

## Tecnología Constructiva Sipromat\*: pasado, presente y futuro

Alejandra González / Mailing Perdomo

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.  
Universidad Central de Venezuela

### Resumen

El presente trabajo describe y realiza un recorrido por el origen, desarrollo y visión prospectiva de la tecnología constructiva Sipromat basada en el uso de lámina delgada galvanizada, la cual obtuvo en 1995 el Premio Nacional a la Investigación Tecnológica, otorgado por el CONICIT y que ha concretado 352 aplicaciones tanto a nivel nacional como internacional, mediante el convenio de transferencia tecnológica firmado en 1997 entre la empresa ARMCO de Venezuela y TECNIDEC. Así mismo ha producido diversas investigaciones, que le han permitido conformarse como línea de investigación en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC).

### Abstract

*This paper aims to describe from a historical journey since its origin, development and forward-looking vision of the constructive technology Sipromat based on the use of small caliber galvanized sheet, which in 1995 won the National Award for Technology Research, awarded by CONICIT and that has materialized around 352 applications on both domestic and international level, under the transfer technological agreement signed in 1997 with enterprise ARMCO of Venezuela and TECNIDEC. At present has derived several investigations and has come to settle as a line of research at the Institute of Experimental Development of Construction (IDEC).*

### Antecedentes: Sipromat y la primera Maestría en Desarrollo Tecnológico de la Construcción del IDEC

Desde los inicios del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) fueron contemplados tres aspectos que han resultado fundamentales a lo largo de su trayectoria para lograr que sus propuestas tecnológicas hayan resultado exitosas. El primero es la vinculación de proyectos de investigación con sectores productivos de la sociedad por medio de proyectos concretos vinculados a necesidades reales. El segundo, la necesidad de contar con medios de difusión científica para dar a conocer los productos de las diversas investigaciones del IDEC. El tercero, la necesidad de formar y capacitar personal de alto nivel académico y profesional para enfrentar los grandes retos que se vislumbraban (Hernández, 2006).

Estos tres aspectos se vieron reflejados con la primera experiencia de transferencia tecnológica entre el CLASP (Programa Especial del Consorcio de Autoridades Locales del Reino Unido), el cual era una unidad de investigación tecnológica de la construcción creada por un grupo de municipalidades inglesas, y el IDEC, instituto que se estaba iniciando como un departamento adjunto al sector tecnología de la Escuela de Arquitectura, ambos unidos para el desarrollo del Sistema de Estructura Metálica Apornada para edificaciones educativas (Cilento, 1999). Esta transferencia se realizó mediante un convenio que permitió el traslado del ejemplo del CLASP y su adaptación a nuestro país con el desarrollo del Sistema Ven Uno

### Descriptores

Lámina galvanizada;  
Tecnología constructiva;  
Progresividad, Innovación,  
Desarrollo tecnológico  
de la construcción.

### Descriptors

*Galvanized sheet;  
Constructive technology;  
Progressivity housing;  
Innovation; Technological  
development of the construction*

Sistema Industrializado. Programa de Incentivos a la Producción y Comercialización de Materiales y Componentes para la Habitación Popular. Sipromat.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN | Vol. 24-I | 2008 |  
pp. 59-72 | Recibido el 07/03/08 | Aceptado el 31/10/08

y posteriormente, con modificaciones, dio paso al sistema apernado SIEMA, cuyas numerosas aplicaciones en edificaciones públicas como el Instituto de Ingeniería (CIED en Sartenejas), el Banco del Libro (Altamira) y la Sede de Corimon (Valencia) avalan entre otras obras el éxito del proyecto. Esta tecnología, sumada a la creación de *Tecnología y Construcción* (revista científica indizada y arbitrada del IDEC) y la creación de la Maestría en Desarrollo Tecnológico de la Construcción fortalecieron los planteamientos iniciales del IDEC como institución y contribuyeron a conformar la línea de investigación en acero.

La Maestría, fundada en 1986, cuenta hoy con 22 años al servicio de la formación de un importante número de Magisters en Desarrollo Tecnológico y con el logro de haber obtenido en Febrero 2008 una de las mayores distinciones que puede hacerse a estudios de postgrado, el Premio a la Excelencia Académica a los Postgrados y Doctorados otorgado por la Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrados (AUIP) 2008.

Al respecto cabe señalar que la tecnología constructiva Sipromat, enmarcada en la línea de acero, se desarrolló como trabajo final de grado para optar al título de Magister Scientiarium en Desarrollo Tecnológico de la Arq. Alejandra González, egresada de la primera cohorte de la Maestría, bajo el título: "Sipromat, tecnología constructiva a base de lámina delgada de acero galvanizado para la producción de vivienda progresiva dirigida a sectores de bajos ingresos" en el año de 1991. El planteamiento conceptual de la tecnología Sipromat era una inquietud con base en ideas planteadas por el Prof. Wacław Zalewsky, asesor estructural de proyectos del IDEC y el Prof. Enrique Hernández, profesor Fundador y Director por varios años del IDEC, que sirvieron de motivación a la creadora

de la tecnología, Arq. González, quien para ese entonces era tutelada por el Prof. H. Hernández.

## La tecnología Sipromat

Sipromat se basa en el uso de la lámina de acero galvanizado de pequeños calibres, específicamente 24 y 26 (0,60 y 0,45 mm de espesor respectivamente), como insumo único para producir paneles estructurales autoportantes de lámina corrugada (figura 1), a diferencia de las propuestas que hasta el momento se habían desarrollado con el material acero en el instituto, basados en componentes como tubulares, perfiles y cabillas fundamentalmente.

Los objetivos de la tecnología son la búsqueda de la productividad y la disminución del requerimiento de mano de obra calificada en la construcción de viviendas así como facilitar las labores de autoconstrucción, autogestión y construcción masiva de edificaciones, con un material predominante en la vivienda informal de crecimiento progresivo, mejor conocida como lámina de zinc (González, 1999).

Sipromat, entendido como "paquete tecnológico"<sup>3</sup>, (Sabato y Mackenzie, 1982), está constituido por:

- Hojas comerciales
- Manual de producción, uso y aplicaciones.
- Cursos de capacitación
- Asistencia técnica.
- Mesas de panelización.
- Asesoría y sipromatización digital de proyectos en *software* de dibujo.

Figura 1  
Lámina de acero galvanizado



Fuente: Elaboración propia.

- Herramientas digitales de difusión (Pág. Web, Manual Virtual, etc.)
- Y por último el *Kit* de componentes, es decir, la parte dura de la tecnología, que está constituido por:
  - Componente Básico, CB.
  - Riel "U" con y sin orificios
  - Riel "C"
  - Suplemento "S".

A partir de estos componentes, se ensambla la vivienda o partes de ella según la necesidad del usuario o el enfoque del proyecto (entrepisos, techos y paredes) (figura 2), posteriormente para el revestimiento final se colocan las mallas que actúan como elemento de soporte de la mezcla de cemento para la conformación del friso. También pueden ser utilizados como revestimientos, superficies de friso seco, yeso-cartón (*dry-wall*), láminas de fibrocemento ó madera en sus diversas modalidades.

**El componente básico** es un panel estructural autoportante con un ancho útil de 0,60 m y ancho total de 0,71 m, puede producirse en diversas longitudes (L) des-

de 0,30m, hasta 12m, siendo las longitudes "comerciales" 2,40 m, 3,05 m, 7,20 m. Posee una geometría simétrica que permite la unión de varios componentes básicos para formar planos resistentes verticales (paredes portantes), planos resistentes horizontales (entrepiso), planos resistentes inclinados (cubiertas con pendiente), bajo el principio de un componente universal "lego" que puede acoplarse de varias formas, (figura 3).

**El riel C** permite consolidar los planos portantes a modo de viga de corona en la parte superior y viga de rios-tra en la parte inferior, por ello en este caso presenta orificios que permiten el paso de tuberías (figuras 4 y 5).

**El riel U** funciona como tapa, ya que cierra el extremo longitudinal de los componentes básicos y transversalmente en los entrepisos, generando el nervio estructural de cierre (figura 6).

**Suplemento S** (figura 7), permite el cambio de modulación y el acoplamiento de marcos de puertas y ventanas (González, 1991).

Figura 2  
Componentes  
de vivienda

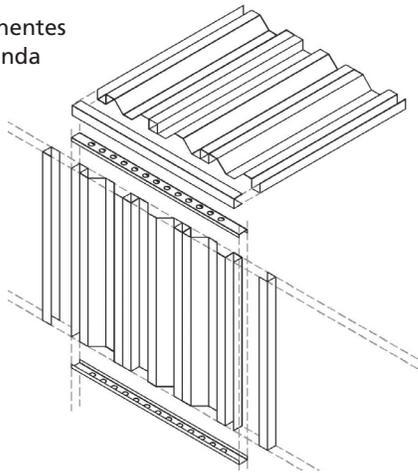


Figura 4  
Riel C

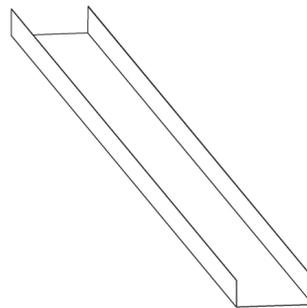


Figura 5  
Riel C

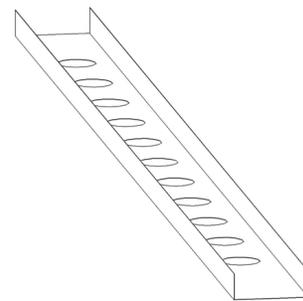


Figura 3  
Componente básico

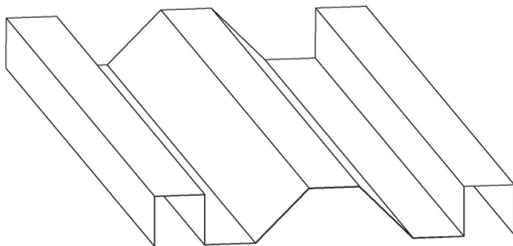


Figura 6  
Riel U

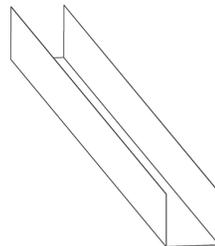
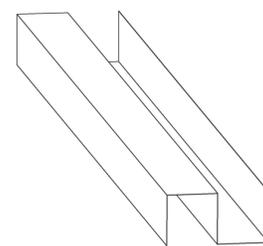


Figura 7  
Suplemento S



Fuente: Elaboración propia.

El insumo inicial, el hierro, convertido en acero, tras el complejo y largo proceso de la acería se conforma como planchón de acero negro, es el producto plano de un proceso de laminado en caliente, en el cual alcanza espesores de hasta 2mm. Luego pasa por un segundo proceso de laminado en frío que reduce la lámina hasta los espesores requeridos cuyo rango oscila entre 0,20 mm y 1,90 mm. El acero en bobinas utilizado para la tecnología es SAE 1006 ( $F_y=1690 \text{ Kg./cm}^2$ ) proviene de SIDOR (Siderúrgica del Orinoco) empresa básica del Estado y principal siderúrgica del país. La bobina de acero negro de 1220 mm de ancho es galvanizada con una capa de zinc G-60, es decir, 0.060 onzas por pies<sup>2</sup>; su peso final por m<sup>2</sup> es de 4,45 kg, en la más importante de las empresas de galvanización del país, Industrias Lamigal, que procesa aproximadamente 200 toneladas anuales del acero galvanizado que se comercializan a nivel nacional.

Adicionalmente y para la materialización de estos componentes de la tecnología Sipomat se realizan procesos de producción y corrugación que pueden ser en dos

modalidades, industrial y manufacturera, produciendo cada una el componente universal de la siguiente manera:

1. Corrugación en tren de perfilamiento continuo o *rollforming* (industrial) con un total de 18 dobleces a 45° (figura 8).

2. Corrugación en dobladora manual o hidráulica conocido como doblado golpe a golpe (manufacturera) donde los dobleces son 16 a 90° (figura 9).

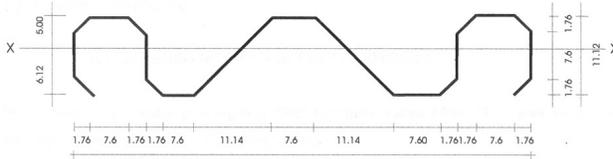
Algunos procesos preliminares que deben ser realizados en el caso del perfilamiento en dobladora de golpe, son:

a. Desenrollado: consiste en el despliegue de la lámina embobinada para su paso por las siguientes etapas del proceso (figura 10).

b. Corte: subdivisión de la lámina continua en láminas más pequeñas según las dimensiones requeridas para el proyecto.

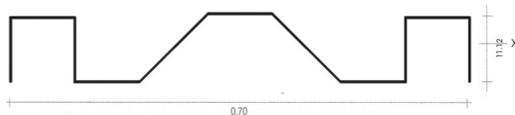
c. Rayado: marcado de la lámina para garantizar que los dobleces se apliquen en el lugar correcto (figura 11).

Figura 8  
Corrugación en tren de perfilamiento continuo



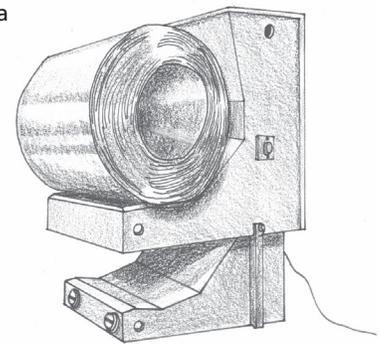
Fuente: Elaboración propia.

Figura 9  
Corrugación en dobladora manual o hidráulica



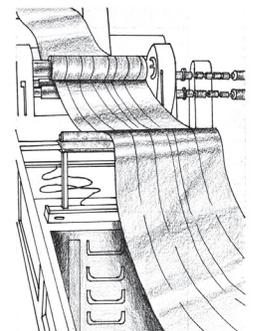
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10  
Despliegue de la lámina



Fuente: Velquis Velandria.

Figura 11  
Marcado de la lámina



Fuente: Velquis Velandria.

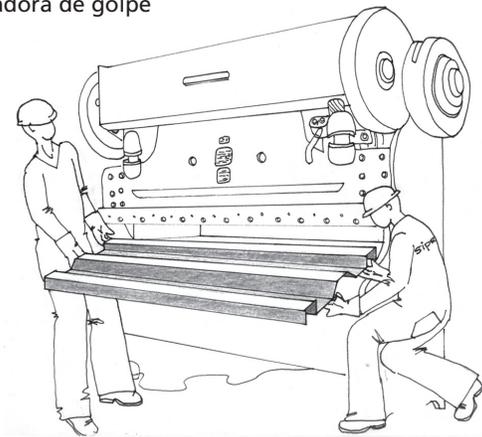
En la perfilación en tren continuo, los procesos preliminares que se requieren varían y se simplifican al desenrollado, fase inicial del perfilamiento continuo. Esta modalidad de producción elimina el rayado, dado que los rodillos garantizan la corrugación de la lámina según las dimensiones predeterminadas por los rodillos y finalmente el corte que se produce al final del perfilamiento mediante una cuchilla troqueladora.

### *Proceso de perfilamiento en dobladora de golpe*

Posteriormente al desenrollado, rayado y corte se procede al corrugado de la lámina. Esta modalidad de corrugado de la lámina es a escala semi-industrial o manufacturera, y depende del nivel de desarrollo técnico del equipo utilizado, es decir, es aplicable a la producción de los componentes en cantidades limitadas o discretas, para aplicaciones no masivas ó en etapas iniciales de inserción al mercado. Requiere inversiones en equipos de menor magnitud y tecnología incorporada que la modalidad industrial en tren de perfilamiento continuo (figura 12).

El corrugado se realiza mediante un equipo denominado dobladora hidráulica o mecánica de presión, mediante la cual se "deforma" la lámina con ángulos de 90° ó 45°. El doblado se inicia por los extremos de forma secuencial de afuera hacia adentro, para un total de 10 dobleces.

Figura 12  
Proceso de perfilamiento  
en dobladora de golpe



Fuente: Velquis Velandria.

La secuencia ha sido estudiada para dar fluidez a las labores de doblado, minimizar los tiempos de producción por componente y disminuir la dificultad de manipulación de la lámina, durante la corrugación.

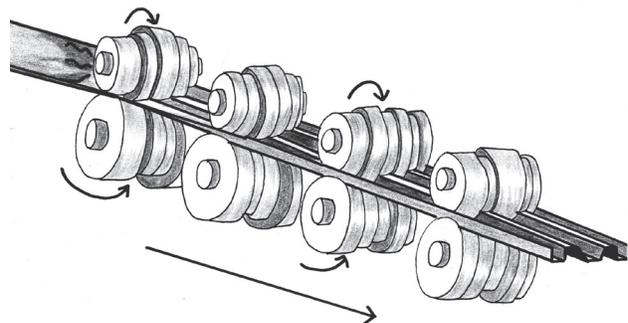
Esta modalidad plantea limitaciones en las longitudes a doblar dado que a nivel nacional sólo existen dobladoras con bancos de hasta 3 metros de longitud, con un par de excepciones de dobladoras con bancos de 7 metros en Guayana y Valencia.

### *Proceso de perfilamiento en tren continuo*

La modalidad de tren de perfilamiento continuo es la forma de corrugar la lámina a escala industrial. Es la manera más apropiada de producir los paneles Sipomat cuando se realizan aplicaciones masivas o cuando ya se hayan alcanzado etapas de maduración de la inserción del producto en el mercado y su demanda sea constante y se haya incrementado notablemente (figura 13).

El equipo de perfilamiento continuo requiere de grandes inversiones financieras, lo cual adquiere mayor factibilidad en la medida en que se garantice una colocación en el mercado, a través de un proyecto o política de uso intensivo de la tecnología. Está conformado por juegos o pares de rodillos deformadores realizados en acero de aleaciones estructurales de alta resistencia, que garantizan su indeformabilidad. El número de pares de rodillo

Figura 13  
Proceso de perfilamiento en tren continuo



Fuente: Velquis Velandria.

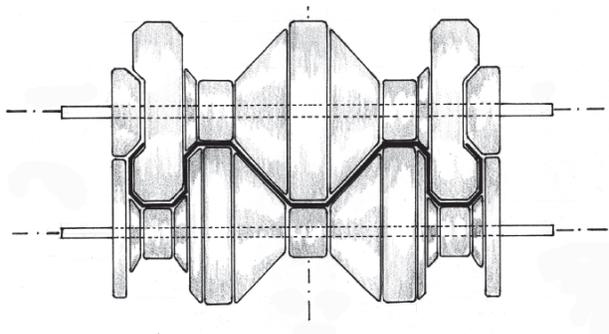
varía según la complejidad y dimensiones del perfil, siendo para Sipomat necesarios aproximadamente 21 pares de rodillos (figura 14).

El deformado de la lámina se inicia en la zona central o eje central de la lámina y progresivamente con las aplicaciones de cada nuevo par de rodillos, se va profundizando el doblado requerido y avanzando hacia los extremos de la lámina, permitiendo que las tensiones residuales que se producen en la misma como consecuencia de la corrugación, no se acumulen en ella y se transmitan por sus bordes laterales.

Al final de este proceso se produce el corte mediante una cizalla que se adapta a la geometría del perfil y posteriormente se realiza el apilamiento de componentes.

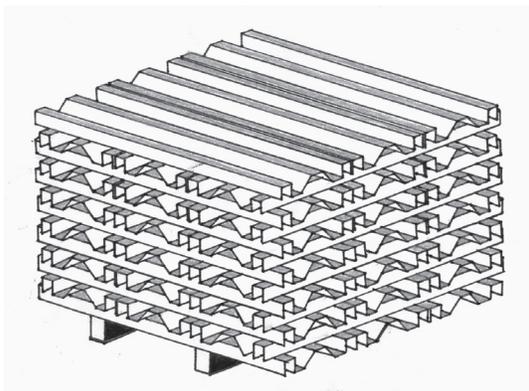
En esta modalidad los ángulos de doblado son de 45° para adecuarse a las posibilidades de deformación de los juegos de rodillos.

Figura 14  
Pares de rodillos



Fuente: Velquis Velandria.

Figura 15  
Bultos de componentes



Fuente: Velquis Velandria.

## Proceso de montaje de la tecnología

Luego de las actividades relacionadas con las obras preliminares (preparación y movimiento de terreno, replanteo, ubicación de redes de instalaciones sanitarias y eléctricas, excavaciones, colocación de bases de piedra, mallas y vaciado de fundaciones requeridas), se debe proceder con las labores de organización en obra con el Apilamiento el cual consiste en colocar los componentes para optimizar el uso del espacio, durante el transporte, almacenaje y construcción en obra. Esta es una de las ventajas que ofrece la tecnología por su forma simétrica y su bajo peso por componente. Se plantean para este proceso 3 tipos de apilamiento:

- Apilamiento en bulto se refiere al apilamiento de componentes básicos uno sobre otro, hasta un máximo de trece (13) componentes (figura 15).
- Apilamiento en rumas: los bultos de componentes se colocan uno al lado del otro hasta completar 4 bultos de componentes, posteriormente se procede a superponer otra línea de bultos de forma perpendicular. Esta tarea se repetirá hasta alcanzar un máximo de 13 líneas. Regla del 13 x 13.
- Apilamiento de planos portantes preensamblados, sencillos o con marcos de puertas y ventanas incorporados, se pueden superponer en un máximo de 3 capas (foto 1).

Foto 1  
Apilamiento de planos portantes



Fuente: Alejandra González.

Posteriormente se procede a la panelización que consiste en la utilización de la “mesa de panelización” (herramienta de sencillo diseño a base de tubulares metálicos de sección rectangular de 3 x 1 1/2, la misma se arma en la obra) para el ensamblaje de planos portantes, incluyendo los marcos de puertas y ventanas, los rieles “U” de riostra y de corona, y posteriormente se colocan de manera definitiva las fijaciones (figura 16). Este proceso garantiza la escuadra de los planos portantes y el adecuado apoyo para la colocación de las fijaciones, así mismo ofrece mejores condiciones de trabajo para el técnico y obrero (figura 17).

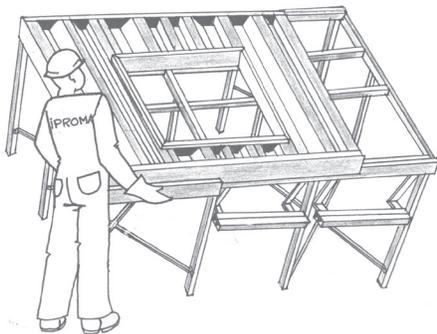
Al haber panelizado los componentes básicos y armado los planos portantes, se procede a llevarlos al lugar definitivo que ocuparán en el terreno. Los mismos deben ser colocados, nivelados y aplomados en el sitio. Ello va a depender en gran medida de la precisión con que se

hayan vaciado el tipo de fundaciones utilizadas. Por otro lado durante el proceso de montaje de todas las paredes y hasta tanto se vacíe el sobrepiso, los planos portantes deberán apuntalarse para garantizar su estabilidad, para que al fraguar el concreto de la losa de piso, queden nivelados y aplomados (foto 2).

### Montaje de Entrepiso Sipromat

Se debe realizar este proceso con componentes básicos sin preensamblar, sin panelizar ni armar planos portantes. Ello facilita el proceso de izamiento del panel, su colocación debe realizarse de forma alterna, es decir, iniciando con los componentes con los extremos abiertos hacia arriba y posteriormente solapando los componentes con los extremos abiertos hacia abajo (figura 18 y foto 3).

Figura 16  
Panelización



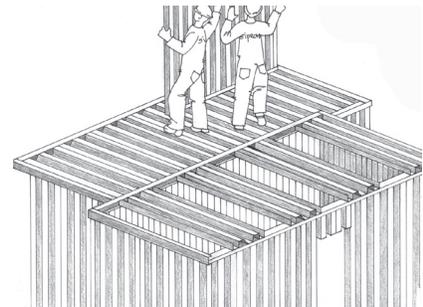
Fuente: Velquis Velandria.

Foto 2  
Proceso de montaje de paredes



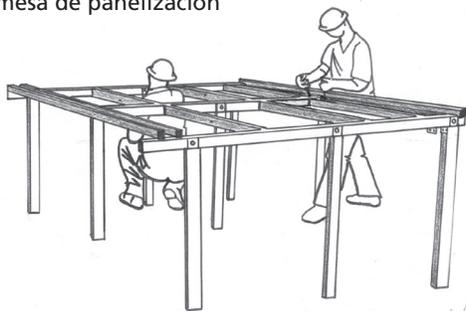
Fuente: Alejandra González.

Figura 18  
Montaje de entrepiso



Fuente: Velquis Velandria.

Figura 17  
mesa de panelización



Fuente: Velquis Velandria.

Foto 3  
Montaje de entrepiso



Fuente: Alejandra González.

Es importante señalar que los componentes colocados con apoyos hasta 3,60 m. pueden ser transitados durante el montaje aún sin colocar las fijaciones y no requieren apuntalamiento durante el vaciado. Una vez fijados los componentes se coloca la malla que funcionará como acero de retracción, pudiéndose utilizar diversos tipos de mallas: Truckson, Riplex o Sen-Sen, electrosoldada, etc.

Las concavidades del componente Sipromat no deben rellenarse de concreto, sino crear un tímpano o loseta delgada que trabaje conjuntamente con el panel de acero y la malla, a modo de encofrado colaborante, para ello se coloca una capa seca de cemento para tupidar la malla y luego se realiza el vaciado. Es necesario que la malla se una al panel Sipromat mediante fijaciones (alambre, tornillos, remaches, etc.) que funcionen como conectores entre el acero y el concreto para trabajar como estructura mixta.

### Montaje de Techo Sipromat

Este proceso se realiza con componentes Sipromat sin preensamblar, al igual que el entrepiso, sin necesidad de conformar planos portantes. Se colocan también de forma alterna para facilitar el montaje, garantizando siempre que los paneles con los extremos abiertos hacia arriba se monten primero que los paneles con los extremos abiertos hacia abajo (figura 19).

En cuanto al revestimiento y acabado final en techo se puede proceder con opciones en húmedo con la malla Riplex que posteriormente le es vaciado el tradicional concreto y colocado el manto asfáltico y la teja criolla, o con otras con acabados más innovadores como láminas ondu-

ladas o acanaladas metálicas de aluminio, acero negro pintado o acero galvanizado. Estos tipos de acabados crean excelentes cámaras abiertas de aire que garantizan un óptimo aislamiento térmico en la vivienda (figura 20).

En cuanto a las redes eléctricas y sanitarias, el panel Sipromat posee canales abiertos de 11 cms. de profundidad que pueden alojar tuberías de 1/2" para aguas blancas, bajantes de hierro fundido de 4" para aguas negras y tuberías de otros diámetros en PVC o metal para cableado eléctrico, así como cajetines, tomas, interruptores, etc. Las canales facilitan los procesos de ejecución, mantenimiento, reparación y elimina la producción de escombros que generan las técnicas constructivas tradicionales (foto 4).

Con respecto a los revestimientos y acabados en paredes exteriores o interiores, las opciones son variadas, siendo los más utilizados los de aplicación en húmedo, es decir, las mallas con morteros de cemento, las cuales se conforman con el uso de mallas (Riplex o Stucanet, Gallinero, entre otras). Estas mallas constituyen el soporte del friso de la vivienda y su fijación se realizará sobre los paneles Sipromat con tornillos tirafondo, remaches, alambre dulce u otros elementos recomendados por sus fabricantes (figura 21).

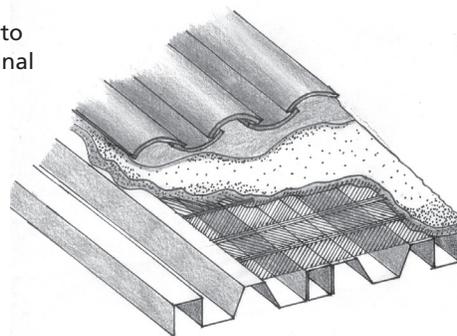
Es importante señalar que deben ser colocadas con sus nervios (si los tuviera), de forma perpendicular a los canales del panel Sipromat, lo que garantiza una mayor estabilidad, apoyo y una aporte de rigidez al conjunto. En todos los caso no se recomienda rellenar con mezcla los canales abiertos del panel Sipromat, dado que ellos funcionan como cámaras aislantes en el aspecto térmico. Los frisos de cemento deberán aplicarse en varias capas, colocando primero una capa para tupidar la malla, para pos-

Figura 19  
Montaje de techo



Fuente: Velquis Velandria.

Figura 20  
Revestimiento  
y acabado final



Fuente: Velquis Velandria.

teriormente recibir el acabado deseado, esponjado, liso, corrugado, salpicado, sobado, etc. (fotos 5 y 6).

También pueden utilizarse otros revestimientos tales como laminas de madera, fibrocemento, metálicos, yeso-cartón, plástico reforzado, anime, etc., siempre y cuando garanticen la coordinación modular con los paneles Sipromat, así como la facilidad constructiva y tiempos de ejecución acordes con los aspectos propios de la tecnología.

### Experiencia de transferencia de la tecnología al sector productivo

En 1997 se suscribe un convenio de explotación comercial entre Armco de Venezuela, industria metal-mecánica, y Tecnidec S. A. empresa universitaria del IDEC. El convenio enmarcado en la política de transferencia y comercialización del instituto, dio como resultado la construcción de 352 unidades de viviendas en distintas ciudades del país (cuadro 1).

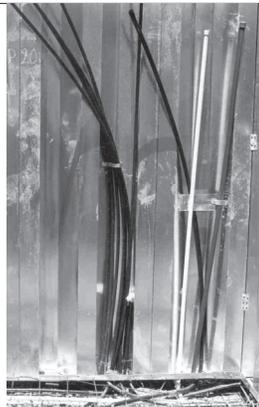
Es importante resaltar que esta experiencia ha sido una de las más importantes, junto con el sistema Siema, para la transferencia y comercialización de los resultados de las investigaciones del instituto (cuadros 2, 3 y 4).

Cuadro 1  
Unidades de viviendas en distintas ciudades del país

Lugar	Año	Viviendas construidas
Puerto Ordaz. Edo. Bolívar	1997	147
Charallave. Edo. Miranda	1997	1
Higuerote. Edo. Miranda	1997	2
Barinitas. Edo. Barinas	1998	88
Sabaneta. Edo. Barinas	1998	82
Barcelona. Anzoátegui	1998	6
Carrizal. Edo. Miranda	1999	2
Urb. Villa Trinidad. Edo. Miranda	1999	4

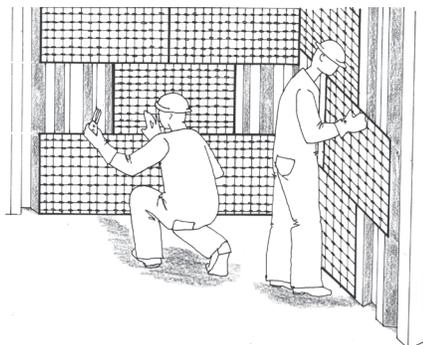
Fuente: Elaboración propia.

Foto 4  
Panel Sipromat



Fuente: Alejandra González.

Figura 21  
Revestimientos y acabados en paredes



Fuente: Velquis Velandria.

Foto 5  
Friso de cemento



Foto 6  
Revestimientos



Fuente: Alejandra González.

Cuadro 2  
Cronología de las experiencias constructivas con el sistema SIPROMAT. Aplicaciones experimentales

Aplicación	Vista	Lugar	Número	Financiamiento y construcción
Prototipo 1 Año 1989		Estación Experimental El Laurel. Hoyo de la Puerta. Edo. Miranda	15 m <sup>2</sup> aprox.	Financiada y construida con recursos propios del investigador. (Prof. Alejandra González)
Prototipo 2 Año 1993		Estación Experimental El Laurel. Hoyo de la Puerta. Edo. Miranda.	46 m <sup>2</sup>	Financiada y construida con recursos propios del investigador. (Prof. Alejandra González)
Prototipo de Casetas Telcel		Estación Experimental El Laurel. Hoyo de la Puerta. Edo. Miranda.	9 m <sup>2</sup>	Ing. Jesús Polanco y Enrique Aguerrevere. Empresa Indevepro
Vivienda Modelo Nivel I LPH. Año 1995		Manaos. Edo. Amazónico. Brasil.	1 vivienda tipo de bajo costo de 46 m <sup>2</sup>	
Vivienda Modelo Nivel III LPH. Año 1997		Urb. Curagua. Puerto Ordaz. Edo. Bolívar.	1 vivienda de 120 m <sup>2</sup>	Terrenos de la CVG Empresa SIDOR

Fuente: Alejandra González.

Cuadro 3  
Experiencias constructivas con el sistema SIPROMAT. Sector público

Aplicación	Vista	Lugar	Número	Financiamiento y construcción
Urbanizaciones Curagua I y II		Puerto Ordaz. Edo. Bolívar. Venezuela	147 Viviendas: 131 de 54 m <sup>2</sup> 16 de 75 m <sup>2</sup>	SIDOR Constructora Ussher Contreras Industrias ARMCO
Urbanización José Gregorio Hernández		Barinitas. Edo. Barinas	88 unidades de viviendas pareadas de 42 m <sup>2</sup>	Fondo Nacional de Desarrollo Urbano (FONDUR). Empresa Instalfast de Venezuela
Urbanización Sabaneta		Sabaneta. Edo. Barinas	82 unidades de vivienda de 42 m <sup>2</sup>	FONDUR Empresa Instalfast de Venezuela
Urbanización Terrazas de Angostura		Barcelona. Edo. Anzoátegui	24 unidades de vivienda; sólo 6 ejecutadas	Impulsado por la Asociación Civil Rafael Castañeda

Fuente: Alejandra González.

Cuadro 4  
Experiencias constructivas con el sistema SIPROMAT. Sector privado

Aplicación	Vista	Lugar	Número	Financiamiento
Urbanización Matalinda		Charallave. Edo. Miranda	1 vivienda de 140 m <sup>2</sup>	Empresa Casa Acero
Urbanización Monterrey y Urbanización Playa Paraíso		Higuerote. Edo. Miranda.	2 unidades de vivienda de 54 m <sup>2</sup>	Dpto. de Proyectos de la constructora Ussher y Contreras
Urbanización Loma Gorda		Urb. Los Budares. Carrizal. Edo. Miranda	2 unidades de vivienda de 108 m <sup>2</sup>	Constructora Oficina Técnica Aznar
Urbanización Villa Trinidad		San Pedro. Edo. Miranda	4 unidades de vivienda de 108 m <sup>2</sup>	Ing. Manuel Araujo

Fuente: Alejandra González.

La tecnología Sipromat como objeto de investigación institucional ha propiciado la apertura e incorporación de otras actividades conducentes a hacerla más eficiente, de cara a nuevos avances y demandas en el tema de la construcción de la vivienda y otras edificaciones. En este sentido, recientemente se han sugerido una serie de temas a investigar en el marco de la Maestría y Especialización, entre ellos:

- Desarrollo y ajustes de la tecnología Sipromat aplicable a cerramientos en paredes exteriores ligeras y desmontables.
- Desarrollo de nuevos morteros de fácil aplicación de carácter sostenibles para aplicación de nuevas mallas para contención de revestimientos.
- Desarrollo de Sipromat para crecimiento de más de 2 plantas.
- Aplicación de nuevos revestimientos y acabados en paredes exteriores e interiores. Indagación a partir de matriz general.
- Desarrollo de Sipromat con sistema dúplex de protección.

- Desarrollo de tipologías de vivienda de carácter progresivo con la tecnología Sipromat.
- Desarrollo de fachadas prefabricadas para vivienda unifamiliar con la tecnología Sipromat.

De estos temas ya se han desarrollado como productos docentes derivados de la investigación los siguientes trabajos:

Tesis de postgrado

- Técnicas constructivas para revestimientos y acabados en paredes exteriores de la tecnología Sipromat. Caso de Aplicación Vivienda H. Autor: Arq. Mailing Perdomo. IDEC-FAU-UCV. Para optar al título de Especialista en Desarrollo Tecnológico de la Construcción. (foto 8).
- Nuevas modalidades de inserción o comercialización de tecnologías. El caso Sipromat. Autor. Arq. Velquis Velandria. Universidad de Oviedo. Para optar al título de Especialista en Innovación Tecnológica.

Cursos de pregrado

- Diseño y producción de componentes y sistemas constructivos en acero. (foto 9).

- Estrategias para una Arquitectura y Construcción Sostenible en Acero.

Curso de ampliación de conocimientos. (foto 10).

- “El Acero en la Construcción en Venezuela: Materia prima, procesos de transformación, productos y aplicaciones”. Realizado del 13 de octubre al 17 de noviembre de 2006.
- “El Acero en la Construcción en Venezuela: Materia prima, procesos de transformación, productos y aplicaciones”. Realizado del 22 de Octubre al 09 de Noviembre de 2007.

Como parte de las iniciativas de producción de herramientas de difusión que permitan una transferencia efectiva de la tecnología Sipromat al sector construcción, al sector académico, a las comunidades, se generó entre los años 2004 y 2006 el *Manual de producción, uso y aplicaciones de la tecnología Sipromat*, diseñado para todas aquellas personas a quienes les interese la construcción con la tecnología. Este manual presenta gran cantidad de gráficos y fotografías que permiten de manera rápida y

eficaz conocer, instalar y explotar al máximo las posibilidades de utilización de Sipromat tanto en viviendas como en otras edificaciones (foto 11).

Posteriormente como parte de un proyecto de investigación, financiado por el CDCH, se realizó el diseño y producción de la página Web de la tecnología Sipromat, bajo el *slogan* de La Casa con Alma de Acero, se concibe un Sitio bajo la asesoría de un programador web, la selección de 6 secciones, entre las que se encuentra Sipromat, Producto, Áreas de acción, Soporte, Clientes y noticias, cada una gira entorno a informaciones, experiencias y eventos relacionados con la tecnología que pueden ser consultados por el público en general a través de [www.sipromat.com](http://www.sipromat.com) (foto 12).

En este orden de ideas, cabe destacar la participación en eventos que ha tenido la tecnología, el primero de ellos el Concurso Uso del Acero en la Producción de Viviendas de Interés Social en 1991, financiado por entes como IVES, SIDOR, ILAFA, CVG, MINDUR, INAVI, CAV, CIV, AIMM. Este evento le valió el primer premio, con el cual se consolida la casa modelo para la construcción de la urbaniza-

Foto 8  
Tesis de postgrado  
de Mailing Perdomo



Foto 10  
Curso de ampliación  
de conocimientos



Foto 11  
Manual de producción,  
uso y aplicaciones  
de la tecnología  
Sipromat

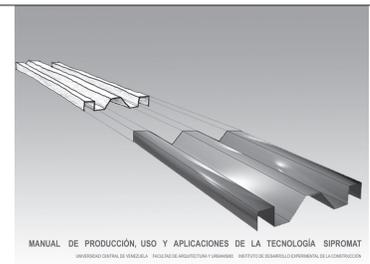
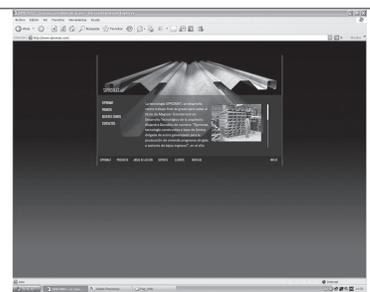


Foto 9  
Cursos de  
pregrado



Foto 12  
Web de la tecnología  
Sipromat:  
[www.sipromat.com](http://www.sipromat.com)



Fuente: Elaboración propia.

ción de los obreros de Sidor. A partir de ese evento, fueron otorgados numerosos premios como tecnología constructiva, como sistema constructivo y como aporte tecnológico en eventos como Expo-Construya 1994, Expo-Ingeniería 1994, por la Asociación para la Investigación Leopoldo Martínez Olavarría, (ALEMO), Expo-Center de Venezuela, Fundación Juan José Aguerrevere del Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV). El estímulo de mayor relevancia y prestigio académico lo constituyó el Premio Nacional a la Investigación Tecnológica 1995, otorgado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, CONICIT y posteriormente el premio Eugenio Mendoza a la Vivienda en su Séptima Versión, otorgado por la Fundación de la Vivienda Popular.

### Consideraciones finales

Han transcurrido casi dos décadas desde que la tecnología Sipromat fue concebida como una Tesis de Postgrado en el marco de la Maestría del IDEC. Estos casi veinte años de retos de diversos tipos nos han otorgado un gran aprendizaje tanto en lo personal como desde el punto de vista institucional.

El desarrollo y perfeccionamiento de la tecnología Sipromat ha requerido de trabajo sostenido para ponerla a punto con miras a su inserción sostenible en el Sector Productivo, para dar respuestas viables a la necesidad de producir edificaciones en general y viviendas en particular de manera más eficiente.

Sabemos que la transferencia de tecnologías desde la academia al Sector productivo no es tarea fácil. Los puentes entre las empresas y las universidades están apenas iniciando su construcción sobre todo en el campo que nos ocupa. La tarea ha sido ardua pero satisfactoria. Las experiencias que en este documento se describen constituyen quizás apenas un grano de arena, en la consolidación de la deseada alianza entre las capacidades de producción de conocimiento que poseen las universidades y sus centros de investigación, y las áreas de competencias del Sector productivo y empresarial de nuestro País (Lovera, 2004).

Desde el punto de vista de los alcances de una investigación universitaria, Sipromat constituye un caso emblemático, medido por sus resultados tangibles, tanto por el número de viviendas construidas como por la diversidad de productos académicos que ha propiciado.

Sin embargo, en este momento, pareciera importante hacer un alto para hacer un balance de lo logrado y visualizar con ponderación el futuro de esta tecnología. Las investigaciones complementarias, como son el estudio de nuevos revestimientos y el estudio de modalidades alternativas de inserción y comercialización de la tecnología, son elementos fundamentales para la toma de decisiones en adelante, considerando una discreta modernización del Sector de la construcción, así como de la promulgación de la Ley Orgánica de Ciencia Tecnología e Innovación que hacen más claro el panorama del camino para nuevas aplicaciones y experiencias de transferencia de la misma a la sociedad.

Posiblemente el aprendizaje que en estas dos décadas hemos acumulado y procesado tanto individual como institucionalmente también contribuya a tener más claros los canales de relanzamiento de una tecnología innovadora como Sipromat, que en el momento de su creación rompía de modo impactante con las costumbres constructivas de nuestra sociedad.

En este momento el desarrollo de capacidades nacionales, de manera conjunta entre universidades y empresas productivas se hace inminente, y ello abona el terreno para el establecimiento de nuevas posibles alianzas estratégicas para transferir la tecnología de manera sostenible en el tiempo. La existencia de manuales de difusión de la tecnología, herramientas digitales, videos y el conocimiento adquirido sobre la forma en que pueden conectarse los centros de investigación universitarios y las industrias para establecer una relación de ganancia mutua allana el camino, sin embargo, también se requiere una planificación en el mediano plazo que establezca modos de gestión y mercadeo aún no muy claros desde la academia, el cual aparece como un vacío difícil de suplir. Por supuesto siempre con la clara certeza de que las comunidades y las personas deben ser los más importantes beneficiarios de cualquier iniciativa de creación y transferencia de tecnologías.

**Glosario:**

**Acero:** es una aleación de hierro y carbono muy resistente a la oxidación, es un material utilizado para la producción de barras y perfiles.

**Aplomar:** verificar con la plomada si un elemento constructivo está vertical.

**Atiesar:** dar rigidez a una lámina metálica mediante la elaboración de dobleces en algunas de sus partes.

**Autoportante:** capacidad de un componente para soportar sus propias cargas, más las cargas actuantes a las que está sometido.

**Caja resistente:** volumen producido por la unión de varios planos portantes verticales y horizontales.

**Cámara abierta:** vacío interior, entre las caras exteriores e interiores de los cerramientos, en el cual existe ventilación.

**Cerramiento:** elemento que en una edificación cierra o delimita un espacio.

**Componente básico (C. B.):** componente básico Sipromat, es decir lámina galvanizada y corrugada de tal manera que permite su aplicación a paredes, entrepisos y cubiertas.

**Fijación:** acción de unir piezas mediante elementos normalmente metálicos o de otro material, tales como pernos, tornillos, remaches, soldaduras.

**Losa Sipromat:** elemento horizontal de soporte de cargas vivas y muertas constituido por varios C.B. Sipromat, una malla y un vaciado de concreto superficial a la malla que funciona como de una estructura mixta acero-concreto.

**Mesa de panelización:** mesa de trabajo desmontable o desarmable diseñadas especialmente para ensamblar planos portantes Sipromat.

**Panelizar:** proceso en el cual, con la ayuda de la mesa de panelización, se fijan las Ues y se colocan los marcos de puertas y ventanas.

**Planos portantes Sipromat:** es la sumatoria de varios C. B. confinados por Ues de corona y riostra.

**Portante:** que soporta su propio peso con su rigidez natural.

**Remache:** clavo o clavija especial de hierro que es destinado a doblarse en la punta o la cabeza para dar mayor firmeza.

**Ruma:** Cada uno de los montones ordenados de material separados por los durmientes.

**Sipromatizar:** traducir un proyecto a la modulación y componentes de la tecnología Sipromat.

**U (Riel):** elementos de lámina de acero galvanizado en forma de U, que permiten consolidar los planos portantes Sipromat a modo de viga de corona en la parte superior y viga de riostra en la parte inferior, por ello en este caso presenta orificios que permiten el paso de tuberías.

**Uniones:** son los ensamblajes entre componentes básicos Sipromat.

**Referencias Bibliográficas**

Buch, T. (2001). *El tecnoscopio*. Editorial Aique. Argentina.

Cilento S., A. (1999). *Cambio de paradigma del hábitat*. UCV. CDCH. IDEC. Caracas. Colección estudios.

González, A.; Perdomo, M; Velandria, V. (2005). *Manual, uso y aplicaciones de la Tecnología SIPROMAT*. FAU-UCV. Caracas.

González, A. (2003). *Evaluación cualitativa de las aplicaciones de la Tecnología SIPROMAT a Viviendas*. IDEC -FAU-UCV. Caracas. Venezuela.

González, A. (1999). *Aplicaciones experimentales de Sipromat. ¿Estrategia de desarrollo y transferencia tecnológica?*. IDEC-FAU-UCV. Caracas. Venezuela.

González, A. (1991). "Sipromat. Tecnología constructiva a base de lámina delgada de acero galvanizado para la producción de viviendas de bajo costo". Tesis de Maestría. Instituto de Desarrollo Tecnológico de la Construcción. FAU-UCV. Caracas. Venezuela.

Hernández, H. (2006). *Premios Nacionales de la Cultura. Arquitectura: Enrique Hernández 1988*. 1era. Edición. Fundación Editorial El perro y la rana. Ministerio de la Cultura. Caracas, Venezuela.

Lovera, A. (2004). *Del Banco Obrero a la UCV, Los orígenes del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC)*. Serie Mención Publicación. CENDES – IDEC – FAU – UCV. Caracas. Venezuela.

Sábato, J. y Mackenzie, M. (1982). *La producción de tecnología: autónoma o transnacional*. Editorial Nueva Imagen. México D.F.