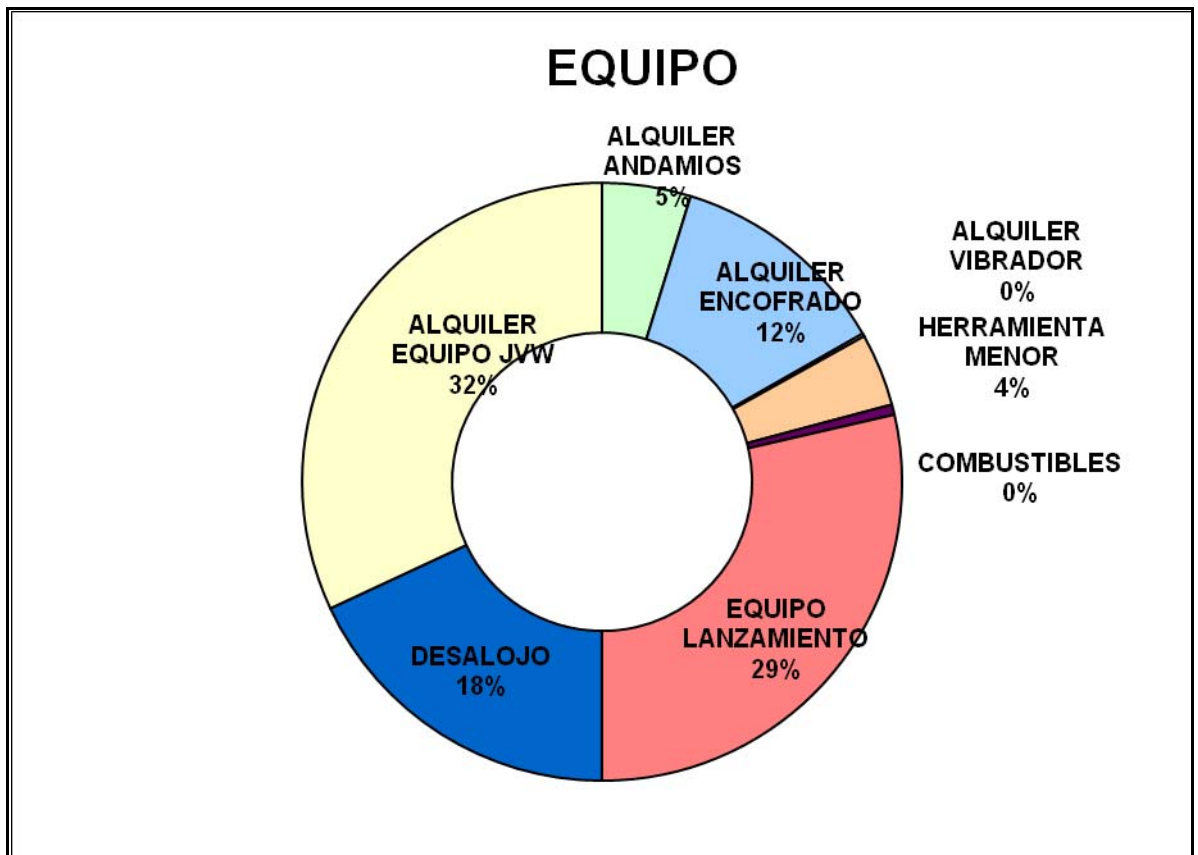
## 7.1. Conclusiones

Con la aplicación de la guía se han podido determinar la utilización de los recursos en la ejecución del proyecto, esto ayudó en gran manera a determinar las conclusiones que se describen a continuación.

Para una mejor descripción se ha dividido el análisis de recursos en MATERIALES, MANO DE OBRA Y EQUIPO.







Con el desarrollo de la metodología se ha logrado una plena identificación de las actividades y se logró una fácil clasificación de los recursos utilizados para la ejecución del proyecto, logrando una sencilla organización.

Se logra concluir que en el análisis de mano de obra, materiales y equipo, son predominantes las actividades relacionadas a los paneles, por lo que es de suma importancia enfocar todos los esfuerzos para reducir costos y tiempos en estas actividades.

Esta guía ha permitido identificar actividades importantes en las cuales se deben poner énfasis para empezar a mejorarlas.

La recopilación de datos que se logra en el transcurso y/o después de aplicada la guía en cualquier proyecto, permite crear una bitácora que servirá al ejecutor, fiscalizador y/o propietario del proyecto, que podrá apoyar a la programación del proyecto o también en aspectos técnicos que podrían afectar la obra en un futuro.

Además se ha desarrollado una metodología para el mejoramiento continuo del sistema M2 para la construcción de viviendas unifamiliares, que podrá ser modificada según las necesidades del propietario.

Se aplicó la guía para evaluar y optimizar a un caso de estudio para validación del documento.

Si este manual de procesos es aplicado como se indica, los directores y/o gerente de proyecto puede tomar la información recopilada para complementar la gestión de la empresa con el seguimiento de cronogramas y la implementación de una ingeniería de costos, de esta manera la toma de decisiones sería más efectiva.

## **7.2. Recomendaciones**

Esta guía esta dirigida a la relación Constructor-Fiscalizador- Propietario, ya que está enfocada a registrar procesos para ser monitoreada y aprobada, es importante recomendar la elaboración de una nueva guía para evaluar el control interno entre trabajadores y supervisores de campo.

La aplicación de esta guía no está realizada para que las personas encargadas de la construcción de un proyecto lo maneje, estas personas deben ser un apoyo para el encargado del manejo de la guía que en lo posible deberá tener conocimientos de calidad y productividad.

Para la aplicación de la guía es importante tener en cuenta que todas las acciones que se dan en el proyecto deben estar documentadas y los reportes de los resultados deben ser presentados en fechas convenidas entre las partes interesadas.

Para tomar la decisión de elaborar y utilizar una guía es importante estudiar la envergadura del proyecto, y asegurar que la guía va a ser llevada a cabalidad y lo más importante, deberá ser monitoreada y controlada, logrando que la toma de decisiones sea más clara.

Para fomentar la gestión integral en la construcción, es aconsejable extender este tema con la ingeniería de costos y planeamiento.

## BIBLIOGRAFIA

Heyel, Carl. "Enciclopedia de gestión y administración de empresas MANAGEMENT", Ediciones Grijalbo, S.A. 3era edición, Barcelona- España, 1984

Ledesma, Enrique. Capella, Enrique "Seminario - Dirección de Proyectos de Clase Mundial- De la estrategia a los Resultados"

Noriega, Jorge " OBRA Administración y Gerencia", Bhandar Editores Ltda., Cuarta edición, Santa Fé de Bogotá D.C.- Colombia 2002

Imai, Masaaki, "KAYZEN- La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa", Compañía Editorial Continental S.A., Primera edición 1989, Sexta Reimpresión, México 1992.

García, Gonzalo, "ORGANIZACIÓN DE OBRAS", Ediciones CEAC, 11va edición, Barcelona-España, 1974.

CASSAFORMA, Instrucciones básicas para la ejecución de obras con M2

CASSAFORMA, Memoria descriptiva

Bonilla Echeverría, Christian Paul, Memora técnica descriptiva Sistema Emedue Panecons, Primera edición, Marzo 2005

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y ciencias del Ambiente, Guía de construcción para estructuras de Ferrocemento, Lima, 2003.

Champutiz B., Valencia Ricardo; Indicadores de Calidad y Productividad en la Construcción. Mayo 2003

Hidalgo Abarca Javier, Metodología para evaluar el proceso constructivo de las edificaciones. Marzo 2002

Torres, Patricio, Apuntes de cimentaciones.

Hidalgo Bahamontes, Angel, Construcción de cimientos, 11ª edición, Barcelona,1974.

Ayala Vinicio, Manual de procesos de construcción PTB del Nuevo Aeropuerto de Quito.

Salvador, Ricardo-Montero Juan Carlos; Manual de ensayos de mecánica de suelos.

Vaca Félix, Placencia Patricio, Informe final de idoneidad estructural casa con el sistema constructivo M2, Quito, Junio 2004.

Serrano, Galvache, Instituto Eduardo Torroja, Sistema portante MK2de paneles de hormigón armado con núcleo de EPS, Madrid 2004.

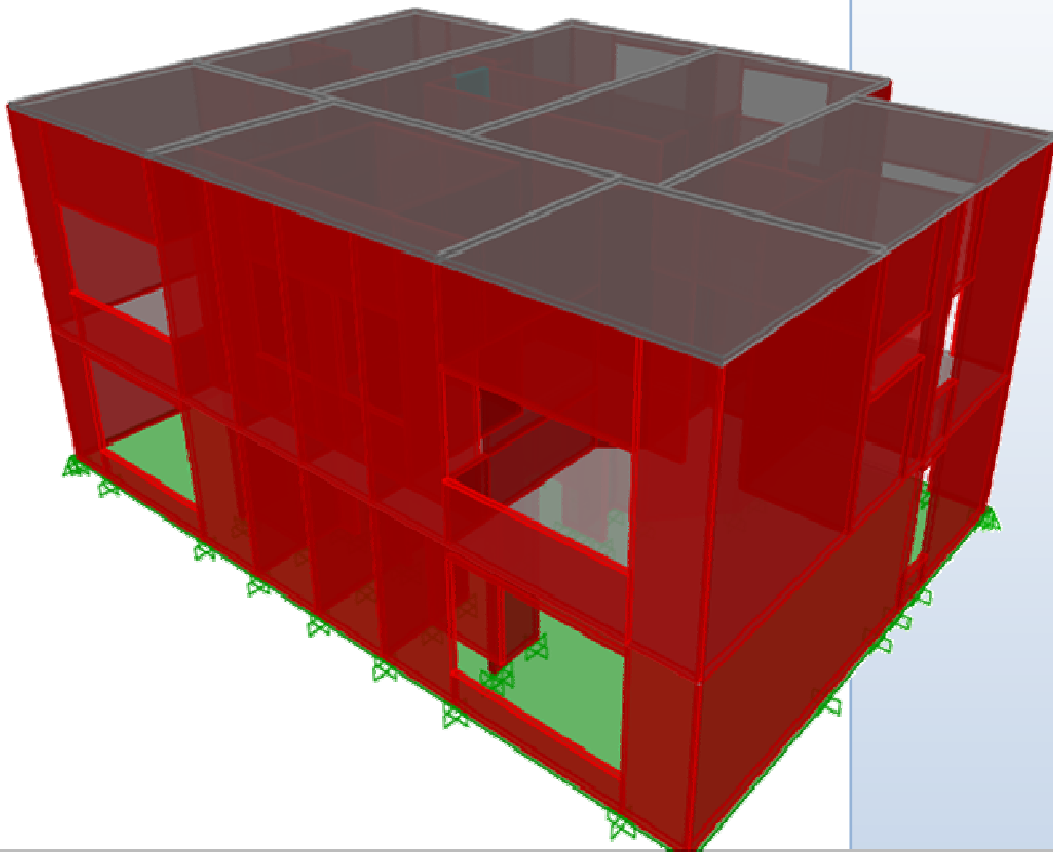
LIBRO DE OBRA CONJUNTO HABITACIONAL FERRARA 1- MUTUALISTA PICHINCHA  
2006-2007

[www.mk2.com](http://www.mk2.com)  
[www.hormi2.com](http://www.hormi2.com)  
[www.conitec.com](http://www.conitec.com)

---

**JULIO MALTEZ M.**  
**INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y DE PROYECTOS**  
**LIC. MTI No. 997**

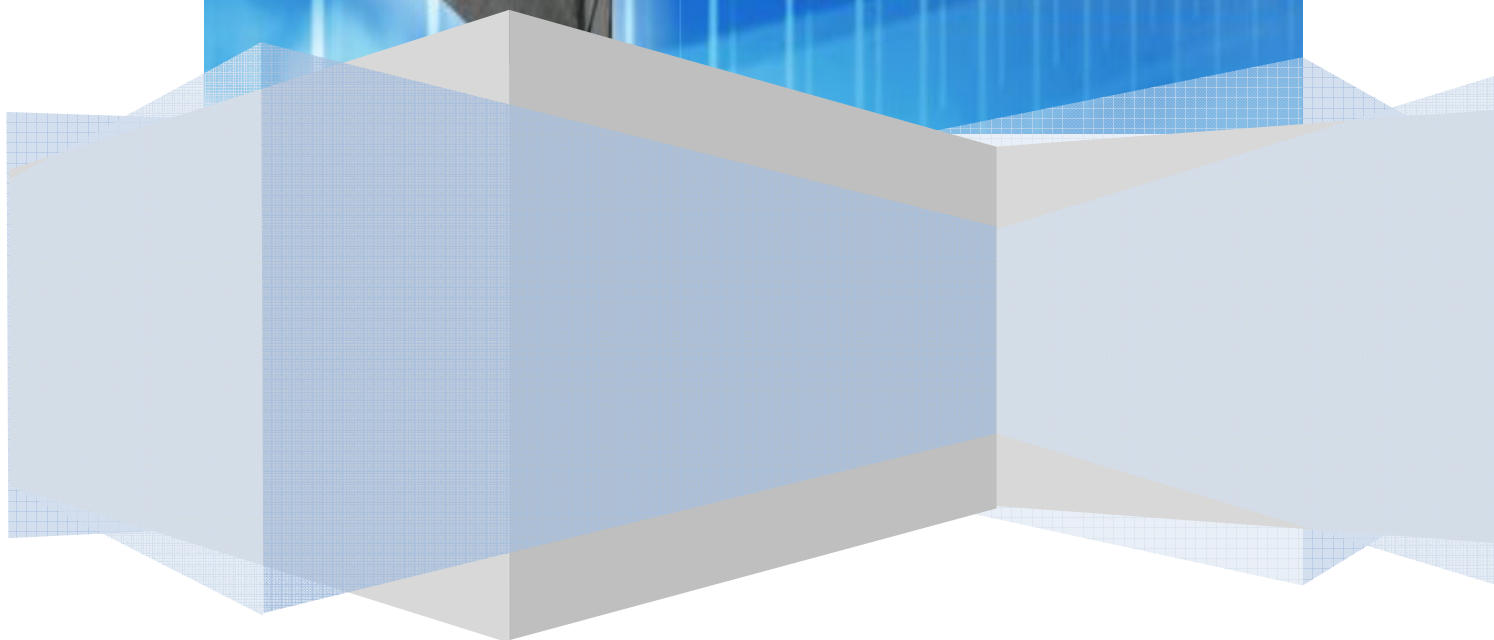
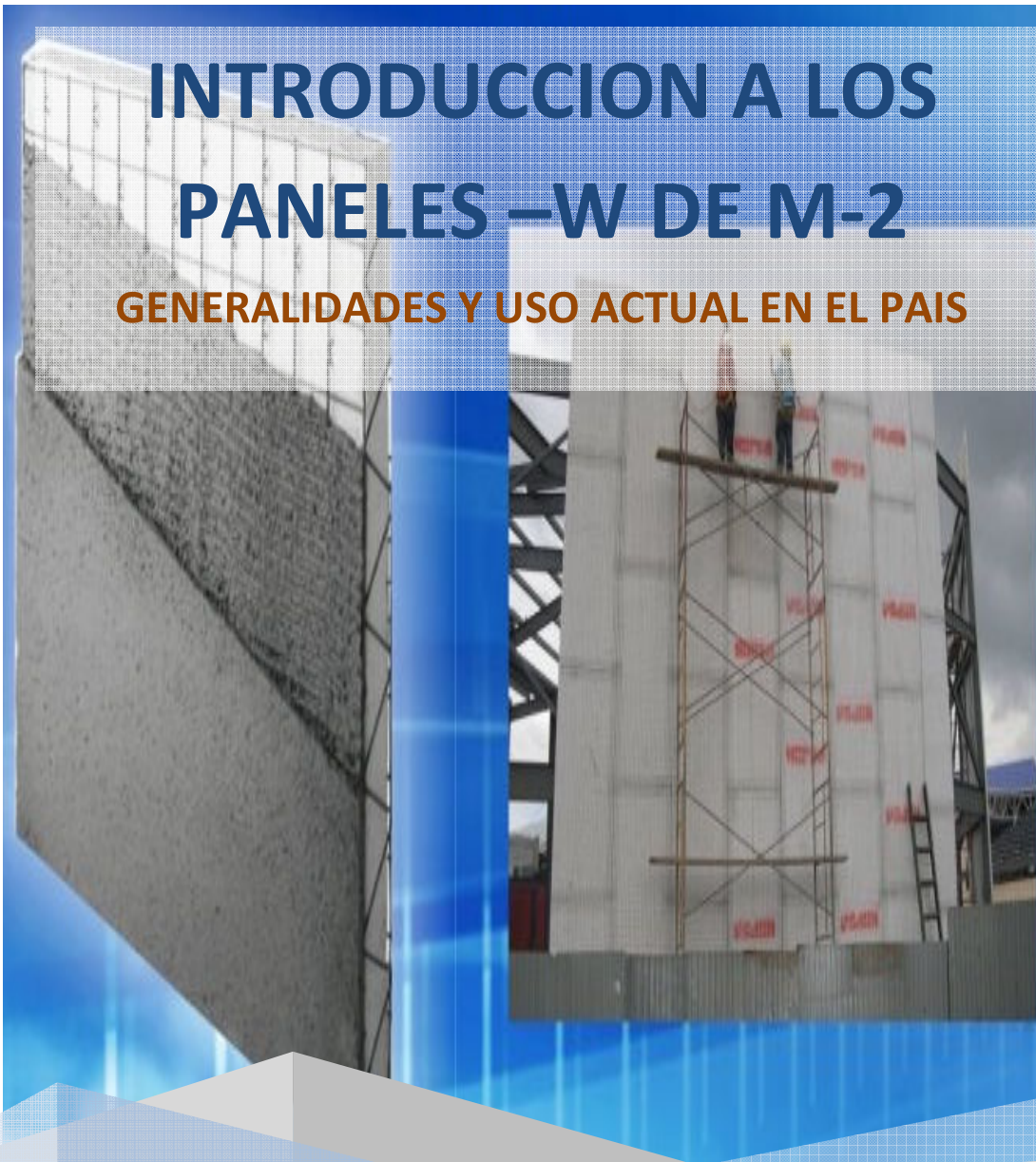
# **PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL M-2 DE Eme-Due**



MANAGUA, NICARAGUA  
09/12/2009

# INTRODUCCION A LOS PANELES –W DE M-2

**GENERALIDADES Y USO ACTUAL EN EL PAIS**



## **1.1. Introducción.**

En Nicaragua se pretende construir estructuras seguras, que satisfagan diversas necesidades de resistencia ante cualquier evento catastrófico. Es así que se pretende buscar sistemas constructivos que tiendan a minimizar un poco los efectos causados por un sismo o terremoto.

Como ejemplo de estos sistemas se empleara el sistema de electro-paneles para el diseño de un edificio para vivienda de dos niveles, donde los sistemas de entrepiso, paredes y azotea, sean capaces de transmitir fuerzas laterales de sismo y viento a los elementos verticales que forman el sistema resistente a dichas cargas, es decir, que estos elementos (losas y paredes) trabajen en acción diafragmática.

Además el sistema del panel W fabricado por Me-Due es un material antisísmico característica muy importante para viviendas o edificios de esta envergadura que se pretende diseñar; ya que al momento de producirse un sismo todo el edificio trabaje en conjunto, con el aporte de todos los elementos estructurales y así amortiguar un poco los efectos del sismo.

El edificio a diseñar, está destinado para vivienda, ubicado en la ciudad de Managua, estas serán las asunciones en cuanto a ubicación y destino.

El cálculo de los elementos mecánicos y los desplazamientos, es parte integral del proceso de diseño de una estructura, e interesan los esfuerzos internos de la estructura, producidos por las cargas, porque la finalidad es diseñar la estructura de manera que los esfuerzos no excedan los valores límites de seguridad establecidos por los códigos correspondientes.

Esta tecnología de electro paneles ha sido implementada en países de alto riesgo sísmico como Estados Unidos, México, Chile, Ecuador, Bolivia, Inglaterra, China, Venezuela y Taiwán, para nombrar algunos, que desde 1978 la emplean en la construcción de innumerables proyectos de vivienda, comerciales e industriales.

En Nicaragua no es la excepción por la vulnerabilidad sísmica que presenta, más aun la ciudad de Managua con un alto potencial de sismicidad según estudios realizados por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), debido a eso es que se han buscado elementos constructivos, como el panel W, que minimicen daños dejados por los terremotos como una opción de seguridad y más en zonas de edificios públicos como centros comerciales, mercados, centros de estudios e industriales, que albergan gran cantidad de personas; y ahora también se está implementando con mayor notoriedad para viviendas, ya que se ha comprobado su alto nivel de seguridad estructural.

## **1.2. Antecedentes.**

En 1977 fue desarrollado en California, Estados Unidos, el sistema de construcción para fabricar y comercializar paneles de un acerado especial, aptos para ser usados en estructura o tabiquería.

El panel W, es un sistema que se desarrollo como se dijo anteriormente en los años 70 en los Estados Unidos, y en la actualidad hay fábricas en México, Inglaterra, Chile entre otros países. Este panel, que llegó a Nicaragua a partir de los años 90, y poco a poco a tomando notoriedad estructural con los diferentes tipos de edificios y viviendas que se han construido, ya que se ha comprobado su eficiencia al trabajar de manera diafragmática en conjunto con los demás elementos de la estructura.

Las paredes hechas con panel-W tienen la apariencia de una tradicional hecha de bloques, y entre sus ventajas está que son más resistentes a los sismos, se emplea menos tiempo en la construcción, y es más económica; se pueden hacer paredes interiores, exteriores, entrepisos, losas de techo, detalles arquitectónicos, muebles de cocina o de baño, etc.

En algunas universidades de países desarrollados es común realizar ensayos experimentales en losas de poliestireno y se ha probado que el panel de entepiso, pared y azotea de panel W, que trabaja de manera muy armoniosa estructuralmente hablando con los demás elementos de la estructura como vigas y columnas lo que ha permitido que en otros países de alto riesgo sísmico lo estén implementando en construcciones de viviendas, edificios de uso múltiple, obteniéndose muy buenos resultados. En Nicaragua existen diversas edificaciones construidas con el electro-panel W como las bibliotecas de la UNI (Universidad Nacional de Ingeniería), centros comerciales, como Plaza Caracol, Galería Santo Domingo, etc., y un sin número de viviendas de uno, dos y tres niveles.

### **1.3. Justificación.**

Después de los últimos terremotos sucedidos en Nicaragua y a partir de 1972, se viene creando una gran conciencia sobre la importancia de dotar de una resistencia estructural adecuada, a las viviendas y edificios que se construyen, para que sean capaces de resistir los movimientos sísmicos. Se ha comprobado que los terremotos no sólo afectan los edificios altos, sino que también las viviendas de uno y dos pisos, he ahí la importancia de la seguridad de los edificios de la ciudad de Managua donde habita la mayor parte de los pobladores que tiene Nicaragua.

En un país con la incidencia sísmica como Nicaragua, es necesario que edificaciones para viviendas y de uso público como universidades, hospitales, iglesias, etc., sean diseñadas, construidas y supervisadas de manera que garanticen seguridad estructural ante cualquier evento sísmico, debido a su alto grado de ocupación. Por eso se pretende construir con elementos de alta tecnología que pueda minimizar un poco los daños causados por los terremotos, y que tengan alta resistencia a los esfuerzos producidos por las cargas gravitatorias de la estructura. Por ello, el sistema Me-Due viene a ser una alternativa satisfactoria como un elemento constructivo antisísmico.

La estructura de edificios o viviendas ubicadas en un área sísmica como Managua debe considerar la acción de las cargas que genera el sismo. Por ello es necesario erradicar el concepto erróneo, que un edificio es sostenido por una estructura destinada a resistir las cargas gravitatorias, a las que se le agrega otra destinada a resistir las cargas sísmicas.

La estructura de un edificio, o de cualquier otra obra civil, sometida a la acción de un sismo, sufre deformaciones, se haya previsto la estructura para resistir un sismo o no. Los movimientos del terreno provocan que el edificio se mueva como un péndulo invertido. Los movimientos del edificio son complejos, y dependen del tamaño, las cargas o pesos en cada piso, características del terreno de fundación, geometría del edificio, materiales estructurales y no estructurales, etc.

## 2.1. Marco teórico.

Aquí se hace referencia a algunos conceptos básicos que detallan de manera general los requerimientos constructivos con que se pretende diseñar el edificio de dos niveles con entrepiso, paredes y azotea de Me-Due con acción diafragmática, el cual va a ser destinado para vivienda.

El panel Me-Due es elaborado por partes. Primero se fabrica un bloque de poliestireno expandido – poroplást como se le conoce popularmente- el cual se une luego por medio de máquinas, con una malla de acero de alta resistencia, lo cual garantiza que el proceso de fabricación sea estándar.

*Una vez que se va a construir, dicho panel, se repella con la tradicional mezcla de cemento y arena (mortero) o concreto fluido en dependencia de la resistencia que sea requerida.*

### 2.1.1. Primeros usos del panel W.

Los primeros usos del panel W se remontan a los años 70, cuando en los Estados Unidos se comenzó a utilizar para viviendas de poca altura, específicamente en la ciudad de San Francisco California después del terremoto que desbastó a la ciudad en los años 70, donde se descubrió que el material compuesto por mallas estereométricas y micro columnas, era bien resistente a sismos, comparados con los elementos compuestos de concreto como paredes o muros, debido a que es un material flexible y que se combina muy bien con elementos de acero como vigas y columnas.

### 2.1.2. Ventajas del panel W como material estructural.

Gracias a la avanzada tecnología de su sistema estructural, las casas Me-Due poseen características difíciles de igualar por los sistemas de construcción tradicionales, como rapidez en la construcción, el panel es más liviano, etc. Estas características son ventajas insuperables al momento de evaluar las propiedades que posee una casa construida con el sistema Me-Due, que cuenta con la aprobación y certificación de muchas empresas de construcción.

### 2.1.3.1. Usos del panel Me-Due.

Los paneles estructurales se usan en construcciones de casas, ampliaciones de edificios, muros, losas, tabiquería, escaleras y otros (Ver figura 2.1).

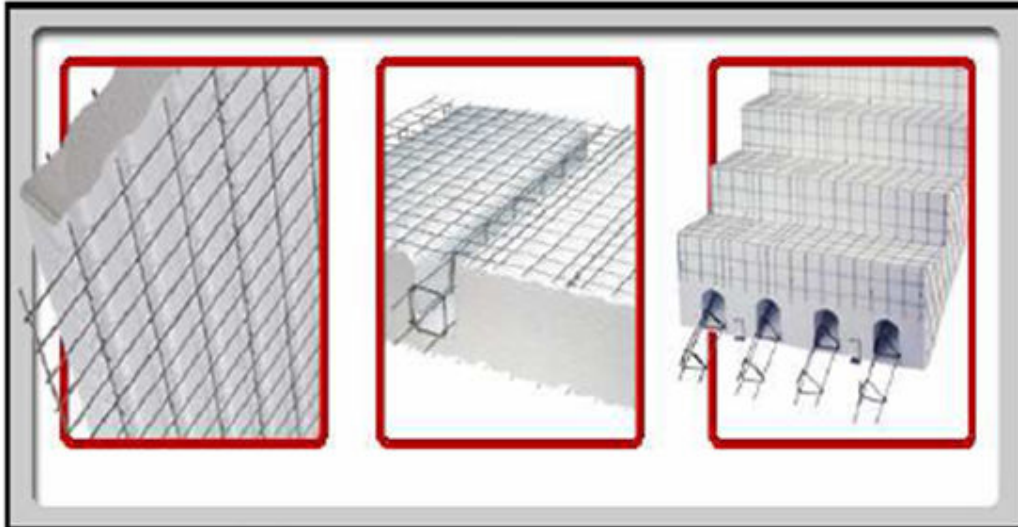


Figura 2.1. Presentación típica de paneles



(a) Colocación del panel para pared.



(b) Colocación del panel para entrepiso.

Figura 2.2. Algunas formas de colocación del panel

### 2.1.3.2. Propiedades del panel Me-Due.

Los paneles al ser estucados, conforman un muro sólido resistente estructuralmente con propiedades de aislamiento termo acústica.

- Los paneles son resistentes al fuego.
- La construcción con paneles estructurales son antisísmicas.
- Los paneles son fáciles de manejar y montar.
- Los paneles son versátiles ya que se utiliza en muros interiores como exteriores, en muros curvos, arcos, y en cubiertas planas o inclinadas.
- Los paneles son fáciles de transportar gracias a su bajo peso.

El sistema Me-Due ha sido calculado estructuralmente para soportar grandes esfuerzos, lo que lo acredita como un elemento antisísmico gracias a la malla estereométrica que conforma el panel lo que distribuye las cargas y fuerzas homogéneamente, logrando así, un muro altamente flexible y de gran capacidad estructural.

El sistema cuenta con un alma de poliestireno expandido de densidad 10 kg/m<sup>3</sup>, lo que evita el paso del agua y la humedad, creando además una barrera térmica que evita la condensación en muros.

El sistema Panel W está calculado en un muro de 10.8 cm terminado para un aislamiento acústico de 40 decibeles. Catalogado como un nivel tranquilo.

La aislación térmica de Panel W es 4 veces superior a un muro de albañilería y 12 veces superior a un muro de hormigón.

Las principales diferencias con otros paneles de poliestireno radican en la cuantía de acero por m<sup>2</sup> que es muy superior en panel W, la estereométrica del armado de la malla panel W, las escalerillas triangulares al interior de todo el panel panel W, la mayor cantidad de puntos de soldadura por m<sup>2</sup> y por último los ensayos y certificados que avalan el uso del sistema panel W y no así de otros paneles similares.

Existen diversidad de paneles de este material, pero los más comunes usados en las construcciones son las piezas de medidas de 1.22 x 2.44 m, que tiene en ambas caras mallas electro-soldadas y por dentro poliestireno, se cubre con una capa de mortero por las dos lados para proporcionar mayor resistencia, y sobre este se puede aplicar todo tipo de acabados, desde pintura, azulejos, tapiz, etc.

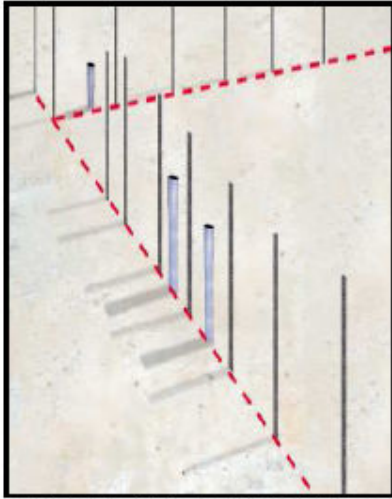


Figura 2.3. Colocación de niveles.



Figura 2.4. Instalación de varillas de amarre.



Figura 2.5. Instalación del panel.

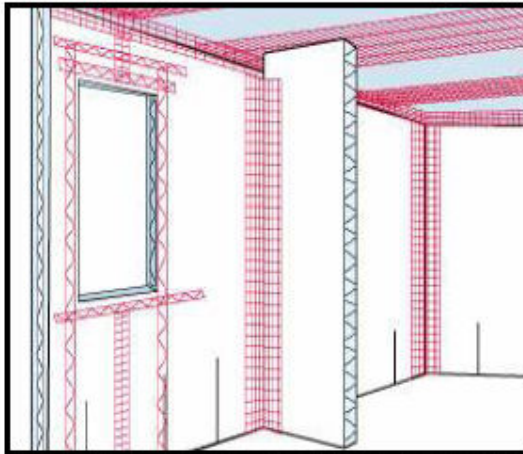


Figura 2.6. Forma de colocación mallas de unión.

### 3 CARACTERÍSTICAS DE LOS PANELES

#### Paneles para Muros Portantes y Tabiquería

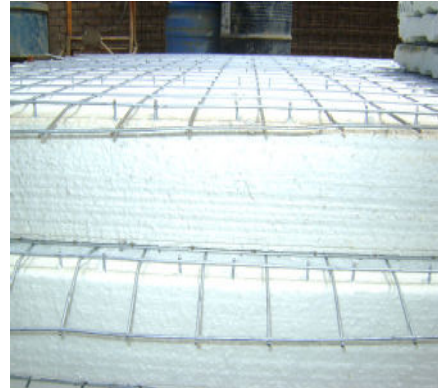
El panel para muros portantes y tabiques, sin incluir el mortero, presenta medidas nominales de 1.18m de ancho por 2.40m de altura y 4cm de espesor que incluye a la doble malla.

Este panel, incluyendo la doble malla pero excluyendo al mortero, tiene un peso promedio de 3.9 kg/m<sup>2</sup>.

El núcleo del panel es una plancha ondulada de poliestireno expandido (“tecnopor”), reforzado por una malla electrosoldada colocada en cada cara e interconectadas entre sí por alambres galvanizados que atraviesan al tecnopor y van soldados a cada malla.



La malla electrosoldada está compuesta por alambres lisos de acero galvanizado, con 2.5mm de diámetro. El espaciamiento entre los alambres longitudinales es 7.5cm, mientras que entre los alambres transversales el espaciamiento es 6.5cm (cocadas de 7.5x6.5 cm). El conector también es un alambre liso galvanizado de 2.5mm de diámetro.



Para recortar al panel a la medida deseada, se utiliza una sierra (para cortar el tecnopor) y un alicate (para cortar la malla).



Una vez que se ha lanzado una capa de mortero de 3cm (2.54 cm; nominal) de grosor en cada cara del panel para muro, este alcanza un grosor de 10cm y un peso promedio de 150 kg/m<sup>2</sup>.

### 3.2 Paneles para Techos

Los paneles para techos son similares a los descritos para muros, con las siguientes diferencias:



a. Las dimensiones nominales del panel también pueden ser 1.18m de ancho por 5.5m de largo (también es de uso común). El grosor del núcleo de tecnopor y la doble malla es 12cm (comúnmente), con un peso que ronda, excluyendo al mortero y al concreto, de 5.7 kg/m<sup>2</sup>.



b. El diámetro del alambre que compone la malla es 3mm. b. En la base del panel para techo se lanza una capa de mortero 1:4 de 3cm de espesor, mientras que sobre la cara superior se vacía una capa de concreto simple comúnmente de 5cm de grosor formándose así un techo de 18-20cm de espesor, cuyo peso promedio es 200 kg/m<sup>2</sup> sin incluir acabados ni sobrecarga.

**PARTE 2**

# **SISTEMA CONSTRUCTIVO**

## **EME-DOS<sup>®</sup>**

**DESCRIPCION Y USO EN LA OBRA**



## **1. INTRODUCCION**

## **2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EME-DOS®**

2.1 Fundamentos del Sistema Constructivo

2.2 Composición del Panel EME-DOS®

2.3 Panel terminado en obra

2.4 Ventajas del Sistema EME-DOS®

## **3. CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS EME-DOS®**

3.1 Panel simple EME-DOS®

3.1.1 Panel simple estructural EME-DOS®

3.1.2 Panel simple de cerramiento EME-DOS®

3.2 Panel losa EME-DOS®

3.2.1 Panel losa de 2 viguetas

3.2.2 Panel losa de 3 viguetas

3.3 Panel escalera EME-DOS

3.4 Mallas de refuerzo

3.4.1 Malla esquinera

3.4.2 Malla plana

3.4.3 Malla U

3.5 Lanza mortero para muros y cielos

3.5.1 Instrucciones de uso

3.5.2 Mantenimiento

3.5.3 Compresores

## **4. MANUAL PRÁCTICO EN OBRA**

4.1 Edificio EME-DOS®

4.1.1 Fundaciones

4.1.2 Montaje del panel simple EME-DOS® para muros

4.1.3 Colocación de las mallas de refuerzo

4.1.4 Montaje de paneles simple de cubierta

4.1.5 Montaje del panel escalera

4.1.6 Instalación sanitaria y eléctrica

4.1.7 Detalles relacionados al montaje de balcones

4.2 Aplicación del repello de cemento

4.2 .1 Premisa

4.2 .2 Dosificación del mortero EME-DOS®

4.2 .3 Aplicación del repello

4.2 .4 Terminación de las losas

4.2 .5 Curado del repello

4.2 .6 Terminación

4.2 .7 Recomendaciones complementarias

4.2 .8 Para la fijación de objetos a paredes

4.3 Panel losa

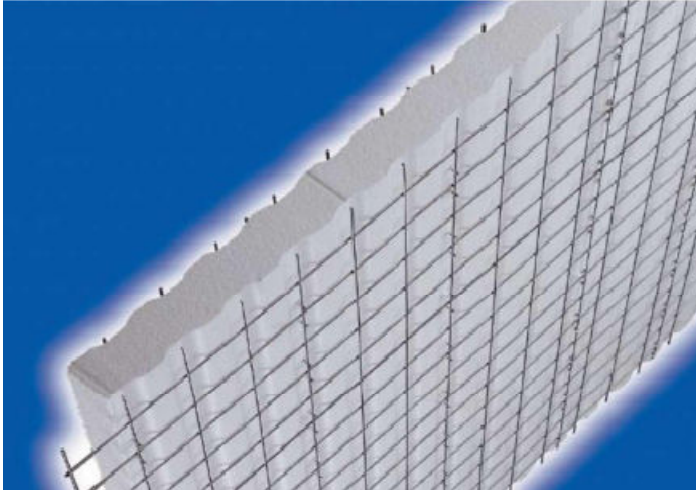
4.4 Panel utilizado como muro divisorio

4.5 Repello en paredes no portantes

4.6 Resumen de las fases de Construcción

## **1 INTRODUCCIÓN**

Este manual se ha desarrollado con el fin de presentar la metodología adecuada para optimizar el Sistema EME-DOS en la obra.



## **2 DESCRIPCION DEL SISTEMA EME-DOS**

### **2.1 Fundamentos del Sistema Constructivo**

Este sistema está compuesto de un núcleo 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, logran obtener en un solo elemento funciones estructurales autoportantes, simplificando la ejecución, obteniendo alta capacidad de aislamiento térmico y acústico, al igual que gran versatilidad de formas y acabados.

### **2.2 Composición del Panel EME- DOS**

El elemento básico está compuesto por:

- a) Núcleo central de poliestireno expandido, no tóxico, auto extingüible, químicamente inerte y de densidad y morfología variable según el modelo.
- b) Malla de acero electrosoldada, colocada en ambas caras del poliestireno, unidas entre sí por conectares del mismo material con similares características.

### **2.3 Panel terminado En obra**

Una vez que el panel ha sido instalado, se procede a la colocación de mortero o dependiendo de las exigencias de la estructura, hormigón armado.

Los paneles se montan (preferiblemente antes de ejecutar la sobrelosa) fijándolos al edificio con las barras de anclaje o en el caso de que se pueda anclar la pared perimetralmente se podrán utilizar conectores de cortante; ambos separados a 40cm. En juntas no dilatadas, las barras de anclaje, van con sellador epóxico en la estructura. Por el contrario en encuentros dilatados, la barra debe quedar flotante en la perforación.

## 2.4 Ventajas del sistema EME-DOS

- No requiere mano de obra especializada.
- Gran durabilidad.
- Apto para ser utilizado con los sistemas tradicionales.
- Fácil y rápido montaje de instalaciones eléctricas y sanitarias.
- Paneles dimensionales en su longitud y espesor según sea su necesidad.
- Los paneles se empalman de manera monolítica, sin malla adicional.

Sugerencia: Los paneles cuentan con una extensión para el empalme, sin tener que usar una malla adicional.

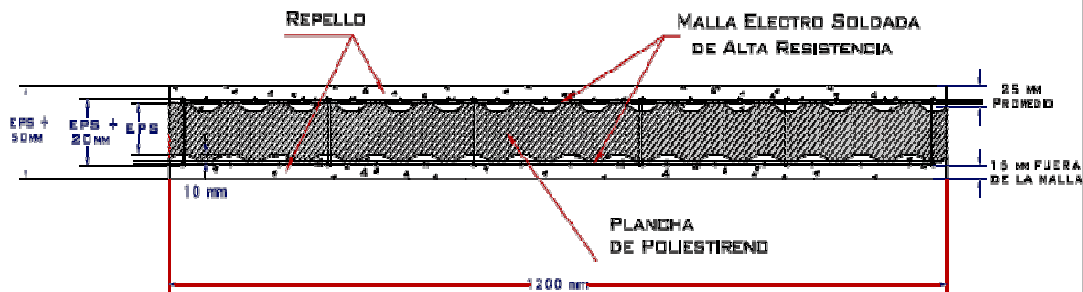
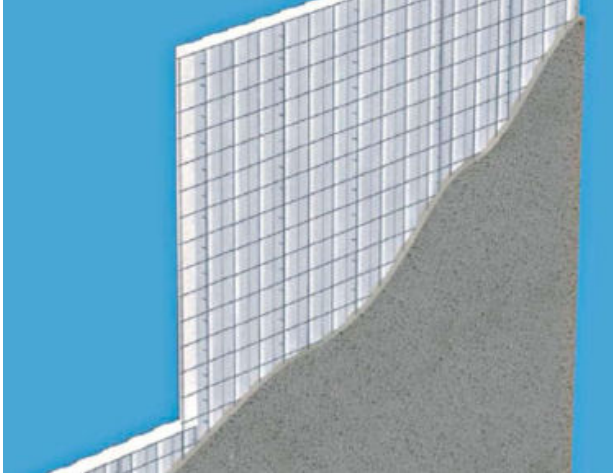
- La superficie ondulada del panel y la utilización de lanzamorteros son aptas para la aplicación del mortero proyectado.
- La plancha continua de poliestireno actúa como barrera a la humedad y evita puentes térmicos.
- No sufre alteraciones por exposición a la intemperie.
- Sus componentes no producen efectos negativos en la naturaleza.

## 3. CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS EME-DOS

A continuación se describen las diferentes tipologías de los paneles EME-DOS®, sus campos de aplicación, sus medidas estándares y los accesorios complementarios. Este sistema permite la realización de paneles con medidas y espesores especiales, basándose en la exigencia requerida por el cliente.



### 3.1 Panel Simple



Malla de acero galvanizado ( $f_y=5600 \text{ kg/cm}^2$ )

Alambre de acero longitudinal: diam. 2.4mm a cada 75mm

Alambre de acero transversal: diam. 2.4mm a cada 65mm

Alambre de acero de conexión: diam. 3.0 mm (82unidades/m<sup>2</sup>)

Densidad del Núcleo de Poliestireno: 15 Kg./m<sup>3</sup>

Espesor de la plancha de poliestireno: de 45 a 200mm.

El uso estructural de este panel considera un espesor de mortero promedio mínimo de 2.5cm en ambas caras, el mismo puede variar dependiendo de las exigencias del diseño, con características estructurales de al menos 140 kg/ cm<sup>2</sup> (2000psi) de resistencia típica a la compresión. Este se utiliza para estructuras de hasta 3 pisos como máximo, además en entresijos y en losas de cubierta con luces de hasta 4m. En estos casos, debe de considerarse la incorporación de acero de refuerzo, según los cálculos efectuados y una mayor carga de hormigón en la cara superior (de 4cm a 6cm).

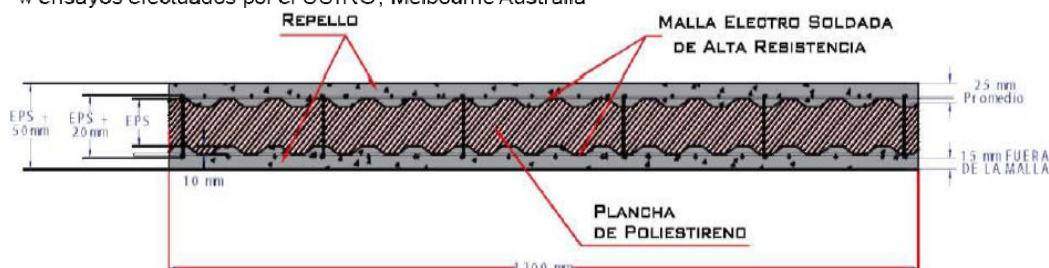
## Propiedades Térmicas y Acústicas

Tipo de Panel	Espesor de pared terminada (cm)	Coefficiente de Transferencia Térmica (BTU/hpie²F)	Coefficiente de Aislamiento Acústico	Resistencia al Fuego REI
PE-40	11	0.137	41 dB (espesor panel:11cm)**	
PE-60	13	0.097		75 w
PE-80	15	0.074	46 dB (espesor panel:18cm)**	120v

\*\* ensayos efectuados por la Universidad de Santiago de Chile

v ensayos efectuados por el Instituto Giordano de Rimini y C.S.I. de Milano

w ensayos efectuados por el CSIRO, Melbourne Australia



Malla de acero galvanizado ( $f_y=5600 \text{ kg/cm}^2$ )

Alambre de acero longitudinal: 0 2.4mm a cada 75mm

Alambre de acero transversal: 02.4mm a cada 65mm

Alambre de acero de conexión: 03.0 mm (82unidades/m<sup>2</sup>)

Densidad del Núcleo de Poliestireno: 15 Kg./m<sup>3</sup>

Espesor de la plancha de poliestireno: de 45 a 200mm

Este panel está constituido por el mismo alambre de acero que el panel estructural y puede ser utilizado para cerramiento de fachadas exteriores y divisiones internas.

## Propiedades Térmicas y Acústicas

Tipo de Panel	Espesor de pared terminada (cm)	Coefficiente de Transferencia Térmica (BTU/h pie² °F)	Coefficiente de Aislamiento Acústico
PC-40	8	0.137	43 dB (espesor panel:9.5cm)**
PC-60	10	0.097	
PC-100	14	0.060	46 dB (espesor panel:18 cm) v

\*\* ensayos efectuados por el I.P.T. - Laboratorios de Acústica - de San Paulo do Brasil

v ensayos efectuados por La Universidad de Santiago de Chile

## ESPEORES TERMINADOS PANEL SIMPLE EN PARED (ESTRUCTURAL O CERRAMIENTO)

TIPO DE PANEL	ESPEOR EPS (mm)	ESPEOR TOTAL DE PANEL (mm)	ESPEOR PROM. DE REPELO POR CARA (mm)	ESPEOR DE REPELO POR CARA FUERA DE MALLA (mm)	ESPEOR DE PARED TERMINADA (mm)
PE ó PC - 45	45	65	25	15	95
PE ó PC - 50	50	70	25	15	100
PE ó PC - 60	60	80	25	15	110
PE ó PC - 70	70	90	25	15	120
PE ó PC - 80	80	100	25	15	130
PE ó PC - 90	90	110	25	15	140
PE ó PC - 100	100	120	25	15	150
PE ó PC - 110	110	130	25	15	160
PE ó PC - 120	120	140	25	15	170
PE ó PC - 130	130	150	25	15	180
PE ó PC - 140	140	160	25	15	190
PE ó PC - 150	150	170	25	15	200
PE ó PC - 160	160	180	25	15	210
PE ó PC - 170	170	190	25	15	220
PE ó PC - 180	180	200	25	15	230
PE ó PC - 190	190	210	25	15	240
PE ó PC - 200	200	220	25	15	250

NOTA: EL ESPEOR MÍNIMO DE REPELO POR CARA A UTILIZAR ES DE 25 mm, SIN EMBARGO PUEDE VARIAR SEGÚN RECOMENDACIÓN.

(PE-XX) PE=Panel Estructural XX=Espesor de EPS en mm

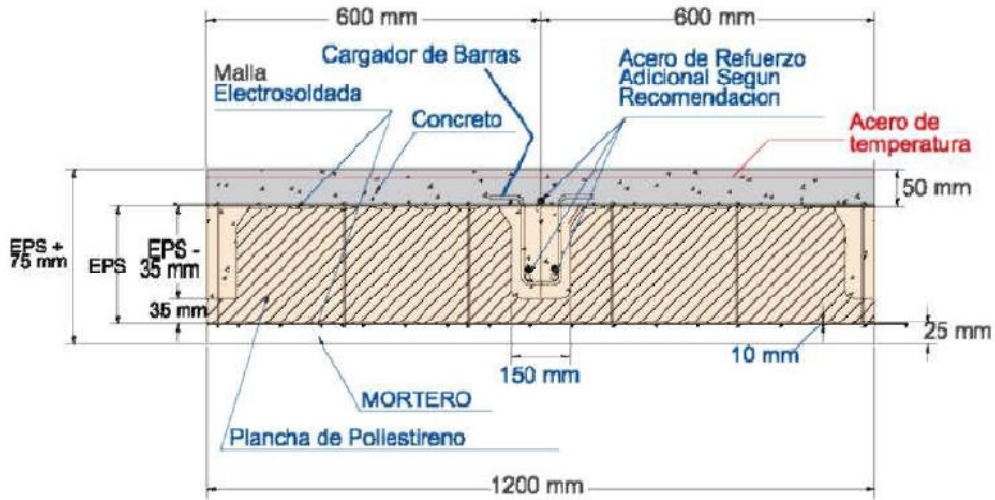
Ejemplo: PE-100= Panel estructural con 100mm de espesor de EPS

## ESPEORES TERMINADOS PANEL SIMPLE EN LOSA

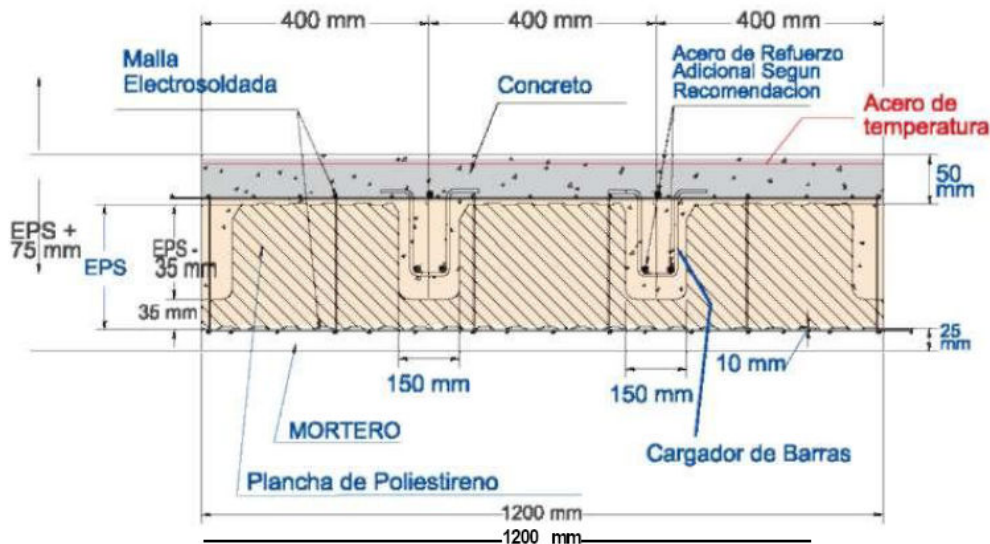
TIPO DE PANEL	ESPEOR EPS (mm)	ESPEOR TOTAL DE PANEL (mm)	ESPEOR PROM. DE CONCRETO SUPERIOR (mm)	ESPEOR PROM. DE REPELO INFERIOR (mm)	ESPEOR DE REPELO FUERA DE MALLA (mm)	ESPEOR DE LOSA TERMINADA (mm)
PE - 50	50	70	50	30	20	130
PE - 60	60	80	50	30	20	140
PE - 70	70	90	50	30	20	150
PE - 80	80	100	50	30	20	160
PE - 90	90	110	50	30	20	170
PE - 100	100	120	50	30	20	180
PE - 110	110	130	50	30	20	190
PE - 120	120	140	50	30	20	200
PE - 130	130	150	50	30	20	210
PE - 140	140	160	50	30	20	220
PE - 150	150	170	50	30	20	230

### 3.2 Panel losa EME-DOS

#### 3.2.1 Panel Losa de 2 viguetas



#### 3.2.2 Panel Losa de 3 viguetas



EPS= 100 mm, 150 mm, 200 mm

Nota: El panel M2 losa no incluye acero de refuerzo adicional.

Malla de acero galvanizado: ( $f_y = 5600 \text{ kg/cm}^2$ ).

Alambre de acero longitudinal: diam 2.4mm a cada 75mm.

Alambre de acero transversal: diam 2.4mm a cada 65mm.

Alambre de acero de conexión: diam 3 mm (82 unidades/m<sup>2</sup>).

Densidad del Núcleo de Poliestireno: 15 Kg./m<sup>3</sup>.

Espesor de la plancha de poliestireno: de 100mm a 200mm.

Este panel es utilizado para la construcción de losas y cubiertas de edificios incluyendo barras de acero de refuerzo determinadas por los cálculos previos y posteriormente el vaciado del hormigón en obra. Este panel es una solución óptima para las losas y cubiertas importantes.

### ESPEORES DE LOSAS CON PANEL LOSA M2 (mm)

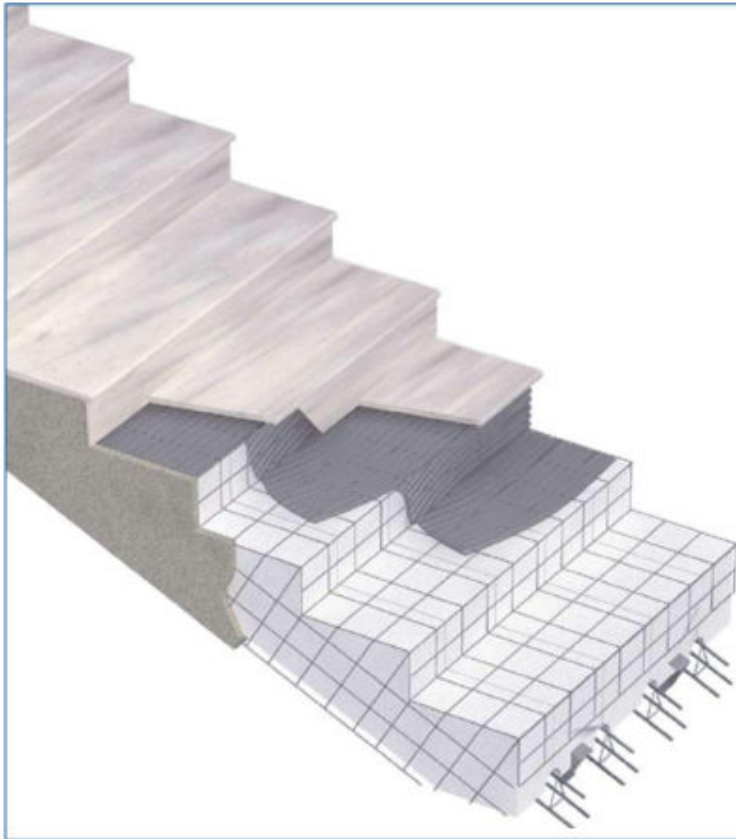
TIPO DE PANEL	ESPESOR EPS (mm)	ESPESOR TOTAL DE PANEL (mm)	ESPESOR PROM. DE CONCRETO SUPERIOR (mm)	ESPESOR PROM. DE REPELO INFERIOR (mm)	ESPESOR DE REPELLO FJERA DE MALLA (mm)	ESPESOR DE LOSA TERMINADA (mm)
LOSA 2 VIGLETAS 100	100	120	50	25	15	175
LOSA 2 VIGLETAS 150	150	170	50	25	15	225
LOSA 2 VIGLETAS 200	200	220	50	25	15	275
LOSA 3 VIGLETAS 100	100	120	50	25	15	175
LOSA 3 VIGLETAS 150	150	170	50	25	15	225
LOSA 3 VIGLETAS 200	200	220	50	25	15	275

### PESO DE LOSAS CON PANEL LOSA M2 (Kg/m<sup>2</sup>)

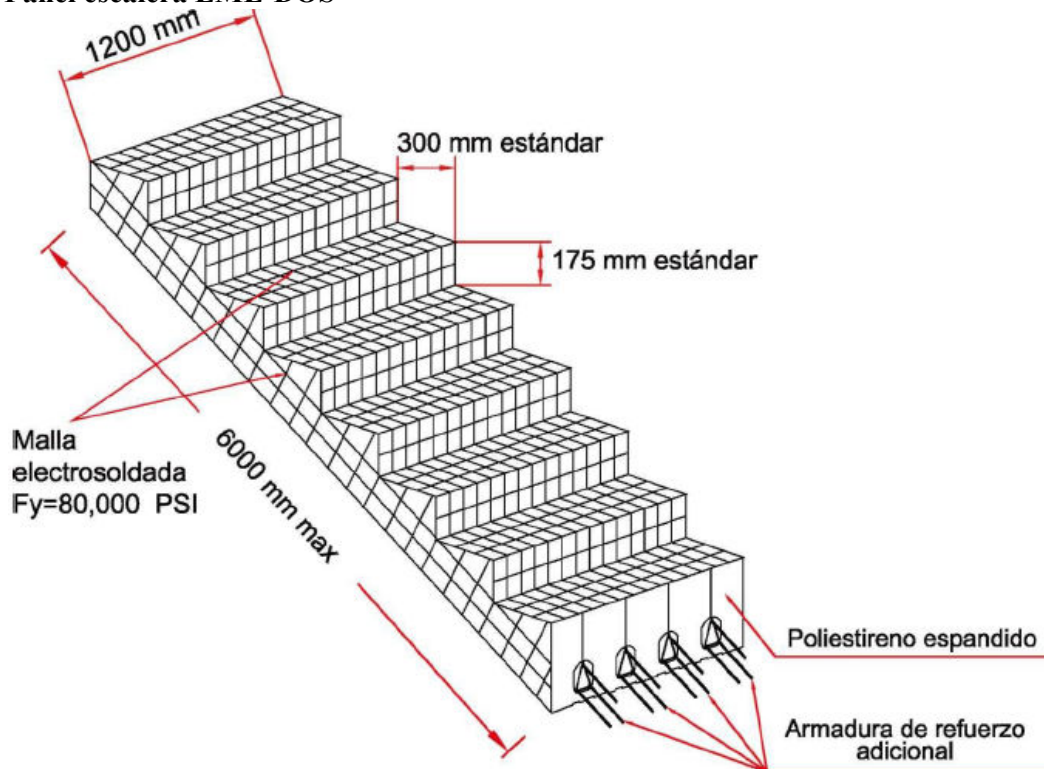
TIPO DE PANEL	CONCRETO 2 VIGLETAS	CONCRETO 3 VIGLETAS	MORTERO	PANEL	PESO TOTAL DE LOSA	
					2 VIGLETAS	3 VIGLETAS
PANEL 100mm	159,00	178,50	45,00	4,50	209,00	228,00
PANEL 150mm	189,00	223,50	45,00	5,25	240,00	274,00
PANEL 200mm	219,00	268,50	45,00	6,00	270,00	320,00

El peso total incluye el concreto de la capa en compresión y la vigueta, peso del panel y repello inferior, según figuras adjuntas.

### 3.3 Panel escalera Eme-dos



### Panel escalera EME-DOS



Malla de acero galvanizado: ( $f_y= 5600\text{kg/cm}^2$ )  
Alambre de acero longitudinal: 0 2.4mm a cada 75mm  
Alambre de acero transversal: 0 2.4mm a cada 65mm  
Alambre de acero de conexión: 03 mm  
Densidad del núcleo de poliestireno: 15kg/m<sup>3</sup>  
Ancho estándar: 1200 mm

Este panel es constituido por un bloque de poliestireno expandido, con dimensiones similares a las de una escalera convencional, permitiendo la integración de acero de refuerzo. Diseño del panel según huella y contrahuella.

### 3.4 Mallas de refuerzo

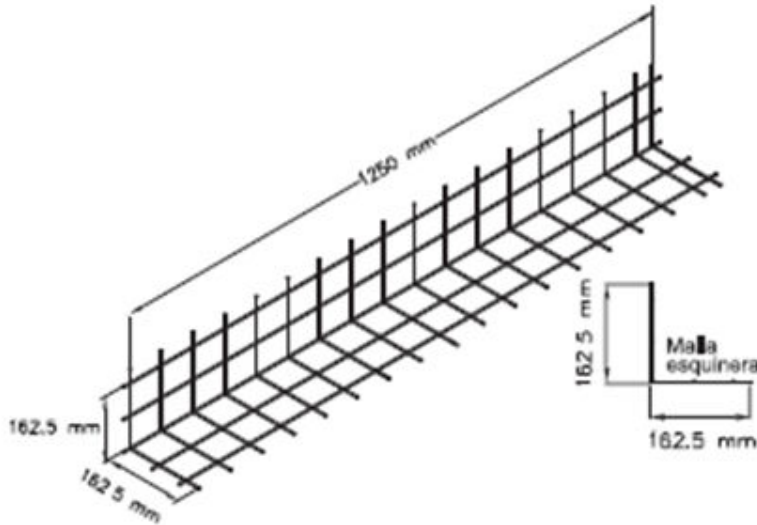
Las mallas de refuerzo son fabricadas con alambre de acero galvanizado de alta resistencia, con diámetro de 2.4mm. Se utilizan para reforzar vanos de ventanas, puertas, esquinas o uniones en ángulo, produciendo continuidad a la malla estructural. Se fijan al panel con amarres realizados con alambres de acero o grapas.

#### 3.4.1 Malla esquinera:

- Utilizada en todas las uniones entre paneles en las esquinas o intersecciones.

Cantidad necesaria:

- La cantidad de mallas varia según la altura (Ejemplo: 4 unidades por esquina para 2.50m de altura) (2 internas y 2 externas)



#### 3.4.2 Malla plana:

Utilizada en los vértices de todas las ventanas y puertas a una inclinación de 45°, en empalmes entre paneles y lugares donde se ha cortado la malla.

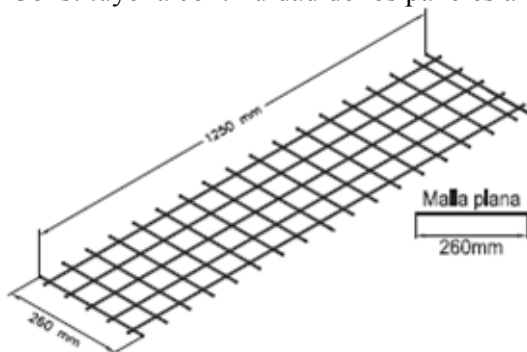
Cantidad Necesaria:

Cantidades por puerta: 2 unidades

Cantidades por ventana: 4 unidades

#### 3.4.3 Malla U:

- Constituye la continuidad de los paneles al costado de las puertas y ventanas.



### 3.5 Lanzamorteros para muros y cielos

- 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.
- Versiones: para muros y cielo raso, ambos presentan 4 orificios para el repello rústico.

#### 3.5.1 Instrucciones de uso:

- 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 10-20cm de la misma.
- Para la aplicación del repello en el cielo raso, el borde superior de la taza del lanza morteros debe casi rozar el panel a una distancia máxima de 2-3 cm.

#### 3.5.2 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.

3.5.3 Compresores: Se pueden utilizar compresores de gasolina o eléctricos, considerando una producción de aire de 24cfm (pie<sup>3</sup>/min) por cada lanzamortero.



## 4. MANUAL PRÁCTICO EN OBRA



### 4.1 Edificio EME-DOS®

#### 4.1.1 Fundaciones

La obra realizada con paneles EME-DOS® comienza con una fundación que puede estar constituida por un cimiento corrido según diseño, placa de fundación o viga sísmica, apoyada sobre pilotes en función de las cargas reportadas y de las características geomecánicas del suelo.

La introducción de los anclajes se puede realizar previamente al vaciado del concreto o luego del fraguado, taladrando la cimentación, introduciendo los anclajes y fijándolos con pasta de cemento o resina epóxica.



#### 4.1.2 Montaje del panel simple EME-DOS

Para muros Los paneles EME-DOS® son instalados en campo amarrando la malla metálica a los anclajes de la fundación, por medio de alambres y alicates. Es necesario que la barra quede debidamente embebida en mortero. Para garantizar la continuidad de los elementos, los paneles EME-DOS® contienen en ambos extremos, pestañas de empalme, que permite unir cada uno de los paneles a la malla del panel adyacente. En esta etapa debe cuidarse la verticalidad y la alineación de los paneles. Los eventuales desplomes constituirán elementos de debilidad estructural mientras los espacios vacíos

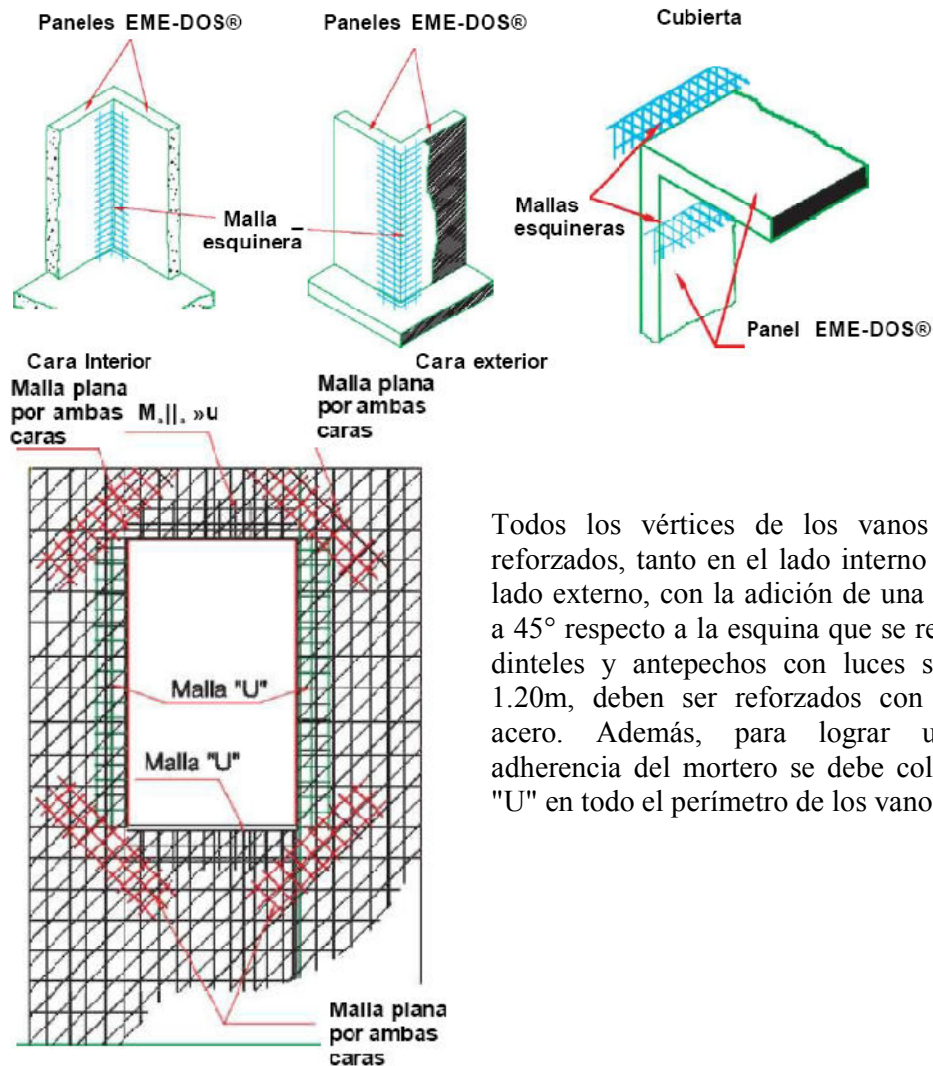
entre los empalmes producen puentes térmicos y filtraciones. Los vanos deben ser tenidos en cuenta al momento de realizar las operaciones de montaje, mientras que cualquier otro tipo de abertura menor podrá realizarse una vez montados los paneles.



#### 4.1.3 Colocación de las mallas de refuerzo

Se procede a reforzar mediante la malla esquinera todos los cantos y esquinas externas e internas de la construcción, tanto verticales como horizontales, dando continuidad a la malla estructural.

Refuerzo interno y externo de cubiertas con mallas esquineras



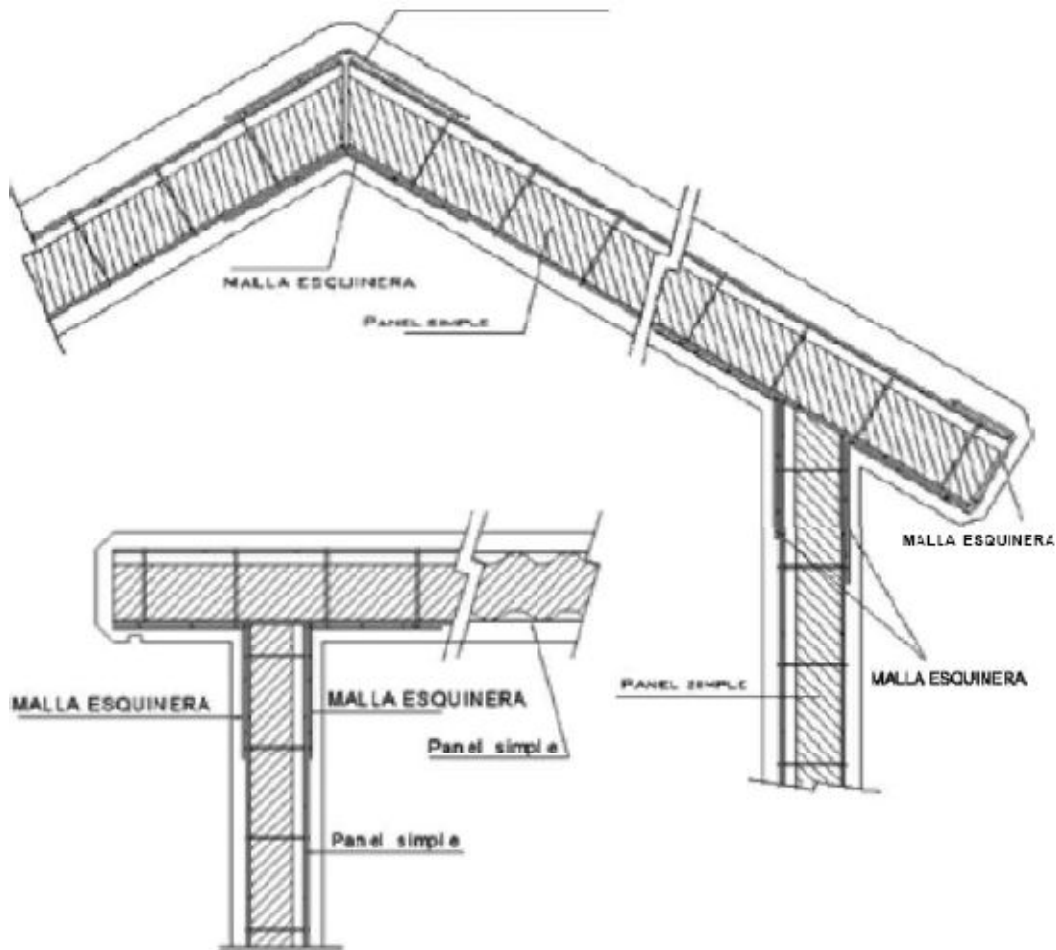
Todos los vértices de los vanos deben ser reforzados, tanto en el lado interno como en el lado externo, con la adición de una malla plana a 45° respecto a la esquina que se refuerza. Los dinteles y antepechos con luces superiores a 1.20m, deben ser reforzados con varillas de acero. Además, para lograr una mayor adherencia del mortero se debe colocar mallas "U" en todo el perímetro de los vanos.



**Malla plana**

#### 4.1.4 Montaje de paneles simples de cubierta

Básicamente se siguen las mismas instrucciones utilizadas en la colocación de paneles verticales, vale decir que necesitan unirse entre sí y a su vez a las paredes con alambre de acero o grapas. Los paneles EME-DOS® de cubierta se comportan como vigas direccionadas de modo que la onda del panel corra en el sentido de la luz menor del área a cubrir. En los apoyos sobre muros, tanto interna como externamente se deberán colocar mallas esquineras de refuerzo, además de los otros refuerzos que se requieran basándose en la verificación estructural.

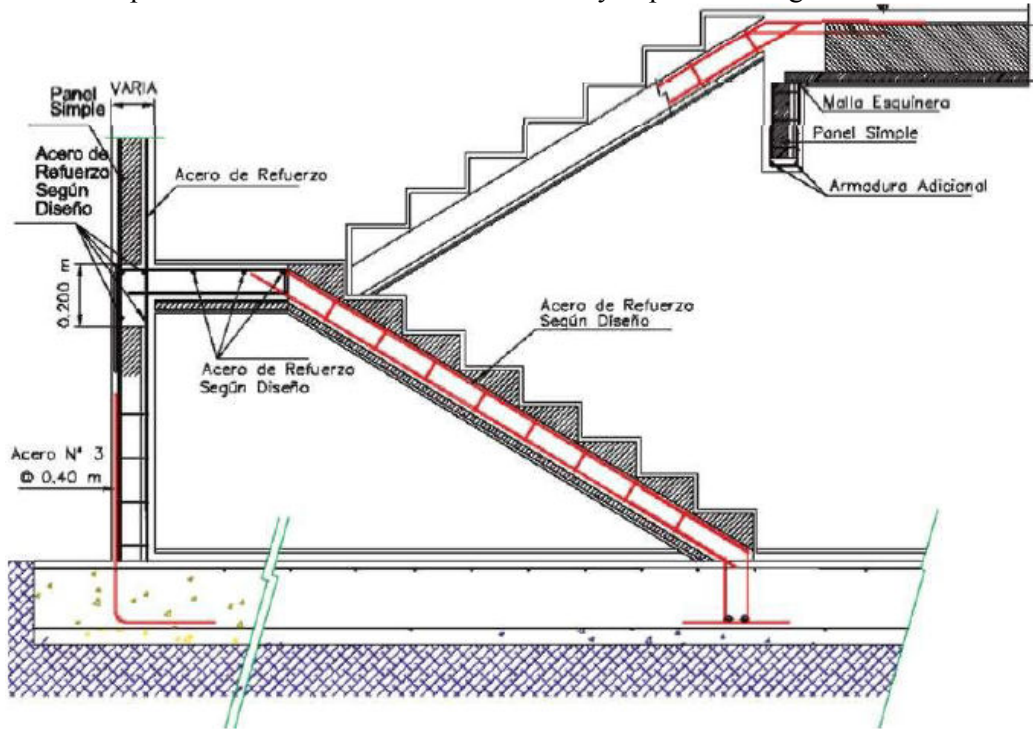


#### 4.1.5 Montaje del panel escalera

Este panel es utilizado para la construcción de escaleras de hasta 6m de luz libre y sobrecarga accidental de 500 kg/m<sup>2</sup>.

El vaciado del hormigón puede ser efectuado al mismo tiempo con el de la capa de compresión superior de la losa. Posteriormente se aplica el repello inferior de la rampa y luego el superior con un espesor total de 2cm, representando la base para la colocación del revestimiento (mármol, cerámica, etc.).

Este panel permite la realización de escaleras de normales dimensiones de utilización y se destaca por la extrema facilidad de instalación y la particular ligereza estructural.



**Nota:** La sección y la distancia del refuerzo deben ser anotadas en función del cálculo estructural. Los datos escritos son solo indicativos a modo de ejemplos.

#### 4.1.6 Instalación sanitaria y eléctrica

La colocación de las tuberías flexibles y accesorios para la instalación eléctrica y de los tubos rígidos para la instalación hidráulica, térmica y sanitaria se realiza luego del montaje final de los paneles y previos a la proyección del mortero. Se remueve el poliestireno por medio de una fuente de calor.



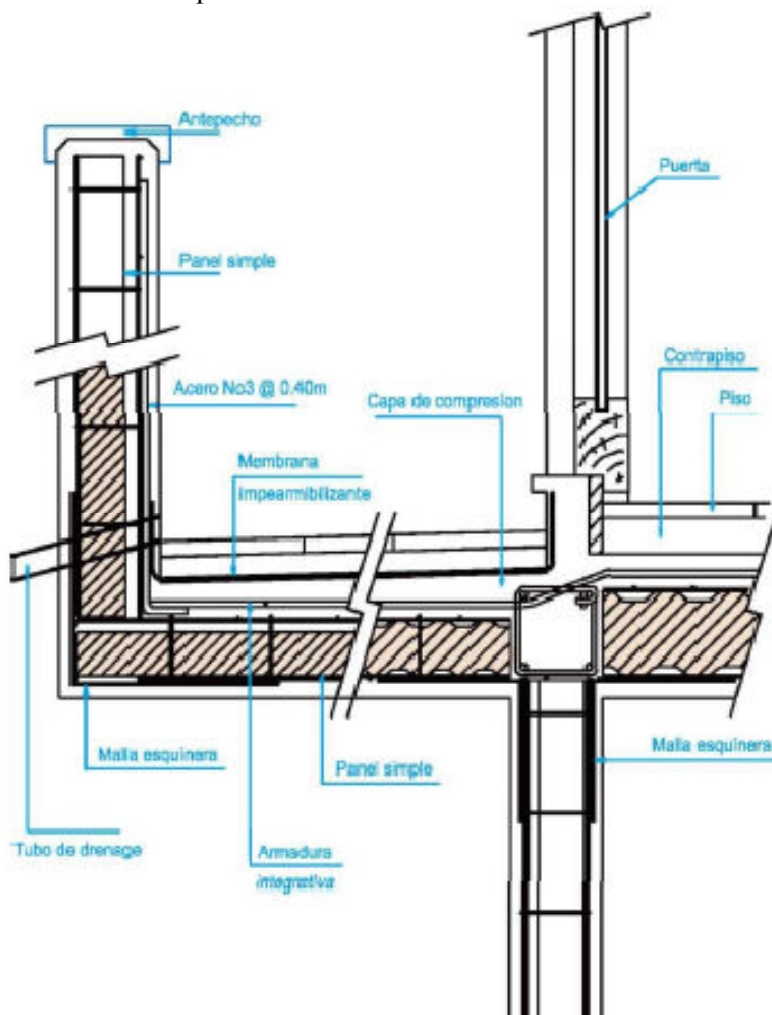
Los tubos flexibles se pasan fácilmente por debajo de la malla mientras que los tubos rígidos pueden requerir el cortado de la malla. En este último caso se deberá reconstruir la zona con una malla de refuerzo plana en el área.

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.



#### 4.1.7 Detalles relacionados al montaje de balcones

Los balcones pueden ser realizados con el panel losa añadiéndole el acero de refuerzo necesario. El número y el diámetro de las barras dependerán del largo de la terraza además de la sobrecarga que se considera en la hipótesis del cálculo. Posteriormente se colocará hormigón estructural de 4 a 5cm de espesor en la capa superior y 2.5 a 3cm de mortero en la capa inferior.



## 4.2 Aplicación del repello de cemento

### 4.2.1 Premisa El panel EME-DOS®

se completa en obra con un mortero de cemento y arena de 2.5cm (1.5cm fuera de la malla) de espesor mínimo en cada cara. El panel obtenido conforma una placa de mortero armado con un núcleo de poliestireno expandido en su interior. Este repello tendrá una granulometría de hasta 5mm. Debe tener una resistencia mínima a la compresión de 140Kg/cm<sup>2</sup> (2000psi) a los 28 días para obtener los resultados esperados. El cemento a utilizar debe cumplir con los estándares del ASTM C-1157 para cemento Portland estructural

### 4.2.2 Dosificación del Mortero EME-DOS®

El mortero de cemento y arena que se utiliza, debe estar dosificado en una proporción de 1.4 en volumen, dependiendo de la granulometría de la arena, para obtener el mínimo de resistencia a la compresión. A partir de las curvas de resistencia obtenidas en función de la cantidad de cemento y el asentamiento del repello, se ha determinado que por cada m<sup>3</sup> de mezcla de arena y cemento habrá 298.5kg de cemento.

CEMENTO	298.5Kg (7 sacos)
ARENA	1.05yd <sup>3</sup>
AGUA	155 litros

- Las cantidades no consideran desperdicios ni factor de abundamiento.
- La cantidad de agua debe ajustarse de acuerdo al contenido de humedad de la arena. Pero en ningún caso superará la relación agua/cemento (en peso) de 0.52.

### 4.2.3 Aplicación del repello

El mortero puede ser aplicado por medio de lanzamorteros para obtener una mejor productividad y acabado. El espesor total de cada cara del panel será de 2.5cm como mínimo. Se deben evitar repellar en paños demasiado grandes.

Una vez alineados y aplomados los paneles, colocadas las mallas de refuerzo en las uniones, ventanas, puertas y tuberías rígidas (si fue necesario cortar el poliestireno) se puede iniciar la aplicación del repello.

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. Al 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.).





Nota: se recomienda el uso de mangueras de W, de alta presión y cuya longitud no exceda de los 30 metros lineales. Cuando se usa un solo lanzamortero, la óptima capacidad cúbica del recipiente del compresor es de 220 litros (no menos de 130 litros).



#### 4.2.4 Terminación de las losas

Antes de vaciar el concreto de la capa de compresión: -Colocación de puntales y correas a cada 0.75m, produciendo contra flechas (ligero aumento de altura de 0.5 cm por cada metro lineal, hasta el centro de la luz de la losa).

- En el caso del panel simple, primero se procede a colocar la primera mano de repello en el cielo raso antes del vaciado del hormigón de la capa de compresión.

- Vaciado de la losa de techo: en el caso de losa con panel simple los operarios deben tener cuidado al caminar colocando tabloncillos de madera entre apoyos, evitando deformaciones.

- El encargado en la obra debe revisar las armaduras de la losa y agregar el acero de refuerzo adicional en el interior del panel losa según diseño previo. El hormigón debe ser de 210 Kg/cm<sup>2</sup> (3000psi) (sometido a cálculo), con una granulometría máxima del agregado de 12mm y un espesor de 4 a 6 cm.

- Una vez fraguado el hormigón de cubierta, se retiran los puntales, desde el centro hacia los extremos, de manera que pase gradualmente la carga a la losa, según diseño previo. El segundo repello al cielo raso y aleros, se ejecuta de igual manera que en los muros.



#### **4.2.5 Curado del repello**

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 2 días a partir de la última capa de repello aplicada, como mínimo, y variará dependiendo de los efectos del clima. Todo lo anterior permite que el cemento se hidrate por un proceso natural, garantizando el fraguado del mortero y limitando los fenómenos debidos a su retracción.

#### **4.2.6 Terminación**

La aplicación del revestimiento sobre el repello se deberá realizar lo más tarde posible. Mientras mayor sea el tiempo transcurrido entre el curado de las capas de repello y la colocación de revestimientos, mayor habrá sido la retracción del repello y mayor seguridad existirá de que el revestimiento quede bien adherido. De esta manera las fisuras del repello serán más estables y se cubrirán sin afectar su estética. Considerando lo anterior, se procede a la impermeabilización superficial y al revestimiento de la losa de cubierta, acabados, colocación de puertas y ventanas, aplicación de pinturas y revestimientos, etc.

#### **4.2.7 Recomendaciones complementarias**

El uso de lanza morteros para la aplicación del repello aumenta su compactación y homogeneidad, reduciendo el nivel de retracción y mejorando su capacidad estructural, impermeabilidad y resistencia al desgaste.

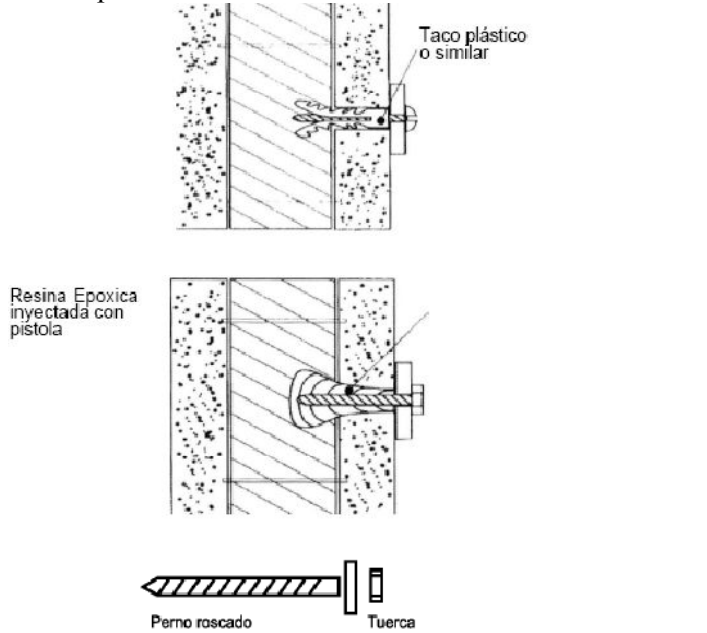
Cuidado:

- No sobrecargar los muros por una sola cara se debe aplicar alternando las cargas de repello.
- Donde por razones de corte en obra, el panel no presente pestaña de empalme, el empalme se reforzará con una malla plana.
- La incorporación de aditivos plastificantes en general disminuye el riesgo de fisura. - Pinturas o revestimientos de gran elasticidad previenen la aparición de fisuras.

#### 4.2.8 Para la fijación de objetos a paredes

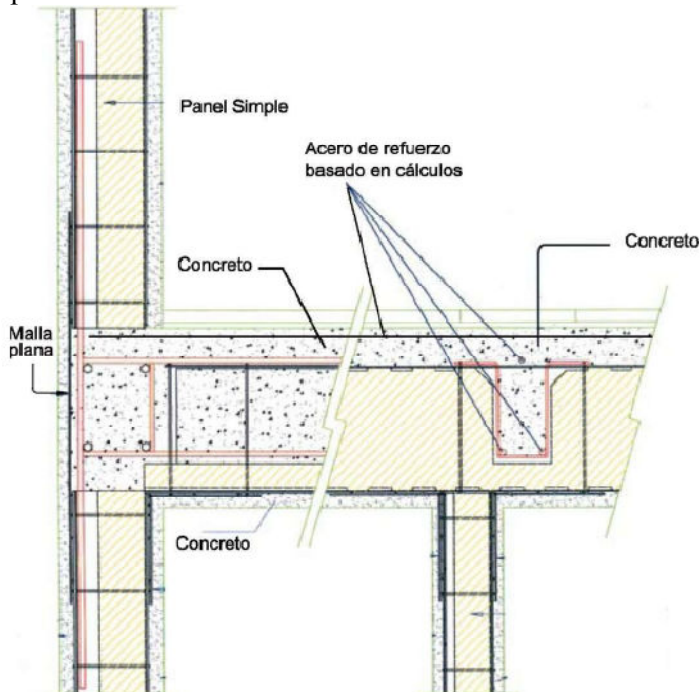
A. Objetos livianos: se pueden usar tornillos de 25mm o similares.

B. Objetos pesados: se recomienda usar tacos plásticos con tornillos de 45mm o similares. C. Objetos muy pesados: se pueden utilizar pernos enroscados y fijados con resina epóxica.



#### 4.3 Panel losa

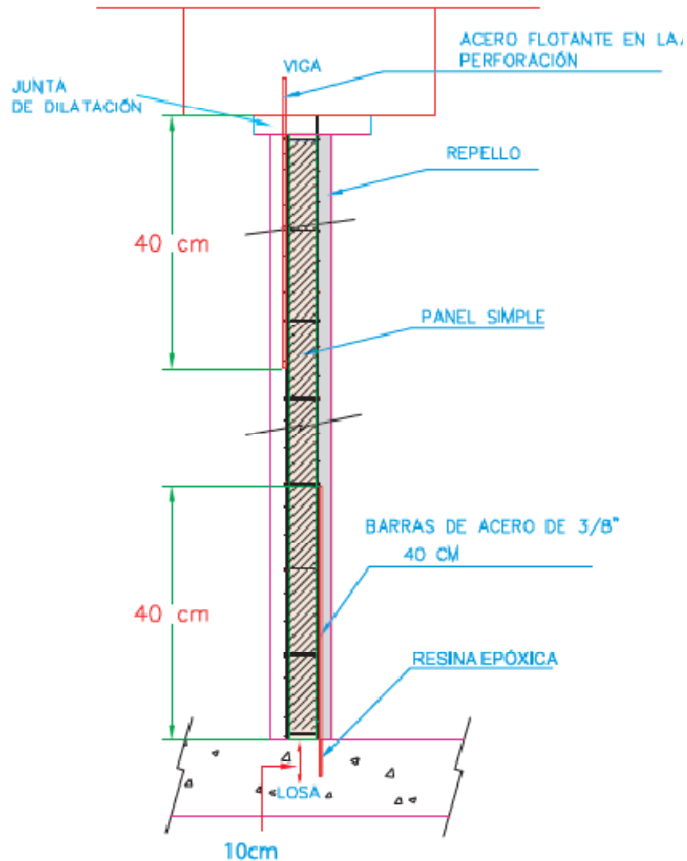
Este modelo de panel viene a complementar el campo de aplicación del panel. Su diseño con nervadura permite alcanzar mayores luces, dependiendo de la losa y de las cargas aplicadas.



#### 4.4 Panel utilizado como muro divisorio

Realizan el trabajo de paredes divisorias, indicando con una línea auxiliar el espesor de las mallas del panel. Tangente a estas líneas (por dentro), se perfora con un taladro de 5 a 10cm de profundidad cada 40cm para colocar las barras de anclaje que podrán tener un diámetro de 3/8" y un largo aproximadamente de 40cm.

Los paneles se montan (preferiblemente antes de ejecutar la sobrelosa) fijándolos al edificio con las barras de anclaje o en el caso de que se pueda anclar la pared perimetralmente se podrán utilizar conectores de cortante; ambos separados a 40cm. En juntas no dilatadas, las barras de anclaje, van con sellador epóxico en la estructura. Por el contrario en encuentros dilatados, la barra debe quedar flotante en la perforación.

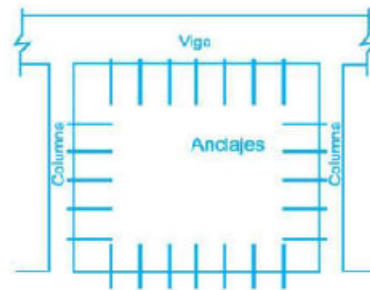


#### 4.5 Repello en paredes no portantes

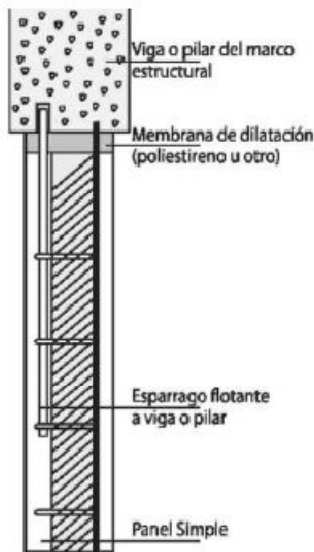
Las paredes se completan con la aplicación de repello en dos etapas. En la primera etapa se debe cubrir con mortero hasta la malla electrosoldada y luego en la segunda etapa completar la pared dándole un acabado mínimo de 2.5 cm promedio. Para la preparación del mortero en paredes no portantes se utilizará igualmente el cemento portland estructural.

Nota 1: Posterior a la aplicación de repello- rústico, se rebajan los bordes de la membrana de dilatación para rellenar con el sellador elástico u otra terminación que no transmita cargas estructurales.

## Solución alternativa para encuentros dilatados y sellados.



Es conveniente retirar el repello de la pared a los lados y superior para evitar fenómenos de contracción y/o de interacción de la pared con la estructura.



## 4.6 Resumen de las fases de construcción de un edificio EME-DOS

1. Construcción de la fundación e introducción de anclajes.
2. Montaje de paneles de pared con inserción de malla de refuerzo y de acero en correspondencia con los ángulos, aberturas, etc.
3. Colocación vertical de los paneles con ayuda de guías y puntales.
4. Tacos de anclaje para marcos de puertas y ventanas.
5. Montaje de paneles de cubierta e inserción de armadura de refuerzo.
6. Trazado e instalación de tuberías y accesorios eléctricos y sanitarios.
7. Alineación, instalación vertical de los paneles e inserción de los refuerzos.
8. Primera y segunda aplicación del repello estructural sobre los muros, protegiéndolos y humedeciéndolos constantemente para obtener un buen curado.
9. Apuntalamiento, capa de compresión y aplicación del mortero en la losa de cubierta.
10. Retiro de puntales, después de por lo menos 14 días.
11. Segunda aplicación de repello estructural en la losa.
12. Acabado.

#### 4.7 Proyectos realizados con m2



Residencia de Campo en Coronado



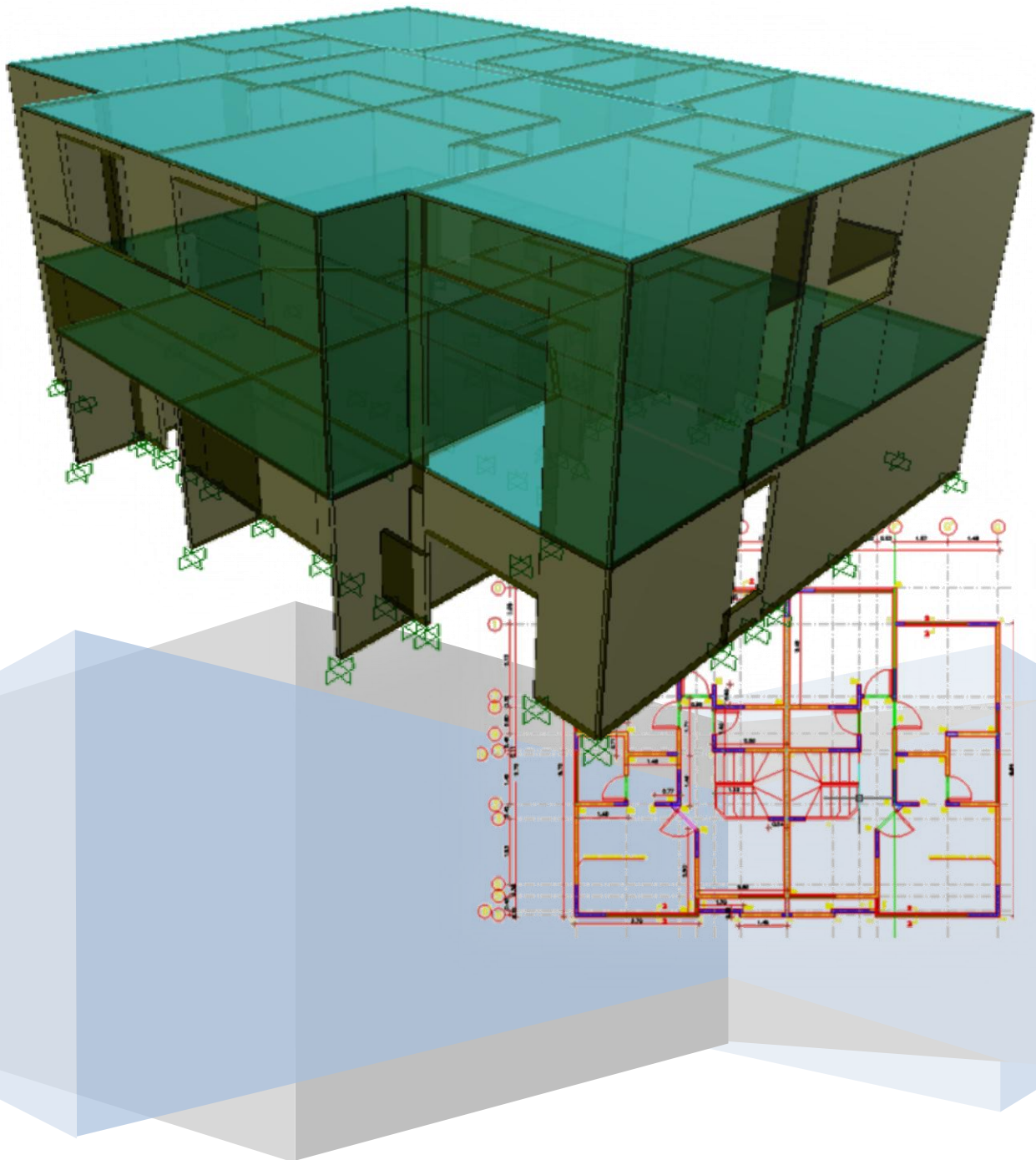
Centro Comercial Brisas del Golf

**PARTE 3**

# **SISTEMA CONSTRUCTIVO M2®**

**MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL**

**DISEÑO: ING. JULIO MALTEZ MONTIEL LIC.MTI: 997**



# MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL

PROYECTO :  
UBICACIÓN : MANAGUA  
ESTRUCTURA: ING. JULIO MALTEZ MONTIEL LIC.MTI: 997

Esta es una memoria de calculo que abarca, el diseño estructural de una edificación de 2 pisos con aproximadamente 255 m<sup>2</sup> destinado a usarse como apartamentos de habitacion que está localizado en Managua..

Como características de esta edificación se menciona que será construida base del panel W de EME-Due (Eme-dos, M-2; en español) estructural que interactúan entre sí para la correcta distribución de las cargas.

## 2. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

### • SISTEMA DE EME-DOS

El sistema se basa en paneles de poliestireno expandido (entiéndase en adelante “Eme-due, Eme-dos, M-2 o panel W”) reforzados por una doble malla de alambre de acero galvanizado, interconectadas entre sí.

Para formar los muros, las mallas se recubren con una capa de mortero 1:4; es el mortero el material que proporciona rigidez y resistencia al panel, mientras que la malla le proporciona ductilidad y resistencia adicional a la dada por el mortero.

Los muros portantes de una vivienda se logran interconectando horizontalmente los paneles, mediante traslapes de las mallas; verticalmente los muros se conectan a la cimentación de concreto y a los muros del piso inmediato superior mediante espigas (dowells) de acero corrugado. Los paneles para formar los techos son parecidos a los que se usan en los muros, pero son de mayor grosor y con mallas compuestas por alambres de mayor diámetro

**Muro pared medianera:** cuenta con 20 cm de espesor, usando concreto de 210 kg/ cm<sup>2</sup>.

**Otros muros:** cuenta con 12 cm de espesor, usando concreto de 210 kg/ cm<sup>2</sup>.

**Losa de entrepiso:** cuenta con 20 cm de espesor, usando concreto de 210 kg/ cm<sup>2</sup>.

**Losa de techo:** de 20 cm de espesor, usando concreto de 210 kg/ cm<sup>2</sup>.

- **CONCRETO**

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

El peso volumétrico del concreto reforzado es de  $2,400 \text{ Kg/m}^3$  (150 lbs/ft<sup>3</sup>).

- **ACERO DE REFUERZO**

El acero de refuerzo longitudinal debe ser corrugado del tipo ASTM A-40, con un esfuerzo de fluencia  $f_y = 2,800 \text{ Kg/cm}^2$  (40,000 psi) y un módulo de elasticidad  $E_s = 2,100,000 \text{ Kg/cm}^2$  (29,000 Ksi). En tanto, el acero transversal, tendrá las mismas características mecánicas que el longitudinal, pero con la excepción que se utilizarán varillas lisas en el caso de la n°2.

El peso volumétrico del acero es de  $7,850 \text{ Kg/m}^3$  (490 lb/ft<sup>3</sup>).

- **MORTERO**

Resistencia mínima a la compresión  $f'_m = 140 \text{ Kg/cm}^2$  (2,000 lbs/plg<sup>2</sup>).

Proporción 1:4 (cemento-arena)

Espesor de junta de 1.5 cm ó 1/2".

- **ACERO ESTRUCTURAL**

Tipo A-36, con un Esfuerzo a la Fluencia  $F_y = 2,520 \text{ Kg/cm}^2$  (36,000 lbs/plg<sup>2</sup>).

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

Peso volumétrico del acero =  $7,850 \text{ Kg/m}^3$  (490 lbs/ft<sup>3</sup>).

4. **CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL SEGÚN RNC 07**

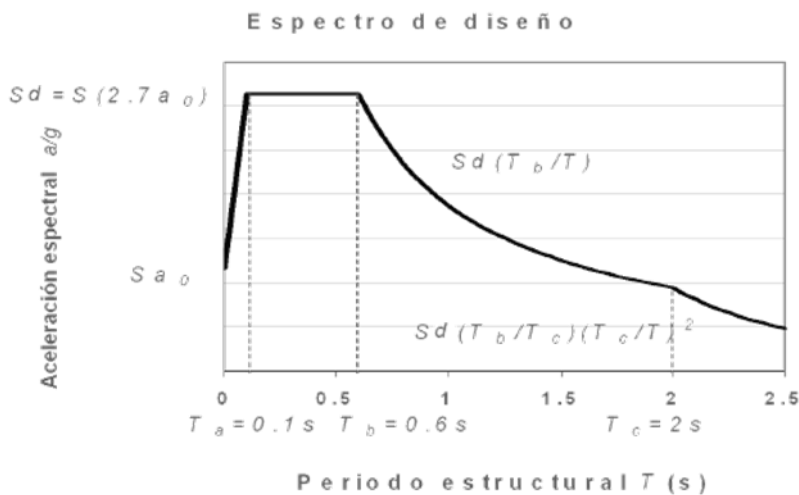
TIPO	II		arto 20
GRUPO	B	Normal Importancia	arto 24
ZONA=	C	Managua.	arto 25

Factor amplificación del suelo Zona sísmica C , Tipo de suelo -II)  
 por tanto **S =1.5** arto 25

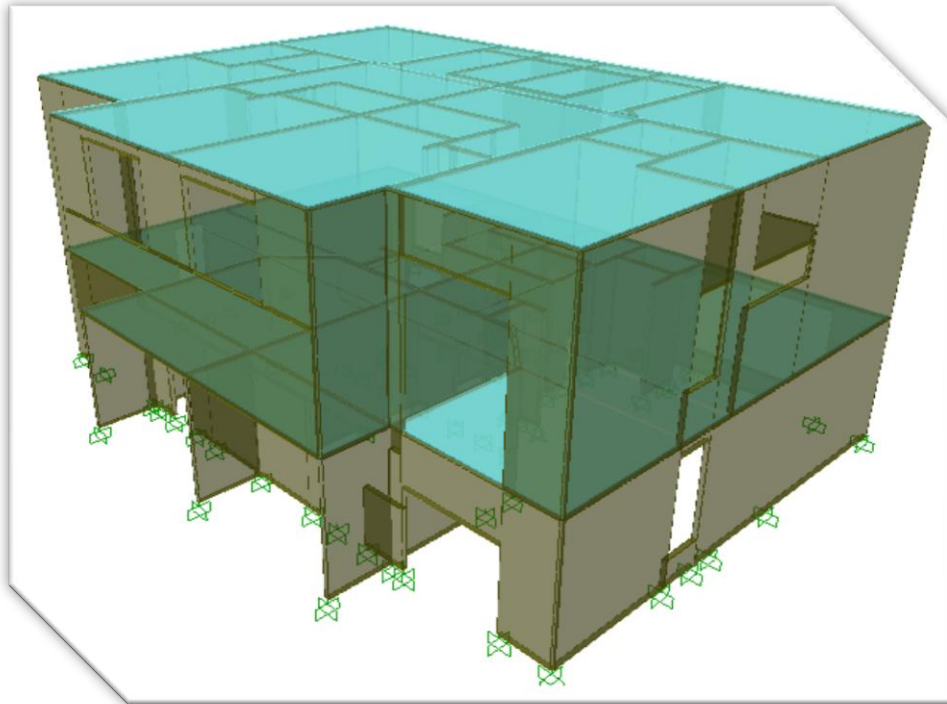
Aceleración máxima del terreno  $a_0$  (en Managua. );  $a_0=0.31$ . Anexo "C"  
 Factor de reducción por sobre-resistencia:  $\Omega = 2$  arto 20  
 Factor de capacidad dúctil:  $Q = 2$  (EME-DOS estructural) arto57

Coef. =  $2.7 \cdot a_0 \cdot S / (\Omega \cdot Q)$  "  
 Coef. =  $[2.7 \times 0.31 \times 1.5 / (2 \times 2)]$   
 $c = 0.313875$  pero no menor que  $S \times a_0 = 0.465$

Si se conoce el período de la estructura se puede adoptar una ordenada del espectro de aceleraciones para diseño sísmico, calculada con un periodo  $T = 0.15$



Modelo tridimensional para el edificio analizado.

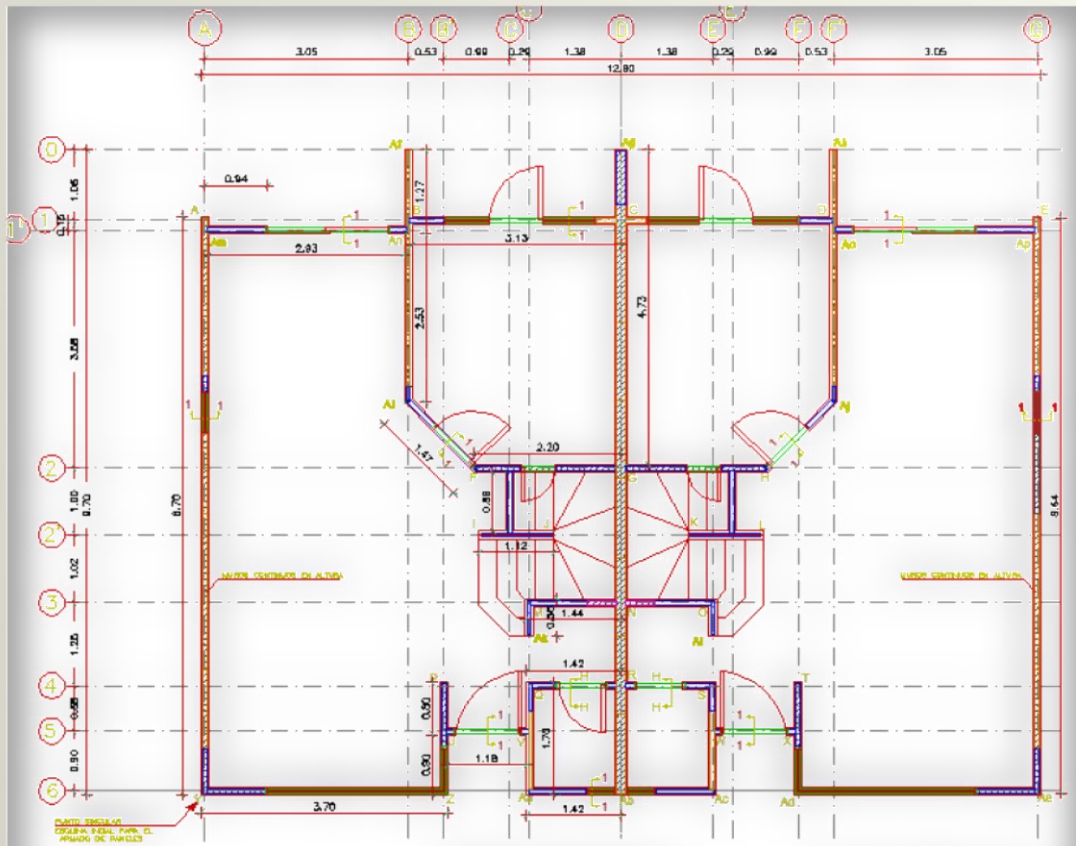


Definición del material empleado como muro (unidades kg—cm)

Material Property Data	
<b>Material Name</b>	MURDASE
<b>Display Color</b>	Color [Blue]
<b>Type of Material</b>	<input checked="" type="radio"/> Isotropic <input type="radio"/> Orthotropic
<b>Type of Design</b>	Design: Concrete
<b>Analysis Property Data</b>	
Mass per unit Volume	2.448E-06
Weight per unit Volume	2.403E-03
Modulus of Elasticity	30010.0028
Poisson's Ratio	0.3
Coeff of Thermal Expansion	9.900E-06
Shear Modulus	11542.3088
<b>Design Property Data (ACI 318-05/IBC 2003)</b>	
Specified Conc Comp Strength, f'c	140.
Bending Reinf. Yield Stress, fy	4218.4129
Shear Reinf. Yield Stress, fys	4218.4129
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	Shear Strength Reduc. Factor [ ]

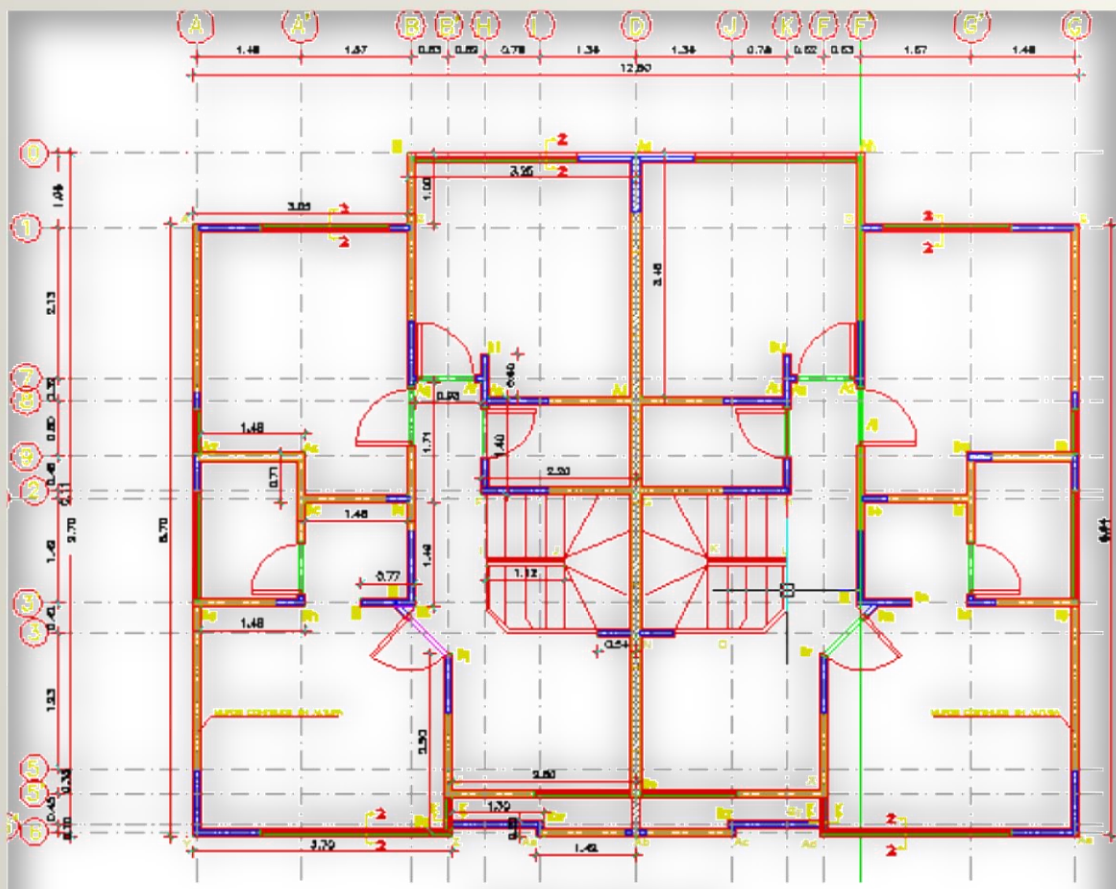
Definición del material empleado como losa (unidades kg—cm)

Material Property Data	
<b>Material Name</b>	LOSAASB
<b>Display Color</b>	Color [Grey]
<b>Type of Material</b>	<input checked="" type="radio"/> Isotropic <input type="radio"/> Orthotropic
<b>Type of Design</b>	Design: Concrete
<b>Analysis Property Data</b>	
Mass per unit Volume	2.448E-06
Weight per unit Volume	2.403E-03
Modulus of Elasticity	30010.
Poisson's Ratio	0.15
Coeff of Thermal Expansion	9.900E-06
Shear Modulus	13047.8261
<b>Design Property Data (ACI 318-05/IBC 2003)</b>	
Specified Conc Comp Strength, f'c	210.9209
Bending Reinf. Yield Stress, fy	4218.418
Shear Reinf. Yield Stress, fys	4218.418
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	Shear Strength Reduc. Factor [ ]



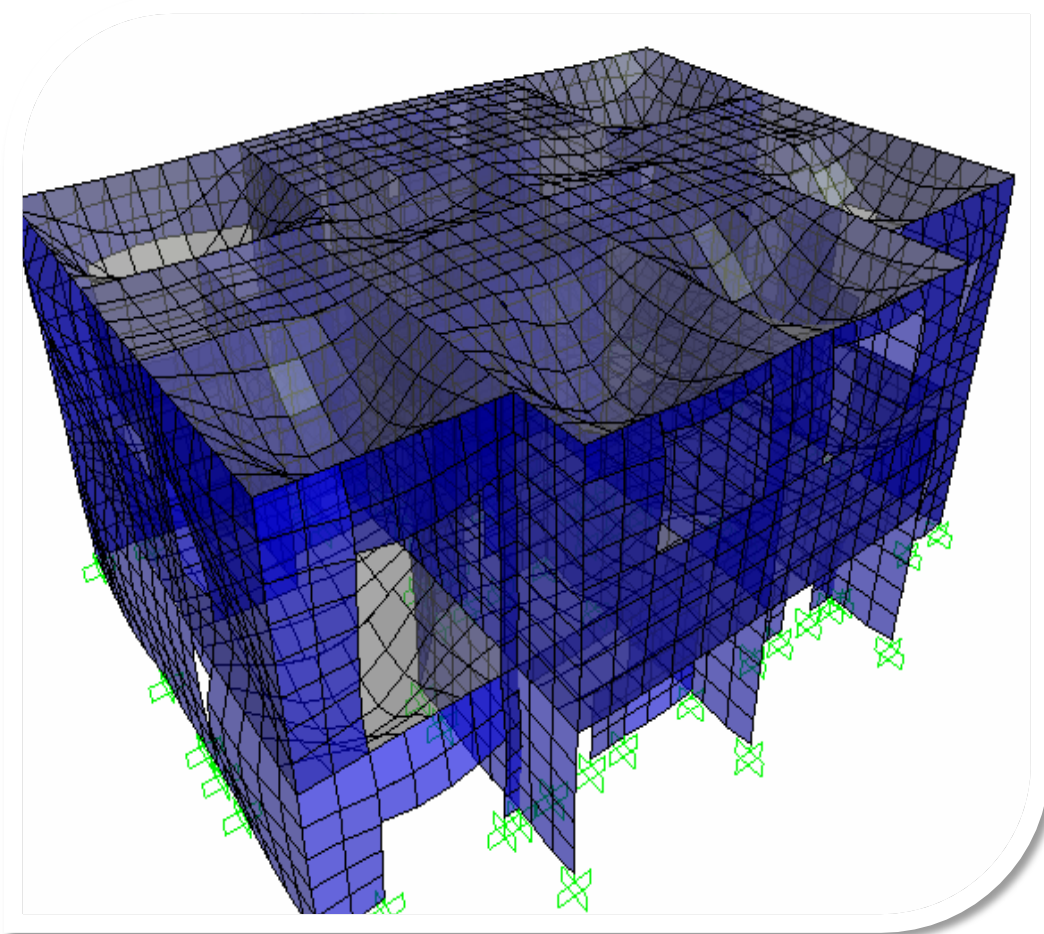
**MUROS PLANTA BAJA**  
 ESC. 1:50

NOTA: VER EL DETALLE DE LOS  
 CORTES TÍPICOS DE DIENTES

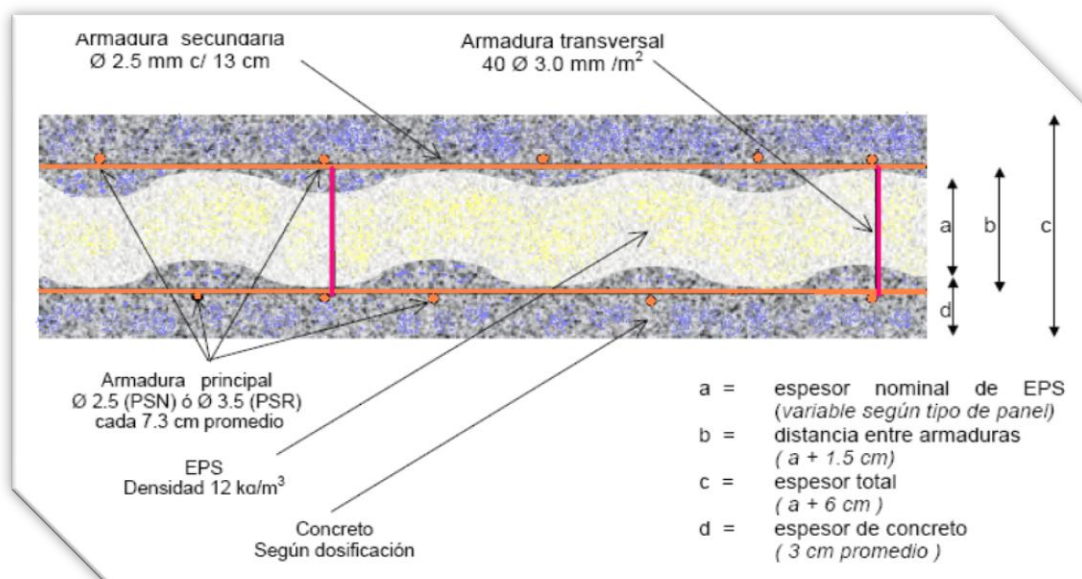


MUROS PLANTA ALTA  
ESG. 1/50

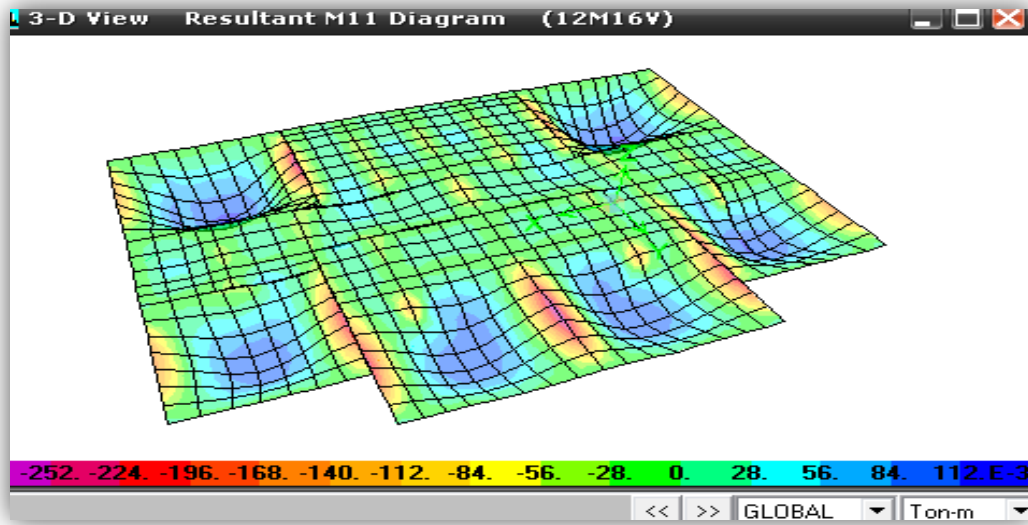
## Vista deformada de la estructura



## Diseño de losas



Momento en losa de techo (psme 100)



losa techo  
panel

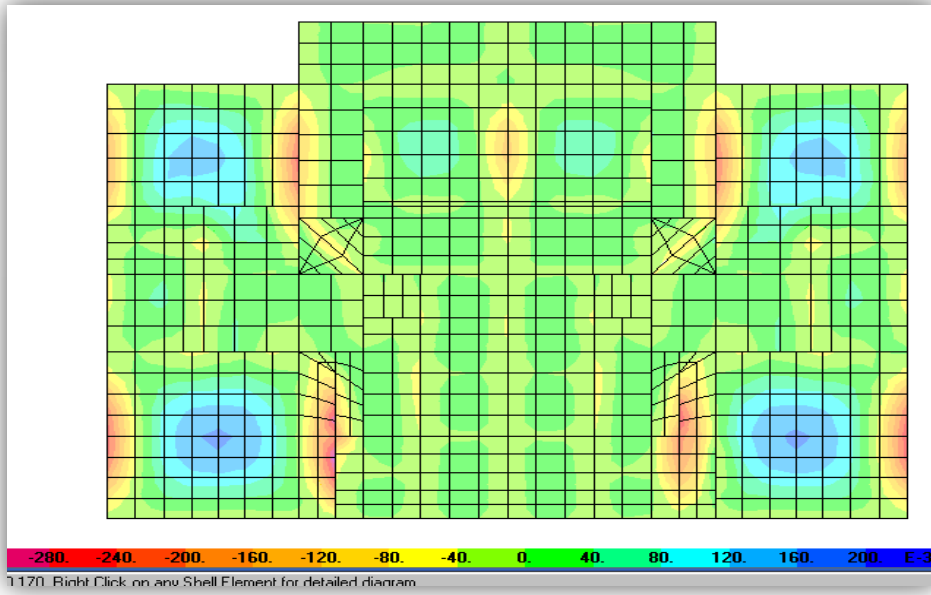
**PR-100**

**PR-100**

flexion		corte	
esp. <b>EPS</b>	a	10	e hor m 36
capa (-) cm	b	5.6	m m 100
capa (+) <b>cm</b>	d	3.6	m m 56
ancho cm		10	d m 169
d cm		0	m m 2.088
x lim cm	c	16.7	$\xi$ 0.001
Mu T*m/m		2.78	$\rho$ 1
Md T*m/m		1.31	Vrd kN 77.58
		0.76	adm
			Vu1 kN 388.13
			Vu2 kN 77.58
variables tablas	variables esquema		

El momento del modelo es de 0.25 ton/m , menor al de diseño 0.76 ton/m

Momento en losa de entrepiso (psme 120)



losa entrepiso  
panel

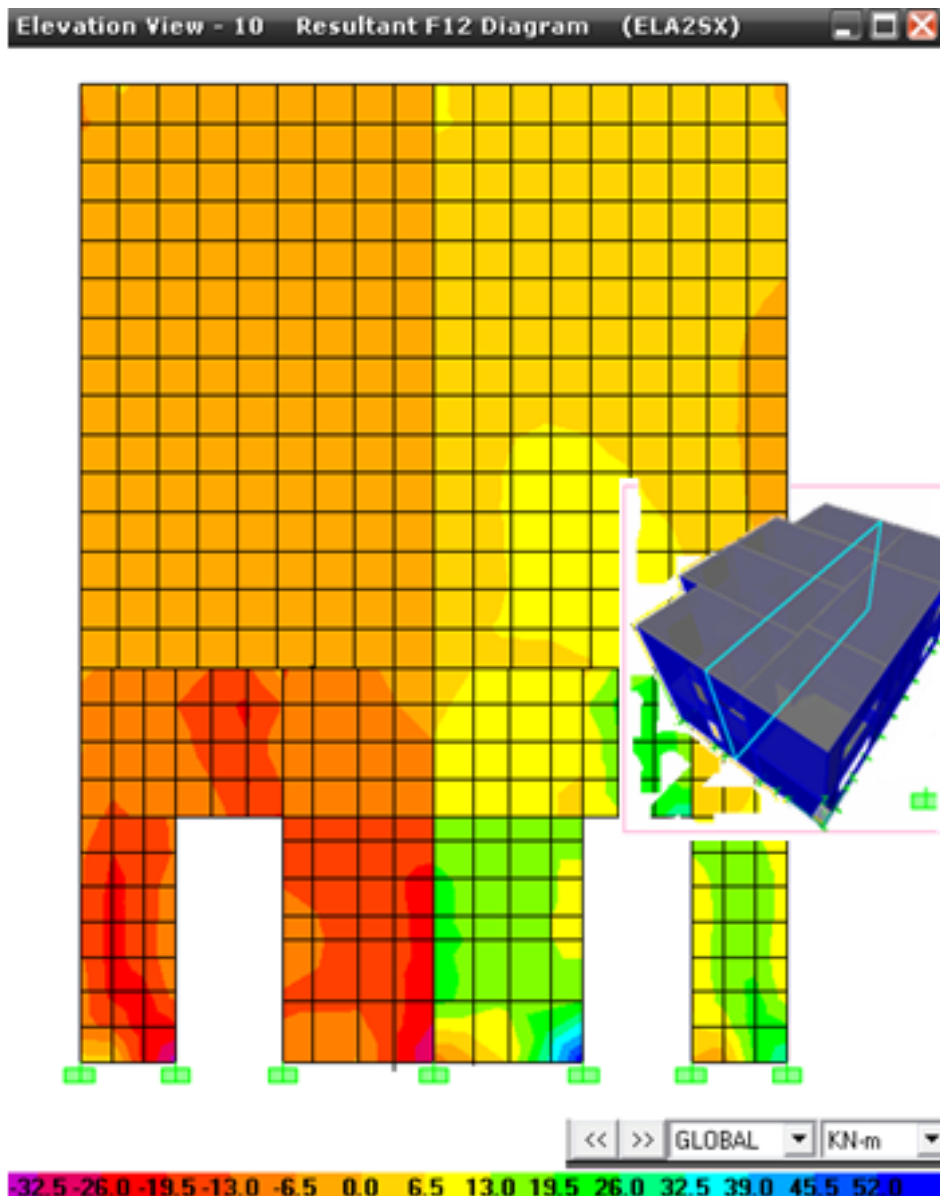
PR-120		PR-120	
flexion		corte	
esp. EPS	a 12	e hor m	36
capa (-) cm	b 5.6	eEPs m	120
capa (+) cm	d 3.6	e hor m	56
ancho cm	100	d m	189
d cm	c 18.7		2.029
x lim cm	3.12	$\xi$	0.001
Mu T*m/m	1.46	$\rho$ 1	
Md T*m/m	0.85	Vrd adm kN	80.09
		Vu1 kN	388.13
		Vu2 kN	80.09
variables tablas	variables esquema		

El momento del modelo es de 0.028 ton/m , menor al de diseño 0.8 ton/m

Cuadro de losas disponibles para techo y entresiso

PANEL TIPO	esp. EPS	capa -	capa +	ancho	d	x lim	Mu	M d
		cm	cm				cm	cm
PR-40	4	5,6	3,6	100	10,7	1,78	0,84	0,49
PR-50	5	5,6	3,6	100	11,7	1,95	0,92	0,53
PR-60	6	5,6	3,6	100	12,7	2,12	0,99	0,58
PR-70	7	5,6	3,6	100	13,7	2,28	1,07	0,62
PR-80	8	5,6	3,6	100	14,7	2,45	1,15	0,67
PR-90	9	5,6	3,6	100	15,7	2,62	1,23	0,71
PR-100	10	5,6	3,6	100	16,7	2,78	1,31	0,76
PR-110	11	5,6	3,6	100	17,7	2,95	1,39	0,80
PR-115	11,5	5,6	3,6	100	18,2	3,03	1,43	0,83
PR-120	12	5,6	3,6	100	18,7	3,12	1,46	0,85
PR-130	13	5,6	3,6	100	19,7	3,28	1,54	0,89
PR-140	14	5,6	3,6	100	20,7	3,45	1,62	0,94
PR-150	15	5,6	3,6	100	21,7	3,62	1,70	0,98
PR-160	16	5,6	3,6	100	22,7	3,78	1,78	1,03
PR-170	17	5,6	3,6	100	23,7	3,95	1,86	1,08
PR-180	18	5,6	3,6	100	24,7	4,12	1,93	1,12
PR-190	19	5,6	3,6	100	25,7	4,28	2,01	1,17
PR-200	20	5,6	3,6	100	26,7	4,45	2,09	1,21

S.p.A. - Via Toniolo 39 B - Z.I. Bellocchi - 61032 FANO (PU) ITALY - Tel. ++39 0721 855550/1 - Fax ++39 0721 855551  
 Stabilimento impianti - Via Manzoni 102 - 35020 Albignasego (PD) ITALY - Tel. ++39 049 710992 - Fax 049 710993  
 8628378 - Capitale sociale € 900.000 I.v. - Iscr. R.E.A. 123367 - Cod. Fisc. / P.IVA / VAT (IT) 01326180419  
 www.mdue.it - info@mdue.it



muros

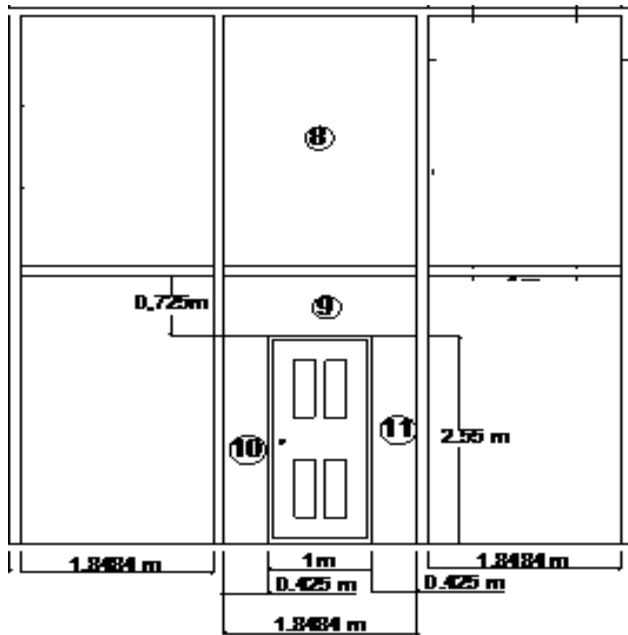
panel

**PR-40**

e hor	E-eps	e hor	d	$\xi$	$\rho_1$	Vrd adm	Vu 1	Vu 2
mm	mm	mm	mm			kn	kn	kn
36	40	36	89	2.499	0.002	58.86	275.63	58.86

El cortante (para la combinacion critica CM+CV+0.7 Sx) en el muro es de 55 kn-m respecto al de diseño que es de 58.86 sin embargo losmuros alrededor de puertas y ventanas llevan una malla adicional lo cual resulta satisfactorio.

La seccion critica del muro se encuentra en las puertas, se analiza como un muro equivalente de mamposteria



**Datos obtenidos del Etabs 9.60/sap 2000.**

Mmáx = 96.6 kg-mt      1.2 cm+cv+1.6 sy  
P máx = 7566 kg  
P mín = 10603 kg  
V máx = 3606 kg

**Datos para el diseño de la pared:**

Em = 125000 kg/cm<sup>2</sup>  
P = 453514.739 kg  
t = 5.08 cm

**Murete 9 :**      h = 0.725 mt      72.50 cm  
                          d = 1.848 mt      184.84 cm

**Murete 10 :**    h = 2.550 mt      255.00 cm  
                          d = 0.425 mt      42.50 cm

**Murete 11 :**    h = 2.550 mt      255.00 cm  
                          d = 0.425 mt      42.50 cm

a) Cálculo de la rigidez relativa del muro :

Muro solido  $h/d = 1.74$

$$\Delta c = ( P / E m t ) ( 4 ( H / d )^3 + 3 ( H / d ) ) \quad \text{Ec. 7 - 12, Ref. Biblg. \# 23}$$

$P / E m t = 0.7142$   
 $4(H/d)^3 = 15.9221$   
 $3(H/d) = 5.233$   
 $\Delta c = 16.6046$   
 $Kc = 1/\Delta c = 0.0602$

Franja con abertura :

$h/d = 1.38$   
 $\Delta c = 10.4567$   
 $Kc = 1/\Delta c = 0.0956$

$4(h/d)^3 =$	10.5025
$3(h/d) =$	4.1387

b) Cálculo de la deflexión para cada pilastra.

Pilar 10 =  $h/d = 6.00$

$$\Delta f = ( P / E m t ) ( H / d )^3 + 3 ( H / d )$$

$\Delta f = 167.1228$   
 $Kf = 1/\Delta f = 0.006$

$(H/d)^3 =$	216
$3(H/d) =$	18

Pilar 11 =  $h/d = 6.00$

$\Delta f = 167.1228$   
 $Kf = 1/\Delta f = 0.006$

$(H/d)^3 =$	216
$3(H/d) =$	18

Pilar 9 =  $h/d = 0.39$

$\Delta f = 0.8835$   
 $Kf = 1/\Delta f = 1.1319$

$(H/d)^3 =$	0.0603
$3(H/d) =$	1.1767

$\Sigma ke_{10,11} = 0.012$  conectados en paralelo

$$\frac{1}{\Sigma ke} = \frac{1}{ke_{10,11}} + \frac{1}{k_9} = 84.2168 \quad \text{Conectados en serie}$$

$\Sigma ke = 0.0119$

C) Porcentaje que le llega a cada pilastra.

Pilar 10 = 0.50 %

Pilar 11 = 0.50 %

Pilar 9 = 95.12 %

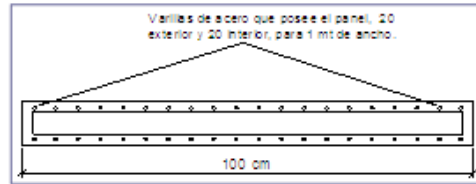
d) Diseño de pilas tra más crítica cargada excentricamente en planta baja.

Usar pilastra con porcentaje mayor = 95.118 %

Por lo tanto diseñaremos la pilastra 9.

d.1) Criterios de diseño.

f'm =	212.75 kg/cm <sup>2</sup>
fs =	3937.00 kg/cm <sup>2</sup>
Em =	125000 kg/cm <sup>2</sup>
Es =	2x10 <sup>6</sup> kg/cm <sup>2</sup>
H =	72.50 cm
L =	100.00 cm
t =	10.80 cm
Sh =	7.50 cm



d.2) Verificamos el refuerzo que posee el panel.

panel con varilla de d= 3 mm 0.0491 cm<sup>2</sup> @ 6.5 cm 15.38 #pan/mt  
 A=( 16x 0,0323) x2= 1.51 cm<sup>2</sup> =As ρ limite= 0.0007

$$p_v = p_h = \frac{A_s}{Sh \times t} > 0.0007$$

$p_v = p_h = 0.0186 > 0.0007$ , OK, el acero Vert. y Horz. es adecuado.

$$A_e = 508.00 \text{ cm}^2$$

$$p_g = A_s / A_e = 0.003$$

$$I = bL^3 / 6 = 423333.33 \text{ cm}^4$$

$$r = (I / A_e)^{1/2} = 28.87 \text{ cm}$$

Para calcular la altura efectiva del muro (k) = 0.65

Altura efectiva del muro h' = 0.4713 m

c) Usamos las siguiente ecuaciones en dependencia de h'/r.

Si  $h' / r < 99 \rightarrow R = 1 - (h' / 140 r)^2$  Ec. 7 - 11, Ref # 22, Cáp. 21.

Si  $h' / r > 99 \rightarrow R = (70 r / h')^2$  Ec. 7 - 12, Ref. # 22, Cáp. 21.

$h' / r = 1.63 < 99$  Usar Ec.7-11

Por lo tanto R = 0.9999

Fsc = 0.4 Fy = 24,000 (psi) Máximo = 0.4 fs  
 Fsc = 1574.80 kg/cm<sup>2</sup>

d) Cálculo de la máxima fuerza axial nominal a compresión.

$P_a = (0.25 \times f'm \times A_e + 0.65 \times A_s \times F_s c) R$  Ec.7-13, Ref.# 22, Cáp.21

$P_a = 28564.52 \text{ kg}$

e) Esfuerzo axial permisible en el muro.

$F_a = 0.25 \times f'm \times R$  Ec.7-11, Cap.21, ReF.# 22.

$F_a = 53.18 \text{ kg/cm}^2$

f) Máximo esfuerzo de flexión permitido.

$$F_b = 0.33 f 'm$$

$$F_b = 70.21 \text{ kg/cm}^2$$

g) Esfuerzo axial calculado en el muro.

$f_a = P / A_e$  (Para muros y columnas en compresión)

$$f_a = 20.87 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK, } f_a < F_a$$

f) Esfuerzo de flexión calculado en el panel.

$$f_b = (1.33 - (f_a / F_a)) \times F_b$$

$$f_b = 65.82 \text{ kg/cm}^2$$

g) Cálculo del esfuerzo axial combinado.

Formula de iteración =  $f_a + f_b < 1.33$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} = 1.33 \leq 1.33 \quad \text{OK}$$

La solución del dato calculado anteriormente muestra que la sección de la pared es adecuada para resistir cargas axiales

h) Cálculo de la constante "n" ( relación modular )

$$E_m = 750 f 'm \quad \text{Ref. \# 22, Ec.6 - 3}$$

$$E_m = 159559 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 2000000 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = 12.5346$$

$$n_{pg} = 0.0376$$

$$K = ( 2 n_{pg} + (n_{pg})^2 )^{1/2} \cdot n_{pg}$$

$$K = 0.2392$$

i) Determinación del coeficiente "J"

$$J = 1 - ( K / 3 )$$

i) Determinación del coeficiente "J"

$$J = 1 - ( K / 3 )$$

$$J = 0.9203$$

$$2 / JK = 9.0853$$

j) Cálculo del esfuerzo de tensión en el muro.

$$f_m = ( M / b d^2 ) \times ( 2 / 2J )$$

$$M = 160.23 \text{ kg-m}$$

$$b = 10.80 \text{ cm}$$

$$d = 100 \text{ cm}$$

$$f_m = 0.0135$$

$f_m < f_b$ , OK ►  $f_s$  gobierna el acero que posee el panel es adecuado

k) Determinamos el area de acero por cortante.

k.1) Cortante aportado por el alambre que posee el panel.

$$\begin{aligned}A_v &= \pi r^2 \\A_v &= 0.0982 \text{ cm}^2 \\f_s &= 0.6 \times f_s \\f_s &= 2362 \text{ kg/cm}^2 \\L &= 100 \text{ cm} \quad \text{Ancho efectivo.} \\ \text{Sep. Del alam.} &= 6.5 \text{ cm} \\ \phi &= 0.85\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_n &= A_v \times f_s \times (L / \text{separacion del alambre}) \\V_n &= 3567.8222 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_e &= \phi \times V_n \\V_e &= 3032.6489 \text{ kg}\end{aligned}$$

k.2) Cortante aportado por el mortero.

$$d = 2 \text{ plg} = 5.08 \text{ cm}$$

$$\phi V_c = \phi \times 0.5 \times f'_m \times b_w \times d$$

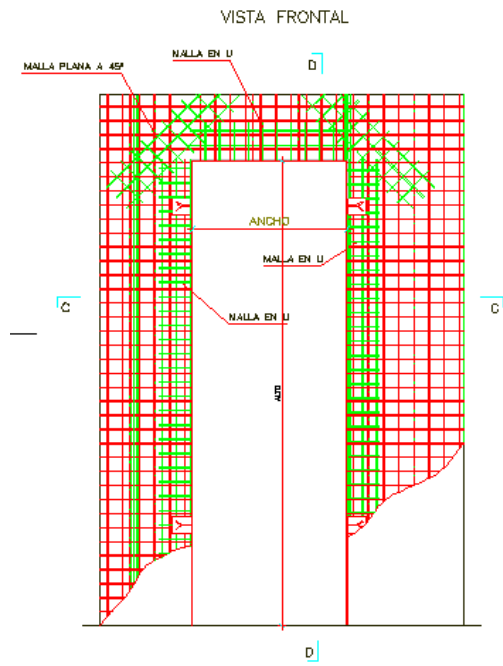
$$\phi V_c = 3149.0701 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}V_t &= V_e + \phi V_c \\V_t &= 6181.7190 \text{ kg} \quad V_{mx} = 3606 \text{ kg}\end{aligned}$$

$V_t > V_{mx}$ . Cumple, el acero que posee el pane es adecuado por cortante

El analisis muestra que el muro empleado es satisfactorio para las cargas impuestas

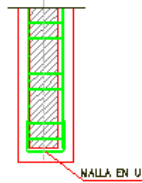
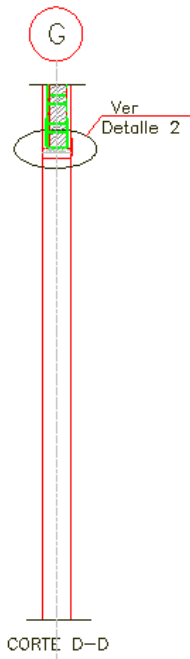


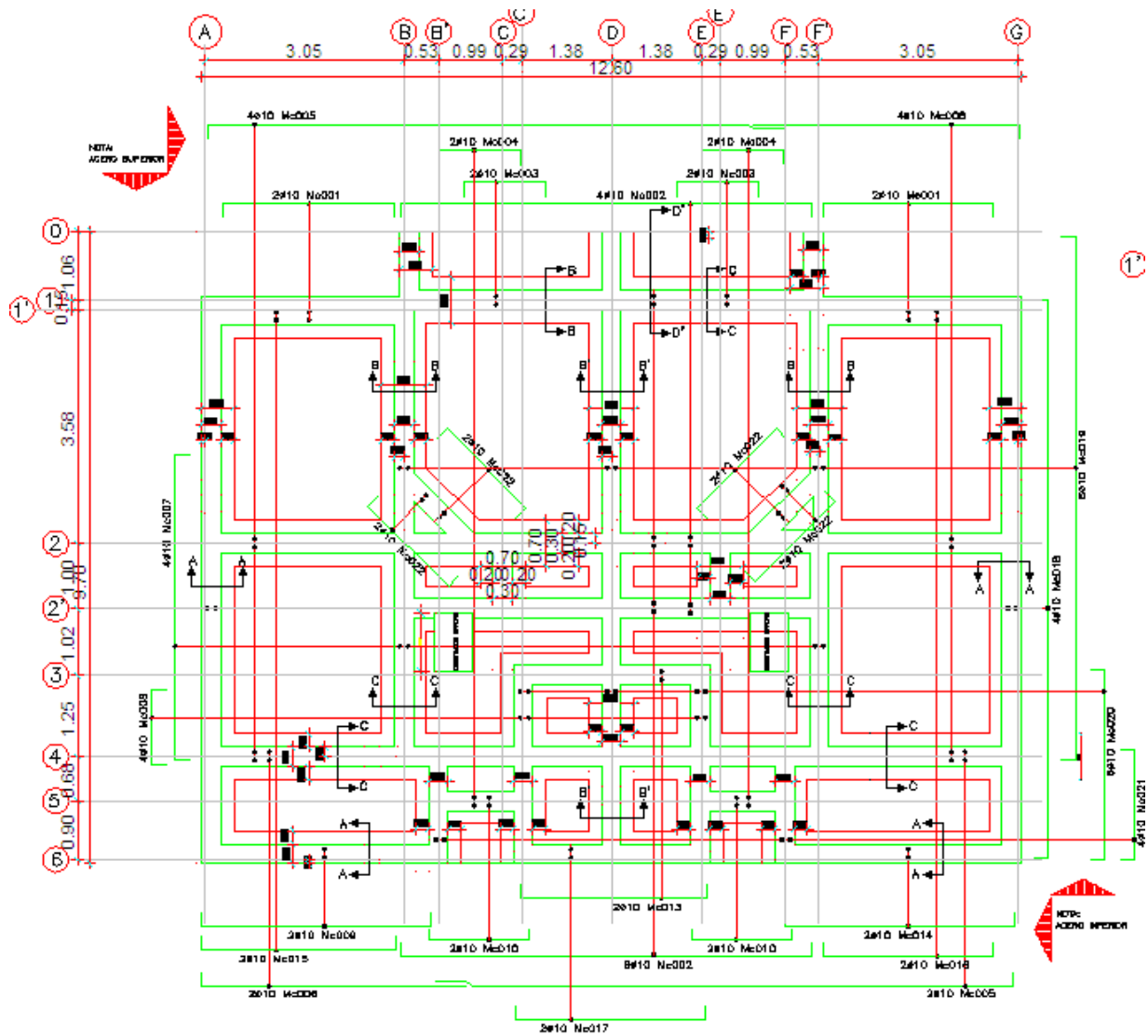


CORTE C-C

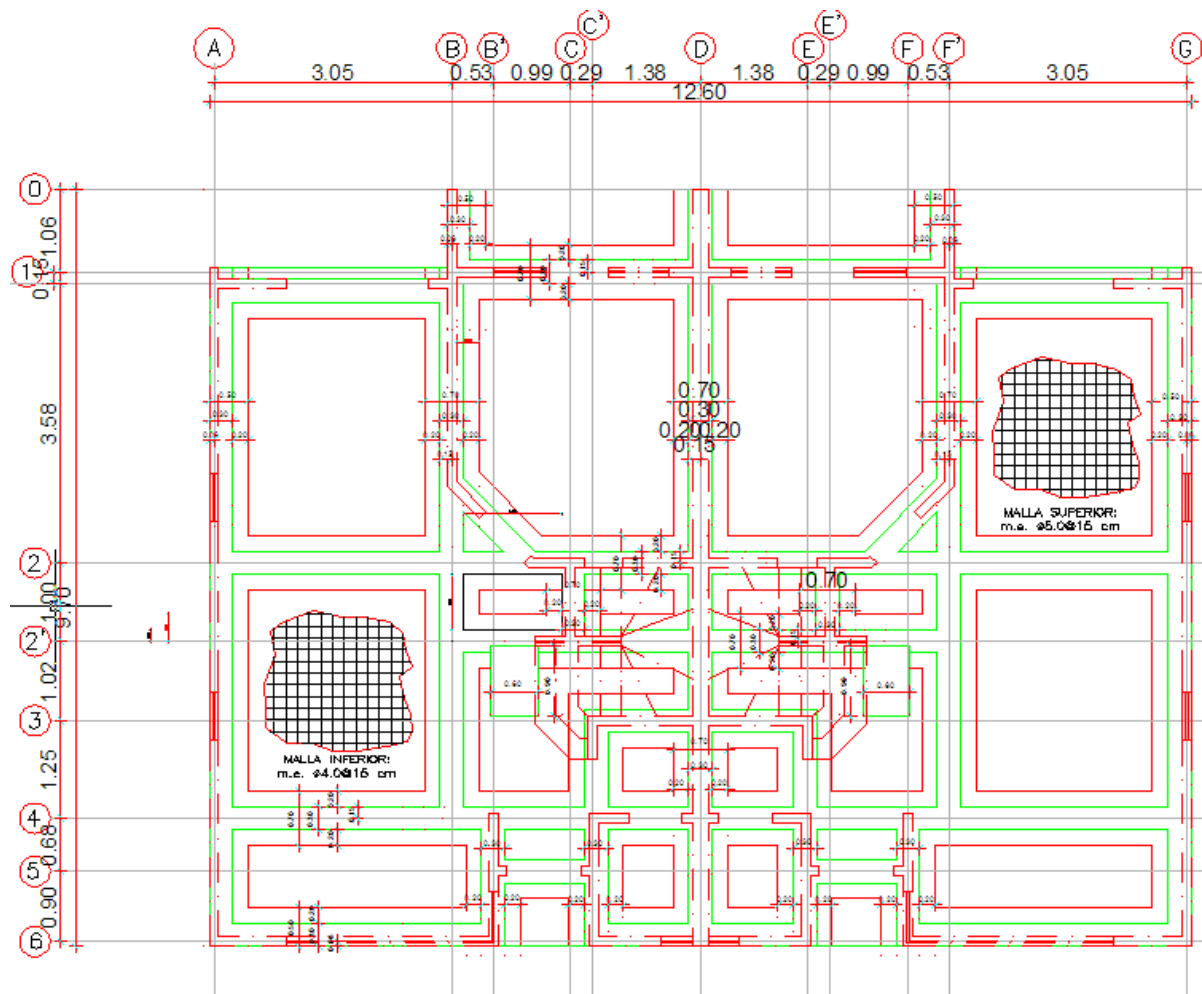
DETALLE ARMADO DE PUERTA

ESQ. S/E

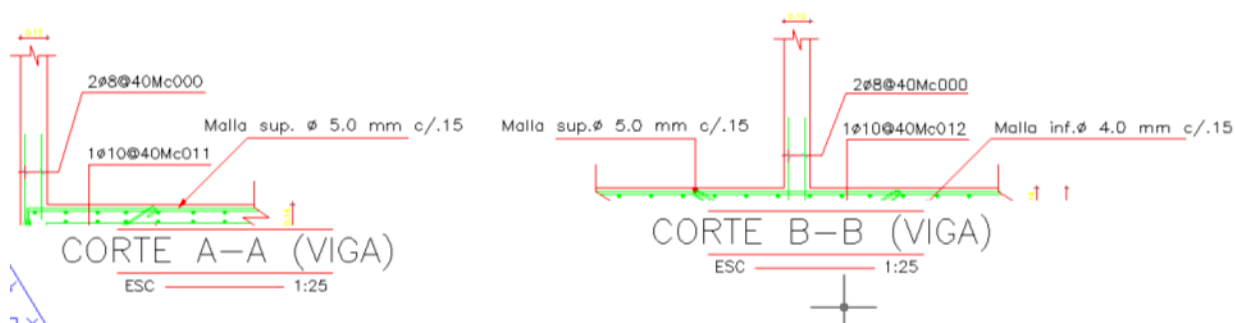




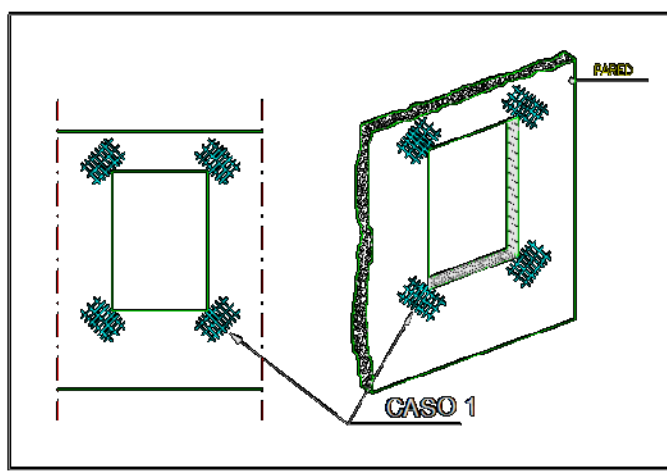
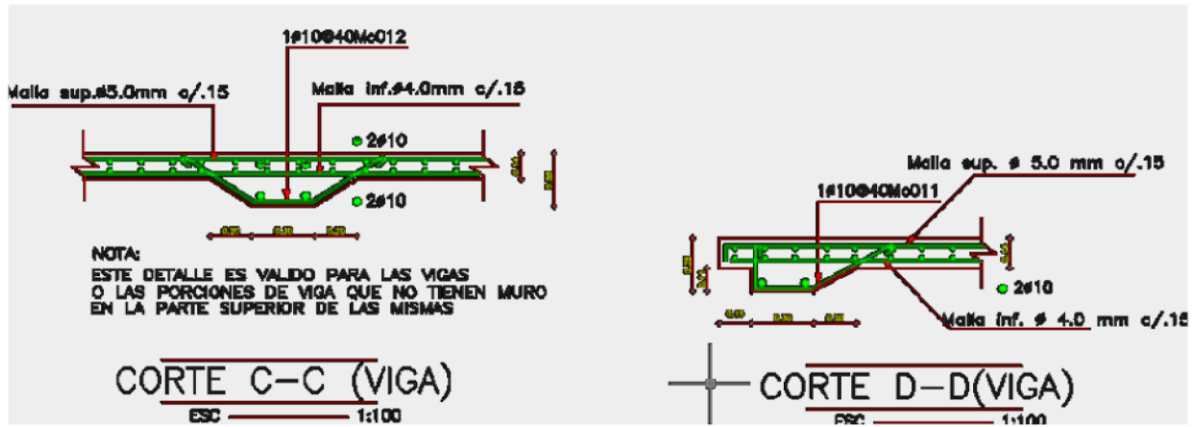
VIGAS DE CIMENTACION



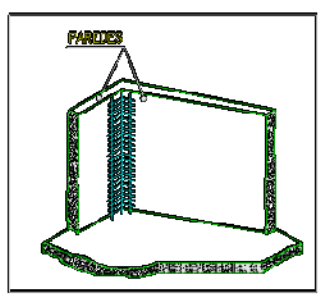
LOSA DE CIMENTACION



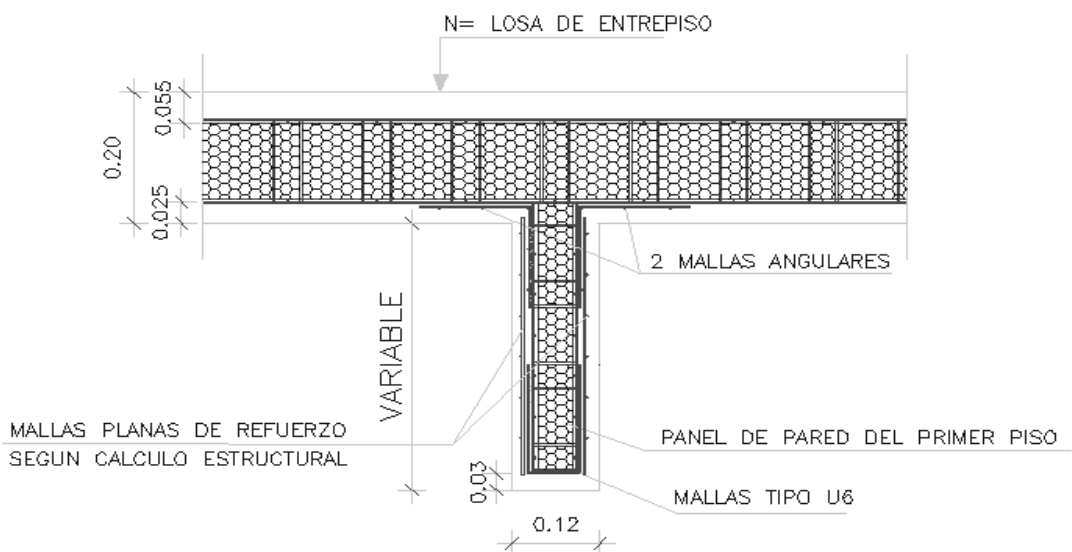




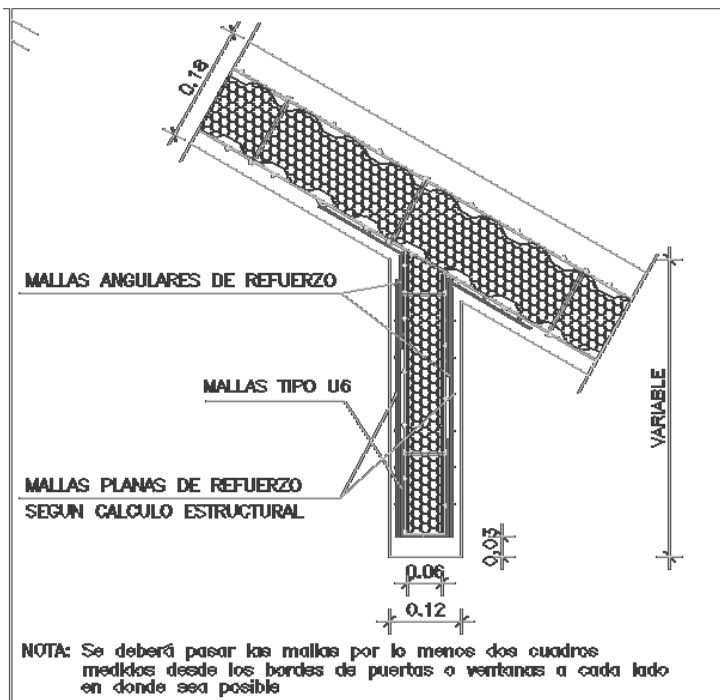
CASO 1 - Malla plana a 45° sobre ángulo afuera de puerta/ventana  
ESC. S/E



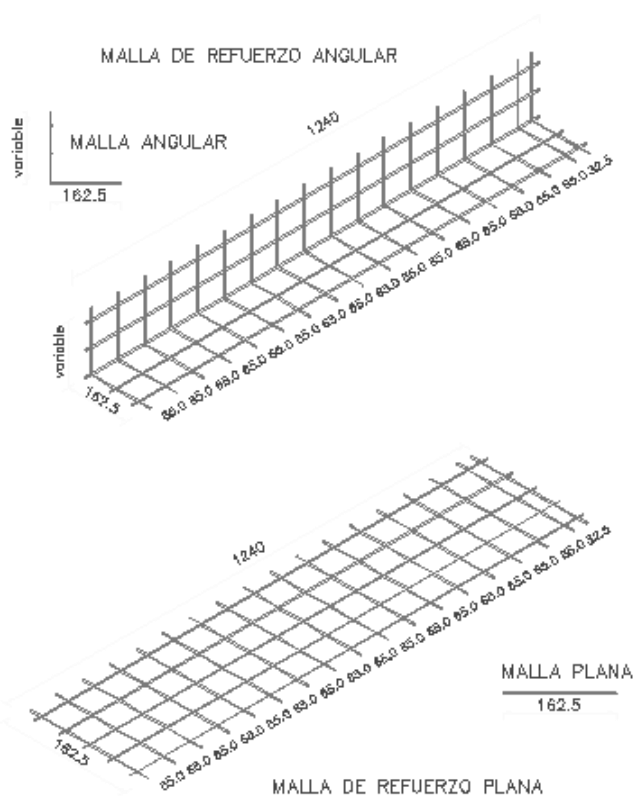
Malla Angular/refuerzo INTERNO  
ángulo vertical (pared/pared)  
ESC. S/E



NOTA: Se deberá pasar las mallas por lo menos dos cuadros medidos desde los bordes de puertas o ventanas a cada lado en donde sea posible



DETALLE UNION DINTEL - LOSA INCLINADA  
CORTE TIPICO 2-2





## Sistema portante MK2 de paneles de hormigón armado con núcleo de EPS



C/ SERRANO  
GALVACHE, S/N  
28033 MADRID  
España

Fabricante:  
EMMEDUE CONTINENTAL S.L.  
Sede Social: c/ Rafael Salgado, 7 Bajo izquierda  
28036 - Madrid - España  
Fábrica: Polígono Industrial "Los Frailes" Parcela 36  
Daganzo de Arriba 28814 - Madrid - España

C.D.U.: 692.251  
Systèmes de Construction  
Building System

### MUY IMPORTANTE

EL DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA constituye, por definición, una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, de la aptitud de empleo en construcción de materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales destinados a un uso determinado y específico. No tiene, por sí mismo, ningún efecto administrativo, ni representa autorización de uso, ni garantía.  
Antes de utilizar el material, sistema o procedimiento al que se refiere, es preciso el conocimiento íntegro del Documento, por lo que éste deberá ser suministrado, por el titular del mismo, en su totalidad.  
**La modificación de las características de los productos o el no respetar las condiciones de utilización, así como las observaciones de la Comisión de Expertos, invalida la presente evaluación técnica.**  
Cualquier reproducción de este Documento debe ser autorizada por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Este Documento consta de 24 páginas.

### DECISIÓN NÚM. 455

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA,

- en virtud del Decreto n1 3.652/1963, de 26 de diciembre, de la Presidencia del Gobierno, por el que se faculta al Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, para extender el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA de los materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales de construcción utilizados en la edificación y obras públicas, y de la Orden n1 1.265/1988, de 23 de diciembre, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, por la que se regula su concesión,
- considerando la solicitud formulada por la Sociedad EMMEDUE CONTINENTAL S.L., para la concesión de un DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA al **Sistema portante MK2 de paneles de hormigón armado con núcleo de poliestireno expandido**,
- en virtud de los vigentes Estatutos de la Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc),
- teniendo en cuenta los informes de visitas a obras realizadas por representantes del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, los informes de los ensayos realizados en el IETcc, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos, en sesión celebrada el día 26 de diciembre de 2004,

### DECIDE:

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 455 al **SISTEMA PORTANTE MK2 DE PANELES DE HORMIGÓN ARMADO CON NÚCLEO DE E.P.S.**, bajo las siguientes condiciones:  
**CONDICIONES GENERALES**

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA avala exclusivamente el Sistema constructivo propuesto por el peticionario, debiendo para cada caso, de acuerdo con la Normativa vigente, acompañarse del correspondiente proyecto técnico y llevarse a término mediante la dirección de obra correspondiente.

El proyecto técnico citado anteriormente vendrá suscrito, en cada caso, por EMMEDUE CONTINENTAL S.L., que aprobará la memoria de cálculo y la documentación gráfica en la que se detalle el montaje de todos y cada uno de los paneles, y, especialmente, el estudio del estado de servicio de las losas.

En general, se tendrán en cuenta las prescripciones de las normativas vigentes. Como recordatorio se citan las siguientes: "Norma básica de acciones en la edificación" (NBE-AE-88); "Instrucción de hormigón estructural" (EHE).

### **CONDICIONES DE CÁLCULO**

En cada caso el fabricante comprobará, de acuerdo con las condiciones de cálculo indicadas en el Informe Técnico de este Documento, la estabilidad, resistencia y deformaciones admisibles, justificando la adecuación del Sistema para soportar los esfuerzos mecánicos que puedan derivarse de las acciones correspondientes a los estados últimos y de servicio, en las condiciones establecidas en la Normativa en vigor y para la situación geográfica.

### **CONDICIONES DE PUESTA EN OBRA**

La puesta en obra será supervisada por EMMEDUE CONTINENTAL S.L., y será realizada por empresas cualificadas y autorizadas por ésta, cuya lista está en posesión del Instituto, las cuales asegurarán que la utilización del sistema se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente documento. Se adoptarán todas las disposiciones necesarias relativas a la estabilidad de las construcciones durante el montaje, a los riesgos de caída de cargas suspendidas, de protección de personas y, en general, se tendrán en cuenta las disposiciones contenidas en los reglamentos vigentes de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

### **VALIDEZ**

El presente Documento de Idoneidad Técnica número 455, es válido durante un período de cinco años a condición de:

- que el fabricante no modifique ninguna de las características del producto indicadas en el presente Documento de Idoneidad Técnica,
- que el fabricante realice un autocontrol sistemático de la producción tal y como se indica en el Informe Técnico,
- que anualmente se realice un seguimiento, por parte del Instituto, que constate el cumplimiento de las condiciones anteriores, visitando, si lo considera oportuno, alguna de las realizaciones más recientes.

Con el resultado favorable del seguimiento, el IETcc emitirá anualmente un certificado que deberá acompañar al DIT, para darle validez.

Este Documento deberá, por tanto, renovarse antes del 30 de diciembre de 2009.

Madrid 30 de diciembre de 2004.

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS  
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

Juan Monjo Carrió

## INFORME TÉCNICO

### 1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

**MK2** es un sistema constructivo basado en un conjunto de paneles estructurales de poliestireno expandido ondulado con una armadura básica adosada en sus caras constituida por mallazos de acero de alta resistencia y barras corrugadas, vinculados entre sí por conectores de acero electro/soldados.

Estos paneles colocados en obra según la disposición de muros, tabiques y forjados que presente su proyecto son completados "in situ" mediante la aplicación de hormigón a través de dispositivos de impulsión mecánica o neumática.

De esta manera los paneles conforman los elementos estructurales de cerramiento vertical y horizontal de un edificio con una capacidad portante que será calculada de acuerdo a la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

El presente documento es válido para aplicaciones del Sistema hasta cuatro alturas

Este sistema es de junta húmeda, puesto que la unión entre los diferentes elementos que integran el sistema es continua. No existen por lo tanto ninguna clase de juntas horizontales ni verticales una vez proyectado el hormigón.

**MK2** es un sistema abierto puesto que permite combinarse con otros sistemas constructivos tradicionales y no tradicionales.

Los elementos que componen el sistema **MK2** son:

- Paneles portantes verticales PR: Elementos de hormigón armado con núcleo de poliestireno expandido para interiores y/o exteriores. Estos elementos trabajan verticalmente y resisten los esfuerzos horizontales que se transmiten en su alineación o los producidos por empujes horizontales. Pueden trabajar a flexión como jácenas de gran canto. Se fabrican para espesores terminados de 10 a 25 cm de espesor con longitud variable.
- Paneles no portantes verticales PN: Elementos de hormigón armado con núcleo de poliestireno expandido para interiores y/o exteriores. Son elementos sin función estructural, con los mismos espesores del PR..

- Paneles para forjados PR: Elementos de hormigón armado con núcleo de poliestireno expandido destinados a construir las placas de forjado, que pueden ser horizontales o inclinadas. Son elementos destinados a soportar las cargas verticales que se originan en el tablero de cada piso o en la cubierta. Cumplen también la función de transmitir y distribuir las cargas horizontales a los elementos verticales portantes.

### 2. COMPONENTES DEL SISTEMA

#### 2.1 Panel portante vertical y para forjado PR

El panel de cerramiento estructural está constituido por una placa ondulada regular de poliestireno expandido, densidad 15 Kg/m<sup>3</sup>, de un ancho estándar de 1.125 mm, que lleva adosadas en sus caras, sendas mallas de acero vinculadas entre si por 80 conectores de acero electro soldados por cada metro cuadrado de superficie.

El espesor del poliestireno expandido puede variar desde 4 cm hasta 26 cm, en función de las necesidades del proyecto arquitectónico pues éste espesor mas el del hormigón que es de 30 mm por cada cara, conforman el espesor total del muro. La profundidad de la onda del EPS es de 12 mm y la separación de las mismas es de 70,30 mm, resultando longitudinalmente 13 ondas curvas y 3 ondas cuadradas por cada placa de ancho nominal 1125 mm. En las figuras 1 y 3 se muestra la geometría de las ondas curvas del panel.

Los mallazos están constituidos por 20 barras de acero longitudinal en cada cara, 6 de las cuales son de acero corrugado diámetro 5 mm (ver figuras 2 y 4) y las 14 restantes son lisas galvanizadas de diámetro 2,5 mm. En la dirección secundaria se dispone de una barra de acero liso galvanizado de diámetro 2,50 mm cada 6,5 cm.

La cuadrícula de armaduras resultante es entonces de 6,25 x 6,50 cm.

Los mallazos sobresalen 50 mm en caras opuestas, de modo tal que al unir dos paneles las mismas se solapan entre si asegurando la continuidad por yuxtaposición, sin necesidad de colocar elementos adicionales de empalme.

Estos mallazos se encuentran unidos entre sí a través de 80 barras de diámetro 3 mm por cada metro cuadrado de superficie de panel, dispuestos

en grupos de 12 conectores cada 13 cm, por cada placa de 1.125 mm de ancho.

Para el encuentro de cerramientos que forman ángulo entre sí, la continuidad se resuelve mediante las mallas angulares que se suministran a tal fin.

Las placas de cerramiento estructural PR una vez hormigonadas pueden ser utilizadas en forma horizontal o vertical ya que poseen capacidad para resistir compresiones centradas y excéntricas y esfuerzos de flexión y corte. Se utilizan como elemento resistente y para la transmisión de las cargas horizontales. Se utilizan como muro portante de edificios en altura y como forjado para luces entre apoyos de hasta 5 metros. Ver figura 2.

Cuando los forjados se encuentren apoyados en sus cuatro bordes, podrán disponerse armaduras suplementarias corrugadas, en obra en la dirección perpendicular a las barras corrugadas de  $\varnothing$  5 mm de los mallazos del panel **MK2** a los efectos de conformar forjados bidireccionales. El refuerzo perpendicular como máximo podrá tener la capacidad mecánica de las armaduras principales de los paneles. Ver figura 14. En estos casos la luz máxima de los mismos podrá ser de 6,00 metros verificándose los Momentos flectores de servicio y las flechas máximas admisibles en estado elástico según lo estipulado en la EHE:

Pueden utilizarse también como muros de contención de suelos con una altura de hasta 3 metros, verificándose en cada caso que los momentos flectores resultantes del empuje activo sean menores que los momentos admisibles de la sección compuesta; podrán disponerse paneles verticales perpendiculares a modo de contrafuertes, que serán reforzados con barras corrugadas según cálculo.

En los forjados el espesor de hormigón de la capa de compresión es de 50 mm y el de la capa de recubrimiento inferior es de 30 mm. Los recubrimientos se miden siempre desde la parte externa de la onda del poliestireno expandido.

## 2.2 Panel no portante vertical PN

Los diferentes tipos posibles se diferencian entre sí, sólo por el espesor del poliestireno expandido, variable de 3 a 25 cm por cada panel. La armadura básica en este caso está compuesta por 20 barras lisas longitudinales de 2,5 mm de diámetro; la armadura de reparto está integrada por barras lisas transversales de 2,5 mm de diámetro con una separación media de 6,5 cm. Se emplean como tabique de simple cerramiento vertical. Ver figura 2.

Para dar continuidad a las uniones entre paneles que conformen aristas horizontales o verticales se dispone de tramos de mallazo planos (Mallas planas) o doblados a 90 grados (Mallas angulares), que permiten el empalme de los paneles por yuxtaposición.

## 3. COMPONENTES DE LOS PANELES

Las piezas que componen los paneles del Sistema **MK2** están fabricadas en poliestireno expandido (EPS) y mallas de acero.

### 3.1 Poliestireno expandido

El poliestireno expandido es un material termoplástico obtenido por la polimerización del estireno. El EPS como material está constituido por la unión de multitud de perlas expandidas de poliestireno, producidas durante un proceso de moldeo con aporte de calor en forma de vapor de agua, obteniéndose un material con las siguientes características certificadas según UNE 53.310/87:

Densidad nominal:	15 Kg/m <sup>3</sup>
Conductividad térmica:	0,037 W/ m K
Resistividad al vapor:	0,15 mmHg m <sup>2</sup> día/g cm
Tipo de material:	M1 auto extingible
Clasificación:	Clase III s/Normas NBE CT-79

Tensión de compresión al 10% de deformación  $\sigma_{10} \geq 50$  KPa

Resistencia a la flexión ( $\sigma_B \geq 100$  KPa)

El material posee en cuanto a su comportamiento de reacción al fuego la clasificación M1 según la norma UNE-23 727-90.

El espesor del núcleo de poliestireno expandido de los paneles **MK2** deberá ser tal, que el aislamiento térmico correspondiente al cerramiento obtenido, cumpla los requisitos exigidos por la Norma "Norma Básica de la edificación NBE CT-79 Condiciones Térmicas de los Edificios".

Dado que el poliestireno expandido resulta continuo en todos los muros de cerramiento, no resultan puentes térmicos, en contacto con los forjados.

Considerando la conductividad térmica certificada según UNE 53.310/87 para la densidad 15 Kg/m<sup>3</sup> resultan los siguientes valores del coeficiente de transmisión de calor K, calculado según el lineamiento de la Norma Básica de la Edificación

NBE CT-79 Condiciones Térmicas en los edificios, habiéndose considerado que para el espesor del hormigón su conductividad térmica sea igual a  $1,4 \text{ W/m}^2 \text{ C}$ :

CERRAMIENTO VERTICAL	
FLUJO HORIZONTAL	
PANEL TIPO	K (W/m <sup>2</sup> C)
PR-40	0,769
PR-50	0,636
PR-60	0,543
PR-70	0,474
PR-80	0,420
PR-90	0,377
PR-100	0,342
PR-110	0,313
PR-120	0,289
PR-130	0,268
PR-140	0,250
PR-150	0,234
PR-160	0,220
PR-170	0,208
PR-180	0,197
PR-190	0,187
PR-200	0,178

### 3.2 Aceros

Las barras corrugadas son de calidad B-500 S con límite elástico  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ .

Las barras de acero liso son galvanizadas, con límite elástico  $f_{yk} = 620 \text{ MPa}$ , y tensión de rotura de  $700 \text{ MPa}$ .

Alargamiento mínimo  $> 5 \%$ .

Peso del galvanizado mínimo:  $40 - 50 \text{ gr/m}^2$ .

## 4. HORMIGONES

Se utilizarán hormigones que cumplan las especificaciones marcadas en la EHE, según la clase general de exposición ambiental en que se encuentre ubicada la obra.

El espesor de hormigón será como mínimo de  $3 \text{ cm}$  en cada cara siempre midiendo desde la cara exterior de la onda del núcleo de EPS. En el caso de los forjados el espesor de la capa de compresión será de  $5 \text{ cm}$  como mínimo medidos en la forma citada anteriormente.

Los cementos empleados serán CEM I o CEM II de clase resistente  $32,5 \text{ N/mm}^2$ , debiendo cumplir las especificaciones fijadas en la "Instrucción de hormigón Estructural EHE".

Los áridos podrán ser naturales o de machaqueo y deberán cumplir las prescripciones fijadas en la EHE, con la única limitación que para favorecer la impulsión neumática su granulometría deberá estar comprendida entre  $0$  y  $6 \text{ mm}$ . La mezcla con que se realice la proyección neumática del hormigón estructural **MK2** deberá cumplimentar los requisitos que se enumeran a continuación:

- Consistencia: Debe poder ser aplicado en capas de alrededor  $2 \text{ cm}$  sin que se produzcan desprendimientos.
- Resistencia: A los fines de cálculo se considerará una resistencia a la compresión de  $25 \text{ MPa}$ .
- Baja retracción de fraguado: Para evitar la fisuración provocada por la evaporación del exceso de agua de amasado  $\leq 0,80 \text{ mm/m}$ .

Para satisfacer todas las condiciones descritas es necesario contar con una mezcla de bajo contenido de agua. La relación agua / cemento, en peso no deberá superar  $0,52$  incluyendo la humedad libre de la arena. El agua de amasado cumplirá las prescripciones fijadas en la EHE.

La relación volumétrica cemento/arena podrá variar entre  $1:3$  y  $1:4,5$  dependiendo de la granulometría de la arena disponible en el sitio de la obra.

En virtud de la baja trabajabilidad de las mezclas obtenidas con la razón a/c recomendada, se deberá agregar un reductor de agua de amasado ó plastificante, que cumpla los requisitos indicados en la EHE y en las proporciones que indique su proveedor.

Es un factor importante para la calidad final del hormigón, la enérgica compactación proporcionada por los medios neumáticos de aplicación del mismo.

También podrán emplearse morteros secos industriales elaborados por empresas que posean sello de calidad. En éste caso los morteros industriales deberán cumplir con todos los requerimientos antes expuestos.

## 5. FABRICACIÓN DE LAS PLACAS MODULARES MK2

### 5.1 Lugar de fabricación

El sistema **MK2** es fabricado por la empresa EMMEDUE CONTINENTAL S.L. de España, cuya sede administrativa esta ubicada en la calle de Rafael Salgado,7 bajo izquierda 28036 - Madrid. La

planta industrial esta ubicada en el Polígono Industrial “Los Frailes” Parcela Nro. 36 28814 Daganzo de Arriba – Madrid y cuenta con un sistema interno de aseguramiento de la calidad para la fabricación de sus productos.

## 5.2 Proceso de fabricación

El proceso de fabricación de los paneles **MK2** transcurre fundamentalmente en tres etapas:

### 5.2.1 Corte de los bloques de poliestireno expandido

La placa núcleo de los paneles de forma ondulada, se obtiene mediante el corte con pantógrafo de bloques de poliestireno expandido de medidas aproximadas 4.000 x 1.000 x 1.125 mm.

Estos bloques son cortados con una línea de corte consistente en una máquina controlada por ordenador que combina el movimiento de translación horizontal del bloque, con el movimiento vertical de un conjunto de alambres que separados según el espesor del panel que se desea fabricar, describe el perfil ondulado que se observa en la figura 1.

### 5.2.2 Producción del mallazo de acero básico

A partir de bobinas de alambres de acero lisos de diámetros 2,5 a 3,0 mm y corrugadas de 5 mm un equipo automático controlado por microprocesador realiza el ensamblaje de la malla electro soldada que esta compuesta por 20 barras longitudinales, espaciadas en promedio 6,25 cm con barras transversales espaciadas 6,50 cm.

Esta máquina soldadora automática posee control total de la calidad de soldadura con actuadores regulables de 0 a 100 que operan sobre cada uno de los siguientes puntos:

Precompresión de las barras a soldar por las pinzas.

Intensidad de la corriente

Retención de las pinzas de soldadura

De esta manera se selecciona cada uno de los parámetros necesarios para la correcta soldadura de los diferentes aceros que integran los mallazos con la máxima penetración.

Una vez producida cada malla de la medida programada, un dispositivo automático procede a la descarga y el acopio de la misma.

### 5.2.3 Ensamblaje de paneles

Colocado en una mesa de entrada el conjunto formado por dos mallas de acero electro soldadas con una placa ondulada de poliestireno expandido entre ellas y del espesor de producción requerido, una máquina automática procede a unir estos elementos por medio de conectores de acero de 3,0 mm de diámetro.

Estos conectores son introducidos por 12 cilindros verticales que son abastecidos por rollos de alambre de acero. Estos cilindros enderezan, trasladan y cortan los separadores, mientras que un conjunto formado por 12 pinzas de soldadura (6 superiores y 6 inferiores) proceden a la unión de los conectores a las mallas.

En este caso, al igual que en la producción de las mallas, se controlan por microprocesador los tres parámetros completos de cada soldadura.

Esta máquina tiene un sincronismo de todas las tareas de manera tal que va colocando los conectores a medida que el panel es desplazado horizontalmente a lo largo de la máquina. Realiza un total de 160 puntos de soldadura por cada metro cuadrado de panel.

## 5.3 Producción de mallazos de unión

Para obtener las mallas planas y de refuerzo angular, que son aquellas que se disponen en las aristas horizontales y verticales de las construcciones realizadas con el sistema **MK2**, se utiliza una máquina controlada por microprocesador que produce el corte simple ó el corte y el plegado a 90º de tramos de malla entera, produciendo piezas planas y angulares de 0,260 m y 0,325 m de desarrollo por 1,16 m de ancho.

## 6. CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad se realiza sobre las materias primas componentes de los paneles y sobre el producto terminado.

## 6.1 En fábrica

### 6.1.1 Materias primas

#### 6.1.1.1 Poliestireno expandido

El poliestireno expandido, de la Clase III tipo F, cumplimentando las características certificadas según UNE 53.310/87.

En planta de producción es controlado desde los siguientes aspectos:

##### 1) Visual

Sobre el 100% del material recibido en Planta de producción se efectúa un control visual que implica:

- Integridad del bloque
- Correspondencia de Orden de compra con Documento de Transporte
- Verificación de Marcado de cada bloque

##### 2) Dimensional

Cada 5 bloques que se reciben en Planta se efectúa un Control dimensional donde se procede a la medición con cinta métrica y verificados con una tolerancia dimensional de  $\pm 2$  cm; se verificará la ausencia de defectos visibles.

##### 3) Densidad

Una vez medidos son pesados con balanza electrónica de Clase I, a los efectos de realizar el cociente entre su peso y volumen para determinar la densidad.

La densidad calculada a través del peso en báscula, no debe ser inferior al 95% de la nominal de la partida.

##### 4) Inflamabilidad

De cada partida se tomará una muestra a los efectos de verificar el cumplimiento de la calidad F de la materia prima.

#### 6.1.1.2 Aceros

Los aceros se controlarán según los criterios establecidos en la EHE, para el control a nivel normal.

Los aceros deberán cumplir con la norma UNE-36068-94 y certificados por sello o marca de calidad. El control de las características del acero se efectúa según el reporte del proveedor certificado que acompaña en cada entrega de materiales, un Certificado de Laboratorio en el que se reportan las características del acero. El plan de autocontrol reflejado en el Manual de calidad de la planta industrial y un control externo por laboratorio acreditado comprende el siguiente procedimiento:

El Jefe de Planta de EMMEDUE CONTINENTAL efectúa un control de la presencia del certificado de origen y de la conformidad de los requisitos de calidad solicitados.

El acero deberá ser suministrado por un proveedor certificado, es controlado desde los siguientes aspectos:

##### 1) Visual

Sobre el 100% del material recibido en Planta se efectúa un control visual que implica:

- Correspondencia de Orden de compra con Documento de Transporte
- Etiquetado
- Marcado
- Terminación
- Soldabilidad
- Características Mecánicas

##### 2) Dimensional

Se controla 1 bobina de acero cada 5 recibidas, verificándose el diámetro con calibre, y el peso de una longitud de 1 m extraída de la bobina con balanza Clase I.

##### 3) Ensayos Mecánicos

Mensualmente, sobre la producción del período se toman muestras de malla de acero para efectuar un total de 20 pruebas de tracción y de separación de nudo soldado. Tales pruebas son realizadas internamente en Planta de producción, sobre todos los tipos de malla de acero que se producen.

La registración de las pruebas internas se efectúa en el Diario de Producción.

### 6.1.1.3 Panel terminado

Sobre el panel terminado se efectúan los siguientes controles.

- Dimensional. Se verifica con cinta métrica las dimensiones de los paneles producidos con una tolerancia dimensional igual a l/500.
- Soldaduras. Se realiza una inspección visual de las soldaduras de conectores a los fines de verificar el correcto soldado de los conectores, Soldándose manualmente con soldadura de puntos aquellos conectores que no se hubieran soldado correctamente en la máquina automática.

## 6.2 Control de calidad en obra

### 6.2.1 Hormigones

Los hormigones, tanto los realizados en obra como los suministrados desde una central que deberá poseer sello o marca de calidad, se controlarán según los criterios establecidos en la EHE para el control estadístico. En la recepción del hormigón se solicitará el correspondiente albarán, debiendo ser realizados los ensayos por un Laboratorio externo acreditado. Para la realización del control se establecen los siguientes parámetros:

- Lote: Según Artículo 88.4 de EHE.
- Extensión del lote: 500 m<sup>2</sup> construidos
- Número de amasadas a controlar: 2 amasadas por lote.
- Número de probetas por amasada:
  - 3 probetas para rotura a 24 horas.
  - 3 probetas para rotura a 7 días.
  - 3 probetas para rotura a 28 días.

Cuando el hormigón o en su caso el mortero industrial sea suministrado desde una planta que esté en posesión de Sello de Calidad oficialmente reconocida como Hormigones Pamplona ó similar, no será necesario realizar el control de recepción en obra de sus materiales componentes. En caso contrario se verificará:

- Cemento

Los cementos seguirán la Normativa RC-003 Instrucción para la recepción de cemento y además estarán certificados por el mercado CE.

- Arena

Se comprobará al menos una vez durante la ejecución de la obra o cuando varíen las condiciones de suministro:

- Granulometría
- Tamaño máximo de los granos
- Contenido de finos según UNE 7050
- Contenido de Materia Orgánica, UNE 7082
- Otras impurezas.

- Agua

El agua de amasado deberá cumplir las prescripciones fijadas en la "Instrucción de Hormigón Estructural EHE".

### 6.2.2 Aceros

Las barras de acero corrugadas a colocar en obra se controlarán según los criterios establecidos en la EHE, para el control a nivel normal. En la recepción del acero se solicitará el correspondiente Certificado de Garantía del fabricante, debiendo ser realizados los ensayos por un Laboratorio externo acreditado. Para la realización del control se establecen los siguientes parámetros:

- Partida:

Material suministrado a obra de una sola vez, de la misma designación y procedencia.

- Lote:

Extensión del lote: 20 toneladas

En cada lote se realizarán los siguientes ensayos:

Dos comprobaciones de sección equivalente

Dos comparaciones de características geométricas de los resaltes

Dos comprobaciones de doblado-desdoblado

Límite elástico

Carga de rotura

Alargamiento

## 7. ALMACENAMIENTO

El acopio de paneles EMMDUE se realizará en pilas en horizontal, sobre tirantes de madera apoyados directamente sobre el terreno natural.

Los tirantes o tablas de madera serán, como mínimo dos por cada pila y estarán separados un máximo de 2,80 metros entre sí.

La altura de cada pila no será superior a 35 paneles.

También podrán ser acopiados apoyándose sobre uno de sus cantos.

Se recomienda protegerlas del viento, ya que debido a su peso ligero pueden volar e impactar con cualquier objeto de los alrededores.

No es recomendable tampoco tener las piezas expuestas de forma prolongada a la acción solar.

## 8. TRANSPORTE Y RECEPCIÓN EN OBRA

El transporte de los paneles se hará en pilas horizontales apoyadas sobre tirantes distanciados un máximo de 2,00 metros. La altura de cada pila podrá ser como máximo de hasta 35 paneles.

La manipulación para carga y descarga podrá hacerse por medio de auto elevadores con dos uñas de enganche o mediante grúas u otros dispositivos de izaje con dos puntos de sujeción hasta longitudes de 6 metros. Para longitudes mayores de 6 y hasta 8 m se manipularán con tres puntos de enganche.

## 9. PUESTA EN OBRA

Los paneles se colocan apoyándolos simplemente sobre una cimentación continua tal como una zapata continua o una solera de hormigón en masa o armado según cálculo convencional, dimensionado en función de la resistencia admisible del terreno.

Esta cimentación presentará una armadura de espera, consistente en barras de acero corrugadas de diámetro 6 mm, en números que surjan del cálculo estructural correspondiente de cada obra, con disposición en tresbolillo, es decir alternándose en las caras del panel. La distancia entre las filas de esas barras de espera será igual a la distancia entre los mallazos, es decir, el espesor del núcleo de poliestireno expandido más 25 mm. Estas barras

serán rectas y deberán empotrarse en la cimentación, según marque la EHE, no menos de 20 cm, y deberán sobresalir del plano superior de la cimentación, en una longitud mínima de 35 cm, y se vincularán a las mallas del panel mediante simple atadura. Ver figura 5. Las esperas también podrán colocarse perforando el hormigón de la solera con taladro rotopercutor y fijando las barras al hormigón con un adhesivo epoxi.

La sucesión de paneles vinculados entre sí materializa todos los planos de cerramiento de la construcción: paredes exteriores, muros interiores, losas de entrepiso o forjados y cubiertas de techo. Ver figuras 7, 8 y 9.

Los paneles se vinculan entre sí, a través del solape de 50 mm que presentan sus mallas en caras opuestas; estos solapes serán vinculados por medio de simples ataduras de alambre con una separación de aproximadamente 50 cm. Alternativamente los paneles podrán ser unidos entre sí mediante grapados con grapadoras manuales ó automáticas. Las aristas horizontales y verticales del encuentro entre paneles deberán ser reforzadas mediante mallas angulares dispuestas a lo largo de las mismas y en cada una de sus caras. Ver figuras 6, 7, 8 y 9.

Mediante el corte del panel, se abren los vanos correspondientes a las aberturas, con la holgura mínima necesaria para evitar puentes térmicos (aproximadamente 10 a 20 mm) para la colocación de los marcos, cuyas grapas de fijación se atan de las mallas.

La unión entre muros y forjados se resuelve según figuras 6 y 7, cuidando de dar continuidad vertical a los espesores de hormigón aplicados en las caras de apoyo. Se reforzará los bordes perimetrales del forjado mediante un zuncho de hormigón "in situ" armado con 2 barras de diámetro 6 mm.

Debe asegurarse que los planos de cerramientos sean correctamente alineados y aplomados. Ello podrá ser realizado mediante el empleo de tirantes, reglas metálicas, puntales telescópicos o cualquier otro elemento adecuado a ese fin.

Seguidamente, se podrán ejecutar las canalizaciones en el poliestireno expandido deprimiendo el mismo mediante una pistola de aire caliente, en las que se alojarán los conductos correspondientes.

Una vez realizadas las operaciones descritas se procede a la proyección del hormigón, la que puede realizarse con dispositivos de proyección neumática tipo "hopper gun" conectadas a un compresor de

aire de la potencia adecuada ó con máquinas de proyección continua del tipo PFT, Maltech o similar.

Las gunitadoras tipo “hopper gun” tienen como vehículo para la impulsión de la mezcla fresca, una circulación de aire comprimido abastecida por un compresor que deberá operar a una presión de aire constante de 500 a 600 kPa. Este compresor debe aportar entre 300 y 350 litros de aire por minuto por cada uno de los dispositivos que se empleen conectados a él. En el caso de utilizarse electro compresores, las potencias recomendadas a continuación:

Potencia motor (HP)	Caudal de aire (Litros/min.)	Cantidad de gunitadoras
2 ½ a 4	350 a 400	1
5 a 6	600 a 700	2 a 3
8 a 10	900 a 1000	3 a 4

En el caso de emplearse maquinas de proyección continua deberá ajustarse la posición del hidrómetro en función de:

- 1) Tipo de camisa de bombeo
- 2) Caudal de la misma
- 3) Velocidad de giro del motor
- 4) Peso aparente del mortero industrial
- 5) Porcentaje de agua recomendado por el fabricante del mortero seco.

La proyección del hormigón convierte todos los cerramientos y forjados conformados por paneles, así como a sus uniones, en elementos continuos y monolíticos.

La operación de proyección neumática del hormigón se podrá realizar en una ó dos pasadas. La primera de 2 cm de espesor, que cubre la malla de acero, y la segunda de terminación hasta alcanzar el espesor final necesario de 3 cm. Para ello se podrán utilizar guías, a modo de maestras, que pueden ser simplemente tubos de acero de sección cuadrada de 20 mm, contra los que se cortan los espesores de hormigón proyectados. El enlucido será a elección del proyectista con materiales convencionales (enlucido y pintura sobre superficies maestreadas, yeso, salpicado plástico, pintura elastomérica, etc.).

En el caso de planos horizontales o inclinados, como forjados o cubiertas de techo, una vez colocados y vinculados los paneles entre sí, se apuntalan y luego del primer proyectado de la cara inferior se procede al colado de la capa de compresión, de 5 cm de espesor de hormigón

convencional o del mortero industrial que se emplee en los muros.

Las aberturas deberán tener refuerzos a 45º en los vértices de las mismas y como armadura longitudinal la obtenida mediante cálculo. Estos refuerzos podrán realizarse con mallas especiales que se suministran conjuntamente con los paneles **MK2**, para estos fines. Ver figura 10

Cuando deban empalmarse paneles que se hayan cortado y que por lo tanto no posean los solapes de malla de caras opuestas, se emplearán para estas uniones, unas mallas especiales que permitirán un empalme por yuxtaposición. Estas mismas mallas especiales serán empleadas toda vez que por diferentes razones de obra, deban cortarse las mallas predisuestas de los paneles **MK2**.

El error de aplomado de cara (transversal) de un panel no debe ser superior a 8 mm (sobre la generatriz media). El error de posición (descentramiento) entre las caras colindantes de los paneles superpuestos debe ser inferior a 15 mm.

Se considera como error de ejecución de carácter excepcional, cualquiera de los errores de aplomado y posición que no este dentro de las tolerancias anteriores. Si tales defectos se presentan durante la ejecución, deberán repetirse los cálculos para la justificación de funcionamiento de los elementos interesados.

## 10. MEMORIA DE CÁLCULO

Los edificios construidos con el Sistema Constructivo **MK2** se conciben como estructuras formadas por grandes elementos verticales y horizontales que se constituyen al agruparse los paneles preindustrializados una vez hormigonados en obra. Estos grandes elementos verticales y horizontales, trabajan como secciones compuestas debido a la vinculación que les proporcionen los 80 separadores de acero de 3mm de diámetro por cada metro cuadrado de superficie de panel, de manera tal que las dos capas de hormigón proyectadas trabajan de manera solidaria como sección compuesta.

### 10.1 Elementos verticales

La unión entre cada uno de los elementos es articulada de forma tal que la rigidez transversal de cada elemento vertical es despreciable frente a su rigidez en el plano. El Módulo de elasticidad

longitudinal  $E_x$  es el correspondiente a un hormigón HA25 mientras que el Módulo de elasticidad en la dirección perpendicular es el correspondiente a la sección compuesta y se calculara con el valor  $E_y = 3000$  MPa. Ver figura 14.

Para dar estabilidad a los edificios es necesario que se dispongan paneles en dos direcciones de forma tal que, además de recibir la carga de los forjados, proporcionen la estabilidad transversal del mismo, en dos direcciones, junto con los posibles arriostramientos existentes en cada planta y estudiando en cada caso, la transmisión de la cargas horizontales a través del forjado o de los posibles arriostramientos.

Para la obtención de los esfuerzos de diseño de los paneles, se tendrán en cuenta todas las posibles excentricidades de cálculo de la transmisión de los esfuerzos, efectos térmicos, imperfecciones, etc., dadas en las "Directrices comunes de la UEAtc para la apreciación técnica de procedimientos de construcción a base de paneles pesados prefabricados".

El análisis de solicitaciones de la estructura se realizará utilizando las acciones definidas en la NBE-AE-88 y se dimensionarán las secciones con los resultados obtenidos según la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Para el armado de las secciones, solo se considerarán las armaduras corrugadas.

## 10.2 Elementos horizontales

En cuanto a los elementos horizontales que constituyen los forjados, estos también se consideran articulados en sus apoyos, es decir que se consideran isostáticos de forma que no se transmite ningún momento de empotramiento a los elementos de sustentación vertical.

La rigidez a flexión de los mismos se limita a la consideración del Módulo de elasticidad longitudinal antedicho  $E_y$  igual a 3000 MPa, y se calcularan dentro de la zona de comportamiento elástico.

El momento de Inercia  $I$  dependerá del espesor de panel seleccionado según el caso. En la siguiente tabla se dan los Momentos de Inercia y los Módulos de Rigidez  $EI$  de diversos paneles de cerramiento horizontal:

PANEL TIPO	$I$ (cm <sup>4</sup> /ml)	$E_y * I$ (Kg cm <sup>2</sup> )
PR 60	20.016,62	6,00 10 <sup>8</sup>
PR 80	28.266,67	8,47 10 <sup>8</sup>
PR 100	38.016,67	1,14 10 <sup>9</sup>
PR 120	49.266,67	1,47 10 <sup>9</sup>
PR 140	62.016,67	1,86 10 <sup>9</sup>
PR 160	76.266,67	2,29 10 <sup>9</sup>

Las inercias han sido calculadas considerando el espesor del panel más un espesor de 5 cm de capa de compresión y más un espesor de 3 cm como recubrimiento inferior en zona de tracción.

Las secciones serán dimensionadas según la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Los paneles presentan una armadura de barras corrugadas de Ø5 mm. Se incrementarán las barras corrugadas cuando los esfuerzos determinen la necesidad de incrementar la capacidad mecánica de la sección.

Las barras lisas solo trabajan como armadura básica y no se las considera en el cálculo estructural.

En cuanto a los forjados bidireccionales, el criterio de adición de barras perpendiculares vendrán determinadas por el cálculo, no disponiéndose una armadura superior a los que traen los paneles.

Las solicitaciones podrán calcularse con cualquiera de los métodos de cálculo de forjados de hormigón armado convencional.

## 11. REFERENCIAS DE UTILIZACION

El sistema **MK2** está basado en el sistema EMMEDUE con DIT Nro. 431 en el que la fábrica del sistema MK2 se ha montado con la maquinaria y tecnología procedente de Emmedue S.r.L. de Italia, el sistema de puesta en obra está de acuerdo a lo especificado en dicho DIT Nro. 431. El sistema Emmedue viene siendo utilizando desde el año 1980 en diferentes lugares del mundo debido a su presencia con 24 plantas industriales en diversos países. Entre otras, el fabricante aporta como referencia:

	<b>Nº de plantas</b>	<b>Año</b>
Edificio de 30 viviendas en la ciudad de Bilbao	5	2003
Vivienda unifamiliar en Navahermosa (Toledo) de 350 m <sup>2</sup> de superficie.	3	2003
Vivienda unifamiliar en El Molar (Madrid) de 250 m <sup>2</sup> de superficie.	3	2003
Vivienda unifamiliar en Alcolea (Córdoba) de 280 m <sup>2</sup> de superficie.	3	1998
Edificio de viviendas en calle Goya 17 (Madrid) – Rehabilitación (en construcción)	3	2004
Edificio de 16 viviendas en El Barco de Ávila (Ávila) de 1600 m <sup>2</sup>	4	2003
Conjunto de 5 viviendas adosadas en Burgos de 1300 m <sup>2</sup>	3	2003
Vivienda unifamiliar en Castilruiz (Soria) de 450 m <sup>2</sup> ( en construcción)	3	2004
Vivienda unifamiliar en Los Carrascales (Cáceres) de 440 m <sup>2</sup> (en construcción)	2	2004

El IETcc ha realizado diversas visitas a obras, así como una encuesta, todo ello con resultado satisfactorio.

## 12. ENSAYOS

Parte de los ensayos se han realizado en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) cuyos resultados se reflejan en los informes 18.416-1 y 18.416-2; y otra parte de los ensayos han sido aportados por EMMEDUE CONTINENTAL y realizados en otros laboratorios, junto con los ensayos realizados en el DIT nº 431.

### 12.1 Ensayos de identificación al poliestireno expandido

#### 12.1.1 Densidad aparente

Ensayo realizado según UNE 1602 a cinco probetas, obteniéndose como valor medio:

$$d = 14,35 \text{ kg/m}^3$$

#### 12.1.2 Absorción de agua

Método de ensayo A según UNE-EN 1609

$$W = 0,028 \text{ Kg/m}^2$$

#### 12.1.3 Resistencia a compresión

Ensayo realizado según norma UNE-EN 826 al 10 % de deformación, obteniendo el valor de  $\delta_m = 68,5 \text{ kPa}$ .

#### 12.1.4 Resistencia a flexión

Ensayo realizado según norma UNE-EN 12089, método B. Las dimensiones de las probetas han sido de 200 x 90 x 30 mm, obteniendo el valor medio de  $\delta_m = 141,6 \text{ Pa}$ .

## 12.2 Características mecánicas del panel hormigonado

Las características de los materiales, armadura, disposición y número de las mismas en los paneles ensayados, corresponden a lo definido en el capítulo nº 2.1

### 12.2.1 Comportamiento a flexotracción unidireccional

#### a) Objeto del ensayo

Se trata de estudiar el comportamiento mecánico de los paneles sometidos a una serie de cargas verticales que producen esfuerzos de flexotracción.

#### b) Disposición de los ensayos

Se han hormigonado los paneles PR-120, PR-160 y PR-200 con una capa de compresión de 5 cm, y la inferior con un espesor de 3,0 cm. Las dimensiones en planta de los paneles eran de 3,00 x 0,60 m; 3,60 x 0,58 m, y 4,00 x 0,61 m.

Se realizaron tres ensayos con las siguientes luces de cálculo:

PR-120: 2,80 m; PR-16: 3,40 m; 3,80 m para el panel PR.200

Cada panel se situó bajo un pórtico de carga, con objeto de ser ensayado a flexión, aplicando las cargas puntuales en los tercios de la luz y cargando hasta la rotura. Para la realización del ensayo se utilizó un gato AMSLER de 20 kN de capacidad accionado por un dinamómetro AMSLER PM-103.

Para la lectura de la flecha se utilizó un flexímetro, situado en el centro de la cara inferior del panel, que se retiró antes de la rotura del panel. Durante el ensayo, un sistema de adquisición de datos registraba los valores de carga y desplazamiento. El ensayo finalizó cuando se alcanzó la carga de rotura del panel.

### c) Resultados obtenidos

Del estudio de las curvas cargas-deformación, se deduce que las secciones de los paneles trabajan como una sección compuesta formada por dos losas de 5 cm y 3,0 cm unidas por las armaduras de unión trabajando solidariamente, siendo el módulo de rigidez  $EI$  en la zona elástica, el que corresponde a los valores aportados por el fabricante de acuerdo a sus previsiones de cálculo.

#### 12.2.2 Comportamiento a compresión

##### a) Objeto del ensayo

Se trata de estudiar el comportamiento mecánico de un panel sometido a las cargas verticales de los elementos superiores del edificio.

##### b) Disposición del ensayo

Se realizaron dos ensayos a compresión con el fin de estudiar el comportamiento mecánico de los paneles prefabricados PR-80 y PR-40 frente a las cargas verticales de los elementos superiores. Los paneles tenían las cabezas macizas en una altura de 15 cm.

Cada panel objeto del ensayo se colocó perfectamente aplomado entre los platos de una prensa. y se le aplicó una carga repartida a todo lo ancho del panel, mediante un perfil metálico, que se fue incrementando hasta la rotura. La carga se colocó centrada para el panel PR-80 y con una excentricidad de 2,5 cm para el panel PR-40.

La prensa fue accionada por dinamómetro AMSLER PM-103 de dispone de control sobre la velocidad de aplicación de la carga. La carga se fue incrementando con una velocidad de 50 kN/min, hasta alcanzar la de rotura.

### c) Resultados obtenidos

En ambos casos la carga se incrementó a velocidad constante hasta que se produjo el fallo del panel. El panel PR-80 rompió con una carga de 350 kN; el fallo se produjo en la parte inferior por tracción en la unión de una de las caras de 3 cm con la unión de la zona macizada. Este panel se encontraba muy mojado.

El panel PR-40 rompió por pandeo con una carga máxima de 560 kN, estando seco.

En ambos casos, las dos capas de hormigón trabajaron solidariamente, no apreciándose cambios o deformaciones laterales.

#### 12.2.3 Comportamiento a flexión bidireccional

##### a) Objeto del ensayo

Se estudia si una placa compuesta por una serie de paneles que apoyan en los cuatro lados de su contorno, y se ha dispuesto la armadura corrugada en las dos direcciones, se verifica si se comporta como una losa apoyada en sus cuatro lados.

##### b) Disposición del ensayo

Se dispuso de una losa de paneles de PR-120 con un espesor total de 20,5 cm y de unas dimensiones de cálculo en planta de 2,80 m x 2,87 m, apoyada sobre un bastidor metálico, con cuatro apoyos y arriostrados transversalmente. La carga se consiguió situando sobre la losa una piscina y controlando la lámina libre de agua mediante una regleta graduada, situada en el interior de la piscina. Se aplicó un primer escalón de 200 kp/m<sup>2</sup> y, a partir de éste, escalones de 100 kp/m<sup>2</sup> hasta los 860 kp/m<sup>2</sup>. Esta carga se mantuvo 20 horas tras las cuales se midió la flecha.

Para las lecturas de las flechas se utilizaron cinco flexímetros: el primero en el centro de la losa y los cuatro restantes en los medios y a ¼ de la luz del borde, con una precisión de lectura de una centésima de milímetro.

### c) Resultados obtenidos

De la lectura de los flexímetros que estaban en los centros y a ¼ del borde, por tener las deformaciones del mismo orden, se deduce que la placa está trabajando en las dos direcciones y las dos capas de hormigón solidariamente.

Las flechas obtenidas a las 20 horas de haberse cargado la placa, eran similares a las verificadas en el momento de haberse producido el último escalón de carga.

#### 12.2.4 Comportamiento a cortante<sup>(1)</sup>

##### a) Objeto del ensayo

Verificar que en la unión de los paneles horizontales que actúan como forjados, con los paneles

<sup>(1)</sup> Ensayo realizado para la evaluación de DIT 431.

estructurales verticales se realiza la transmisión de las cargas del piso a los paneles verticales, comprobándose el orden de magnitud que resisten a cortantes.

b) Disposición del ensayo

Construido un pórtico en forma de H, formado por dos paneles verticales de PR 40, con dos capas de hormigón de 3 cm, siendo los paneles de 1,125 de ancho con 1,10 m de alto, unidos en su altura intermedia mediante otro panel de PR, siendo sus espesores de hormigón de 5 cm como capa superior y de 3 cm en su cara inferior, y con una longitud de 1,05 m que es la distancia libre entre los paneles verticales y con una anchura de 1,125 m. Ver figura 11.

Unidos el panel que actúa como losa a los paneles verticales, según se indica en el sistema constructivo y arriostrados lateralmente entre sí los paneles verticales, se procedió a aplicar una carga longitudinal en el centro del panel horizontal y en toda su anchura. Para la realización del ensayo se dispuso de un dinamómetro AMSLER PM 103 que dispone de control de velocidad de carga en escalones de 10 kN.

c) Resultado obtenido

La carga última aplicada sobre el panel fue de 74,2 kN, produciéndose la paralización del ensayo, no por agotamiento a cortante de la unión, sino por la rotura a flexión del panel, teniéndose en cuenta las cargas a considerar y las longitudes de los paneles, se verifica que el panel losa transmite los esfuerzos cortantes a sus paneles de apoyo.

*12.2.5 Comportamiento mecánico del panel vertical a esfuerzos horizontales<sup>(1)</sup>*

a) Objeto del ensayo

Se estudia el comportamiento de los paneles verticales frente a una sollicitación horizontal en el plano del panel, que representan los esfuerzos transmitidos por el viento y/o el sismo.

b) Disposición del ensayo

Se colocaron dos paneles de PR 40, con sus capas de hormigón de 3 cm en cada lado y una altura de 2,6 m, sobre una zapata de 2,60 x 0,40 x 0,40 m que se ancló a la losa de la nave. Con ello se evitó el movimiento de la zapata durante la realización del ensayo.

Las uniones entre los paneles entre sí y con la zapata se realizaron según el detalle constructivo del Sistema, como se ha indicado en el punto 9.

La aplicación de la carga horizontal sobre un lateral de la parte superior del panel, se realizó con un gato hidráulico con una capacidad máxima de carga de 200 kN.

La carga se aplicó por medio de un dinamómetro AMSLER PM-103, que dispone de control de velocidad de carga en escalones de 30 kN.

c) Resultados obtenidos

A partir de la aplicación de la carga de 30 kN, en la zapata que sirve de base se fisuran y aprecian grietas a 1/3 de la longitud de la zapata del punto de aplicación de la carga, por no disponer de la armadura superior necesaria, iniciándose en el panel una fisura en vertical en prolongación de la fisura de la zapata.

Entre los 30 kN y los 60 kN, el panel se empieza a despegar de la zapata. El ensayo concluye para un valor de carga de 70 kN por la rotura de la zapata.

El muro formado por los dos paneles permanece recto sin ninguna fisura o grieta, distinta de la horizontal de la unión del muro con la zapata, con una longitud del primer tercio, o sea  $\approx 0,80$  m.

El ensayo nos confirma que las dos capas de hormigón, unidas por la armadura básica, trabajan solidariamente bajo la acción de la carga horizontal en el plano del panel, resistiendo un momento de rotura de 182 kN·m en un ancho de panel de 0,80 m siendo, por tanto, el comportamiento del muro válido y conforme al cálculo estructural.

*12.2.6 Deformabilidad del panel-losa<sup>(1)</sup>*

a) Objeto del ensayo

Estudiar si las flechas o deformaciones que se producen en un panel-losa, producidos por la acción de las cargas permanentes y sobrecargas que actúan sobre el panel, corresponden a las definidas según el modelo teórico de cálculo que indica el fabricante.

---

<sup>(1)</sup> Ensayo realizado para la evaluación de DIT 431.

## b) Disposición del ensayo

El panel PR 80 se dispone con una capa superior de 5 cm como losa de compresión, y de 2,5 cm como de capa inferior. El panel de 1,125 m de ancho y de 3,80 m de largo, dispuesto con una separación entre apoyos de 3,20 m, se procedió a aplicar una sobrecarga uniformemente repartida de 300 kg/m<sup>2</sup>. Para la lectura de las flechas, se colocaron dos flexímetros en el centro del panel y a 10 cm de los extremos del borde de la losa.

## c) Resultados obtenidos

Los flexímetros dieron flechas del mismo orden, con un valor medio de 6,27 mm a la media hora de haberse producido la carga. Se mantuvo la carga durante 24 horas, no produciéndose un incremento significativo de la flecha; al cesar la carga, cesó la deformación manteniéndose una pequeña deformación remanente de 0,7 mm, verificándose que las flechas producidas corresponden al cálculo teórico de los mismos.

## 12.3 Coeficiente de conductividad térmica<sup>(1)</sup>

Ensayo realizado de acuerdo con la Norma UNE-EN 92-202, DIN 52612 y ASTM-C-518, a un panel de PR-80, con espesores de hormigón de 30 mm, de dimensiones de 60 x 60cm, en estado seco.

$$\lambda = 0,50 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$$

## 12.4 Ensayos de aptitud de empleo<sup>(1)</sup>

### 12.4.1 Resistencia al cuerpo blando

Formado un muro con dos paneles y empotrados en una zapata de formas y dimensiones los paneles y zapatas definidos en el apartado 10.2.4 sometido el muro al choque blando de un saco de 50 kg con impactos de 900 y 1.200 julios, con resultado satisfactorio, por cuanto el panel no se fisura.

### 12.4.2 Ensayo de estanquidad a las uniones de paneles<sup>(1)</sup>

Dispuestos 4 paneles de PR 80 de 0,50 x 0,50 m, se proyecta por ambas caras su recubrimiento de 30 mm de hormigón. Pasados 28 días se les sometió a la proyección horizontal con dos pistolas

de agua a una presión de salida de 500 kPa, con orificios de 10 mm y una distancia de 1,0 m, proyectando sobre los centros de los paneles superiores y a 30 cm por encima de la unión horizontal, durante un período de 3 horas, verificándose que no se observó penetración de agua, ni por el propio panel, ni por las uniones, ya sean horizontales o verticales.

## 12.4.3 Ensayo a flexión de dos paneles de forjados<sup>(1)</sup>

### a) Objeto del ensayo

Ensayo para evaluar el grado de transmisión de esfuerzos a través de la unión de dos paneles de forjados, al mismo tiempo que el estudio del comportamiento mecánico de dichas losas sometidas a un esfuerzo de flexotracción.

### b) Disposición del ensayo

El conjunto está formado por dos paneles de PR-80 de 1,125 m de anchura y de una longitud de 3,20 m recubierto con un espesor de hormigón de 5 cm como capa superior y de 2,5 cm, como capa inferior. Los dos paneles están biapoyados sobre unos cilindros de 50 mm de diámetro y una longitud entre apoyos de 2,80 m y unidos entre sí, como se describe en el Sistema, es decir, hormigonados "in situ" conjuntamente y con las armaduras laterales que pasan al panel adyacente.

Solamente a uno de los paneles se le aplicó el pórtico de carga, que corresponden a unos perfiles colocados en los dos tercios centrales. Para la realización del ensayo, se utilizó un gato AMSLER de 200 kN de capacidad accionado por un dinamómetro AMSLER PM-103.

Para la lectura de las flechas se colocaron cuatro flexímetros en los centros de los vanos y a 5 centímetros de los extremos de cada uno de los paneles, con una precisión de lectura de una centésima de milímetro. Durante el ensayo, un sistema de adquisición de datos registraba los valores de carga y deformación. Antes de llegar a la carga de rotura del conjunto se procedió a la retirada de los flexímetros.

### c) Resultados obtenidos

De los gráficos en los que se representa la flecha obtenida para cada uno de los puntos indicados en los paneles en función de la carga aplicada, se ve

<sup>(1)</sup> Ensayo realizado para la evaluación de DIT 431.

que para los flexímetros situados a ambos lados de la unión, las curvas carga-deformación son muy similares, y las gráficas de los cuatro puntos indican que según va incrementándose la carga, se produce un incremento de la flecha a dicho punto, aun cuando las diferencias de deformación entre los puntos extremos sean importantes.

Al llegar a la carga de 25 kN, se procedió a la retirada de los flexímetros, siendo los valores de las flechas para esta carga de 24,87 mm; 16,18 mm; 14,50 mm; y 5,26 mm, incrementándose, a continuación, la carga. A simple vista se veía que ambas losas se deformaban hasta un valor de carga de 39 kN, quedando las losas con este valor deformada; con esta carga la junta no llegó a mostrar ninguna fisura en toda su longitud.

El ensayo nos muestra que la unión entre losas transmite transversalmente las cargas al panel adyacente, pero también nos indica que la transmisión transversal de la carga en este tipo de paneles, es menor que en los paneles de sección completa de hormigón, por lo que, para estos sistemas, no se recomienda la aplicación directa de una carga puntual.

#### 12.4.4 Ensayo de aptitud de empleo mecánico del Sistema<sup>(1)</sup>

##### a) Objeto del ensayo

Estudiar el comportamiento mecánico de las juntas de unión entre paneles horizontales y verticales, en los que unos están sometidos a las cargas verticales de los elementos superiores del propio edificio, más los pesos y sobrecargas del forjado correspondientes al panel horizontal.

##### b) Disposición del ensayo

La estructura estudiada ha sido un pórtico formado, como elementos verticales, los paneles PR 40 con recubrimientos de hormigón de 30 mm, de 1,125 m de ancho y 3,40 m de altura y unidos mediante armaduras de espera sendas zapatas. El panel de forjado es un PR 80, con unos recubrimientos de hormigón de 50 mm de capa superior, 25 mm de capa inferior y 4,20 m de longitud. Este panel horizontal se encuentra a 2,60 m de altura de la zapata. Se procedió, posteriormente, a la proyección de hormigón según se indica en el apartado nº 9.

El esquema del ensayo corresponde a la figura 12. Para evitar los desplazamientos durante la aplicación de la carga se colocó, en los lados

externos de los paneles verticales un puntal metálico por debajo del panel horizontal, quedando exentos y sin apoyos laterales los muretes de 0,65 m que sobresalen del panel horizontal.

El pórtico se ancló a la losa de la nave de ensayos por medio de unas varillas preparadas, al efecto, en el momento de colocar la zapata. Dichas varillas, soldadas a placas y embutidas en el hormigón, descolgaban por la parte inferior de la zapata y a traviesa la losa de la nave de ensayos por las perforaciones que ésta dispone, se fijaron a la misma por medio de placas. Con ello se evitó el movimiento del pórtico durante el ensayo.

Antes de aplicar las cargas sobre el panel vertical, se cargó el forjado con 5 kN/m<sup>2</sup>, materializando la carga repartida por medio de bloques de hormigón. Se mantuvo esta carga durante 24 horas, tras las cuales se midieron los desplazamientos originados.

A continuación se aplicó la carga sobre el panel por medio de gatos hidráulicos. Sobre el panel superior se colocaron dos gatos con capacidad máxima, cada uno de ellos, de 400 kN. Los ejes de los dos gatos estaban sobre el eje del panel, al que previamente se había hormigonado la cabeza de dicho panel en una altura de 10 cm. Con el fin de repartir las cargas sobre el borde del panel, los gatos apoyados sobre un palastro macizo de acero de 4 cm de espesor y 12 cm de ancho, que se encontraba a todo lo largo del borde superior de aquél.

La carga se aplicó por medio de un dinamómetro AMSLER PM-103 que dispone de control de velocidad de carga en escalones de 50 kN, hasta llegar a 375 kN. La velocidad de aplicación de la carga fue de 50 kN/min.

Durante el ensayo se utilizaron tres flexímetros, con precisión de lectura de una centésima de milímetro, con lo que se obtuvieron las flechas que se iban produciendo en el centro del vano del forjado y en el punto medio del panel inferior, en dirección perpendicular a su plano. Con el tercer flexímetro se midió el movimiento del panel inferior en relación con el superior o, lo que es lo mismo, el aplastamiento de la junta. Asimismo se midió este aplastamiento por medio de elongómetro de 40 cm de base con el que se tomaba la lectura en dos puntos del panel.

##### c) Resultados obtenidos

Al estar sin apoyos laterales el panel superior, y al haberse aplicado una sobrecarga de 5 kN/m<sup>2</sup>, en el forjado un 60%, más que la teórica a considerar, se

<sup>(1)</sup> Ensayo realizado para la evaluación del DIT 431.

produjo un giro importante en dicho panel superior, que al aplicar la carga hizo que la rotura de dicho panel se produjera por flexocompresión, fisurándose en su cara exterior, y terminándose el ensayo con un valor de carga de 375 kN, siendo la carga a considerar en los edificios de 4 alturas y una separación entre apoyos de 5,00 m la de 100 kN/ml estando, por tanto, con un coeficiente de mayoración de carga del orden de 3,6 veces, y con la pared superior no arriostrada.

#### 12.4.5 Clasificación de la resistencia al fuego<sup>(1)</sup>

##### 12.4.5.1 Paneles horizontales

Ensayo realizado en el Centro Tecnológico de la Madera, como se indica en el expediente nº F 358/03-02, según Norma UNE 23093-81, A un forjado constituido por paneles **MK2** PR 120, con unas capas de recubrimiento de 50 mm de hormigón y de 30 mm como capa inferior, con un espesor de enlucido en yeso de 10 mm. Las dimensiones del forjado eran de 5,00 x 5,00 m, estando abierto al fuego en su sección cuadrada central de 4,00 m de lado.

El forjado se ha realizado según se especifica en la memoria descriptiva del Sistema, con una sobrecarga aplicada de 320 kg/m<sup>2</sup>, obteniéndose unos resultados de estabilidad al fuego de > 60 minutos, con estanquidad al fuego, no emisión de gases inflamables en el que se detuvo el ensayo.

##### 12.4.5.2 Paneles verticales

Ensayo realizado en el Centro Tecnológico de la Madera como se indica en el expediente nº F 399/03, según Norma UNE 23093-81. A un muro de 3,37 m de longitud por 3,50 m de altura, constituido por los paneles PNS 50, con unos recubrimientos de hormigón de 30 mm en ambas caras, y un enlucido en yeso de 10 mm en ambas caras.

Sometido el panel a una carga total de 10 t, resistió 60 minutos, incrementándose la carga a continuación de 10 t a 30 t, según marca el informe nº F 399/03, resistiendo otros 60 minutos manteniéndose, al cabo de este tiempo, la estabilidad mecánica, la estanquidad a las llamas y la no

emisión de gases inflamables, en el que se detuvo el ensayo.

##### 12.4.5.3 Paneles no portantes<sup>(1)</sup>

Ensayo realizado por el laboratorio CSIRO de Australia, de acuerdo a Australian Standard 1530.4, y con número de certificado 236/90, a un panel PN-60, con dos capas de 30 mm de hormigón armado, ocupando una superficie de 3,00 x 3,00 metros resistió a la acción del fuego de la siguiente manera:

Resistencia estructural  $\geq$  241 minutos.  
Estanqueidad a las llamas > 241 minutos.

##### 12.4.6 Aislamiento acústico

Ensayos efectuados por ENMACOSA, con número C-9756/01, de acuerdo a la norma UNE-EN-ISO 140, realizados en obras construidas de acuerdo con el Sistema. Para una pared exterior formada por un núcleo de EPS de PR 100, y con unas capas de mortero de 40 mm y 50 mm, y revestido con 10 mm de yeso se ha obtenido un valor de aislamiento acústico de 48 dBA.

Para unas particiones interiores formadas por con un panel con núcleo de EPS de PR 40 y capas de mortero de 30 mm en ambas caras, revestidos con 10 mm de yeso, el valor obtenido de aislamiento acústico es de 38 dBA.

El aislamiento acústico al ruido aéreo del forjado, constituido por un PR 150, capa de compresión de hormigón de 60 mm y 30 mm de la cara inferior, con 100 mm de espesor de formación de suelo, es de 49 dBA.

## 13. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

Los paneles del sistema **MK2** constituyen el cerramiento, los forjados y la estructura o parte de la estructura del edificio.

Para dar estabilidad al edificio es necesario que se dispongan alineaciones de paneles en las dos direcciones para resistir los empujes de viento o del sismo si los hubiere.

En los paneles de forjado se han de dimensionar además de por su Estado Límite Último, por el Estado Límite de Servicio, dentro de la zona de comportamiento elástico.

<sup>(1)</sup> Ensayo realizado para la evaluación del DIT.

El sistema permite la posible incorporación posterior de aislamiento acústico y térmico, de forma que el conjunto panel-aislamiento cumpla los requisitos exigidos por la normativa vigente.

El comportamiento ante el fuego se justificará en cada caso, debiendo establecerse los recubrimientos de armadura que garanticen la estabilidad y resistencia al fuego exigida en la normativa en vigor.

Verificándose en el Manual de Fabricación la existencia del Control de Calidad que comprende:

1. Un sistema de autocontrol, por el cual el fabricante comprueba la idoneidad de las materias primas, proceso de fabricación y control del producto en obra.
2. Comprobación externa del hormigón y el acero por Laboratorios Acreditados.

Y considerándose que los métodos de desarrollo del proyecto, fabricación de paneles, junto con la puesta en obra de la misma están contrastados por la práctica y por los ensayos, se estima favorablemente, en este DIT, la idoneidad de empleo del Sistema propuesto por el propietario.

EL PONENTE

Tomás Amat Rueda  
Dr. Ing. de Caminos, C. y P.

## 10. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS<sup>(1)</sup>

Las principales observaciones de la Comisión de Expertos, en sesión celebrada el día 26 de

---

<sup>(1)</sup> La Comisión de Expertos estuvo integrada por los siguientes organismos y entidades:

- Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España
- Dragados, S.A.
- FCC, S.A. Departamento de Construcción
- Instituto Técnico de Inspección y Control, S.A. (INTEINCO, S.A.)
- Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC)
- Necso, S.A. Dirección Calidad
- Universidad Politécnica de Madrid.
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).

diciembre de 2004 en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, fueron las siguientes:

- Para la viabilidad del Sistema, será preciso disponer, en cada caso que se fuera a aplicar, una memoria técnica de cálculo estructural, incluyendo los estudios en estado límite de servicio, que justifique adecuadamente la buena respuesta y los coeficientes de seguridad exigibles a los elementos estructurales que se vayan a montar, incluyendo las uniones entre ellos y las tolerancias aplicables, así como las soluciones a adoptar para el caso de que hubiere juntas de dilatación, debiéndose prever la correcta unión del panel del forjado a los paneles verticales en las dos alineaciones o direcciones, para garantizar la transmisión de los empujes horizontales que se produjera sobre el edificio, a ambas alineaciones.
- Es fundamental verificar que los conectores estén soldados a las mallas para garantizar que las secciones están trabajando conjuntamente.
- Se considerará como espesor del hormigón, la dimensión medida desde el borde exterior de la onda del E.P.S.
- Para evitar el riesgo de condensaciones, se recomienda prestar atención al conjunto del cerramiento conforme a las Normas Básicas de la Edificación NBE.
- Los recubrimientos mínimos de las armaduras se estudiarán y justificarán en cada caso, y, esencialmente, en situaciones ambientales agresivas o cuando sea necesaria una Resistencia al Fuego determinada.
- Para las solicitaciones horizontales, ténganse en cuenta los incrementos de dichos empujes, por la consideración de la excentricidad adicional de la acción sísmica, poniendo atención a la baja ductilidad de estos tipos de edificios apantallados.

Figura 1  
Geometría de la onda curva de EPS de los paneles **MK2**

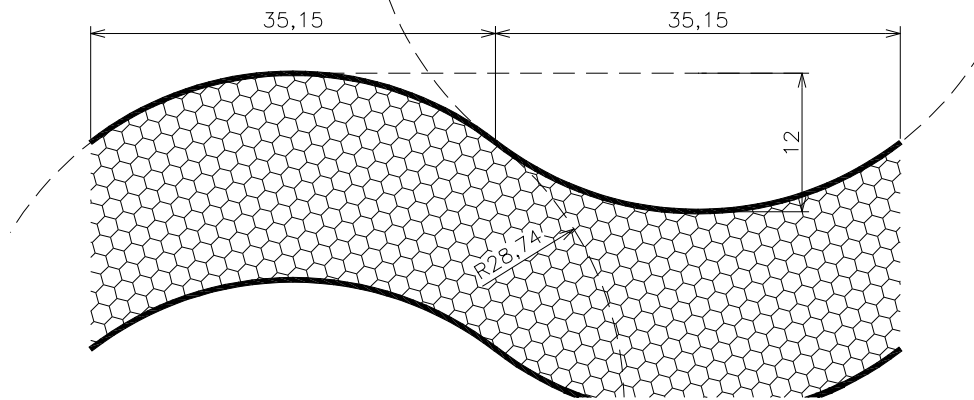


Figura 2  
Panel de muro: Portante (PR), no portante (PN)

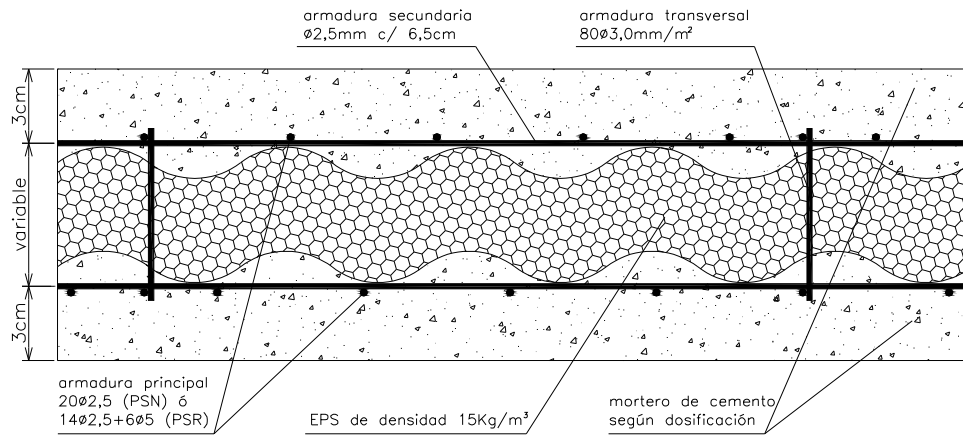
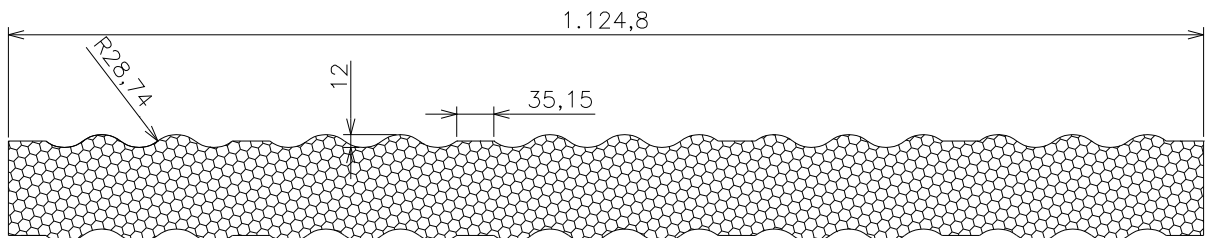


Figura 3  
Sección transversal del panel MK2 entero.



(Cotas en mm.)

Figura 4  
Panel de forjado PR

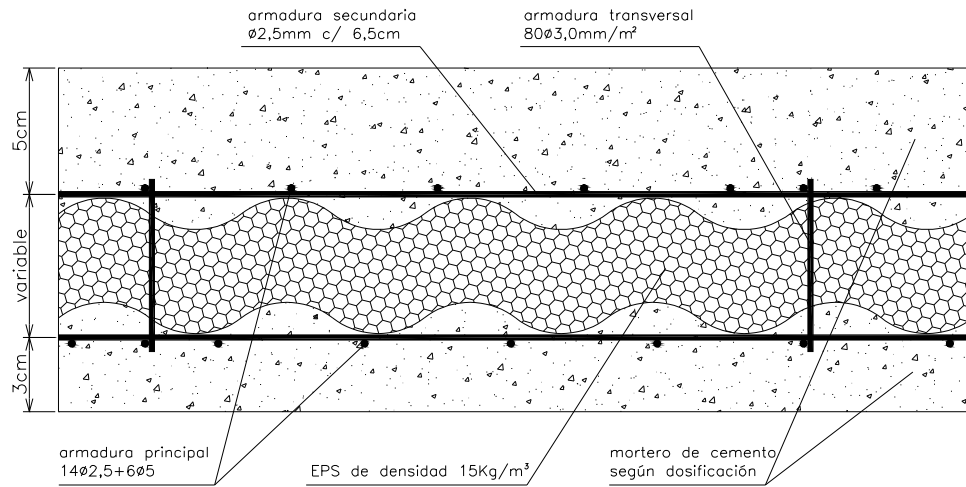


Figura 5  
Detalle de unión de paneles a cimentación

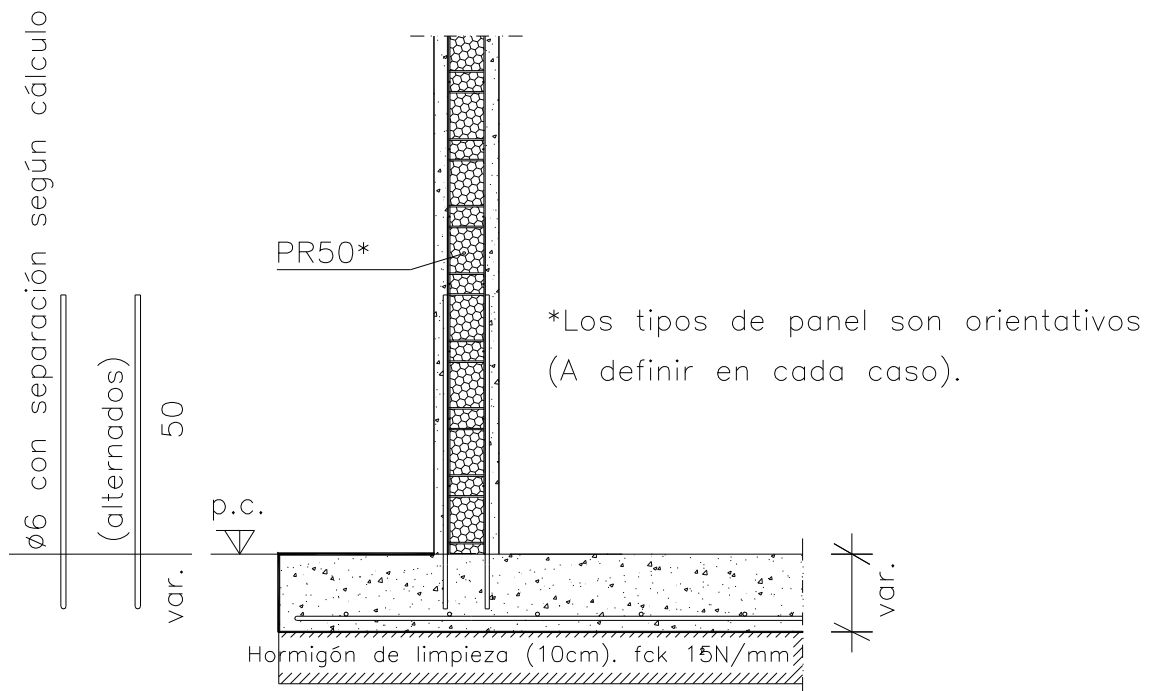
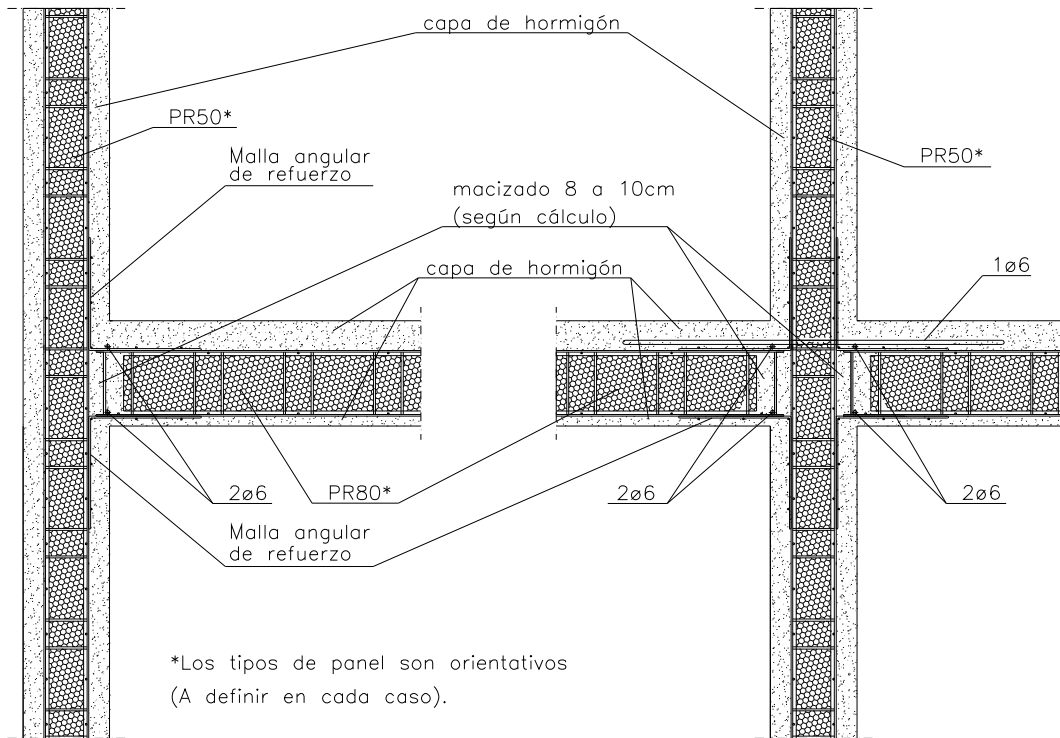


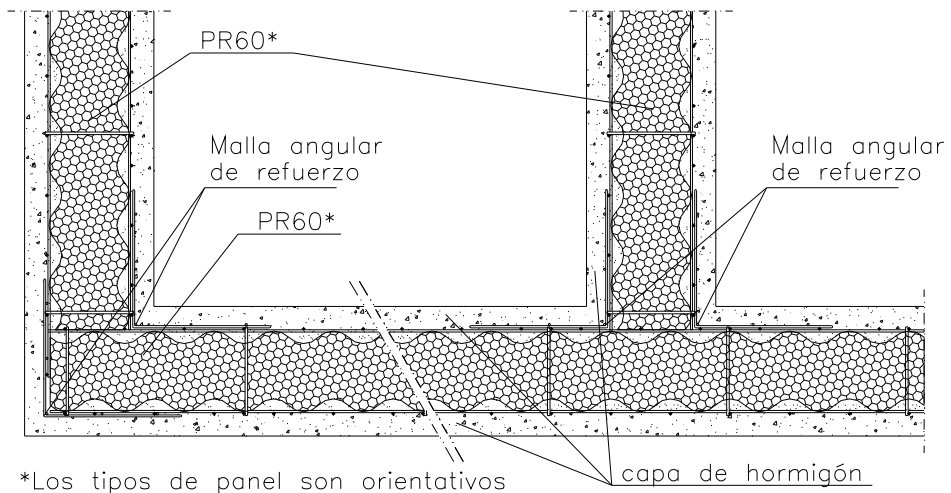
Figura 6  
 Detalles de unión entre muros y forjados (secciones).

Figura 7



Los tipos de paneles son orientativos, a definir en cada caso

Figura 8  
 Detalle de encuentro entre muros (planta).



\*Los tipos de panel son orientativos  
 (A definir en cada caso).

Figura 9

Detalle de unión entre muro y cubierta (sección).

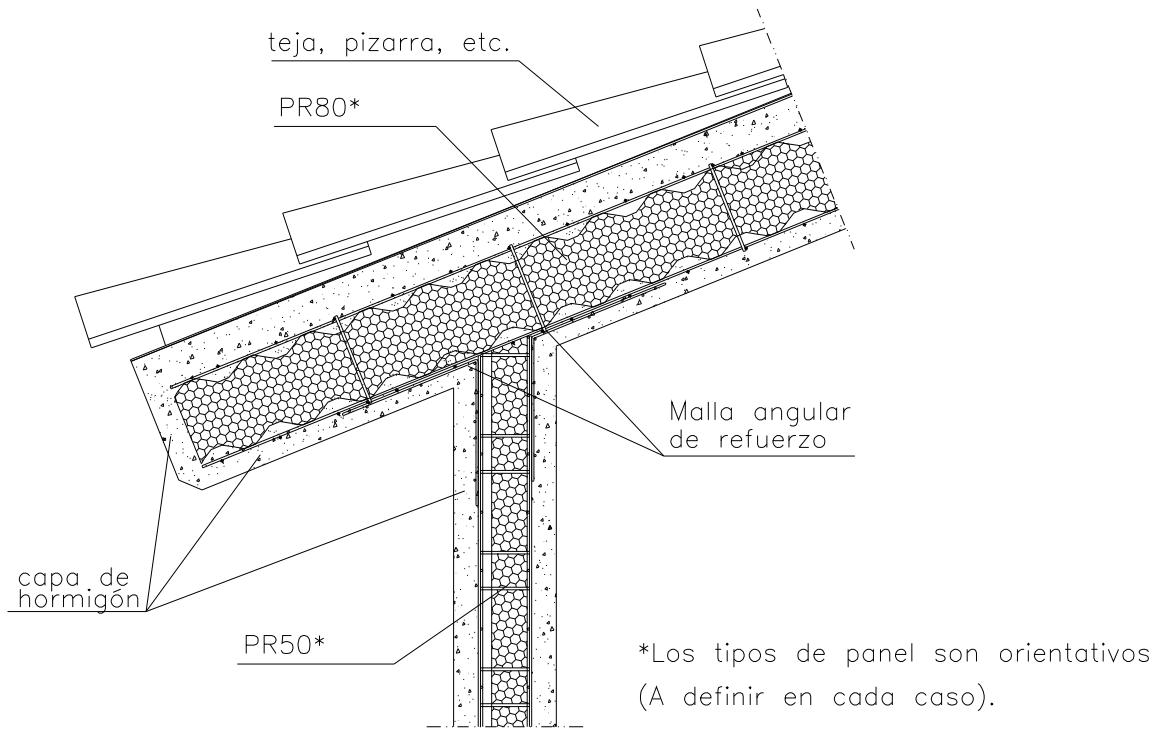


Figura 10  
Solución de hueco de puerta o ventana

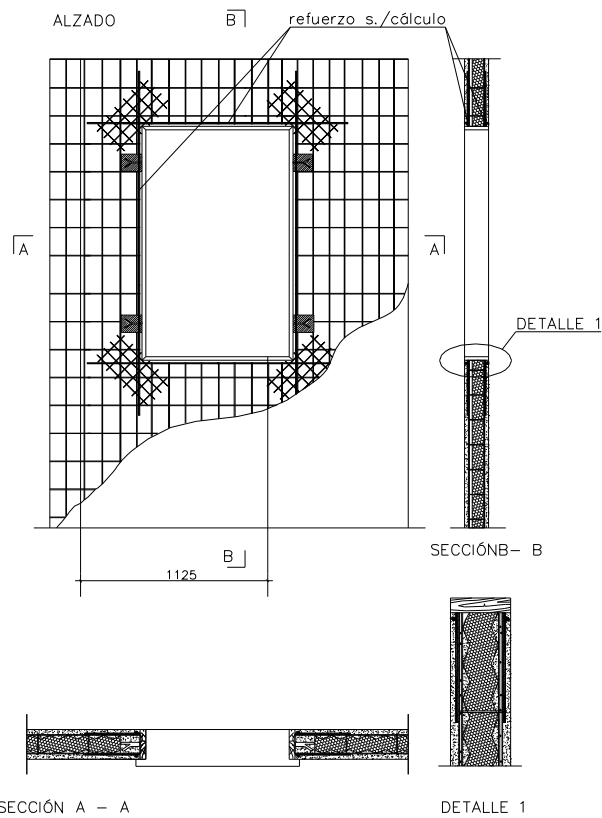
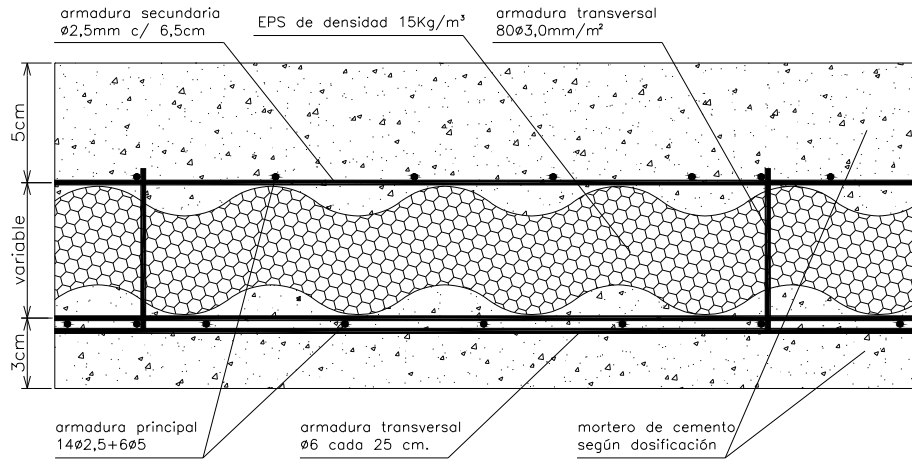


Figura 11



## Panel de forjado bidireccional PR



(Verificar en cada caso los recubrimientos mínimos necesarios según marca la EHE)

Figura 14  
Módulo de Elasticidad

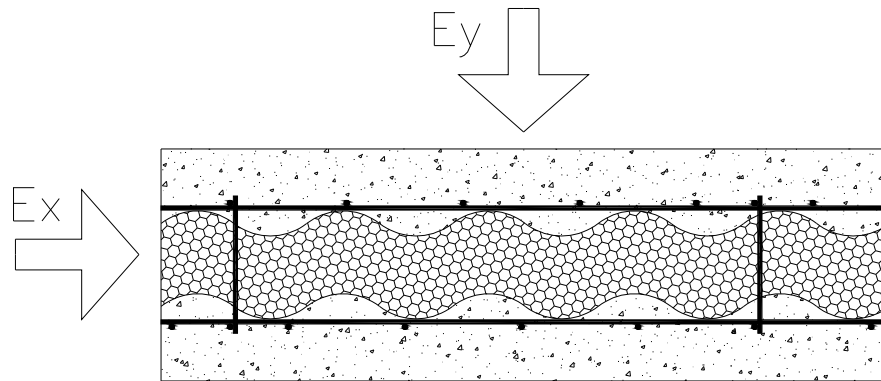


Figura 15  
Esquema del ensayo de losa

