

# Panel prefabricado de hormigón aliviano a base de papel periódico y cartón reciclado, destinado a vivienda de interés social

Prefabricated panel of lightweight concrete, based on newsprint and cardboard recycled, destined for social housing

## Resumen:

**L**a pobreza es un hecho latente en el mundo y sobre todo en los países en vías de desarrollo como el nuestro, el nivel de pobreza en un país trae consigo el adelanto o retroceso del mismo, así como el impedimento que sus ciudadanos puedan poseer una vivienda propia, alimentación e inclusive vestimenta, por lo que todos los gobiernos implantan proyectos habitacionales con el fin de suplir sus déficits.

Se tiene conocimiento que una de las formas para dotar de viviendas de una manera más óptima, es mediante la prefabricación de los elementos que conforman la vivienda, con lo que se logra reducir costos de materiales, tiempo de ejecución de construcción y mano de obra.

Para el caso de la presente investigación se ha buscado nuevos materiales para ser combinados con los tradicionales, buscando a la vez prácticas más amigables con el ambiente y la posibilidad de crear un espacio de aprendizaje para profesionales comprometidos con la situación de pobreza de muchas familias de nuestro país, convirtiendo a los conocimientos académicos en instrumentos de desarrollo y a los profesionales en el nexo entre quienes no logran satisfacer sus necesidades (pobladores) y quienes tienen los recursos y la responsabilidad de apoyarlos (Estado).

Palabras clave: Panel prefabricado, cartón, papel periódico, reciclaje, vivienda social.

### Abstract:

Poverty is latent in the world, and especially in the countries in developing such as ours. The poverty level brings with it the advance or retreat of a country, as well as the impediment that its citizens may possess an own housing, food and even clothing, so all Governments tend to implement housing projects in order to supplement their deficits.

Por:  
Sonia Prieto Jiménez

Facultad de Arquitectura y  
Urbanismo  
Universidad de Cuenca  
(Ecuador)

Recibido: 20 de Marzo 2014  
Aceptado: 20 de Mayo 2014

Director:  
Arq. Marcelo Vazquez Solorzano

It is known that one of the ways to provide housing in a more optimal way, is through the prefabrication of the elements that make up housing, which helps to reduce materials costs, time of construction and workmanship.

In the case of the present investigation, we have looked for new materials to be combined with those traditional, at time that we have been seeking more environmentally friendly practices, and the possibility of creating a learning space for professionals committed to poverty of many families in our country, converting to knowledge in development tools and the professionals at the nexus between those who fail to meet their needs (people) and who has the resources and the responsibility to support them (State).

Keywords: Prefabricated panel, cardboard, newsprint, recycling, social housing.

## 1. Objetivo General

Incursionar en una nueva técnica constructiva, que sea amigable con el medio ambiente y que aporte de forma sostenible a los sistemas habituales y además se logre reducir costos en la construcción.

## 2. Objetivos Específicos

- Usar materiales reciclados para la elaboración del panel prefabricado.
- Dar un destino útil a una parte de los residuos, desechados por el hombre, los que contaminan el medio ambiente.
- Reemplazar técnicas constructivos tradicionales, que producen a la larga deterioro del medio ambiente.
- Lograr economía de medios, con paneles de calidad que reduzcan sus costos en el mercado de la construcción.

## 3. Alcance

Debido a la utilización de material reciclado se prevé se beneficie al medio ambiente, evitando la acumulación de material desechado, así como la reducción de contaminación, por lo que en relación directa se encontrará beneficiado cada uno de los habitantes del planeta, además permitirá el acceso a una vivienda digna y confortable a los colectivos que lo requieren.

## 4. Fundamento Teórico

En la actualidad se debe ser conscientes que la pobreza es un hecho latente en el Ecuador, por lo que se debe buscar alternativas para desarrollar soluciones habitacionales. Según el censo del año 2009 (INEC), arrojó como cifras que existe un déficit en Ecuador de 700 mil unidades, situándose directamente en la clase baja en un 65%, dentro del este déficit se puede dividir a dos grupos, el uno llamado formal, en él se encuentran las personas que por medio de sus ahorros o ingresos mensuales podrán acceder a su propia vivienda, mientras que existe el segundo grupo que se lo llama autogestionado, en el que se encuentran las personas cuyos ingresos son mínimos y necesitarán de un préstamo o bono para poder adquirir una vivienda. Por lo antes señalado se ve la necesidad de desarrollar nuevos sistemas constructivos, además de buscar alternativas de incluir e incursionar en la reutilización de elementos y materiales ya existentes, con la innovación de otros, con los cuales se tiene como fin ayudar al ecosistema, así como, abaratar precios, a través de procedimientos sostenibles, cubriendo de esta forma necesidades del presente sin comprometer a la generaciones futuras.

Dentro del campo de los prefabricados se tiene claro conocimiento, que en el Ecuador no se ha desarrollado significativamente, existen pocas empresas destinadas a la elaboración de materiales de construcción que hoy en día, han decidido realizar productos por medio de esta vía, las cuales fabrican paneles prefabricados de hormigón, que se los puede encontrar en el mercado. La finalidad de llevar un producto a que sea prefabricado y posteriormente industrializado, es múltiple, con los consiguientes beneficios que traerían, por ejemplo: reducción de tiempo de construcción, reducción en el costo de mano de obra, y al ser industrializado este producto, se obtendrá la disminución del costo final del elemento, por lo que se ve la necesidad de incursionar en este ámbito.

Si bien en Ecuador el sistema de reciclaje no es una acción que se encuentre insertada en su totalidad, se ha buscado por medio de instituciones como; municipios y organismos privados o independientes, mecanismos, campañas y programas, con la finalidad que este proceso sea más responsable y eficaz dentro de la población. Para realizar un óptimo reciclaje de cartón y papel periódico, se debe tener conocimiento que existe una variedad de

## Panel prefabricado de hormigón aliviano...

estos materiales que no podrán servir para ser reciclados, tales como: los papeles o cartones que tengan manchas de aceite o tinta, así como etiquetas adhesivas, puesto que al ser mezclados con materia prima apta para reciclar y reutilizar, lo único que se obtendrá será la contaminación del producto. En cifras, se estima que un adecuado reciclaje, trae consigo una ayuda significativa al medioambiente, al reciclar una tonelada de papel se ahorran 2 metros cúbicos de vertedero, 26.500 litros de agua y una emisión de 900 kl de CO<sub>2</sub>, gas causante del cambio climático.

De acuerdo a información brindada por la Asociación Española de Recuperadores de Papel y Cartón (RECAPAR), menciona que alrededor del 19% del papel elaborado a nivel mundial, para el uso de la población, es irrecuperable, debido a que un porcentaje se encuentra dentro de los mismos hogares, como fichas de estantería, libros, folletos almacenados, y otro porcentaje, el cual simplemente por su proceso fueron mal manipulados y su reciclaje se vuelve imposible, sin embargo se prevé que al realizar un adecuado reciclaje de cartón y papel, se podría tener un ahorro del 33% de energía, necesaria para producirlos.

## 5. Problemática a abordar

Se pretende disminuir los problemas ambientales por medio de la reutilización de materiales reciclados y generar un panel que se destinará a viviendas de interés social.

## 6. Metodología y Herramientas

Al tener conocimiento que en la actualidad las cantidades de desechos en el planeta, se han ido incrementado, hemos analizado la posibilidad de la reutilización de alguno de estos materiales, para la realización de uno nuevo, el cual pueda ser amigable con el medio ambiente. En nuestro estudio pudimos investigar materiales desechados como; caucho, plástico, vidrio, papel, cartón, elementos orgánico (arroz, paja, etc), luego del análisis de cada uno de los antes mencionados, optamos por seleccionar el cartón y papel para nuestro proyecto, por ser considerado uno de los materiales con un alto porcentaje dentro de los reciclados, posterior a elegir el material y al tratarse de un panel destinado a la vivienda, se tenía conocimiento que debería



Imagen a. Balanza Digital



Imagen b. Mezcladora



Imagen c. Molde para Especímenes



Imagen d. Mesa de Flujo



Imagen e. Máquina para compresión

PROYECTO PARA CONCURSO ODEBRECHT -ECUADOR									
RESUMEN DE RESISTENCIAS 7 DÍAS - 14 DÍAS - 28 DÍAS									
N° PRUEBA	DOSIFICACIÓN				RELACIÓN a/c	ADITIVO(%) Plastocrete	f'c 7 días (kg/cm2)	f'c 14 días (kg/cm2)	f'c 28 días (kg/cm2)
	CEMENTO	ARENA	CARTÓN	PAPEL					
1	1	2	0.05	0.05	0.7	2	84.21	86.00	125.35
2	1	3	0.05	0.05	0.7	2	88.24	99.70	119.95
3	1	4	0.05	0.05	0.7	2	42.58	46.43	57.49
4	1	2	0.05	0.05	0.7	1	80.56	85.30	97.07
5	1	3	0.025	0.025	0.88	0	16.65	59.00	76.08
6	1	2	0.05	0.05	0.9	2	71.96	113.19	121.90
7	1	2.75	0.05	0.05	0.9	2	67.91	79.80	107.60
8	1	2.90	0.05	0.05	0.9	1	63.58	90.15	97.02
9	1	3	0.05	0.05	0.9	2	59.11	90.81	120.24
10	1	4	0.05	0.05	0.9	2	61.59	73.67	84.24
11	1	3	0.075	0.075	0.9	2	62.33	116.34	119.01
12	1	2	0.1	0.1	0.9	2	35.33	90.86	114.70

Gráfico 1.

cumplir con las normativas INEN NTE que rigen en el país, por lo que, nos introducimos a la búsqueda de las normativas que tengan relación con la elaboración tanto de paneles como de elaboración de hormigones, por lo que se hizo uso de varias de ellas entre las más importantes están:

- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. NTE INEN 155:2009. Cemento hidráulico. Mezclado mecánico de pastas y morteros de consistencia plástica. 2009.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. NTE INEN 2 502:2009. Cemento hidráulico. Determinación del Flujo en morteros. 2009.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. NTE INEN 488:2009

Cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros en cubos de 50mm de arista. 2009.

- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. NTE INEN 1 576: 2011. Hormigón de cemento hidráulico , elaboración y curado en obra de especímenes. 2011
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. NTE INEN 0198:87. Cemento hidráulico. Determinación de la resistencia a la flexión y a la compresión de morteros. 1987.

- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. NTE INEN 2 167 Varillas con resaltes de acero de baja aleación, soldables, láminas en caliente y/o termotratadas para hormigón armado. 2003

Dentro de las herramientas que se han utilizado en la realización de este proyecto tenemos: (Ver Gráfico 1)

## 7. Soluciones propuestas

Para la realización del panel prefabricado con material reciclado, se deberá elaborar la mezcla del hormigón alivianado, triturando tanto el cartón como el papel previo a ser usado en la mezcla final, de esta forma proporcionará mayor adherencia, además se usará un aditivo plastificante acelerante para hormigón, que tiene como característica brindar resistencia inicial y final al concreto, aumento de trabajabilidad de la mezcla, un pronto uso de las obras, un rápido desencofrado, además mejora sustancialmente el acabado de los prefabricados. En la elaboración del panel se ha trabajado con un 2% de aditivo, basado en relación al cemento. Una vez seleccionado los materiales, se procede a realizar algunas mezclas con diferentes dosificaciones, basadas en los procedimientos de la norma INEN 488 2009, que arrojaron como resultado los siguientes datos:

Debido al análisis en la fluidez de la mezcla, se ha tomado como dosificación idónea para la fabricación del panel la que pertenece al número 6, teniendo una resistencia a los 28 días de 121.90



Imagen 1. Peso de materiales, cemento



Imagen 2. Peso de materiales, arena



Imagen 3. Peso de materiales, aditivo



Imagen 4. Peso de materiales, agua



Imagen 5. Peso de materiales, cartón



Imagen 6. Peso de materiales, papel



Imagen 7. Agregar el cemento



Gráfico 8. Agregar la arena



Imagen 9. Agregar aditivo



Imagen 10. Agregar el cartón



Imagen 11. Agregar el papel



Imagen 12. Mezclar



Imagen 13. Colocación de malla



Imagen 14. Alisado de superficie



Imagen 15. Panel Macizo



Gráfico 16. Panel Macizo

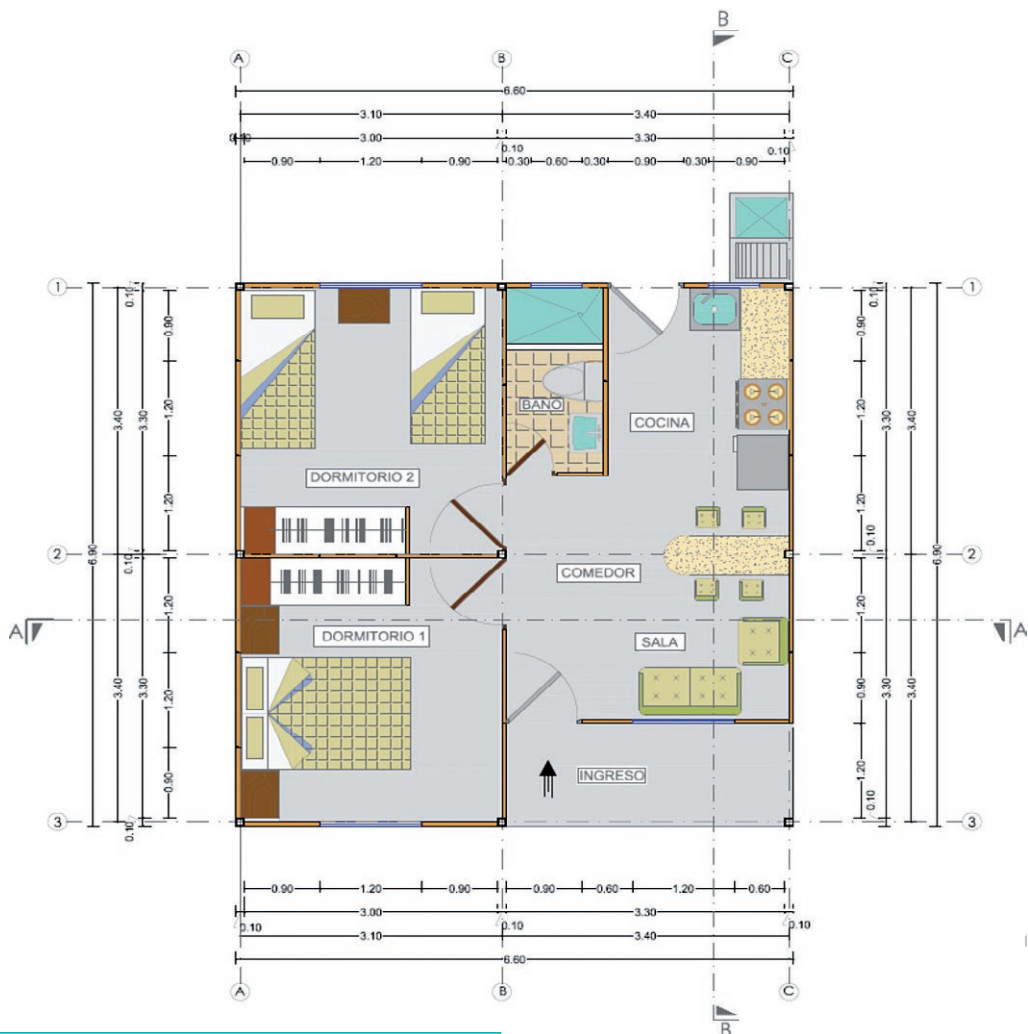


Gráfico 17.

kg/cm<sup>2</sup>, aunque se debe mencionar que existen dosificaciones superiores como la número 1, sin embargo por lo espeso de su mezcla se podría usar para la realización de bloques.

Para la elaboración del panel se debe realizar los siguientes pasos, descritos en la norma NTE INEN 488 2009:

- 1.- Pesarcada uno de los materiales seleccionados, de acuerdo a las cantidades requeridas para la dosificación:
  - Cemento (Imagen 1), Arena fina (Imagen 2), Aditivo (Imagen 3), Agua (Imagen 4), Cartón (Imagen 5), Papel periódico (Imagen 6).
- 2.- Se procede a colocar el agua en la mezcladora, luego se debe adicionar el cemento (Imagen 7). Posteriormente colocar la arena (Imagen 8). Seguido del aditivo plastificante - acelerante (Imagen 9), finalmente agregar el cartón (Imagen 10) y papel periódico (Imagen 11), y se deja mezclar durante 1 1/2 minutos (Imagen 12).

Una vez obtenida la mezcla se procede a la elaboración del panel, para lo que se debe verter la primera capa de 2.50 cm de espesor, la cual debe ser distribuida y compactada con la ayuda de herramientas manuales, luego colocamos la malla exagonal de 1" (Imagen 13), posteriormente se llena el molde con el resto de mezcla, de igual manera que en la primera capa, se compacta y distribuye en la totalidad del molde, para culminar con el alisado del panel (Imagen 14).

El panel debe ser desmoldado a las 48 horas desde su fabricación (Imagen 15 y 16).

El sistema de ensamblaje que se seleccionó para esta investigación ha sido el machihembrado, que consta de dos partes, el uno es el macho y la otra es la hembra, al ser juntados conforman un sistema de ensamblaje adecuado para este tipo de panel, las dimensiones de las ranuras son de 2.5 cm x 2.5 cm, al igual que el elemento que pertenece al macho. En lo que respecta al espesor del panel está estudiado a que sea de

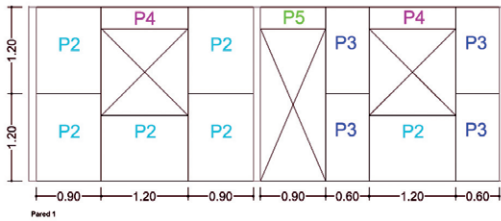


Gráfico 18.

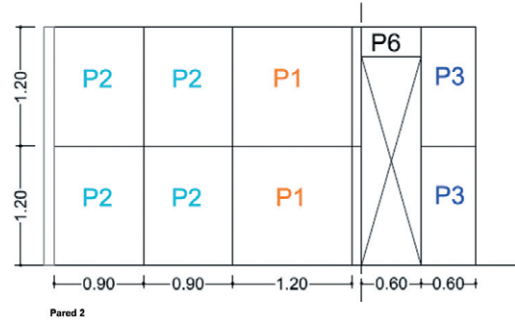


Gráfico 19.

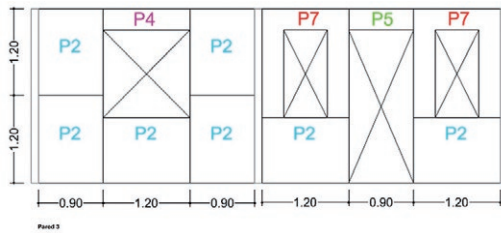


Gráfico 20.

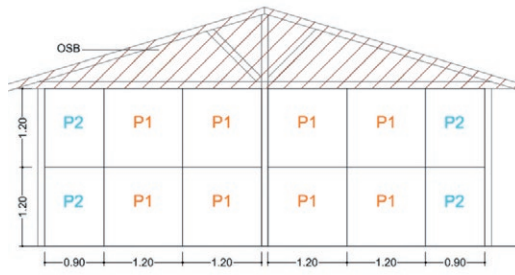


Gráfico 21.

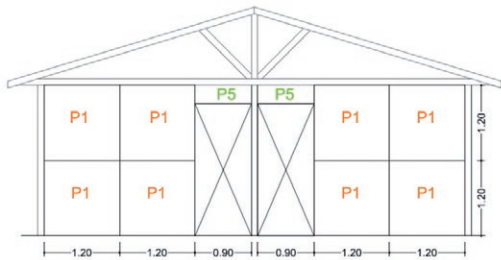


Gráfico 22.

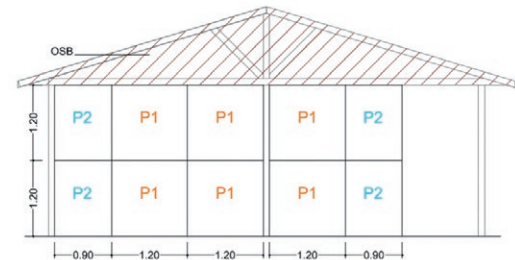


Gráfico 23.

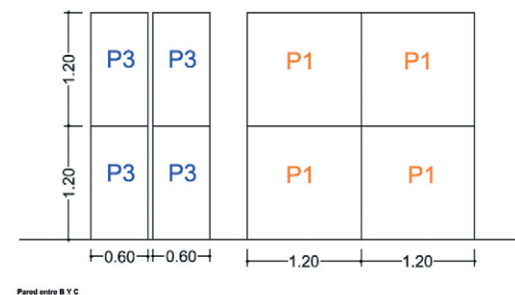


Gráfico 24.



Panel prefabricado de hormigón aliviano...

5cm. por los requerimientos estructurales y para que sea manipulado manualmente, su longitud y altura variarán entre 0.30 m hasta 1.20 m, según sea la exigencia del diseño de la edificación a partir de la modulación, pudiendo inclusive variar la orientación del elemento.

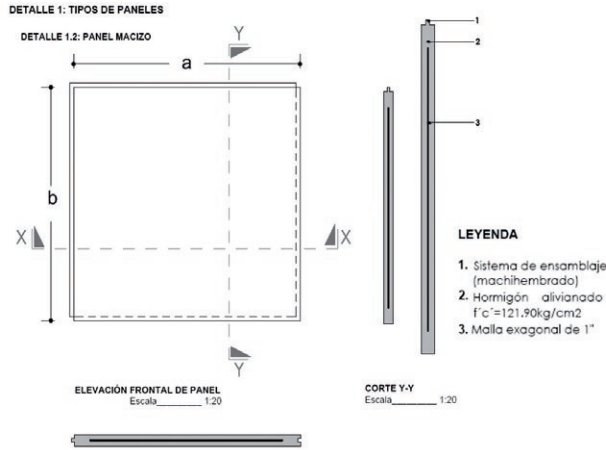


Gráfico 25.

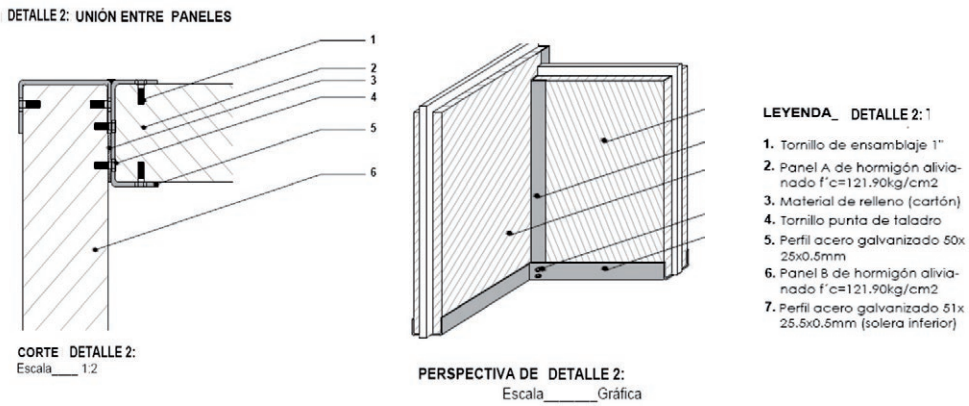


Gráfico 26.

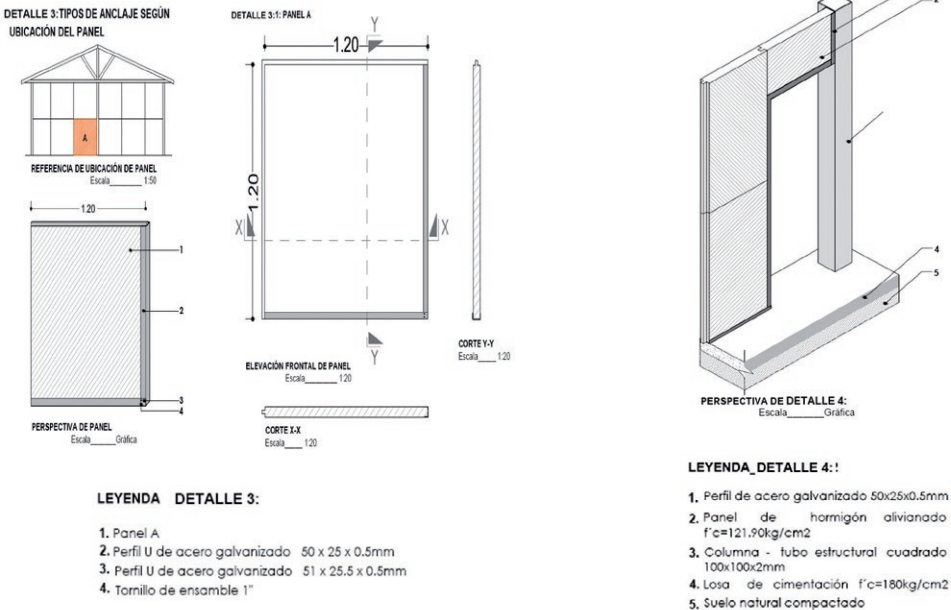


Gráfico 27.

Gráfico 28.

## 8. Implementación del panel dentro del Diseño de una vivienda de interés social

Con el fin de suplir el déficit habitacional, se ha propuesto la investigación de un material que pueda abaratar sus costos, para que de esta forma pueda ser accesible a más personas, siendo una gran ayuda tanto al ecosistema, puesto que se reutiliza material que ha sido reciclado, así como al sector de la población que carecen de una vivienda propia.

Una vez realizados los paneles se analizó el precio que tendrían en el mercado, el cálculo se realizó incluyendo precios directos y precios indirectos, y comparando el panel investigado con otros que se encuentran en el mercado de la construcción, se ha evidenciado una reducción de precios, empresas como hormypol venden paneles macizos de 1.20m x 0.90m a \$ 25.80 dólares, y el panel de 1.20m x 0.90m con placa de poliestireno más malla hexagonal a \$ 30.50 dólares, sin embargo el panel macizo aquí investigado de 1.20m x 0.90m tendría un valor comercial de \$14.06, y el panel con placa de poliestireno de 1.20m x 0.90m a \$ 16.02, evidenciando la reducción de costos y por lo cual se ha obtenido el objetivo principal de bajar costos de mercado, también se puede lograr diferentes acabados, debido a la versatilidad del material.

Con el fin de evitar obtener diversidad de paneles, se ha programado a que las culetas sean de osb hidrosistente, de esta forma se tendrá 7 diferentes paneles; P1 1.20x1.2m, P2 0.9x1.20m, P3 0.60x1.20m, P4 1.20x0.3m, P5 0.9x0.3m, P6 0.60x0.30m, P7 (1.2x1.2m)-(0.6x0.90m), llegando a un total de 73 paneles.

A continuación se mostrará la distribución de los paneles tanto en planta, como en elevación de la vivienda social propuesta en esta investigación. (Ver Gráfico 17).

A continuación se presentarán una serie de detalles del panel y su ensamblaje

## 9. Viabilidad

En la actualidad debido a la incidencia, muchas veces negativa, del hombre sobre el planeta, se ha tratado de buscar nuevas alternativas de carácter reciclable, y por lo cual en la actual

investigación se ha propuesto introducir un elemento a base de materiales reciclados.

Para desarrollar un nuevo sistema constructivo que sea amigable con el medio ambiente, se deberá tener en cuenta que su fabricación cuente con la incursión del sistema 3R (reducir, reutilizar y reciclar), y por lo cual se ha analizado varias opciones de materiales, llegando a seleccionar el uso del papel periódico y cartón reciclado, debido a que las cantidades de reciclaje de estos materiales en Ecuador son superiores a la de otros. Por ejemplo en la ciudad de Cuenca de acuerdo a datos brindados por la Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca, las cantidades que se reciclaron en la ciudad en el año 2013 son los siguientes:

- CARTÓN: 580 toneladas/mes, PAPEL: 150 toneladas/mes, CHATARRA: 780 toneladas/mes, PLÁSTICO: 80-100 toneladas/mes, VIDRIO: 30 toneladas/mes.

De esta forma se puede constatar que existe factibilidad y facilidad para conseguirlos en el medio, a estos elementos seleccionados se los usa como parte de la materia prima, los cuales mezclados con cemento, agregado fino y aditivo, se proyectará la elaboración de un hormigón alivianado, obtenida la mezcla uniforme, se la utilizará para realizar un panel prefabricado, que estará destinado a vivienda de interés social.

## 10. Conclusiones

- El déficit habitacional en el país podrá ser aplacado, siempre y cuando se mantengan las políticas de estado, planes y programas habitacionales, los cuales, tengan como objetivo el bienestar colectivo, y la protección de las clases menos favorecidas.
- El proceso de prefabricación de productos, es un medio por el cual se puede agilizar los procesos de construcción en un país, pudiendo de esta forma reducir el déficit habitacional.
- Para realizar un nuevo producto se tomará en cuenta, que se deberá acatar todas las normativas establecidas en cada país, para poder ser tomado como un producto que califique dentro de las exigencias del mercado local como internacional.
- Como conclusión de la elaboración del panel de hormigón alivianado con material reciclado (cartón y papel periódico), se ha

llegado a determinar que, podrá brindar excelentes características físicas, tanto en lo térmico como en lo acústico, además que al seguir las normas INEN establecidas en Ecuador, se logró un producto final adecuado para ser comercializado y usado en la construcción de viviendas.

## 11. Consideraciones finales.

- Tras haber concluido este proyecto de investigación y como conclusión final, debemos mencionar, que creemos necesario, se debe impulsar la realización de investigaciones dentro de las universidades, para desarrollar nuevas técnicas constructivas las cuales sean amigables con el medio ambiente, además de proporcionar metodologías para la reutilización de materiales reciclados, los cuales contribuyan al desarrollo de una sociedad y a su economía.
- Además creemos indispensable que por parte de los profesionales arquitectos o ingenieros civiles, que se encuentren en ejercicio de su profesión, debería haber mayor apertura, para la incursión de estos nuevos materiales, que poseen sostenibilidad en su realización, para que puedan ser usados dentro de las diferentes construcciones.
- Finalmente pensamos que se debería seguir con los diferentes, planes y programas de reciclaje, con la finalidad de hacer concientizar a las personas, en los beneficios y desventajas que traen, nuestras acciones para el ecosistema.

## 12. Referencias Bibliográficas

### LIBROS

- SÁNCHEZ, Diego. TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO. Santafé de Bogota: Bhandar editores Ltda, 2001. Quinta edición.
- AGILA PINZÓN, Galo. Vivienda prefabricada con paneles alivianados con desechos textiles. Cuenca-Ecuador. 2002.
- PICAZO, Alvaro. MEDIOS DE UNIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS. Mayo 2007. pag.3.

### PÁGINAS WEB

- [http://www.mmrree.gob.ec/ecuador\\_actual/bol004.asp](http://www.mmrree.gob.ec/ecuador_actual/bol004.asp)
- <http://www.miduvi.gob.ec/>
- <http://www.hormi2.com/tipos-de-panel/>
- <http://www.hormi2.com/tipos-de-panel/>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Hormigón>
- <https://www.inecyc.ec>
- <http://www.emac.gob.ec/>
- <http://www.inen.gob.ec/images/pdf/catalogos/alfabetico2013.pdf>