

## **APROVECHAMIENTO DE PET RESIDUAL PARA LA CONFORMACIÓN DE PLACAS PREFABRICADAS. ESTUDIO DE PESOS Y PROPUESTAS DE STANDARDIZACIÓN DE LOS COMPONENTES Y DEL PROTOTIPO HABITACIONAL.**

Moliné, A; Panvini, H; Panvini, M.J; Espinosa, A; Murialdo, N; Povrzenic, J; Tettamanti, L; Chiappero, A; Spessot,S.; Jacinto, N.

Taller de Edilicia I y II - CEPIA - FAPyD- [anibalmoline@yahoo.com.ar](mailto:anibalmoline@yahoo.com.ar)

### **PET RESIDUAL- PLACAS- ESTANDARDIZACIÓN- PROTOTIPO HABITACIONAL**

De acuerdo a los relevamientos y estudios realizados por la Municipalidad de Rosario, se han registrado 5627 Kg de Tereftalato de Polietileno (PET) cristal y verde recolectados en el lapso de 45 días. Son entregados a dos emprendimientos del sector de economía social, que realizan la clasificación y venta de residuos limpios reciclables. Ellos se encargan de la separación de modo manual para su posterior venta con bajo valor agregado. En otra área se cuenta con el plástico que llega a la planta de tratamiento y compostaje, siendo este un material sucio que completa las toneladas de generación. El estudio del origen y composición de los residuos sólidos domiciliarios realizado por la misma entidad municipal manifiesta una fracción de residuos plásticos del 11.68% del 41.62% perteneciente a los materiales inorgánicos. Lo interesante es que el PET compone el 17.55% de ese porcentaje de plásticos, valor que es muy apreciable para los objetivos del presente proyecto.

El objeto de investigación se basa en el aprovechamiento, trituración y reutilización de dichos desechos de PET como agregado inerte para la obtención de un mortero conveniente para la conformación de placas prefabricadas. Consideramos que rescatar el plástico de los RSU permite colaborar como profesionales de la arquitectura, en la disminución del daño ambiental.

La elección del tipo de plástico a incorporar en el mortero se fundamenta científicamente con los resultados obtenidos en los ensayos sistemáticos realizados en el IMAE en los años 2010 / 2012 con el mismo equipo de investigación bajo el PID-ARQ 111.

La metodología implica un desarrollo teórico-indagatorio con diseño de las placas propuestas. Basado en determinar la composición de las mismas.

Se analizará hipotéticamente su comportamiento térmico y su peso para lograr propuestas de modulaciones adecuadas. Éstas partirán de la base de estudios sobre ergonomía para facilitar su manejo en la construcción. A fin que las placas brinden buenas condiciones de confort ambiental interior y mejoren la calidad de vida de los usuarios, se estudian las modulaciones y sus diversos factores: ensambles y montajes posibles para la autoconstrucción; ausencia de puentes térmicos, buenas condiciones de transmitancia térmica referidas a la zona ambiental correspondiente a Rosario y compatibilidad con la infraestructura.

Se han propuesto placas doble hoja con cuatro alternativas en su conformación y dos posibles configuraciones de placas monolíticas de hormigón con botellas de PET en su alma. Seguidamente, los resultados del estudio exhaustivo de los pesos que se realizó para cada diseño en particular, colaboraron a descartar ambas propuestas de placa monolítica debido al peso resultante y la imposibilidad de ser manipulada como un sistema de autoconstrucción bajo las especificaciones técnicas delineadas para ergonomía, establecidas por la Norma ISO 11228-1, objetivo planteado en el presente trabajo.

Cálculo de cantidad de botellas que se necesitan por m2 y peso															
DATOS GENERALES				DIMENSIONES				MEDIDAS BASE PLACA M2				Peso			
Nº	Sub-Item	Designacion	capacidad	Unidad	ancho Base - Ø (cm-m)	H = alto (cm - m)	espesor (cm-m)	Peso - kg	ANCHO	H=LARGO	ESPESOR	Total Parcial	Unidad	Total Parcial	Unidad
									1,00	1,00	0,04				
1		Botellas PET - Aguas saborizadas	1,5	lts											
1.1		Botellas PET Completa			7,40	32,80		0,0037							
1.2		Botellas PET -sin pico y cuello			0,074	0,225		0,0027	4,44	13,51		60,06	Bot.	0,16	kg
1.3		Botellas PET -con pico y cuello pero s/ fondo-S/ tapa			0,074	0,225		0,004	4,44	13,51		60,06	Bot.	0,21	kg

Como el principal objetivo del proyecto es brindar elementos constructivos para familias en riesgo social, los cuales deben ser utilizados en un sistema de autoconstrucción considerando las especificaciones técnicas de dicha Norma ISO 11228, es que a partir de los tópicos investigados se realiza el estudio de una grilla base con propuestas de modulación y standardización de los elementos para el diseño de prototipos de 1, 2 y 3 dormitorios. En base a estudios ergonómicos se estudian las modulaciones y anclajes óptimos de las placas que conforman la piel o muros exteriores de las viviendas para autoconstrucción. Se realiza el estudio de dicha grilla con propuestas de diferentes módulos: cerramiento vertical, cerramiento vertical adintelado, cerramiento horizontal, posibilidad de módulos para núcleos húmedos teniendo en cuenta la compatibilidad con la infraestructura para el diseño de prototipos de uno, dos y tres dormitorios.

Se han estudiado las dimensiones de las placas de acuerdo a cierta variación en la unidad modular y en los encastres de dichos componentes a partir de las propuestas de doble hoja. Ellas se componen por 2 placas de 4cm de espesor ejecutadas con mortero 1:3 + plástico PET reciclado. Se agrega una malla de polipropileno de 11 x 11mm y se las vincula con hierros de Ø4.2. El espesor varía de acuerdo a la separación entre ambas.

\* 5cm en el caso de cámara de aire. Espesor total: 13cm

\* 3cm cuando esa cámara se rellena con plástico molido de granulometría de 8mm. Espesor 11cm.

\* 6cm con botellas plásticas de 500ml encastradas entre sí. Espesor 14cm.

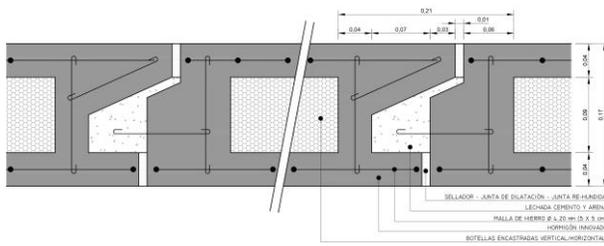
Se inicia la propuesta en base a la placa de esp. 14 cm en la cual el alma puede ser de botellas retiradas de la basura doméstica y cortándoles el pico; puede quedar entera siendo otro el modo de resolverla por lo que la placa, en este caso, posee vacíos y llenos que le dan mayor liviandad. Al encastrar una con otra, lo que se produce es un vacío o aire confinado continuo en el perímetro de desarrollo de la misma, lo que mejora el comportamiento térmico de la pieza. La geometría con la que se propone la vinculación responde a intentar resolver el problema del ingreso del agua de lluvia por efecto del viento que la junta sellada no lo resuelve simplemente. El sellador que además hace la función de junta de dilatación de los materiales de cada placa se presenta en relieve, lo que no es conveniente y se lo analiza de acuerdo al resultado estético a lograr. La malla de hierro de Ø 4,2mm en un cuadrulado de 10 cm x 10 cm, se encuentra en ambas caras de la placa, por lo que en la vinculación se la

refuerza con un estribo cada 15 cm atando una malla con la otra, lo que la refuerza verticalmente. El mortero aplicado para ejecutar la placa es el que resulto, como se indico anteriormente, de la investigación realizada en el ARQ111.- Esta placa por su espesor se comportan mejor en los interiores por lo que se debe analizar la articulación con las placas exteriores que cambian su espesor.

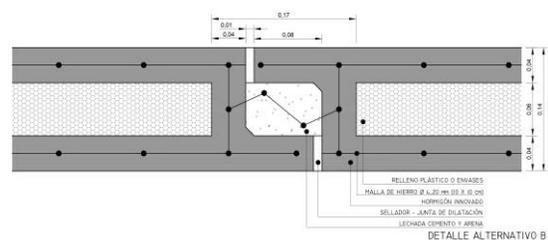


Imagen de una placa con botellas encastradas

A los fines de mejorar el comportamiento de cerramientos exteriores se parte de otra propuesta en base una placa de esp. 17 cm en la cual el alma puede ser de botellas sin cortarle el pico, al quedar enteras se deben enfrentar los picos y cuellos de las botellas y resolver los vacíos con llenos de mortero innovado. La geometría de la unión en vertical que muestra el corte horizontal A-B (indicado mas abajo) propone la vinculación que intenta resolver el problema del ingreso del agua de lluvia por efecto del viento, en este caso puede frenar hasta vientos superiores a 180 km/hora. La junta se sella con un material apropiado de mercado de marcas de trayectoria. Esta además hace la función de junta de dilatación de los materiales de cada placa. La malla de hierro de 4,2 mm en un cuadrulado de 10 cm x 10 cm se encuentra en ambas caras de la placa, por lo que en la vinculación se la refuerza con un estribo de 4,2 mm cada 15 cm atando una malla con la otra, lo que refuerza la placa verticalmente. Ídem al anterior el mortero utilizado, por lo que esta placas por su espesor se comportan convenientemente en los exteriores.



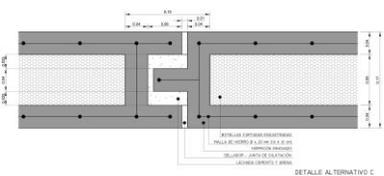
Detalle A – Corte AB



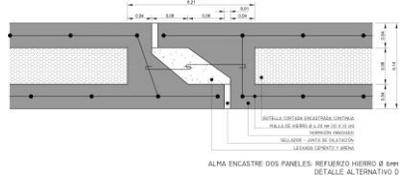
Detalle B

El detalle alternativo “B” implica la posibilidad de conformar de modo oculto un nervio vertical de 8 cm x 6 cm cuya altura coincide con la placa diseñada, lo que puede considerarse como un elemento estructural además de permitir la vinculación de piezas.

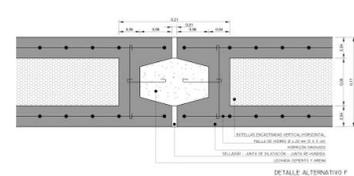
En la alternativa “C” el nervio vertical se encuentra invadido por la prolongación de la placa que se encastra con la siguiente dejando intersticios que se llenan con una lechada de cemento a los fines de solidarizar ambas piezas. En el detalle “B” como en el “C” se comienza a plantear la junta con su sellado re-hundido lo que permite mayor prolijidad y protección del mismo sellador. Pueden agregarse piezas metálicas o de PVC para ocultarlas lo que se va ir desarrollando pero encarece la propuesta para el caso de viviendas económicas de interés social, debido que una buena junta de acuerdo a un material adecuado y pertinente resuelve de modo eficiente la misma. Podemos además agregar que complica el sistema, siendo quizás más estético solamente. Lo importante es que al penetrar una pieza en la otra corta la continuidad de la junta y baja el riesgo de ingreso de agua de lluvia.



Detalle C



Detalle D

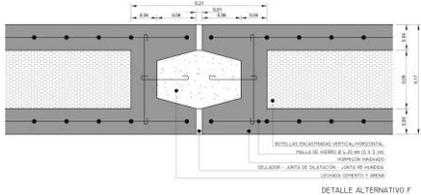


Detalle E

Se continúa avanzando sobre los nueve diseños de encastre propuestos a los fines de alcanzar el grado de confort ambiental necesario para la zona bioclimática de Rosario, además del deber de contemplar la inexistencia de puentes térmicos y el cumplimiento con los límites en dimensiones y peso. Es a partir de este anclaje de la investigación que se realiza una grilla base con propuestas de modulación y standardización de los elementos para el diseño de

prototipos de 1, 2 y 3 dormitorios contemplando la posibilidad de ampliaciones futuras en cada caso.

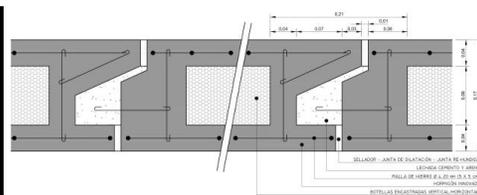
El trabajo que se realiza es de indagación con propuesta teórica hasta aproximar aquella que se entienda la más apropiada a los fines de probarla y ensayarla, son aproximaciones hipotéticas que permiten diseñar dentro de determinados requerimientos previamente estipulados por el equipo de investigación. Se presentan en este documento los cortes horizontales realizados sobre las placas para observar las posibles uniones verticales de las mismas. Como estas se encuentran moduladas habrá que profundizar el estudio mediante pruebas en laboratorio de estas uniones horizontales que son mas sencillas, las que se pueden encontrar dentro de las alternativas “E” y “E1” o en algunos casos las presentadas son versátiles según la posición en que se ubique la placa o la función que deba cubrir.



Detalle E

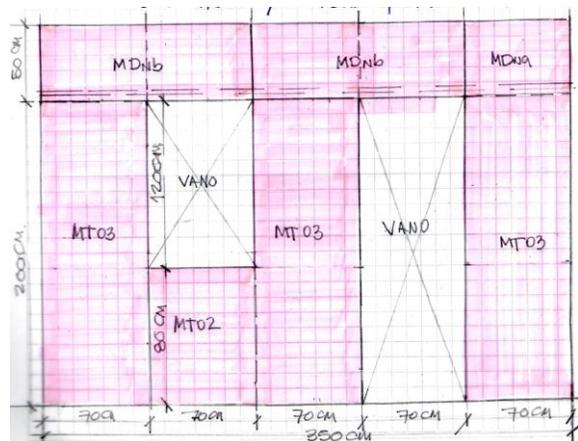
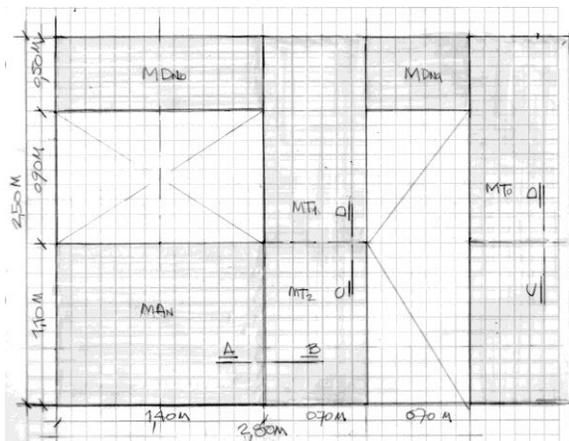


Imagen



Detalle “E”

Las indagaciones realizadas para el ARQ066 “**Prototipo habitacional modular y abierto basado en elementos constructivos vinculables, vía montaje en seco, transportables, desmontables y reutilizables**”, que corresponde al mismo equipo de investigación se encuentran publicadas en libros de estas jornadas de periodos anteriores. En esta instancia se profundizan las soluciones propuestas referido a dimensiones que deben tener las placas según requisitos exigidos por el objeto de estudio. Se presentan modulaciones posibles.



En la figura anterior se analiza una posible modulación ideada, entre otras presentadas y discutida a la luz de las restricciones que las mismas poseen con respecto a la manipulación posible por mujeres, para ello la búsqueda de dimensiones adecuadas, por lo que se elaboran en base a ciertas limitaciones como ser:

-El peso de la placa y su manipulación lo más sencilla posible casi sin ayuda mecánica.

-Módulo base de 0,70 m de ancho por 2,50 m altura de cualquier local habitable con dimensiones proporcionadas con respecto a largo y ancho.

Modulos necesarios mínimos:

MT0= Placa Total 0, admite una variante al poder considerar dos unidades que se complementan. MT1 / MT2. En el caso de las placas Módulo Total 1 y Módulo Total 2 se la puede utilizar de este modo fraccionada para mejorar su peso y manipulación por medio de personas que aplican su propia fuerza. Se complementan porque sus medidas de largo implican la MT0.

MAN es la que hace de antepecho y MDnb es la placa módulo que hace de dintel de la ventana y en la MDna es el dintel de la puerta. Si se unen dos vanos de puertas podríamos componer una abertura de 1,40 m quedando ancho útil de 1,32 m. En el caso del vano de 0,70 m queda una puerta de 0,65. Consideramos que los marcos son tipo cajón envuelven el espesor de la placa.

De acuerdo a lo expuesto y a modo de reflexión se deberían replantear el proceso sobre la inclusión de nuevas acciones y gestiones para el uso de los plásticos en morteros y hormigones luego de aplicar diferentes programas de separaciones de los RSU que garanticen la disponibilidad de la materia prima necesaria para dicha producción.

En lo relacionado al medio ambiente, se concluye sobre la importancia de la recuperación y reconversión de gran parte de dicho material, con el fin de reducir la contaminación ambiental que generan.

Es necesario que, tanto la Universidad Nacional de Rosario como la Municipalidad y diversos organismos gubernamentales, generen nuevos proyectos con financiación para viviendas de familias de bajos recursos que reutilicen el reciclado de estos materiales incluidos en elementos constructivos. En primera instancia se debe hacer una prueba piloto de un prototipo en el predio de la Facultad en la zona asignada al Laboratorio Tecnológico a los fines de realizar los seguimientos, las mediciones y controles necesarios para evaluar su

comportamiento y resultados esperados. Ello redundaría en beneficio para las cátedras de materialidad y edificación que serían las auditoras naturales del relevamiento que han de plasmar en teoría y práctica concreta, lo que enriquece el proceso de enseñanza aprendizaje.

### **Bibliografía**

Ing H. Mac Donnell e Ing P. Mac Donnell Manual la Construcción Industrializada. Revista Vivienda SRL.

Dr Arq. ANIBAL JULIO MOLINE, Arq. Horacio Panvini, equipo investigadores. ARQ066 “Prototipo habitacional modular y abierto basado en elementos constructivos vinculables, vía montaje en seco, transportables, desmontables y reutilizables”.

Plan para la gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos del AMR – PNGIRSU.

Center for Recycling and Economic Development. (2002). PLAS-CRETE: A Lightweight Portland Cement Concrete Product Manufactured From Discarded Mixed No. 3–7 Plastics, Chelsea, Massachusetts, USA.

Costa Del Pozo, A. (2012) “Estudio de hormigones y morteros aligerados con agregados de plástico reciclado como árido y carga en la mezcla”. Tesina de Maestría en Arquitectura, Energía y Medio Ambiente UPC, España. Barcelona

COTEC Centro de Información Técnica. Comisión Técnica. (2001) Los plásticos en la construcción. Su contribución a la Salud del Medio Ambiente. CIC. Primera Edición.

Gaggino, R, Argüello, R., Berretta, H. Aplicación de material plástico reciclado en elementos constructivos a base de cemento. En: IV Encuentro Nacional y II Latinoamericano. Edificaciones y comunidades sustentables. Campo Grande, Brasil. 2007. Ed. Universidad Federal de Mato Grosso do Sul. Edición digital.

Gómez, M.S.; Carvajal, A.M.;