

Ferrero Iburgüen, María José

Materiales de descarte industrial y su aplicación en el diseño de vivienda social: caso de estudio Electropart Córdoba S.A.

**Tesis para la obtención del título de posgrado de
Magister en Diseño de Procesos Innovativos**

Director: Preidikman, Sergio

Documento disponible para su consulta y descarga en Biblioteca Digital - Producción Académica, repositorio institucional de la Universidad Católica de Córdoba, gestionado por el Sistema de Bibliotecas de la UCC.



MATERIALES DE DESCARTE INDUSTRIAL y su aplicación en el DISEÑO DE VIVIENDA SOCIAL.

caso de estudio Electropart Córdoba S.A.

maestrando: Arq. FERRERO IBARGÜEN, María José.

director: Dr. Ing. PREIDIKMAN, Sergio.

codirector: Ph.D Arch. TAPIA, Andrea.

Universidad Católica de Córdoba Facultad de Arquitectura
Maestría en Diseño de Procesos Innovativos
Córdoba - Argentina.
Año 2015

maestrando: Arq. FERRERO IBARGÜEN, María José.



Sergio Preidikman

director: Dr. Ing. PREIDIKMAN, Sergio.

codirector: Ph.D Arch. TAPIA, Andrea.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por el amor, el apoyo incondicional, la paciencia infinita y por incentivar me siempre a la superación, este logro va dedicado especialmente a ellos.

A mi familia cordobesa por abrirme las puertas de su casa y de su corazón, siempre recibéndome con una sonrisa y todo el amor del mundo.

A mis tutores por guiarme, por el tiempo invertido y por compartir sus conocimientos.

A la MDPI, profesores y compañeros, por hacer de cada encuentro una fiesta del saber.

A la UNRN, en especial al Sr. Pablo Bohoslavsky y la Sra. Marta Borda por confiar en mí.

Al Sr. Arturo della Barca por permitirme trabajar con su empresa.

ÍNDICE

RESUMEN	9
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO 1. ESQUEMA METODOLÓGICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	13
DEFINICIÓN DE TEMAS.....	13
HIPÓTESIS	16
OBJETIVOS GENERALES.....	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
IMPORTANCIA DEL PROYECTO.....	17
LUGAR DE TRABAJO Y DISPONIBILIDAD DE INFRAESTRUCTURA	17
PLAN DE TRABAJO	18
CRONOGRAMA.....	18
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	19
DELIMITACIÓN DEL TEMA	19
RESIDUOS.....	19
DESARROLLO SUSTENTABLE.....	30
ESCASES HABITACIONAL.....	33
CAPÍTULO 3. CASO DE ESTUDIO: ELECTROPART CÓRDOBA S.A.	39
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU ACTIVIDAD.....	39
DESCARTES PRODUCIDOS.....	40
CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA MATERIA.....	41
CONCLUSIONES.....	46
CAPÍTULO 4. MARCO REFERENCIAL	47
DEFINICIONES.....	47

SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS PARA EL DÉFICIT DE VIVIENDA.....	49
CONSTRUCCIONES REALIZADAS CON PALLETS	49
SISTEMAS CONSTRUCTIVOS INDUSTRIALIZADOS MODULARES	51
CONCLUSIONES.....	54
CAPÍTULO 5. DISEÑO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO	57
PRODUCTO DE DESARROLLO	57
COMPARACIONES.....	75
CERTIFICACIÓN.....	76
CONCLUSIONES.....	76
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES FINALES	77
ANEXO I. DATOS ESTADÍSTICOS	79
ANEXO II. ANÁLISIS CONSTRUCCIONES REALIZADAS CON PALLETS .	83
PALLET HOUSE	83
PALLET HOUSE	85
PROYECTO CASAS ECOLÓGICAS.....	87
VIVIENDA GERTOPAN	89
ANEXO III. ANÁLISIS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS MODULARES.	91
CASSAFORMA	91
SIPANEL.....	94
ANEXO IV. ANÁLISIS DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA VERIFICACIONES	97
PLATAFORMA	97
SIPANEL.....	112
ANEXO V. ANÁLISIS DE MATERIALES.....	117
AISLANTES	117
TABLEROS	122
GLOSARIO	125
BIBLIOGRAFÍA	127
WEBGRAFÍA	131

El presente Trabajo Final (T.F.) constituye una investigación orientada al diseño, que aplica los contenidos teórico-metodológicos cursados durante la Maestría en Diseño de Procesos Innovativos de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Católica de Córdoba. Su objetivo es la remanufactura de ciertos desechos industriales con el propósito de obtener un producto sustentable de desarrollo innovador destinado a la producción social del hábitat.

Se toma como caso de estudio la empresa Electropart Córdoba S.A. y se plantea reutilizar y revalorizar la totalidad de residuos generados por medio de su incorporación en un nuevo proceso productivo para el desarrollo de un sistema constructivo innovador para la realización de espacios habitables domésticos.

A partir de este trabajo también se pretende establecer una base de conocimiento aplicable a otros desperdicios de similares características, generados tanto en el ámbito local, como nacional, en pos de un beneficio para las industrias, el ambiente y la sociedad en su conjunto.

El campo de estudio del presente T.F. está centrado en cuestiones referentes a la generación de residuos y su impacto negativo, la sustentabilidad, la escases de vivienda, la construcción modular y con pallets; se define por la reutilización de materias residuales de la industria en la construcción modular aplicada a los espacios habitables.

Palabras Claves: **REUTILIZACIÓN – INNOVACIÓN – RESIDUOS INDUSTRIALES – SISTEMA CONSTRUCTIVO - VIVIENDA SOCIAL.**

Los enormes volúmenes de residuos generados por el aumento del consumo de bienes procedente del estilo de vida de las sociedades desarrollada, se constituyen, desde hace algunos años, en uno de los problemas más apremiantes que afectan a nuestro planeta. Se trabaja en el estudio del caso de la empresa Electropart Córdoba S.A. ya que genera grandes cantidades de desechos provenientes del packaging de la materia prima con la que trabajan. “Los packs (...) son los que más rápido se descartan, perdiendo el valor una vez consumido su contenido. El tiempo de vida útil es muy efímero mientras que el tiempo de su posterior degradación es largo y contaminante (...)” (Lasala, 2011, pp. 28-29)

El reto de esta tesis es plantear el empleo los desperdicios industriales como materia primas en nuevos procesos. Dándoles un valor agregado por medio de su aprovechamiento, utilizándolos como insumos en el desarrollo de nuevos sistemas y nuevas soluciones constructivas. De este modo se evitaría el desperdicio de materia y energía remediando el problema de la acumulación.

A partir de mi participación en la asociación civil Un Techo Para Mi Hermano, advertí la carencia habitacional y las paupérrimas condiciones en que vive un gran sector de los habitantes de nuestro país; situación que también afecta a la creciente población¹ de países en vías de desarrollo o sub desarrollados. En esta ONG se trabaja con los sectores más vulnerables de la sociedad brindándoles la posibilidad de acceder a viviendas dignas. Proporciona los profesionales y materiales necesarios y forma pequeñas cooperativas de vecinos para edificar las casas por autoconstrucción; este sistema permite la apropiación de la morada de una forma positiva y los individuos desarrollan nuevas habilidades y lazos estrechos con su comunidad.

Se pretende entonces abordar el tema del diseño y construcción sustentables no como unidades independientes, aisladas de su entorno físico, social y económico, sino como un “...proyecto sustentable, considerado no solo como un procedimiento técnico-profesional sino como un dispositivo cultural de acondicionamiento técnico ambientalmente apropiado del territorio para promover la habitabilidad...” (Marchisio, 2008).

Se sitúa el trabajo hacia la construcción de espacios habitables a partir de la remanufactura

¹ Fenómeno causado por las altas tasas de natalidad y el aumento de la esperanza de vida a nivel mundial.

de desechos para concebir un producto innovativo con atributos² tendientes a la sustentabilidad general del diseño y de la práctica profesional.

El presente documento se estructura de la siguiente manera:

En el primer capítulo se desarrolla el Esquema Metodológico del Proyecto de Investigación elaborado durante el seminario de Procesos Investigativos de esta maestría, dónde se establecieron los lineamientos generales del trabajo, que se constituyó en el punto de partida para poder investigar y desarrollar.

El segundo capítulo expone el Marco Teórico Conceptual en el que se realiza la delimitación de los temas a tratar, ejes en torno de los que se organiza este trabajo y el vínculo que entre ellos existe. Se incluyen datos sobre la producción de desperdicios, las consecuencias medioambientales que ello genera, así como del impacto que provocan las construcciones a nivel mundial, también se aborda la evolución poblacional y la problemática generada respecto de la demanda de vivienda necesaria para albergar al creciente número de habitantes.

En el tercer capítulo se aborda el estudio de la empresa Electropart Córdoba S.A. y de los residuos por ella producidos que serán destinados a la construcción de un sistema modular para la producción de vivienda.

En el cuarto capítulo se analizan algunas de las respuestas que desde la arquitectura se le da al tema de la escases habitacional, se estudian construcciones realizadas con pallets así como también otras construcciones realizadas por medio de sistemas constructivos modulares y de madera a fin de poder luego establecer comparaciones que verifiquen el diseño realizado.

En el quinto capítulo se presenta el sistema constructivo desarrollado como resultado de este trabajo de investigación orientado al diseño.

El sexto capítulo expone las conclusiones finales a las que se arribó.

Por último se reúnen en los anexos datos, tablas, gráficos y fichas de análisis arquitectónicos, que complementan la información proporcionada en los capítulos anteriores.

Cerrando el documento se enumera la bibliografía y sitios web consultados.

² Marchisio (2008) caracteriza tres principios fundamentales de calidad: tecnológica/constructiva (adaptabilidad y mantenimiento), cultural/prestacional (función práctica, simbólica, estética e indicativa, ligada a la eficiencia, compatibilidad funcional, multiuso y reuso) y ambiental/material (durable, reciclable, biodegradable).

CAPÍTULO 1.

ESQUEMA METODOLÓGICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

DEFINICIÓN DE TEMAS

Para desarrollar este proyecto de investigación orientado al diseño, se parte del estudio y caracterización de tres temas fundamentales, que motivaron y definieron los lineamientos del trabajo, a fin de poder entender la complejidad de los mismos y las inter-relaciones que entre ellos pueden establecerse.

RESIDUOS

Desde que el hombre habita la Tierra su actividad ha generado desperdicios. Durante los primeros milenios éstos eran naturales y de poco volumen, por lo que el ambiente los asimilaba sin mucha dificultad. A partir de la revolución industrial y la explosión demográfica que la acompañó, los residuos cambiaron su composición y aumentaron drásticamente su volumen, por lo que los ciclos naturales ya no pudieron absorberlos como hasta ese momento y su acumulación ocasionó epidemias en los grandes asentamientos urbanos.

La repercusión directa del modelo de producción y consumo del mundo capitalista, basado en el crecimiento económico ilimitado y dirigido por un desarrollo industrial agresivo, no es compatible con un mundo limitado en recursos. Tal como lo plantean Wackernagel & Rees (2001) el sistema productivo dominante emplea el capital natural como materia prima para la fabricación de bienes y para la obtención de energía, sin realizar



Fig. 1. Ciclo de generación y tratamientos de residuos industriales. Fuente elaboración propia.

la reutilización de la materia, por lo que ésta termina convirtiéndose en residuos que superan ampliamente el volumen que la biósfera es capaz de regenerar. Este ciclo de extracción, fabricación y desperdicio está disminuyendo el capital natural disponible.

Esta problemática se agudizó a nivel mundial con la globalización³, surgida luego de la caída del comunismo y fin de la guerra fría, cuando la economía incrementó su ritmo de expansión incentivada por las actividades industriales que la sustentan, acompañado este fenómeno por el cambio de hábito producido a nivel social: la cultura del usar y tirar. Es a partir de este momento que la producción de residuos de todo tipo cobra una gran dimensión y surgen problemas en todos los niveles. En este contexto es necesario redefinir los estilos de vida y niveles de consumo de la sociedad, así como también la calidad y cantidad de residuos que se producen, para adaptarlos a los límites que el ecosistema es capaz de soportar.

De todas las industrias, la de la construcción es una de las que más afecta al medio ambiente, ya que consume el 50% de los recursos extraídos, el 40% de la energía urbana, produciendo el 50% de los desechos totales generados (Edwards, 2001); dada esta situación en la actualidad se está en la búsqueda de nuevos materiales de construcción con menor impacto ambiental y que contemplen el reciclaje de los residuos.

Según el Artículo 2 de la Ley 25.612, sancionada por el Congreso de la Nación Argentina en julio del 2002, "...se entiende por residuo industrial a cualquier elemento, sustancia u objeto en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, obtenido como resultado de un proceso industrial⁴, por la realización de una actividad de servicio⁵, o por estar relacionado directa o indirectamente con la actividad, incluyendo eventuales emergencias o accidentes, del cual su poseedor productor o generador no pueda utilizarlo, se desprenda o tenga la obligación legal de hacerlo..."

A los residuos industriales generados la OCDE (2013) los clasifica en: residuos productivos o improductivos, según sea su grado de utilización productiva en el mismo proceso o en otro; residuos inocuos o nocivos según su eliminación pueda causar daño al medio ambiente o no. Galle et al (2002) sostienen que en todos los casos los residuos implican un activo (que tiene un beneficio económico a futuro) o un pasivo (obligación económica futura) para la industria, ya que podrá generar ingresos con su venta o se deberá incurrir en un gasto para retirarlos de la misma y darle un adecuado tratamiento antes de ser eliminados definitivamente.

Atendiendo al riesgo en el que se encuentra la continuidad del hombre sobre el planeta en un futuro no tan lejano, es que en los últimos años surge el concepto de sustentabilidad. Las disciplinas implicadas con el concepto de sustentabilidad abordan la problemática de encontrar soluciones que no comprometan el desarrollo y la permanencia de futuras generaciones, a la par que sean aceptadas por la sociedad y realizables desde lo económico y desde lo tecnológico. Según lo expresado por (Chambouleyron & Pattini, 2007) "...parte de los residuos producidos, podría evitarse reciclándolos directamente al interior de la industria. Algunos estudios señalan que la reducción directa de desperdicios en la fuente ahorra 70% de costos de gestión. Sin embargo, existe una porción de residuos remanente

³ Tendencia de los mercados y de las empresas a extenderse, alcanzando una dimensión mundial que sobrepasa las fronteras nacionales (RAE Real Academia Española, 2001).

⁴ Se entiende por proceso industrial, toda actividad, procedimiento, desarrollo u operación de conservación, reparación o transformación en su forma, esencia, calidad o cantidad de una materia prima o material para la obtención de un producto final mediante la utilización de métodos industriales.

⁵ Se entiende por actividad de servicio, toda actividad que complementa a la industrial o que por las características de los residuos que genera sea asimilable a la anterior, en base a los niveles de riesgo que determina la presente.

que puede convertirse en materiales secundarios mediante reciclaje, otra porción puede utilizarse como fuente de energía y, finalmente, el remanente ir a relleno sanitario...”. Connett & Sheehan, (2001) sostienen que el desafío, tanto a nivel comunidad como en la industria, es generar un circuito en el que los materiales de descarte o los que ven agotada su vida útil tengan un uso futuro.

SITUACIÓN HABITACIONAL

Otro problema que se origina a partir de la revolución industrial y continúa hasta nuestros días, es el aumento poblacional y la masiva migración desde las zonas rurales hacia los centros urbanos, que provoca la falta de viviendas y la proliferación de precarias moradas. Problema que se agudiza con la insustentabilidad social producto del incremento de la situación de exclusión de ciertos grupos sociales y países, generada por el fenómeno de la globalización (Guimarães, 2002).

Si bien la globalización no es la causante de todos los problemas actuales, Guimarães sostiene que es la responsable de que “...muchos se hayan visto profundizados y generalizados “gracias” al proceso de “mundialización” económica, social y cultural que funciona como una especie de cinta transportadora, y megáfono a la vez, de muchas falencias que son propias del desarrollo local...” (Guimarães, 2003).

En Argentina, especialmente a partir de 1860 con la llegada masiva de inmigrantes, el tema de la vivienda digna y el acceso a ella se transforma en un problema que aun hoy no está resuelto, no solo a nivel cuantitativo, sino cualitativo. Según Capello & Galassi (2011) “existen en la actualidad importantes privaciones con respecto a las condiciones habitacionales que aluden a la existencia de un déficit habitacional. Su cuantificación involucra tanto la necesidad de construcción de nuevas viviendas para la población que no dispone de este activo, como la reposición de aquéllas que están en condiciones irrecuperables, y la mejora de las que tienen deficiencias en su calidad o servicios pero que pueden ser restauradas. Además de las viviendas inadecuadas, el déficit habitacional comprende aquéllas que son necesarias debido a la insuficiencia del número de viviendas. La definición de hacinamiento es útil para aproximar cuantitativamente esta situación. Se podría suponer que los hogares que viven hacinados (más de 3 personas por cuarto) requerirían la construcción de viviendas nuevas o ampliaciones de las existentes. En el año 2010 existían 514.000 hogares hacinados (4,1% del total). El hacinamiento tiene un impacto muy desigual dependiendo del lugar del país donde habite el hogar.”



Fig. 2. Barrio Antártida Argentina, Cipolletti, Río Negro. Familia Giménez, en esta “casa” habitan una mujer y siete niños. Fuente: elaboración propia

CASO DE ESTUDIO

En la ciudad de Córdoba inserta dentro de esta realidad social y ambiental se encuentra la empresa Electropart Córdoba S.A. (<http://www.electropart.com.ar/la-empresa.php>) cuya intención es la de minimizar el impacto ambiental de su actividad, y al mismo tiempo tratar de brindar apoyo a un sector social que no tiene posibilidades de acceder a viviendas dignas.



Fig. 3. Acumulación de residuos en el predio de Electropart Córdoba S.A. Fuente: elaboración propia

El primer problema a resolver por esta empresa, era qué hacer con la gran cantidad de desperdicios provenientes de los embalajes donde reciben la materia prima con la cual fabrican núcleos para transformadores eléctricos, su principal actividad productiva.

Esta materia prima, acero/silicio, se recibe en bobinas pesan alrededor de 5ton cada una, recubiertas con planchas de polipropileno (PP) corrugado y chapas de acero inoxidable, sobre pallets de madera maciza de eucaliptus. Los pallets

tienen una superficie de 1m² y un peso aproximado de 50kg y no son factibles de ser desarmados por la forma en la que fueron contruidos.

Todo este material residual, con gran potencial de utilidad, se está acumulando en el predio de la empresa en detrimento de la imagen, ocupando un preciado espacio debido a su gran volumen, constituyendo un hábitat y refugio de animales que pueden perjudicar la salud y además pudiendo ocasionar incendios. Frente a la gran cantidad desperdicios inocuos, pero productivos, y al compromiso ambiental y social de la empresa, surgió la idea de reutilizar estos desperdicios provenientes de embalajes, incorporándolos a un nuevo ciclo productivo.

En el presente trabajo se enfoca en la posibilidad de que todas estas materias sean aprovechadas como materiales de construcción, y en combinación con otros se podrían destinar al diseño de vivienda social, dándole una solución al problema de descarte y acumulación de los mismos cerrando el ciclo de producción/consumo.



Fig. 4. Acumulación de pallets en el predio de Electropart Córdoba S.A. Fuente: elaboración propia.

HIPÓTESIS

- ▶ Ciertos materiales productivos e inocuos provenientes del descarte de las industrias siderúrgicas pueden ser reutilizados en la construcción de espacios habitables; confiriéndoles un valor agregado, al mismo tiempo que ofrece una solución al problema de la acumulación de los mismos.

OBJETIVOS GENERALES

- ▶ Establecer si los materiales de descarte industrial, específicamente pallets de madera maciza de pino, chapas inoxidables y las planchas de PP corrugado tienen valor de aplicabilidad a nuevos usos y construcciones.
- ▶ Desarrollo proyectual de un sistema constructivo innovador que integre la totalidad de los descartes provenientes de los embalajes de las bobinas de acero industrial, para la construcción de espacios habitables.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ▶ Encontrar nuevos usos para el material descartado proveniente del embalaje de las bobinas del acero para núcleos de transformadores eléctricos y evaluar el aporte

que ello implica en términos de reducción de los residuos industriales.

- ▶ Determinar las ventajas que ofrece el reciclado del packaging para la empresa, por medio de la dotación de valor e incorporándolos nuevamente en el ciclo productivo, así como los beneficios aportados en términos de construcciones que se puede realizar.
- ▶ Diseñar⁶ un producto de desarrollo innovador que integre las materias descartadas por la industria Electropart Córdoba S.A., en combinación con otros materiales de bajo impacto ambiental, destinado a la producción de espacio habitable doméstico.
- ▶ Emplear técnicas sencillas de ejecución, a fin de posibilitar la participación de los beneficiarios en todas las etapas del proyecto y así favorecer su apropiación.

IMPORTANCIA DEL PROYECTO

El presente trabajo constituye un aporte innovador en tanto pretende emplear conjuntamente todos los desechos generados por una empresa del medio local, en el desarrollo de un sistema constructivo⁷.

El beneficio radica en la recuperación y revalorización de recursos actualmente improductivos, por medio de su incorporación en una nueva cadena productiva, a fin de generar un nuevo sistema constructivo que responda a parámetros sustentables, promoviendo el paso de un circuito de producción y consumo lineal abierto a uno cerrado.

Este proceso aspira a abordar la esfera social por medio de la generación de espacios habitables de autoconstrucción, de esta manera favorecer la apropiación y la producción social de hábitat⁸.

Se pretende establecer una base de conocimiento aplicable y replicable con otros desperdicios de similares características, generados tanto en el ámbito local, nacional e internacional⁹ en pos de un beneficio para las industrias, el ambiente y la sociedades en su conjunto.

LUGAR DE TRABAJO Y DISPONIBILIDAD DE INFRAESTRUCTURA

El desarrollo de la presente tesis va a alternar entre las ciudades de General Roca (provincia de Río Negro), lugar de residencia de la maestrando donde se cuenta con lugar físico de trabajo y acceso a internet para recabar y procesar la información necesaria y Córdoba Capital, localización de la empresa Electropart Córdoba S.A. donde su director general el Arq. Arturo Della Barca pone a disposición todos los datos necesarios, así como el material estudiado en cuestión; también en esta ciudad se encuentra el C.E.V.E. (Centro Experimental de la Vivienda Económica) un importante referente en cuanto al estudio y desarrollo en el campo habitacional.

⁶ Naselli, Cesar (1994) (Naselli, 1994) “Diseñar implica idear tanto una ruta crítica para construir el objeto proyectual, como los instrumentos para hacerlo; y determinar las relaciones que el saber disciplinar y paradisciplinar estimularán y proveerán material al proceso”. (p. 12)

⁷ Se evaluó, junto con los directores, que realizar un prototipo y someterlo a ensayos exigía un desarrollo específico y una demanda de tiempo - dinero que excedía el marco de la presente investigación y escapaba a los objetivos propuestos de realizar un diseño a nivel proyectual.

⁸ Ortiz Flores (2007) señala:

Por producción social del hábitat entendemos todos aquellos procesos generadores de espacios habitables, componentes urbanos y viviendas, que se realizan bajo el control de autoprodutores y otros agentes sociales que operan sin fines lucrativos.. (p. 31)

⁹ Ver Anexo I (pg.81) datos sobre el consumo de acero laminado.

PLAN DE TRABAJO

ETAPA 1: CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

- ▶ Elaboración del marco teórico de la investigación a partir de la recopilación bibliográfica sobre la cuestión de la sustentabilidad y reutilización de residuos sólidos industriales, a nivel nacional e internacional.
- ▶ Recopilación bibliográfica de antecedentes de sistemas constructivos realizados a partir de la utilización de desperdicios industriales (pallets) y de otros sistemas constructivos modulares.

ETAPA 2: ESTUDIO DE UNA INDUSTRIA EN PARTICULAR

- ▶ Relevamiento y análisis cuali-cuantitativo de los desperdicios generados por la empresa Electropart Córdoba S.A.

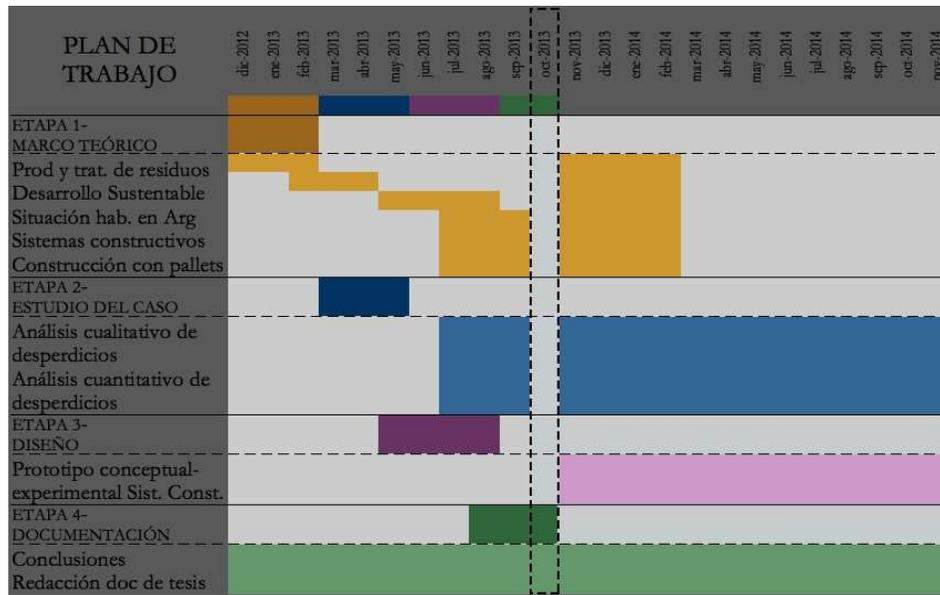
ETAPA 3: DISEÑO CONCEPTUAL DE PROTOTIPO

- ▶ Desarrollo de un prototipo proyectual del sistema constructivo

ETAPA 4: DOCUMENTACIÓN

- ▶ Conclusiones
- ▶ Redacción del documento de Tesis

CRONOGRAMA



REFERENCIAS

- | | |
|--|--|
| ETAPA 1 proyectada | ETAPA 3 proyectada |
| ETAPA 1 realizada | ETAPA 3 realizada |
| ETAPA 2 proyectada | ETAPA 4 proyectada |
| ETAPA 2 realizada | ETAPA 4 realizada |

CAPÍTULO 2.

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

DELIMITACIÓN DEL TEMA

Para el desarrollo del presente trabajo se abordó el estudio de los desechos industriales a nivel local, nacional e internacional¹⁰. Los datos relevados son tomados a modo de referencia para poder elaborar un mapa de la situación actual que reviste este grave problema y evidenciar la carga que estos representan no solo para las empresas, sino para el medio ambiente y la sociedad en general.

Las industrias generan una considerable cantidad de desperdicios de gran diversidad y distintos niveles de peligrosidad, debido a lo cual es imposible dentro del presente trabajo cualificarlos y analizarlos todos a fin de darles una solución de revalorización para que no sean simplemente acumulados en tiraderos, destinados a relleno sanitario o a incineración. Es por ello, que el desarrollo de esta tesis se enfocó en revalorizar los tres tipos específicos de materiales de desecho generados por Electropart Córdoba S.A., ya que puede esta experiencia ser fácilmente replicada en otras localidades debido a la asiduidad con la que se encuentran estos desechos u otros con propiedades similares.

RESIDUOS

Residuo (Del lat. residuum) el diccionario de la lengua española de la Real Academia Española (2001) lo define como: “material que queda inservible después de haber realizado un trabajo u operación”; en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental aporta además a la definición el origen y calidad “...*generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó...*” (Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos, 1988) y por último en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos se complementan las definiciones anteriores agregando la posibilidad de valorización que en él existe, “... *material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición*”

¹⁰ Cabe aclarar que la información cualitativa y cuantitativa que contiene el presente capítulo corresponde a estimaciones y proyecciones existentes en los documentos disponibles consultados, no se originan de investigaciones de campo y, por lo tanto, pueden presentar inconsistencias.

final...” (Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos, 2003).

De esta última definición se puede inferir que la cualidad de residuo, no es intrínseca, sino que está dada por el contexto socio-económico e histórico en que se lo evalúe; dependiendo además del nivel de consumo de la población. Esto se puede observar en la tabla 1, luego de la crisis del 2001 en Argentina se registró una gran disminución de los residuos generados (casi el 25% menos de residuos que en el año anterior) producto de la disminución del poder adquisitivo, así como también de la necesidad de aprovechar al máximo cada producto, y del surgimiento de los cartoneros que se ocupaban de recuperar de la basura todo el material que podía ser reciclado.

Argentina Año	Generación de RSU Kg/habitante/día
2001	0,88
2002	0,67
2003	0,80
2004	0,92

Tabla 1: Generación de RSU kg/hab/día en Argentina.
Fuente: (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2008)

CONCEPTUALIZACIÓN

A diferencia de los ciclos naturales donde no se generan desperdicios, ya que toda la materia y energía es reutilizada para retroalimentar el ciclo, en el modelo lineal de producción y consumo empleado por el hombre, los residuos entonces surgen como una ineficiencia del proceso que genera gran cantidad de materia inútil al final del mismo y se pierde gran cantidad de energía en su desarrollo, al respecto (Pérez Gómez, 2010) señala: “...podemos afirmar que por cada tonelada de residuos que se genera en el momento del consumo de cualquier producto, se han producido 20 toneladas de residuos en el proceso de extracción de las materias primas necesarias para su producción y 5 toneladas de residuos durante el proceso de fabricación...”. Los enormes volúmenes de residuos generados mundialmente cada año, provocan grandes inconvenientes en el medio ambiente y la sociedad misma, por un lado el desperdicio de gran cantidad de materia prima y energía en un mundo donde los recursos son limitados y en muchos casos están en riesgo de acabarse, a lo que se suma la gestión y eliminación de los desperdicios puede causar serios impactos ambientales. Por ejemplo los rellenos sanitarios ocupan un preciado espacio en la tierra y si no están bien realizados pueden causar la contaminación del aire, agua y suelo, mientras que de la incineración pueden emitir peligrosos gases si no se regula apropiadamente; en aquellos

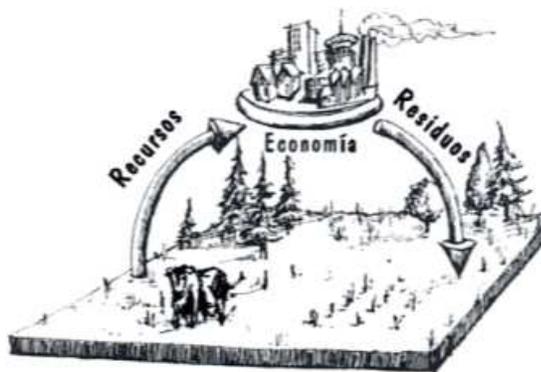


Figura 1: Representación del modelo lineal de consumo de recursos, producción y generación de residuos.
Fuente: (Wackernagel & Rees, 2001)

lugares donde la basura es abandonada en las afueras de las ciudades o dentro de las mismas ciudades causa deterioro paisajístico, ecológico además de impactar negativamente en la salud de la población (WWF World Wide Fund for Nature, 2012).

No todos los materiales descartados luego de un proceso o actividad se constituyen en residuos, según Chamy Maggi & Jeison (2003) luego de analizar estas sustancias se observa que algunas pueden tener usos en otros procesos o actividades, por lo que se convierten en subproductos, hay que tener en cuenta que una vez que estos subproductos sean reutilizados y requeridos, adquirirán un valor de mercado y serán capaces de producir ingresos a su generador. Estos nuevos usos tienen que ofrecer ventajas económicas o ambientales para que sean interesantes de desarrollar.

CLASIFICACIÓN SEGÚN SU ORIGEN DE PRODUCCIÓN

Dentro de los residuos producidos por el hombre y sus diferentes actividades podemos realizar una primera clasificación referida al estado en que se encuentran, sólidos, líquidos o gaseosos. Dada la naturaleza de este trabajo se enfoca el estudio de los residuos sólidos, los que Acurio, Rossin, Teixeira, & Zepeda (1998), coinciden que, a su vez, pueden dividirse en varias categorías de acuerdo a diferentes criterios: según el origen de los mismos podemos encontrar domiciliarios, industriales, comerciales, institucionales, públicos, etc.; de acuerdo a su composición encontramos materia orgánica, vidrio, metal, papel, textiles, plásticos, inertes y otros; o en relación a su peligrosidad pueden ser tóxicos, reactivos, corrosivos, radioactivos, inflamables, infecciosos.

Residuos industriales

Los residuos industriales son considerados en nuestro país y el mundo, aquellos elementos que resultan directa o indirectamente de un proceso industrial¹¹, de la prestación de un servicio¹², o por estar directa o indirectamente relacionado con ellos y que por sus características no pueden ser usados por su generador, debiendo deshacerse de ellos Godoy (2009). De acuerdo se establece en la Constitución Nacional en el Art. 41° todos los ciudadanos gozan del derecho a un ambiente sano y equilibrado, por lo que el daño ocasionado al mismo generará la obligación de recomponerlo, la ley 25.612 en su Art. 16° se especifica: "...Todo generador de residuos industriales, en calidad de dueño de los mismos, es responsable de todo daño producido por éstos, en los términos del Título II de la presente ley..." (Congreso de la Nación Argentina, 1994, 2002).

Según sean los niveles potenciales de riesgo medioambiental que los residuos industriales puedan provocar, se pueden clasificar en: peligrosos, no peligrosos, inertes y asimilables a residuos urbanos. Para poder realizar la clasificación se tiene en cuenta las características, calidad y cantidad, cuál es su origen, qué proceso los genera, la posible degradación ambiental que pueden ocasionar, así como la afectación sobre la calidad de vida de la población; también se deberán respetar los convenios internacionales suscriptos al respecto y las regulaciones que de ellos surjan.

¹¹ Se entiende por proceso industrial, toda actividad, procedimiento, desarrollo u operación de conservación, reparación o transformación en su forma, esencia, calidad o cantidad de una materia prima o material para la obtención de un producto final mediante la utilización de métodos industriales.

¹² Se entiende por actividad de servicio, toda actividad que complementa a la industrial o que por las características de los residuos que genera sea asimilable a la anterior, en base a los niveles de riesgo que determina la presente.

Residuos industriales peligrosos

Son aquellos que contienen sustancias nocivas que representan un riesgo para la salud humana o el medio ambiente. La Ley N° 24051¹³ de Residuos Peligrosos sancionada por el Congreso de la Nación Argentina (1991), en su Art. 2° los define como “...todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general...” en el Anexo I de la misma ley se listan específicamente aquellos residuos peligrosos y para los que no están explícitos en el Anexo II se enumeran las características que los convierten en tales. Quedan excluidos de los alcances de dicha ley los residuos domiciliarios, los radiactivos y los derivados de las operaciones normales de los buques, los que se regirán por leyes especiales y convenios internacionales vigentes en la materia.

Residuos industriales no peligrosos

Son todos aquellos que no presentan ninguna de las características de peligrosidad mencionadas en el Anexo II de la Ley N° 24051 Congreso de la Nación Argentina (1991), que no puedan considerarse como inertes y que no puedan asimilarse a los residuos urbanos

Residuos asimilables a urbanos

Comprendidos aquí todos los residuos que, aunque producidos en la industria, tienen una composición similar a la de los residuos sólidos urbanos (RSU). La Ley 25.916 Congreso de la Nación Argentina (2004), en su Art. 2° define como residuo domiciliario a “...aquellos elementos, objetos o sustancias que como consecuencia de los procesos de consumo y desarrollo de actividades humanas, son desechados y/o abandonados...”. la Legislatura de la Provincia del Neuquén (2009) amplía esta definición en su Ley N° 2.648, Art. 3° y caracteriza a los residuos sólidos urbanos como todas sustancias sólidas o semisólidas generadas en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, instituciones o industrias, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.

Residuos inertes

Residuos inertes según las normas ISO 14.001 (ISO International Organization for Standardization) son aquellos residuos no peligrosos, que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Por lo tanto no son solubles, ni combustibles, no reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no son biodegradables, no afectan a otras materias y no pueden dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana, pero si ocasionan cierto impacto ambiental. Por ejemplo: escombros de demolición, máquinas en desuso, rocas, etc.

¹³ En la actualidad y desde el año 2002, la Ley N°25.612 se encuentra parcialmente aprobada, ya que varios de sus artículos fueron vetados. Dicha ley prevé eliminar la clasificación de los residuos industriales, categorizándolos a todos como Residuos Industriales y de Actividades de Servicios y dándoles el mismo tratamiento, el que la anterior Ley N° 24.051, daba a los residuos peligrosos. Como justamente el Art. 60 por el cual se derogaba la norma predecesora, fue vetado; a los efectos de la presente tesis y hasta tanto dicha ley no se encuentre en plena vigencia, se considera la clasificación de los residuos industriales propuesta en la Ley N° 24.051.

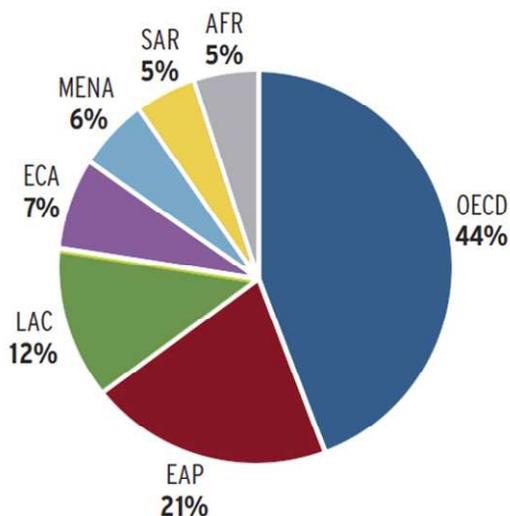
Según datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el mundo produce anualmente unas 13.000 millones de toneladas de residuos, de los cuales no se recoge ni se somete a tratamiento ni la mitad de ellos y se pronostica que dicha cifra aumente un 70% para el 2025. La generación de residuos no es un fenómeno que se observe distribuido en forma pareja en el mundo, varía de una región a otra, de un país a otro e incluso entre ciudades de un mismo país.

La cantidad de desperdicios generados se ve influida por clima, nivel de vida, el desarrollo de la capacidad productiva derivada de los avances tecnológicos y el aumento de las riquezas conseguido por algunos países gracias al crecimiento económico, que han provocado la urbanización de la población, una súper producción de bienes y el aumento de los hábitos de consumo, asociado con la mayor disponibilidad de productos y un nuevo estilo de vida basado en el consumismo, lo que deriva en una generación de residuos mayor respecto de los países no desarrollados o en vías de desarrollo (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012), por lo tanto la generación de desperdicios está asociada al índice de desarrollo humano y son precisamente los residuos sólidos urbanos los que generan mayores complicaciones a la hora de su manejo y tratamiento.

Del total de desperdicios generados en el mundo casi las tres cuartas partes son producidas por los países desarrollados (gráfico 1), mientras que la región subsahariana produce apenas el 5%, con diferencias muy marcadas dentro de ella, la producción de residuos per cápita varía desde los 0.09 kg por persona por día a los 3 kg/persona/día. Sin embargo la diferencia más pronunciada dentro de una misma región se encuentra en América Latina, donde la producción de residuos per cápita oscila entre los 0.11 y los 14 kg/persona/día, (Hoornweg et al., 2012).

Región	Datos disponibles actualmente		
	Población urbana Total (millones)	Generación de Residuos Urbanos	
		Por habitante (Kg/hab/día)	Total (Tn/día)
Ingresos Bajos	343	0,60	204.802
Ingresos medios bajos	1.293	0,78	1.012.321
Ingresos Medios Altos	572	1,16	665.586
Ingresos Altos	774	2,13	1.649.547
Total	2.982	1,19	3.532.256

Tabla 2: Producción aproximada de residuos sólidos municipales según el nivel de ingreso de los países. Fuente: Hoornweg & Bhada-Tata, (2012).



REFERENCIAS
AFR: África
SAR: Sur de Asia
MENA: norte y centro este de África.
ECA: Asia central y oriental.
LAC: América Latina y Caribe.
EAP: Asia del este y el Pacífico
OECD: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

Gráfico 1: Porcentaje de generación de residuos por regiones.
 Fuente: Hoornweg & Bhada-Tata (2012)

TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN

A pesar de los enormes volúmenes de desperdicios generados en los países con mayores ingresos per cápita, en ellos se produce una disposición final más controlada que en los países con menor desarrollo, el mejor manejo está relacionado con la mayor recuperación de los mismos por reciclado, o incineración para la obtención de energía, o su depósito en rellenos sanitarios autorizados. En la Comunidad Europea por ejemplo se recupera el 41% de la basura, y en Japón el 70% es incinerado

Ingreso alto		Ingreso medio-alto	
Basurales	0,05	Basurales	44
Relleno sanitario	250	Relleno sanitario	80
Compostaje	66	Compostaje	1,3
Reciclado	129	Reciclado	1,9
Incineración	122	Incineración	0,18
Otros	21	Otros	8,4
Ingreso bajo		Ingreso medio-bajo	
Basurales	0,47	Basurales	27*
Relleno sanitario	2,2	Relleno sanitario	6,1
Compostaje	0,05	Compostaje	1,2
Reciclado	0,02	Reciclado	2,9
Incineración	0,05	Incineración	0,12
Otros	0,97	Otros	18

* Este valor es relativamente alto debido a la inclusión de China

Tabla 3: Tratamiento de los residuos sólidos municipales en millones de toneladas según el nivel de ingreso de los países. Fuente: Hoornweg & Bhada-Tata, (2012)

aprovechándose la energía, mientras que en América Latina el manejo inadecuado de residuos provoca, sobre todo cuando son depositados a cielo abierto en “basurales” o con la quema a cielo abierto, la contaminación del suelo, de los cursos de agua y la polución del aire que no solo tiene efectos locales, sino globales (Hoornweg & Freire, 2013).

Región /País	Total de residuos producidos *	Reciclaje*	Incineración con Recupero de energía*	Incineración*	Relleno sanitario*	Vertedero a cielo abierto*	Total tratado
UE 27 ¹⁴	2.615,22	1.092,90	81,69	47,55	1.168,95	-----	2.391,09
Japón ¹⁵	52.634,68	9.502,00	34.517		5072,00	-----	48.641,00
ALC ¹⁶	159,14	3,5	-----	3,18	86,57	23,30	76,90
Chile ¹⁷	14,17	0,06	-----	0,01	6,12	7,98	6,19

* millones de toneladas.

Tabla 4: Tratamiento de los RSU. Fuente: elaboración propia.

PROBLEMÁTICAS PRODUCIDAS

Autores como Tello Espinoza, Martínez Arce, Daza, Soulier Faure, & Terraza (2010) coinciden en el impacto negativo que el inadecuado manejo y disposición final de los residuos provocan en las personas y el medioambiente. En muchas regiones del planeta se evidencian impactos como la degradación de los servicios ecosistémicos¹⁸, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático, esto afecta la disponibilidad de alimentos, agua y energía, provoca desastres naturales y epidemias y se generan conflictos por los recursos. A pesar de que todos vivimos en el mismo planeta, estos impactos afectan en forma desigual a las poblaciones del planeta, ya que no solo importa la dimensión de las exposiciones nocivas a las que se encuentran las poblaciones, sino también la proximidad que tienen respecto del foco de amenaza, viéndose más afectados precisamente aquellos que menos contribuyen a su deterioro, poblaciones rurales, países pobres y comunidades que viven en costas y selvas, ya que no poseen los medios necesarios para hacer frente a las catástrofes y epidemias.

¹⁴ Datos correspondientes al año 2008, European Union (2012)

¹⁵ Waste Management and Recycling Department, Ministry of the Environment.

¹⁶ Tello Espinoza et al.(2010)

¹⁷ Organization for Economic Co-operation and Development (2013)

¹⁸ Se entiende por servicios ecosistémicos a los beneficios que los ecosistemas brindan a la población. Estos son: suministro de alimentos y recursos naturales, regulación del clima, filtración del agua, descomposición de los desechos, polinización de los cultivos, ciclo de los nutrientes, fotosíntesis, formación del suelo, también se cuentan como servicios los recreativos, estéticos y espiritualmente enriquecedores. (WWF World Wide Fund For Nature)

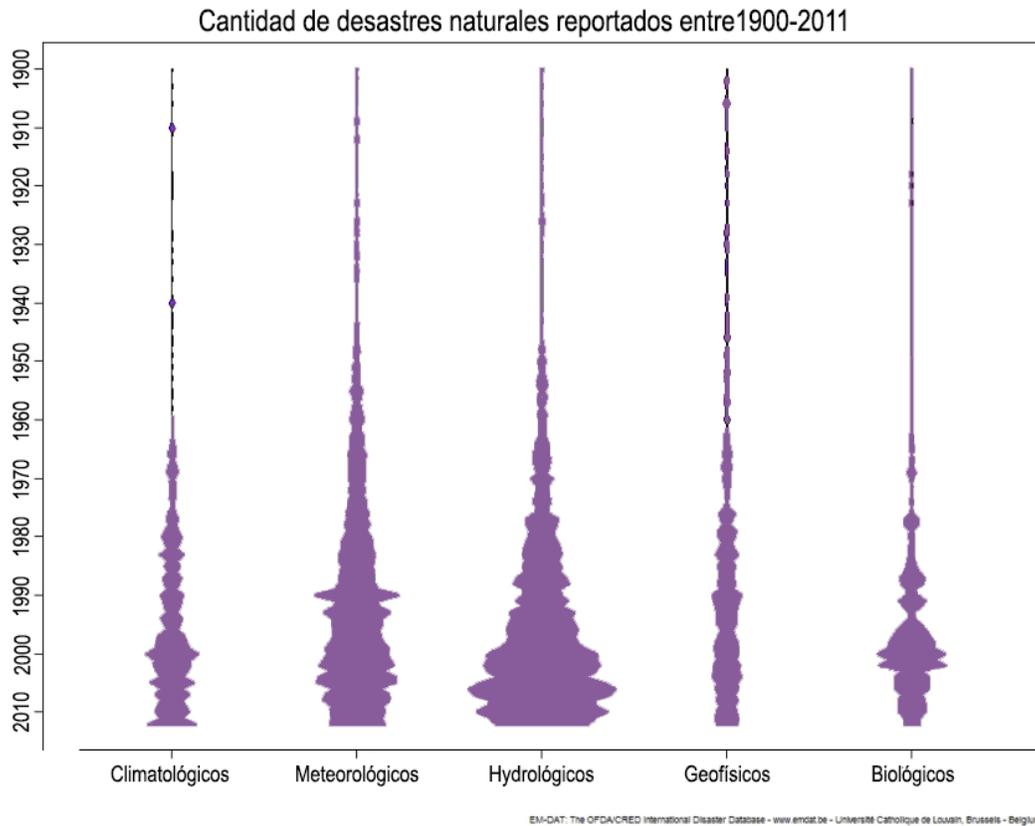


Gráfico 2: Número de desastres naturales reportados ente 1900 y 2011 en el mundo.

Fuente: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters [CRED]. <http://www.emdat.be/disaster-trends>

En los países con ingresos medios bajos y bajos, no existe suficiente capacitación de los operadores de residuos, tampoco la población cuenta con la información y medios necesarios para realizar una adecuada disposición de sus residuos y agudiza el panorama la poca atención que las autoridades públicas prestan a los temas de salud en relación con este tema, la falta de control y de aplicación de las normativas vigentes, lo que promueve el manejo y disposición inadecuado de residuos sólidos.

Estos autores sostienen que a pesar de no existir estudios que lo demuestren directamente, ni que permitan tomar medidas para el correcto tratamiento de los residuos, estos son causantes de múltiples afecciones que afectan directamente a la salud de la población cuando no se les da tratamiento y disposición apropiados. Cuando los desperdicios son depositados o quemados a cielo abierto, o abandonados en zanjas y vertederos no controlados favorecen la proliferación de vectores de enfermedades como son roedores, insectos y parásitos, además de la emisión de sustancias tóxicas que se depositan en los suelos, cursos de agua o se liberan a la atmósfera en forma de gases. Entre los efectos que se registran en las poblaciones que están bajo la influencia de los agentes físicos, químicos y biológicos de la basura se encuentran, aumento de los casos de dengue, trastornos digestivos con frecuentes diarreas que provocan deshidratación y en los casos más severos desnutrición, leptospirosis, infecciones de la piel y dificultades respiratorias asociadas a las emisiones de dioxinas y furanos¹⁹ (Acurio, et al., 1998). Según estudios realizados por la

¹⁹ Estudios realizados por la (UNEP United Nations Environment Programme, 2005) en AL vinculan a las emisiones de dioxinas y furanos, sustancias tóxicas y cancerígenas, con la quema de residuos domiciliarios sin una selección previa.

Organización Mundial de la Salud, existen una relación directa entre la variación de gases contaminantes atmosféricos y partículas ambientales nocivas en suspensión y los riesgos ocasionados para la salud, específicamente en relación al aumento de la mortalidad en personas expuestas ya sea por, cambios en la función pulmonar, inflamación de las vías aéreas, infecciones respiratorias agudas de infantes, exacerbación del asma, trastornos respiratorios crónicos en adultos, cáncer de pulmón, enfermedades cardiovasculares, órganos afectados y bajo peso de los recién nacidos (World Health Organization [WHO], 2000).

HUELLA ECOLÓGICA

Hoy en el mundo somos aproximadamente 7.000 millones de habitantes creciendo a una tasa aproximada del 1.19% anual, lo que equivale a un aumento de 85 millones de personas por año, que requerimos casi el doble de recursos de los que dispone la Tierra. A fin de comprender mejor la incidencia y relación de estos datos se aborda el estudio de la Huella Ecológica, un indicador bio-físico que mide cuántos recursos se están utilizando con el actual modelo de producción y consumo y cuántos residuos y contaminantes se están generando con dichas actividades, para saber si los ecosistemas son biocapaces de producir los primeros y asimilar los segundos; en otras palabras mide el impacto de las sociedades sobre su entorno en un momento determinado. Ambos indicadores, Huella Ecológica y Biocapacidad se miden en hectáreas globales de tierra y agua biológicamente productivas (hag).

Los recursos que se analizan y miden con la Huella Ecológica son:



Si bien este cálculo no toma en cuenta aspectos sumamente importantes como la contaminación de suelos, aguas y aire excepto la de CO₂, la erosión, la pérdida de biodiversidad, la incidencia sobre los paisajes y el impacto sobre el uso de agua (Huella Hídrica), es muy útil en el presente trabajo a la hora de



activas y su demanda de superficie es variable en el tiempo para producir alimento para personas y ganados, fibras textiles, oleaginosas y caucho.



Pastoreo: indica la superficie de tierra necesaria para desarrollar la cría de ganado destinado a las industrias alimenticia, láctea, textil y del cuero.



Pesca: indica la producción primaria requerida, tanto marina, como de ríos.



Carbono: indica el terreno forestal necesario para absorber las emisiones de CO₂ producido por la quema de combustibles fósiles.



Tierra Antropizada: indica la cantidad de tierra ocupada por infraestructura humana.

2

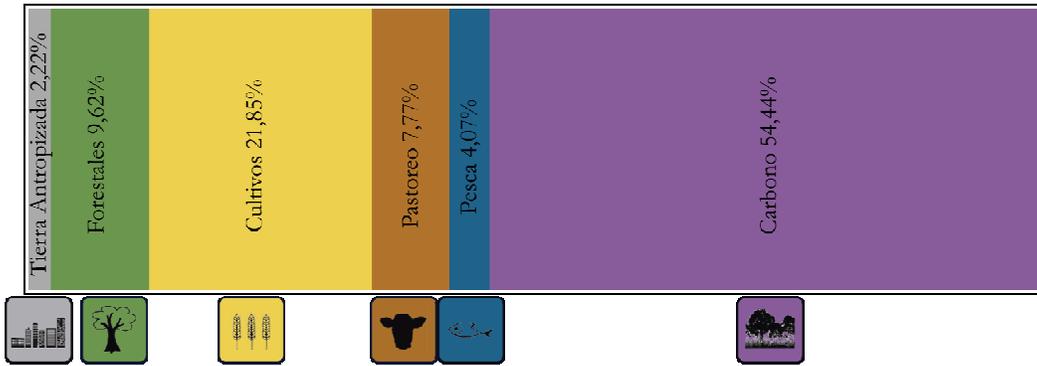
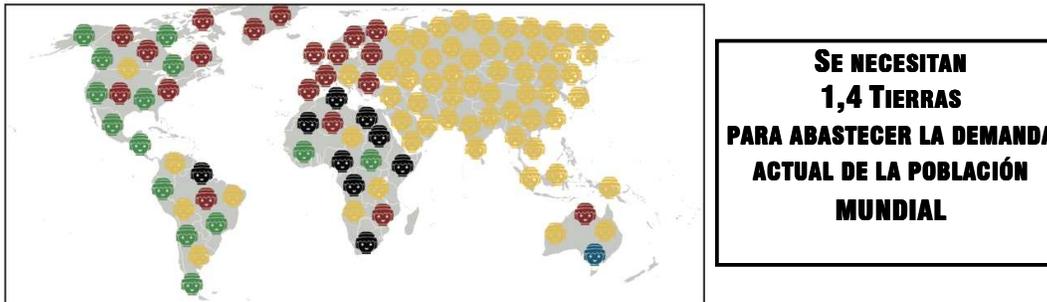
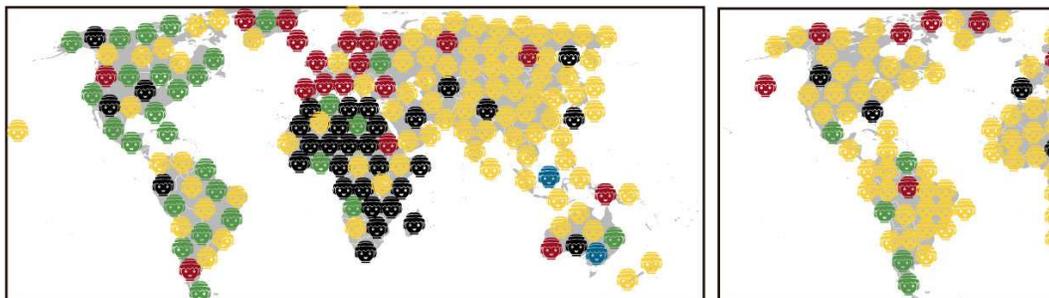


Gráfico 3. Incidencia de recursos en la composición de la Huella Ecológica.
Fuente: Elaboración propia. Datos: WWF (2012).

Según la World Wide Fund for Nature [WWF], (2012) en el año 1961 la biocapacidad de la Tierra era de 3,2 hag/persona, lo que indica que si se repartían equitativamente los recursos disponibles en ese momento, a cada persona le corresponderían 3,2 hectáreas globales de tierra y agua biológicamente productivas capaces de satisfacer sus necesidades y absorber sus desechos, mientras que para ese mismo año la Huella Ecológica era de 1,8 hag/persona lo cual evidenciaba que el planeta tenía 1,78 veces la capacidad para hacer frente a las demandas poblacionales. Esta relación fue cambiando y se fue deteriorando hasta alcanzar un nivel alarmante en el año 2008, la Biocapacidad disminuyó hasta las 1,8 hag/persona, esta disminución se debe principalmente al aumento de la población, que tuvo una variación del 225% y la huella ecológica media global de la poblacional para el mismo año, indicaba que se necesitaban 2,8 hag/persona por año, para satisfacer la demanda generada por el nivel de vida de ese momento, este aumento de la huella ecológica se debe al aumento poblacional, que acarrea un aumento del consumo de bienes y servicios según los



Año 1961 la Tierra tenía una biocapacidad de 3,2hag por cada uno de los 2.982.142.000 hab.



Año 2008 la Tierra tenía una biocapacidad de 1,8hag por cada uno de los 6.986.951.000 hab.

Gráfico 4: Comparación situación mundial año 1961 y 2008. Elaboración propia. Fuente: WWF (2012)

actuales estándares de vida, sumado a la velocidad con que se produce dicho consumo que agudiza el impacto. De lo anteriormente expuesto surge que, dado el desmesurado aumento poblacional, se necesitan 1.4 planetas Tierra para afrontar la demanda, o dicho de otra manera la Tierra necesitaría 1.5 años para regenerar y absorber los recursos consumidos.

Por supuesto que la huella ecológica no es igual para todos los países, hay 3 países cuyas huellas coinciden con la biocapacidad, 63 están por debajo de ella, y 84 la superan, dentro de este último grupo se encuentran los países más desarrollados. Estima la WWF (2012) "...si todos viviéramos como un residente medio de EE.UU., se necesitarían un total de cuatro Tierras para poder generar la demanda anual de la humanidad sobre la naturaleza...".

Esta situación, de extralimitación ecológica, está comprometiendo seriamente los recursos, no ya los de las generaciones futuras como algo lejano e hipotético, sino los de la próxima generación. Se estima que si no se modifican los hábitos de producción y consumo para disminuir la huella ecológica en los próximos 10 años se necesitaran recursos equivalentes a dos planetas Tierra, habrá entonces escases de agua dulce, deforestación, desertificación, acumulación de basura y contaminación, crisis del sistema productivo agrícola e industrial, todo lo que ocasionará hambre, enfermedades, guerras por el control de los recursos, que afectará en mayor medida a los países subdesarrollados, que paradójicamente, son los que ocasionan menos daño y tienen mayor cantidad de recursos, pero no tienen el poder suficiente para defenderlos (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2012).

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN

Entre las actividades humanas que mas impactan al medio ambiente se encuentra la construcción y dentro de esta la arquitectura, debido a la gran cantidad de recursos materiales y energía demandados por los edificios tanto en la etapa de realización, como en el uso durante la prolongada vida útil, "...En Argentina, los edificios son responsables del 40% de la demanda total de energía, que a su vez proviene en un 90% de fuentes no renovables con limitada reservas disponibles. Estos edificios también utilizan una proporción similar de toda nuestra materia prima..." (Evans, 2010), es por esto que las acciones que se tomen en esta actividad para minimizar sus efectos van a contribuir sustancialmente a reducir el deterioro medioambiental. Estudios y ensayos realizados en Estados Unidos comprobaron que con la disponibilidad de tecnología que existe hoy en día, el consumo energético de los edificios, tanto nuevos como antiguos, se puede reducir entre un 30% y un 80% a lo largo de su vida útil, pero también evidenciaron que sin requerimientos de equipos o grandes modernizaciones, solo ajustando las prácticas operacionales de las construcciones, se obtienen reducciones del consumo energético entre un 20% y un 40%²⁰. Los profesionales de la construcción tienen en sus manos la posibilidad de hacer una gran diferencia a partir de los nuevos proyectos, en tanto brindan la posibilidad de reducir el consumo energético por medio de un diseño eficiente del edificio, que abarque todos los aspectos y etapas; partiendo de una concienzuda elección de materiales, los que a su vez, estén en estrecha relación con los recursos locales, dando especial atención a su etapa de construcción y el equipamiento y suministros que serán empleados durante su funcionamiento, así como también de su proceso de desconstrucción acabada su vida útil.

²⁰ Fuente: <http://esl.tamu.edu/>

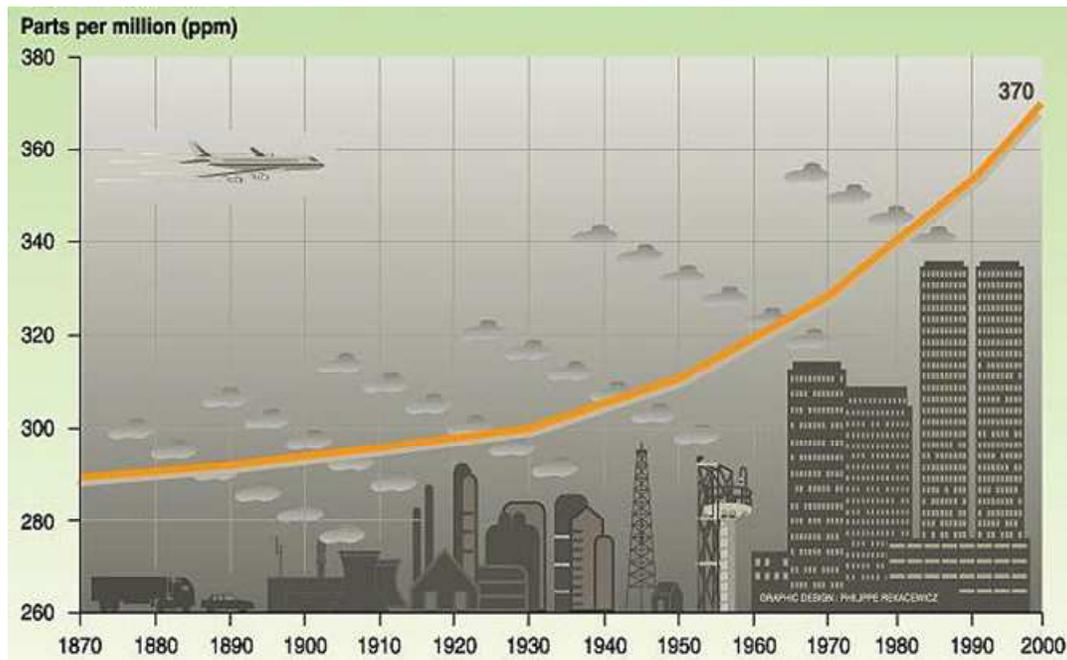


Gráfico 5: Contaminación ambiental alcanzada en 2000. Fuente: Philippe Rekacewicz

DESARROLLO SUSTENTABLE

CONCEPTUALIZACIÓN

En 1983 la Asamblea General de las Naciones Unidas aprueba la formación de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo con el objetivo de que ésta elaborase un informe sobre la situación medioambiental y la problemática mundial con perspectiva al año 2000 y allende esa fecha, el que también debía incluir estrategias para el desarrollo duradero. La Comisión se reunió por primera vez en 1984 con la certeza de que “es posible un futuro más próspero, justo y seguro para toda la humanidad, siempre y cuando existan políticas destinadas a la administración de los recursos que permitan sostener a la generación presente y a las futuras”. El 16 de junio de 1987 se presentó el primer informe titulado “Our Common Future” (Nuestro Futuro Común, en castellano) en el que por primera vez se definió el término *Desarrollo Sustentable*, aunque hacía más de una década que era utilizado; este informe constituyó un llamado de atención para todo el mundo y fue el punto de inflexión en los debates sobre desarrollo y medio ambiente.

Según surge del mencionado informe “está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, duradero, o sea, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias” (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987), esto implica que existe un límite eco-ambiental al desarrollo, es decir, no se pueden consumir recursos naturales a una tasa mayor que su tasa de regeneración, como tampoco se pueden producir desechos a un ritmo más acelerado de el que tiene el ecosistema para absorberlos.

Al hablar de sustentabilidad Evans (2010) sostiene que existen tres pilares en los que este

concepto se yergue: el medio ambiente, la sociedad y la economía. En la relación e combinación de estos tres conjuntos se gesta el desarrollo sustentable como medio de distribución y aprovechamiento racional de recursos, equidad y justicia social y un crecimiento económico sostenido que no comprometan el capital natural futuro y aseguren la continuidad de la vida en el planeta.



Gráfico 6. Desarrollo sustentable. Elaboración propia

Continuamente llegan a nuestras manos noticias que hacen referencia al impacto negativo que el hombre directa o indirectamente está causando al medioambiente con su actividad; definido éste por Godoy (2009) como “Todo aquello que rodea al hombre, lo que le puede influir y lo que puede ser incluido por él” pero hay que tener en cuenta que la naturaleza tiene un potencial limitado para hacer frente a las demandas y recuperarse de las agresiones provocadas por la humanidad, límite que en muchos casos se ve infringido debido al vertiginoso ritmo con que se demandan productos nuevos y desechan los viejos según el modelo consumista de las sociedades actuales.

SOLUCIONES DESDE EL DISEÑO

Como no es posible abandonar completamente el estilo y nivel de vida alcanzado, ni el modelo consumista en que las sociedades se hallan insertas, se debe realizar un aprovechamiento exhaustivo de cada recurso extraído de la naturaleza y minimizar los residuos generados, así es que surgen varias estrategias que van desde el diseño con conciencia ecológica, social y económica a la revalorización de los desperdicios. El diseño ecológico no debe solo enfocarse en la etapa de ideación de los objetos y los materiales a emplear, sino que tiene que poder ver más allá en el tiempo y evaluar su durabilidad, el impacto que va a generar el día que deje de usarse y llegado este momento, de ser posible, la incorporación en un nuevo diseño. Por otro lado las estrategias de revalorización de los desechos posibilita el máximo aprovechamiento de cada materia prima al final de la vida útil del objeto reincorporándola nuevamente en el ciclo productivo por medio de la generación de un nuevo producto.



Gráfico 7: Reuso, remanufactura y reciclado. Fuente: elaboración propia

Dentro de los métodos de revalorización se pueden encontrar el reuso, la remanufactura y el reciclado, aunque muchas veces son utilizados como sinónimos implican tres procesos distintos.

El reuso implica volver a aprovechar el producto con la función para la que fue creado originalmente; este es el caso de los envases retornables, que una vez utilizados y tras ser descartados, son recolectados por las empresas, acondicionados y vueltos a llenar para ponerlos nuevamente en circulación.



Figura 2: envase retornable de vidrio.
Fuente: Agenciacid.mx

La remanufactura implica rescatar la estructura del desecho para emplearla en un nuevo uso totalmente diferente. Algunos procesos implican transformaciones y otros simplemente emplean los desechos tal cual son descartados o con pequeñas transformaciones.



Figura 3: estrategia packaging sostenible.
Fuente: www.marketing4food.com/

Por último en el reciclado se recuperan, por medio de transformaciones y procesos las propiedades de la materia para utilizarla en un nuevo diseño, lo cual implica un costo menor, no solo ecológico, sino también económico, que construir el mismo diseño con materia prima no reciclada; como por ejemplo el reciclaje de la celulosa para fabricar papel.



Figura 4: reciclado de papel.
Fuente: www.dforceblog.com

El reciclaje por sí mismo no va a reducir la sobreexplotación de recurso a la que actualmente el mundo se ve sometido, que es la principal causa de deterioro ambiental, pero sí (Rennie & MacLean, 1989) han demostrado que fabricar productos con materiales de desarte dentro de una economía local, no solo les añade valor a los desperdicios, sino que se obtienen mayores beneficios económicos y ambientales.

El estudio de arquitectura (Foster + Partners) el cual ha tenido por más de cuarenta años al tema de la sostenibilidad como eje central de sus obras, define la **arquitectura sostenible** como la creación de edificios "que sean eficientes en cuanto al consumo de energía, cómodos, flexibles en el uso y diseñados para tener una larga vida útil"

En las ponencias realizadas durante las conferencias de Ekotectura 2011 *Consecuencias,*

Políticas, Desafíos y Propuestas de la Arquitectura frente al Cambio Climático llevadas a cabo en Colombia, Pérez Valdéz & Gustavo (2011) definen a la “...Arquitectura Sustentable o Sostenible como el diseño arquitectónico que busca aprovechar los recursos naturales de modo que minimice el daño ambiental de las construcciones tomando en cuenta las condiciones climáticas, la hidrografía y los ecosistemas del entorno para obtener el máximo rendimiento con el menor impacto ambiental...”

Así la sustentabilidad en arquitectura brinda al diseñador mayor responsabilidad social, teniendo la posibilidad de hacer un proyecto que integre al edificio con su entorno a fin de minimizar el impacto y obtener los mayores beneficios, tanto ecosistémicos como económicos, a la vez que se aumenta la calidad de vida de los futuros residentes.

El desarrollo del prototipo responde a los principios de sustentabilidad, encuadrándose dentro de la remanufactura de los materiales descartados por Electropart Córdoba S.A. con el objetivo de aprovechar la estructura de los mismos y darles un nuevo uso dentro de un sistema constructivo innovador, que permita disminuir los recursos naturales consumidos y el costo de la construcción a fin de que sea accesible a todos los sectores de la población.

ESCASES HABITACIONAL

POBLACIÓN MUNDIAL Y PROYECCIONES

En el año 2013 la población mundial alcanzó la cifra de 7.200 millones de habitantes y se estima que alcanzará los 9.600 millones de habitantes para el año 2050 (United Nations [UN], 2013), lo que supone una gran influencia sobre los recursos, la

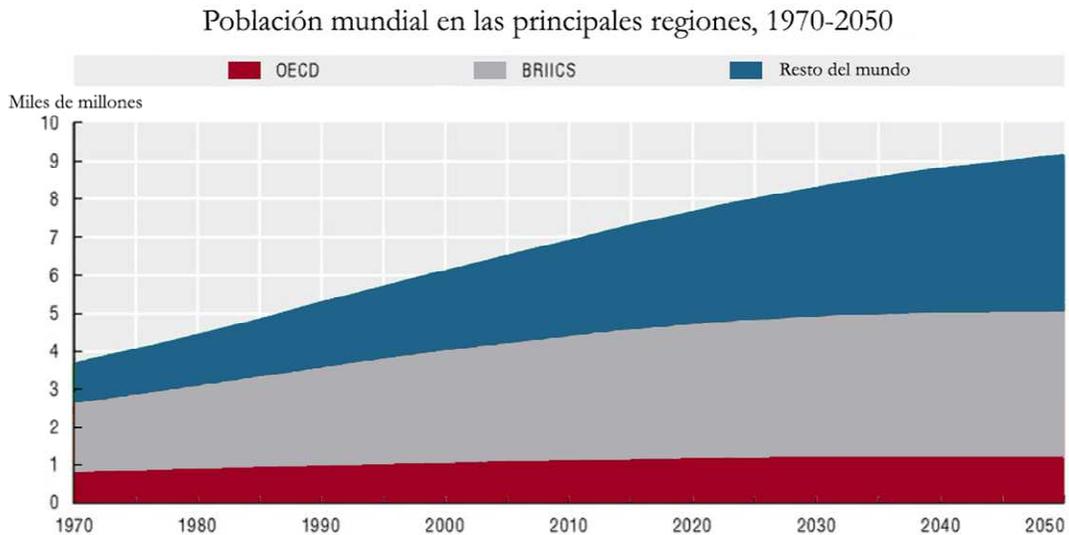


Gráfico 8. Población urbana por regiones 1970-2050. Fuente: Organization for Economic Co-operation and Development [OECD], (2012).

biodiversidad y la huella ecológica, no solo por el tamaño de la población, sino porque junto al aumento del número generación de residuos, fruto del crecimiento económico y de la prosperidad alcanzada. En las últimas décadas del S.XIX y lo que va del S.XX la población se ha duplicado y la economía mundial ha aumentado su tamaño 3 veces Organization for Economic Co-operation and Development [OECD], (2012) estos incrementos son mucho mayores que los esfuerzos realizados a nivel mundial para minimizar los efectos de la degradación ambiental provocada por el hombre.

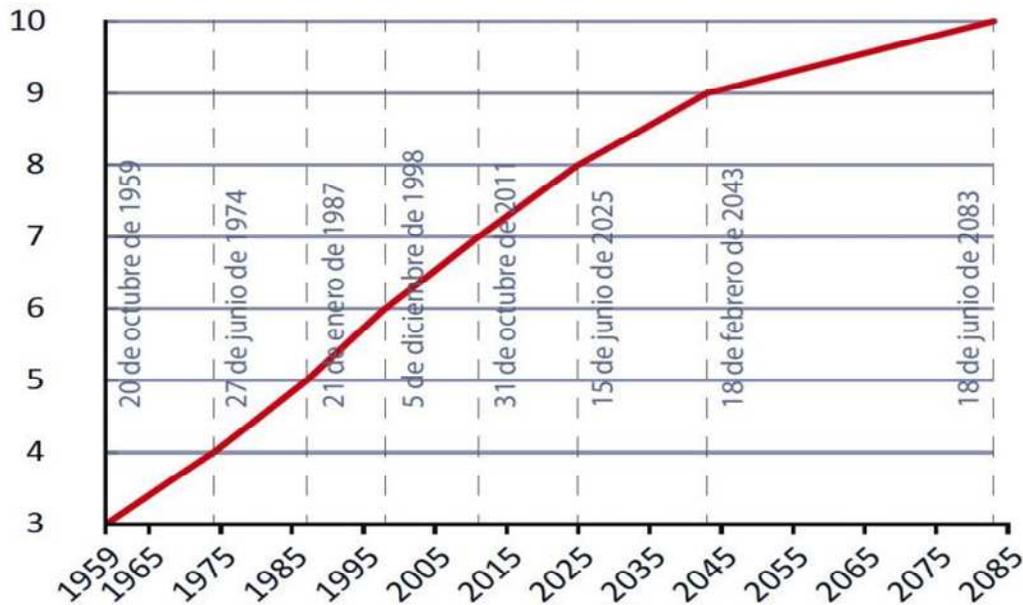


Gráfico 9: Perspectivas de la población mundial, en miles de millones de personas, de 1959 a 2085.
Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], (2012)

Desde el año 2008 la población urbana del mundo es mayor que la población rural y se proyecta que para el año 2050 el 70% de los habitantes del mundo vivirán en ciudades y que para entonces la economía mundial se haya cuadruplicado, elevando aun más la presión ejercida sobre el medioambiente, siendo la contaminación atmosférica, el transporte, la vivienda y la gestión de residuos los temas claves a resolver.

HÁBITAT

El hábitat fundamental de la especie humana es el ámbito familiar. En la mayoría de las culturas, la vivienda es la creación tridimensional más importante. Crea espacio dentro del espacio, es decir, sitios dentro de lugares. Pone límites entre el universo y un sitio propio o apropiado. Es por lo tanto el objeto artificial que más puede servir para expresar las concepciones sobre el mundo como totalidad.
(Iglesia, 2006)

El concepto de hábitat ha sido usado tanto en la ecología para definir al medio dónde se desarrolla una comunidad de seres vivos, como en la arquitectura para designar al espacio físico donde el hombre desarrolla su vida “...Un hábitat adecuado significa

algo más que tener un techo para protegerse. Significa también disponer de un lugar con privacidad, espacio suficiente, accesibilidad física, seguridad adecuada, seguridad de tenencia, estabilidad y durabilidad estructurales, iluminación, calefacción y ventilación dignos, una infraestructura básica que incluya abastecimientos de agua, saneamiento y eliminación de desechos, factores apropiados de calidad de medio ambiente y relacionados con la salud, y un emplazamiento adecuado y con acceso a fuentes de trabajo y a los servicios básicos, todo ello a un costo razonable. La idoneidad de todos estos factores debe determinarse junto con las comunidades, teniendo en cuenta una perspectiva de desarrollo gradual. El criterio de idoneidad suele cambiar de un país a otro: depende de factores culturales, sociales, ambientales y económicos concretos...” (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos -UN Hábitat y el Centro de Estudios de la Construcción y el Desarrollo Urbano Regional., 2004, p. 19).

La vivienda, según Gordillo Bedoya, 2004; Echeverría Ramírez, 2003; Hernández, 1999, se constituye en el refugio limitado, guardado y defendido; el lugar propio donde resguardarse del clima y las agresiones de medio, un espacio sagrado dónde reunir a la familia, echar raíces y sentir la pertenencia, pero trasciende a la mera estructura física, ya que sus habitantes la dotan de un alto contenido emocional, constituyéndose es un símbolo de estatus, de realización y de aceptación social “...Para muchos, es el patrimonio más importante en términos monetarios y, a veces, afectivo; la mayor inversión de una vida y, frecuentemente, el lugar donde se generan los recursos que sustentan el hogar...” (ONU-Hábitat Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos., 2012, p. 62). El hogar, debe encarnar para los individuos que lo habitan el recinto que refleje su cultura y sus creencias más profundas, que guarde sus vivencias individuales y familiares; a la vez que se relaciona con el espacio social en el que se inserta les permite la identificación con un grupo más amplio de características sociales similares, así la vivienda se convierte en el centro de las relaciones espaciales de sus habitantes y su lugar de referencia respecto del mundo; “el lugar en donde se moldea su psique y donde encuentra arraigo en el mundo. La vivienda adquiere en este proceso el significado de un microcosmos en el cual se establece el núcleo de las relaciones espaciales. Es el primer universo del ser humano” Gastón Bachelard (1965 citado en Gordillo Bedoya, 2004, pg. 158).

Las obras arquitectónicas al ser la expresión formal de ideologías, creencias, conceptos y hechos relevantes, están, para sus actores, cargadas de simbolismo y adquieren una relevancia particular, aspecto que en la vivienda se encuentra aun más afianzado, ya que a partir de la razón es que el hombre dota con significados su propio hábitat y le confiere cualidades que estén en concordancia con sus aspiraciones y necesidades “...El hábitat, en su concepción más amplia, el lugar espacial que habita el ser humano, se refiere no solamente a las acciones físico-funcionales e instrumentales de la vivienda, la ciudad y los territorios, sino a la forma como los habitantes le damos sentido a nuestro hábitat y éste a su vez nos lo da al ser parte esencial de la complejidad constitutiva del individuo y la sociedad; desde esta perspectiva, el hábitat no solo hace referencia al lugar físico de habitación sino que también abarca lo que él representa como lugar de reconocimiento e identidad tanto individual como colectivo y que se encuentra socialmente sancionado o instituido. Los espacios humanos son básicamente espacios de significación y sentido que se apoyan extensamente y de una manera inseparable en espacios y lugares urbanos físicos...” (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos -UN Hábitat y el Centro de Estudios de la Construcción y el Desarrollo Urbano Regional., 2004). “...Cuando la vivienda se desvincula de sus moradores o no responde de manera general a unas condiciones del

contexto en que se inserta, los individuos pierden esa continuidad que les da el asidero de un lugar y con el cual se identifican...” (Hernández, 1999). Una alternativa válida, puesta en práctica por la Asociación Civil un Techo para mi Hermano, para favorecer la dotación de simbolismos en la vivienda social y reforzar el desarrollo de las comunidades, junto a su capacidad para tomar conciencia de la propia identidad y necesidades, es la producción social del hábitat por medio de la autoconstrucción; recurso fundamental que persigue la construcción de la subjetividad, generando sentido de pertenencia y apropiación, desarrollo social y cultural de la comunidad, ya que en este tipo de actividades los miembros son capaces de expresar sus valores y construir un entorno con el que se sientan plenamente identificados; a la vez que se favorece la obtención de empleo y la promoción de las personas “...lo cotidiano en la construcción de sus casas es evocado por ellos como algo sumamente positivo. El momento de la autoconstrucción fue un momento de sus vidas de suma actividad, que ellos recuerdan como que les dio la posibilidad de crecer y construir una imagen de sí diferente de la que tenían...” (Hipperdinger, Adriana, 2006, pg. 29).

Al ser el hábitat la manifestación de las redes que el hombre traza con el medio y con sus pares, dotado de significados y subjetividades, debe permitirle a este, además de vivir, apropiarse de su entorno, expresarse, desarrollarse plenamente, transformarlo para que se adecue a sus necesidades y a su nivel de vida, con un marco de legalidad y seguridad.

SITUACIÓN HABITACIONAL ARGENTINA

Hay que tener en cuenta que el destinatario del desarrollo sostenible es la sociedad en su conjunto y no comprende solo una cuestión ecológica, no se puede hablar de desarrollo cuando hay millones de personas que no tienen sus necesidades básicas satisfechas, por ello este concepto trasciende lo ecológico tomando dimensión social, política y económica. Para lograr el desarrollo integral del mundo, primero debe atenderse la miseria, el hambre y las paupérrimas condiciones de vida a la que está sometida una gran parte de la población mundial, así lo expresa (Guimarães, 2003) “...Afirmar que los seres humanos constituyen el centro y la razón de ser del proceso de desarrollo importa abogar por un nuevo estilo de desarrollo que sea ambientalmente sustentable en el acceso y uso de los recursos naturales y en la preservación de la biodiversidad; que sea socialmente sustentable en la reducción de la pobreza y de las desigualdades sociales y que promueva la justicia y la equidad ...”

Reconocido por la Organización de las Naciones Unidas [ONU] (1948) en el Art.25 de la Declaración de los Derechos Humanos, el acceso a la vivienda es una condición indispensable para el desarrollo familiar. A pesar de que en nuestro país el derecho a la vivienda digna se encuentra amparado por la Constitución Nacional desde el año 1949 hay varios factores que hacen el este derecho se vea coartado, Capello & Galassi (2011) expresan “...a este respecto, debe contemplarse que el acceso a la vivienda es especialmente restringido en los sectores de menores ingresos, pero no puede soslayarse que en



Figura 5: Homeless en CABA.

Fuente: www.elbarriopueyrredon.com.ar

los últimos 10 años resulta también difícil para la clase media poder contar con una vivienda propia...”.

Este fenómeno no es nuevo en Argentina, y no hace falta recurrir a los libros para advertirlo, basta con recorrer alguna de las ciudades del país y observar la proliferación de asentamientos irregulares y villas miseria que existe, sus causas se remontan al fin del siglo pasado. La década de los '90 se caracterizó por: el escaso financiamiento estatal para el acceso a la vivienda, la reducción de la oferta de tierra urbanizada para los sectores de bajos ingresos, la disminución de los salarios, el aumento del desempleo, la privatización del Banco Hipotecario, todo esto se tradujo en el aumento del déficit

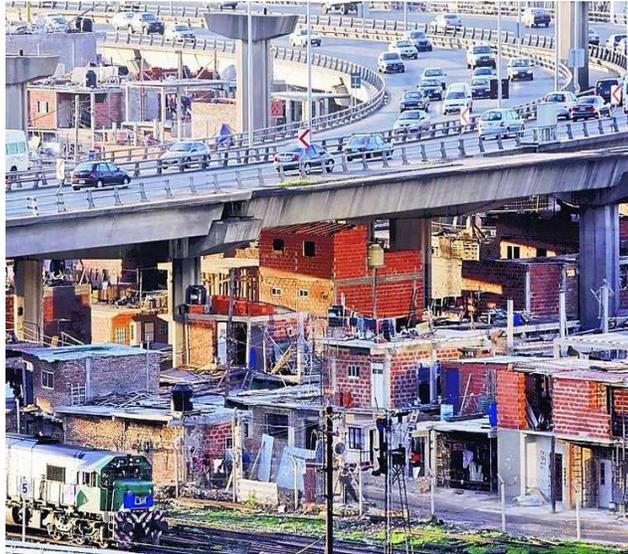


Figura 6: Villa miseria CABA. Fuente: www.pts.org.ar

de viviendas tanto cuantitativamente (aumento de la cantidad de personas que viven en las calle) como cualitativamente (aumento del número de hogares con condiciones de hacinamiento, en situación irregular de tenencia y con ausencia de servicios básicos). Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] en el año 2000 el 32,9% de la población urbana de Argentina habitaba en tugurios, los datos del censo del año 2001 Instituto Nacional de Estadísticas y Censo [INDEC] arrojan que el 20% de las viviendas argentinas se encontraban en condiciones deficitarias y el 15,7% de la población habitaba en viviendas en condiciones irregulares (propietario solo de la vivienda, no de la tierra, ocupante por préstamo, ocupante de hecho, etc.). Luego de la crisis del 2001 y pese al crecimiento económico y al aumento de la inversión pública en este sector la tendencia de la década anterior continuó, decretándose la emergencia habitacional, se registraron aumentos de personas viviendo en la calle, así como de los asentamientos precarios, villas de emergencia, casas tomadas, personas alojadas en hoteles-pensión, conventillos, cuartos de inquilinato, hogares de tránsito, hogares hacinados y las ocupaciones de terrenos en



Figura 7: Villa miseria CABA. Fuente: www.pts.org.ar

forma ilegal. Entre los factores que causan estos aumentos podemos mencionar: el incremento del precio de la tierra, así como del suelo urbano y de los inmuebles y alquileres, en mayor medida que el aumento de los ingresos de la población. También contribuyeron a deteriorar la situación habitacional la ausencia de políticas fiduciarias, de créditos y la mediana inversión del sector público, la falta de regulación sobre el mercado de tierras y suelo, la

deficiente coordinación nacional respecto de la formulación e implementación de las políticas de vivienda y la multiplicidad de actores que intervienen en la construcción de las mismas, la falta de políticas integrales de hábitat suficientemente diversificadas para brindar

soluciones a largo plazo para las distintas necesidades habitacionales; y por último la expansión inmobiliaria especulativa -destinada a las clases con mayor poder adquisitivo- que disminuyó la disponibilidad de terrenos destinados a los asentamientos de sectores de bajos ingresos. Según el informe de Evans (2010) al inicio de la presente década existía un déficit total de 820.000 viviendas nuevas y 2.7 millones que necesitaban mejoras; precarias condiciones habitacionales debido a la insuficiencia de condiciones sanitarias adecuadas, pueden ocasionar un gran deterioro en la salud de la población.

Frente a la alarmante situación que se vive en Argentina, pero que se repite en todo América Latina y en el mundo, hay gran cantidad de entidades y organizaciones tanto gubernamentales, como no gubernamentales, que contribuyen al desarrollo y promoción de la vivienda de todos los sectores sociales. En septiembre del año 2000, con motivo de la Cumbre del Milenio de la ONU, 191 países del mundo firmaron la Declaración del Milenio, una iniciativa global con 8 metas principales y 18 objetivos, dos de los cuales están relacionados con los asentamientos humanos; el objetivo 1 es reducir a la mitad la proporción de personas que viven en extrema pobreza, de las cuales un gran porcentaje habita en ciudades; por pobreza ya no se hace referencia



Figura 8: objetivos del milenio.

Fuente: miradasporeldesarrollo.wordpress.com

solamente al concepto de carencia material, sino que se incluyen la vulnerabilidad y exposición al riesgo que presentan los hogares o individuos, la ausencia de poder y la escasa presencia social que limitan las capacidades y libertades para desarrollar la vida que se desea. El objetivo 11 consiste en lograr un mejoramiento sustancial de las condiciones de vida de al menos 100 millones de habitantes de tugurios del mundo hacia el año 2020, de los cuales en el año 2009 en Argentina aun quedaban mas de 8 millones de personas viviendo en esas condiciones (20,8% de la población) (CEPAL).

Este trabajo de investigación no solo está enfocado en dar una solución de reutilización a los residuos, sino en emplearlos de forma tal que contribuyan a mejorar la situación habitacional a largo plazo de los sectores más vulnerables de la sociedad, permitiendo por medio de un sencillo sistema constructivo que las mismas familias puedan participar de la autoconstrucción de su vivienda. Este tipo de prácticas no solo minimiza los costos, sino que propicia el desarrollo económico, social y cultural de los beneficiarios, mejorando las condiciones de los habitantes y las ciudades.

CASO DE ESTUDIO ELECTROPART CÓRDOBA S.A.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU ACTIVIDAD

Electropart Córdoba S.A.²¹ es una empresa instalada en B° Los Boulevares de la ciudad de Córdoba, Argentina, de origen Ítalo-Argentino, que inició sus actividades en el año 2000. Su principal actividad es: diseño, producción y venta de núcleos de acero, insumos estratégicos para la industria de los transformadores eléctricos: rurales, de distribución y de potencias medias y altas. Además se dedica a la fabricación de flejes y láminas del mismo material.

La fábrica se encuentra emplazada en un lote de 12.750m² (255m de fondo por 50m de frente) en el que se erigen una casa antigua donde funcionan las oficinas administrativas y la gerencia, el galpón de producción de 1.200m² y la obra de ampliación, que va a duplicar la capacidad de producción instalada.

Actualmente la planta está provista de maquinaria que posibilita alcanzar un óptimo nivel de productividad, alrededor de 1.000 toneladas mensuales de acero silicio de grano orientado y no orientado pueden ser procesadas.



Figura 9. Planta productiva.

Fuente: www.electropart.com.ar

²¹ (<http://www.electropart.com.ar/la-empresa.php>)

DESCARTES PRODUCIDOS

Del gran volumen de producción se desprenden similares volúmenes de desperdicios provenientes de la actividad misma y de los embalajes de la materia prima, dado que no es rentable devolver los envoltorios a su origen.

Estos residuos se encuadran, de acuerdo a la clasificación realizada en el capítulo uno, como no peligrosos²² por lo que son apropiados para la remanufactura o el reciclaje.

Los materiales que se descartan del packaging son: láminas acero/silicio, pallets de madera maciza, chapas de PP corrugado, tubos de cartón y láminas de aluminio. De la actividad principal se descartan recortes de láminas de acero/silicio que actualmente se envían a una planta de tratamiento donde se los funde y se realiza una aleación con otros metales, dándoles una solución de reciclado.



Figura 10. Esquema de generación de residuos en Electropart Córdoba S.A. Fuente elaboración propia

Pero los otros 4 materiales provenientes del embalaje y que son asimilables a los RSU, actualmente se están acumulando y ocupando un gran espacio en el predio de la empresa por dos motivos, el primero que su dueño consciente de la situación socio-habitacional y medioambiental que se vive, hace tiempo está pensando en su reutilización como materiales de construcción; por otro lado retirarlos y llevarlos a un sitio adecuado para su descarte donde no representen un riesgo para la población o el medioambiente implica para la empresa una erogación monetaria extra de considerable magnitud.

Dado que a nivel mundial se consumen más de 1,5 millones de toneladas de acero laminado²³, es posible hallar enormes volúmenes de desperdicios de esta clase, sobre todo en aquellos países que, como Argentina, no tienen políticas fuertes respecto de su

²² Residuos no peligrosos: no constituyen un peligro potencial para el medioambiente o las personas, ya que carecen de propiedades tóxicas o contaminantes; no requieren un tratamiento especial para ser descartados.

²³ Fuente: <http://www.alacero.org/es/page/en-cifras/datos-claves>.

disposición final. Es por ello que este trabajo pretende encontrar alternativas de uso y verificar si es posible darles una solución de remanufactura a estos materiales en el desarrollo de espacios habitables.

CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA MATERIA

De los cinco tipos de residuos producidos por la empresa, se van a caracterizar y emplear para la construcción de los elementos constitutivos del sistema propuesto, los cuatro que actualmente no reciben tratamiento y se acumulan en el predio, estos son los pallets de madera, las chapas metálicas inoxidable, los tubos de cartón y el PP laminado. Estos materiales fueron estudiados y analizados a fin de establecer su caracterización física para el posterior empleo en el diseño del sistema constructivo.

Del relevamiento y medición de los materiales descartados se obtiene la siguiente información cuantitativa

PALLETS DE MADERA DE PINO

La empresa descarta en promedio 100 pallets por mes y en el predio actualmente se apilan más de 3000 unidades; existen varios tipos, pero prevalecen dos formatos que son los más habituales y por ello van a ser utilizados:

El primer tipo es cuadrado y mide 1,00m de lado y 0,15m de alto, consta de 3 tirantes principales de sección cuadrada de 4" de lado y transversalmente a ellos de cada lado se ubican 4 tablas de sección rectangular de 4" x 1" de lado clavadas.

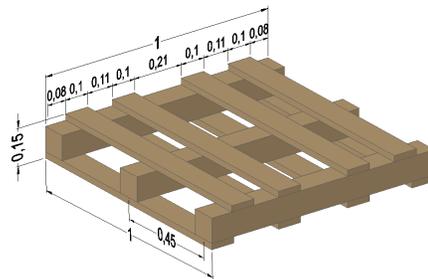


Figura 11. Pallet tipo I.
Fuente elaboración propia

El segundo tipo es más robusto, rectangular de 1,00m de largo, 0,90m de ancho y 0,19m de alto. Se conforma por dos tirantes de sección rectangular de 4 1/3" x 3 3/4" de lado y en forma transversal, se encuentran cerca de cada extremo, un par de tirantes de sección cuadrada 3 3/4" de lado, entre ellos, en forma perpendicular, hay dispuestas otros de igual sección, pero con el sentido de los largueros.

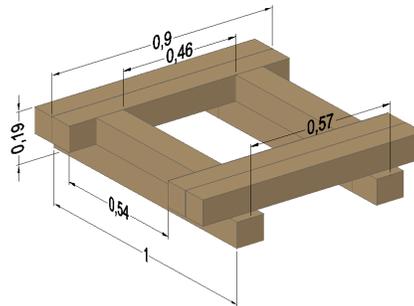


Figura 12. Pallet tipo II.
Fuente elaboración propia

La madera ha sido desde siempre un material muy difundido en la construcción de recintos habitables, fue el primer material utilizado por el hombre con este fin, debido a su gran capacidad estructural, a su belleza, fácil producción y obtención, propiedades térmicas, acústicas, menos densidad, rapidez de montaje, etc.; en las últimas décadas se ha puesto especial atención en ella por su renovabilidad y contribución medioambiental como consumidor de CO₂ durante su crecimiento, además de ser biodegradable y requerir poca energía para su obtención y producción comparado con otros materiales de construcción como el cemento o el acero. La madera tiene una relación resistencia-peso más favorable

que el acero, y mucho más favorable que el hormigón, por lo que lo hace sumamente apto para construcciones de hasta 4 pisos.

La madera es un material de estructura compleja y de carácter anisótropo²⁴, que forma un tejido leñoso, fisiológicamente inactivo. (IRAM N° 9502).

Al ser un material heterogéneo y anisotrópico, sus propiedades varían de acuerdo a la dirección considerada. Sus células, en forma de conductos alargados, se disponen en sentido longitudinal siguiendo el eje del tronco y se encuentran unidas por materia intercelular. Esta característica es fundamental en relación al comportamiento estructural frente a las diferentes sollicitaciones, además de ser aprovechada para realizar tratamientos impregnantes que se introducen en el interior de la madera por estos conductos. (Urbán Brotóns, 2013)

Resumiendo sus principales características son:

- ▶ Material celular, poroso, constitución es heterogénea, ya que está compuesto por más de un tipo de células.
- ▶ Presenta una gran proporción de elementos celulares alargados, coincidiendo con su eje longitudinal.
- ▶ Las paredes celulares están constituidas fundamentalmente por celulosa, que forma largas cadenas moleculares, entre las cuales, además, se encuentra agua, lignina y hemicelulosas.
- ▶ Cuando el índice de agua contenida en su estructura es bajo, se comporta como un buen aislante eléctrico.
- ▶ Es un buen material acústico ya que absorbe las ondas sonoras.

Para estudiar el comportamiento estructural se pueden considerar tres direcciones:

- ▶ Dirección axial: paralela al eje del tronco, presenta mejor comportamiento respecto de los otros planos, sobre todo a flexión y tracción.
- ▶ Dirección radial o transversal, pasa por el eje y un radio del tronco, resiste muy bien los esfuerzos de compresión.
- ▶ Dirección tangencial al tronco o a los anillos de crecimiento, es un plano donde suele presentar las vetas con más belleza, pero la madera presenta mayores alabeos y deformaciones.

PROPIEDADES MECÁNICAS			
Resistencia a la Flexión estática	Unidad	1	2
Tensión en el límite de elasticidad	Kg/ cm ²	392	574
Tensión de rotura	Kg/ cm ²	798	854
Módulo de elasticidad	Kg/ cm ²	61750	83800
Resistencia a la Compresión paralela a las fibras			

²⁴ Anisótropo, pa. (De an- e isótropo).1. adj. Fís. Dicho de una materia: que no es isótropa. Isotropía. 1. f. Fís. Característica de los cuerpos cuyas propiedades físicas no dependen de la dirección. (RAE Real Academia Española, 2001)

Tensión en el límite de elasticidad	Kg/ cm ²	258	260
Tensión de rotura	Kg/ cm ²	309	330
Módulo de elasticidad	Kg/ cm ²	81400	76050
Dureza Janka			
Cara transversal	Kg/ cm ²	541	403
Cara radial	Kg/ cm ²	256	303
Cara tangencial	Kg/ cm ²	320	273
Resistencia al Corte paralelo a las fibras			
Sentido radial	Kg/ cm ²	119	116
Sentido tangencial	Kg/ cm ²	107	135
Resistencia a la Compresión perpendicular a las fibras			
Tensión de rotura	Kg/cm ²	97	73
Resistencia al Clivaje o hendidura			
Sentido radial	Kg/cm ²	5,1	2,4
Sentido tangencial	Kg/ cm ²	3,4	4,2
Resistencia a la Tracción perpendicular a las fibras			
Sentido radial	Kg/ cm ²	23,6	26
Sentido tangencial	Kg/ cm ²	20,9	10,3
Resistencia al Arrancamiento de clavos			
Cara transversal	Kg/ cm ²	15	10
Cara radial	Kg/ cm ²	20,8	31
Cara tangencial	Kg/ cm ²	41	35
Resistencia al Arrancamiento de tornillos			
Cara transversal	Kg/ cm ²	7,5	7,5
Cara radial	Kg/ cm ²	27,5	30
Cara tangencial	Kg/ cm ²	23,7	42
PROPIEDADES FÍSICAS			
Contenido de humedad	%	15	12
Densidad aparente a la humedad indicada	Kg/m ³	439	430
Densidad aparente anhidra	Kg/m ³	436	421
Contractibilidad (saturado - seco)			
Tangencial	%	2,4	2,8
Radial	%	2,0	2,0
Volumétrica	%	10,3	11,1
Relación T/R		1,2	1,4

Referencias: 1-PINO ELLIOTTI (Pinus Elliottii)

2-PINO TAEDA (Pinus taeda)

Tabla 5: Propiedades de la madera de pino. Fuente: (INTI Instituto Nacional de Tecnología Industrial)

CHAPAS DE CORRUGADO PLÁSTICO

De cada bobina de acero silicio utilizada en la empresa se obtiene una chapa rectangular de 3,00m de largo, 1,00m de ancho y dos circulares que poseen $\phi 0,85\text{m}$ útiles, compuestas de Polipropileno liviano de estructura alveolar de 2mm de espesor.

El Polipropileno es un hidrocarburo insaturado (subproducto gaseoso del refinamiento del petróleo) formado únicamente por átomos de carbono e hidrógeno, que se obtiene de la polimerización²⁵ de monómeros del propileno en presencia de catalizadores organometálicos²⁶ a determinadas condiciones de temperatura y presión. Es un material termoplástico semi-cristalino no polar, de dureza y rigidez elevadas, con alta estabilidad térmica, soporta muy bien los esfuerzos de compresión, la tensión, los impactos y el stress cracking, resistente a diversos solventes químicos, a productos corrosivos y a la mayoría de los ácidos y álcalis, presenta excelentes propiedades dieléctricas y aislantes, es ligero y presenta un bajo coeficiente de absorción de humedad.

El polipropileno obtenido de la polimerización de propilenos puros se denomina homopolímero, según estén distribuidos sus grupos metilos se clasifica en *isotáctico*, todos los grupos metilos se encuentran del mismo lado de la cadena polimérica; *sindiotáctica*, los grupos consecutivos se sitúan alternadamente a uno y otro lado y *atáctica*, los grupos se encuentran aleatoriamente distribuidos en ambos lados de la cadena.

Polipropileno homopolímero – propiedades				Pp - h
Propiedades mecánicas a 23°C	Unidad	Astm	Din	Valores
Peso específico	Gr/cm ³	D-792	53479	0.91
Resist. A la tracc.(fluencia / rotura)	Kg/cm ²	D-638	53455	300 / --
Res. A la compresión (1 y 2 % def)	Kg/cm ²	D-695	53454	80 / 120
Resistencia a la flexión	Kg/cm ²	D-790	53452	230
Res. Al choque sin estalla	Kg.cm/cm ²	D-256	53453	No rompe
Alargamiento a la rotura	%	D-638	53455	600
Módulo de elasticidad (tracción)	Kg/cm ²	D-638	53457	11500
Dureza	Shore d	D-2240	53505	71 - 74
Res. Al desgaste por roce				Regular
Propiedades térmicas	Unidad	Astm	Din	Valores
Calor específico	Kcal/Kg.°C	C-351		0.48
Temp. De flexión b/carga (18.5kg/cm ²)	°C	D-648	53461	55
Temp. De uso continuo en aire	°C			0 a 100
Temp. De fusión	°C			160
Coef. De dilatación lineal de 23 a 100°C	Por °C	D-696	52752	0.00018
Coef. De conducción térmica	Kcal/m.h.°C	C-177	52612	0.19

²⁵ Polimerización. (De polímero) f. Reacción química en la que dos o más moléculas se combinan para formar otra en la que se repiten unidades estructurales de las primitivas y su misma composición porcentual cuando estas son iguales. (Real Academia Española, 2001)

²⁶ Compuesto formado por enlaces covalentes del carbono con un elemento metálico. (Carriedo Ule & San José, 1995).

Propiedades eléctricas	Unidad	Astm	Din	Valores
Constante dieléctrica a 60 hz		D-150	53483	2,25
Constante dieléctrica a 1 khz		D-150	53483	2,4
Constante dieléctrica a 1 mhz		D-150	53483	2,4
Absorción de humedad al aire	%	D-570	53472	< 0.01
Resistencia superficial	Ohm	D-257	53482	10 ¹⁶
Resistencia volumétrica	Ohm-cm	D-257	53482	10 ¹⁵
Rigidez dieléctrica	Kv/mm	D-149		50
Propiedades químicas	Observaciones			
Resistencia a hidrocarburos	Regular			
Resistencia a ácidos débiles a temp. Ambiente	Muy buena			
Resistencia a álcalis débiles a temp. Ambiente	Muy buena			
Resistencia a prod. químicos definidos	Consultar			
Efecto de los rayos solares	Lo afectan			
Comportamiento a la combustión	Arde fácilmente			
Propagación de llama	Mantiene la llama			
Comportamiento al quemarlo	Funde y gotea			

Tabla 6: Propiedades del polipropileno homopolímero. Fuente: (Nicholson, 2012)

CHAPAS DE ALUMINIO

Al igual que con el PP, del embalaje se obtienen: una chapa de aluminio de 0,5mm de espesor, de forma rectangular de 3m de largo y 1m de ancho y dos circulares que poseen $\phi 90$ cm útiles.

El aluminio es un metal no ferroso, de símbolo Al y número atómico 13 en la tabla periódica de elementos químicos²⁷. Es el metal más abundante sobre la corteza terrestre, constituye aproximadamente el 7,3% de su masa, y el tercero después del oxígeno y del silicio, pero en su forma natural solo se encuentra en una combinación estable con otros materiales (particularmente en sales y óxidos), por ello para su obtención, se requiere aislarlo mediante diferentes procesos; se extrae de la bauxita por transformación, primero en alúmina, mediante el proceso Bayer²⁸ y a continuación en aluminio mediante electrólisis²⁹.

Posee una serie de propiedades que hacen del aluminio un metal de uso muy ventajoso en la industria y la ingeniería, estas propiedades son: baja densidad (2.700 kg/m³), ductilidad, insolubilidad en agua, ligereza (aproximadamente la tercera parte del peso de otros metales como cobre y acero), en contacto con el aire se cubre rápidamente con una capa dura y transparente de óxido de aluminio que lo hace resistencia a la corrosión (característica muy buscada en aquellos productos que requieren de protección y conservación), resistencia, eficiencia en la conducción de electricidad y calor, no es magnético ni tóxico, es un buen reflector de luz, es impermeable e inodoro y es relativamente barato. Mediante aleaciones

²⁷ IUPAC Unión Internacional de Química Pura y Aplicada. <http://www.iupac.org>

²⁸ Proceso patentado en 1889 por el químico austriaco Karl Bayer, para obtener alúmina a partir de bauxita mediante una solución de hidróxido de sodio. <http://www.world-aluminium.org>.

²⁹ Electrólisis. f. Quím. Descomposición de una sustancia en disolución mediante la corriente eléctrica. (RAE Real Academia Española, 2001).

adecuadas se puede aumentar sensiblemente su resistencia mecánica y las mismas pueden ser trabajadas en frío. Todas estas propiedades hacen que sea el metal más empleado después del acero. Además, la gran ventaja que posee es que es un metal totalmente reciclable, es decir que desde el punto de vista técnico-económico se puede reciclar reiteradas veces sin que por ello pierda sus cualidades, convirtiéndolo así en un material sustentable, ya que el uso de metales reciclados ahorra energía y preserva las fuentes de recursos naturales. Por otro lado si se continúa con los actuales niveles de producción mundial, las reservas de bauxita descubiertas hasta el momento alcanzan para producirlo durante varios centenares de años más (The Aluminum Association). Otro aspecto muy importante en relación a la sustentabilidad, es que cerca del 50% de la producción mundial se realiza utilizando energía renovable (The International Aluminium Institute)

Existen variadas aleaciones del aluminio con otros metales, destinadas a aumentar su resistencia y otorgarle otras cualidades, que varían según la naturaleza de los aleantes utilizados. Cada aleación tiene una composición química y un comportamiento mecánico diferente, además de unas aplicaciones específicas, los metales más usados son: Cobre (Cu), Magnesio (Mg), Manganeseo (Mn), Silicio (Si) y Zinc (Zn); en menor proporción presentes como impurezas o usados como aditivos, se encuentran el Cromo (Cr), Hierro (Fe) y Titanio (Ti). Para la obtención de otras aleaciones especiales se suele adicionar Plata (Ag), Bismuto (Bi), Cadmio (Cd), Cobalto (Co), Litio (Li), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Estaño (Sn), Vanadio (V), y Circonio (Zr).

TUBOS DE CARTÓN

De cada bobina se descarta un tubo de 1m de alto, $\varnothing 34$ cm y espesor de pared de 4mm, este material será enviado a la fábrica del aislante celulósico que se empleará dentro del panel.

CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis y estudio de las propiedades de los materiales descartados, se establecen las siguientes aplicaciones en los elementos del sistema constructivo:

- ▶ Pallets de madera: alma y estructura resistente de los elementos componentes (verticales y horizontales).
- ▶ Planchas de PP como barrera hidrófuga en la cara exterior y como barrera de vapor en la cara interior de los elementos.
- ▶ Chapa como protección y terminación en el exterior de los paneles laterales y de techo.
- ▶ Cartón como aislante en el interior.

Todos los materiales descartados por la empresa Electropart Córdoba S.A. son viables para ser empleados como materiales de construcción, pero son insuficientes para poder llevar a cabo un diseño integral, por lo tanto se requiere de la incorporación de otros elementos.

Al ser el acero laminado en bobinas un producto de gran consumo en América Latina y en el mundo (Ver Anexo I pg. 75) encontrarle nuevos usos a sus embalajes una vez descartados, significa cerrar el ciclo de producción/consumo/remanufactura, lo que se traduce en un importante aporte en cuanto a la reducción de residuos y al aprovechamiento de materia y energía.

CAPÍTULO 4.

MARCO REFERENCIAL

La selección de antecedentes constructivos se centró en elegir aquellos ejemplos que provienen de distintas situaciones y contextos, lo que deriva en diversas configuraciones espaciales y estructurales. Se estudian ejemplos del contexto internacional, que surgen tanto de la iniciativa popular para hacer frente a la necesidad real de habitación, como de concursos en los que se plantean situaciones de emergencia teórica. Estas obras seleccionadas guardan una lógica material y constructiva con las materias que van a utilizarse en el diseño del sistema constructivo.

DEFINICIONES

Antes de proceder a analizar los distintos tipos de sistemas constructivos conviene aclarar algunas definiciones y conceptos pertinentes al tema de estudio objeto del presente trabajo.

Sistema Constructivo:

Según la (RAE Real Academia Española, 2001) la palabra sistema tiene dos acepciones generales

- la primera entendido éste como un conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí.
- la segunda define al sistema como un conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto.

Dada esta última definición podemos inferir que un sistema constructivo es un conjunto de componentes reunidos entre sí con un objetivo constructivo, que trabajan en forma articulada de acuerdo a ciertas leyes. Para cumplir dicho objetivo el sistema constructivo debe responder a exigencias funcionales y soportar las acciones que el entorno ejerce sobre él, entonces el diseño juega un papel fundamental en el proceso que parte del estudio de materiales, sus posibilidades, calidad y vulnerabilidad para que reunidos constituyan los elementos, y estos a su vez agrupados, formen las unidades.

Proceso Constructivo

Proceso, del latín processus, la (RAE Real Academia Española, 2001) entre sus acepciones establece que es el conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial. Analizando esto podemos inferir que todo proceso implica un orden, una secuencia y requiere de un tiempo para desarrollarse. Por lo tanto el proceso constructivo está conformado por una serie de acciones secuenciadas e interrelacionadas que deben realizarse en etapas para materializar un objeto.

Sistema Constructivo Industrializado

- 4 El modelo de producción industrializada y seriada fue desarrollado por Henry Ford y no solo logró disminuir los tiempos de producción con altísima calidad, democratizando el acceso al automóvil, sino que generó con sus fábricas una gran cantidad de puestos de trabajo dignos y estables para la comunidad.

Un sistema constructivo industrializado consta de elementos fabricados por medios mecánicos en un ambiente controlado (fábrica) con procedimientos repetitivos, de forma sistemática y racionalizada (producción en serie). Dicha mecanización también afecta al proceso constructivo de obra, ya que cada etapa debe estar perfectamente coordinada y regulada para lograr uniformidad y perfección en la edificación.



Figura 13: Sistema constructivo.
Fuente: sistemamodulab.blogspot.com.ar



Figura 14: Construcción industrializada y modular. Fuente: www.construible.es/articulos/casa-menta

Emplear un sistema de estas características permite aumentar el rendimiento a la vez que se reducen los costos, recursos empleados y tiempos de producción, gracias a la racionalización.

SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS PARA EL DÉFICIT DE VIVIENDA

CONSTRUCCIONES REALIZADAS CON PALLETS

Ejemplos de construcciones informales con pallets abundan, pero para poder llevar a cabo una investigación adecuada se analizaron solo cuatro casos por ser los únicos en los que intervienen constructores matriculados, ingenieros o arquitectos y cumplen con las normativas habitacionales y constructivas correspondientes (ver anexo 2).

Las construcciones seleccionadas son: Pallet House diseñado en el año 2010 por I-Beam Desing (Inglaterra) es un prototipo para albergar refugiados en Kosovo, que a pesar de tener una localización específica, no cuenta con un desarrollo apropiado para brindar condiciones de habitabilidad suficientes; Pallet House del estudio austriaco SPa(r) también fue un prototipo desarrollado en el año 2008 creado con el objetivo de albergar transitoriamente a refugiados o reemplazar los precarios refugios de barrios pobres alrededor del mundo; el Proyecto de Casas Ecológicas llevado a cabo en México con la participación de un ingeniero forestal acompañando a las comunidades pobres y marginales y por último la cubierta de la vivienda Gertopan, que por la forma en la que se encuentran vinculados los pallets para conformar una bóveda de cañón corrido resulta de lo más interesante.



Figura 15: Pallet House. Fuente: www.palettenhaus.com

En todos los antecedentes recopilados y estudiados no se encontraron sistemas industrializados, sino que los materiales constructivos llegan al sitio en forma aislada o se los recolecta allí mismo y por medio de distintas técnicas son reunidos para conformar el edificio. Ninguno de los ejemplos analizados requiere mano de obra ni herramientas especializadas para su montaje; con solo 4 o 5 operarios con conocimientos básicos de construcción, es posible llevar a cabo la labor en una semana. Lo que sí se requiere en todos los casos es la intervención de profesionales que adapten las construcciones a las normativas vigentes de cada localización.

Los dos primeros ejemplos analizados fueron pensados para albergar refugiados o víctimas de catástrofes naturales, al ser planteados sin una localización específica, no están diseñados íntegramente, sino que para cada situación se deben definir algunos componentes, como aquellos materiales aptos para realizar las aislaciones y



Figura 16: Proyecto casas ecológicas.
Fuente: <http://issuu.com/basurillas/docs/casas>

protecciones necesarias a fin de que sean confortables a nivel climático, el tipo de fundación o un modo de vincularlas al los sistemas tradicionales, el diseño y tendido de las instalaciones; por lo que en su montaje debe intervenir un profesional que asegure el cumplimiento de la normativa vigente, la eficiencia estructural, condiciones de habitabilidad y correcto funcionamiento de las instalaciones para cada una de las zonas donde se construyan.

En el tercer caso estudiado sí se tuvieron en cuenta los requisitos de eficiencia, estabilidad y el cumplimiento de los estándares mínimos de habitabilidad, por ser viviendas construidas en una localización determinada, México. En este caso la participación de una persona con conocimiento que guió a los vecinos que autoconstruyeron sus viviendas fue determinante para garantizar la estabilidad estructural de las obras, la elección de materiales adecuados para brindar confort térmico, así como para realizar el trazado de instalaciones eléctricas y sanitarias que posibiliten un correcto funcionamiento de las unidades habitacionales. El sistema consiste en realizar una fundación tradicional, platea de concreto pobre, sobre la que se levanta la estructura compuesta de pallets, soleras inferior y superior y pies derecho de madera, la aislación térmica se realiza colocando cartones en el exterior de la vivienda, que son recubiertos con una mezcla de cemento tratado con un sellador de manufactura local a base de pencas de nopal o sábila, que le otorga protección frente a los agentes climáticos, la terminación se realiza con pintura o acabado texturizado. Las instalaciones se colocan dentro de paredes y techos, se recubre la estructura en el interior con placas de yeso-cartón, se masillan las juntas y se pinta.

En la cubierta de la vivienda Gertopan la bóveda de cañón corrido se realiza con pallets, una pieza de unión y vigas de madera que le dan rigidez y estabilidad al sistema, los elementos se vinculan entre sí por medio de bulones. Los arcos son armados en el suelo y luego elevados por medio de una grúa, se los posiciona y se fijan a la mampostería por medio de unas piezas de hierro en forma de U. Se requiere mano de obra con conocimientos básicos de albañilería y carpintería.

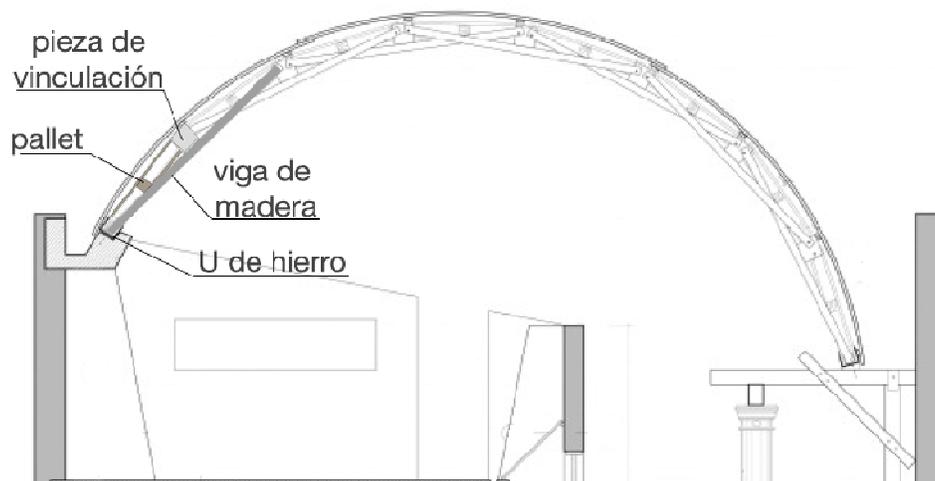


Figura 17: Vivienda Gertopan. Fuente: <http://www.laboratoriodearquitectura.com.py/gertopan.html>.

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS INDUSTRIALIZADOS MODULARES

De este tipo de sistemas se eligieron para analizar Cassaforma® y Sipanel®, ya que están compuestos por grandes elementos de cerramiento estructural que llegan a la obra listos para ser instalados sobre una platea de hormigón armado.

Ambos sistemas son de fácil ejecución por lo que no requieren de mano de obra calificada, ni herramientas sofisticadas, dado el bajo peso de los componentes, pueden ser manipulados por un par de operarios (ver anexo 3).

Cassaforma® está compuesto por paneles de poliestireno expandido recubiertos por dos mallas de acero de alta resistencia vinculadas entre sí. Cada panel tiene un peso de entre 3,5kg y 5kg y presentan medidas y formatos estándar, pudiendo ser cortados y ensamblados en obra, lo que permiten armar todo tipo de construcciones. La fundación del sistema debe realizarse con platea de hormigón armado y los paneles se vinculan soldando la malla a los hierros de la platea. Una vez armada la cáscara de la obra solo requieren la aplicación de una capa de concreto proyectado lo que le confiere estabilidad y resistencia al sistema.



Figura 18: Instalación de paneles Cassaforma
Fuente: www.cassaforma.com

Sipanel® es un sistema compuesto por paneles de espuma de poliuretano recubierto con OSB® que se vinculan mediante soleras superiores e inferiores; además requiere de vigas y cabios para completar la estructura. Este sistema, a diferencia del anterior, no tiene paneles de dimensiones estándar, sino que cada una de las piezas es modulada de acuerdo a cada proyecto, teniendo en cuenta la premisa de la manipulación manual por parte de los operarios. Los paneles y demás elementos constructivos son entregados en obra, numerados y en orden a fin de facilitar su montaje, según la secuencia constructiva establecida, sobre la platea fundacional.



Figura 19. Montaje vivienda.
Fuente: www.sipanel.com

ANÁLISIS DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA VERIFICACIONES

El estudio del sistema Plataforma sirvió como referencia para constatar aspectos como normativa, componentes y diseño del sistema constructivo desarrollado en el T.F.; ya que identifica todos los elementos constitutivos horizontales y verticales y sus componentes, indica los requisitos que se deben cumplimentar, ofreciendo detalles técnicos y soluciones constructivas.

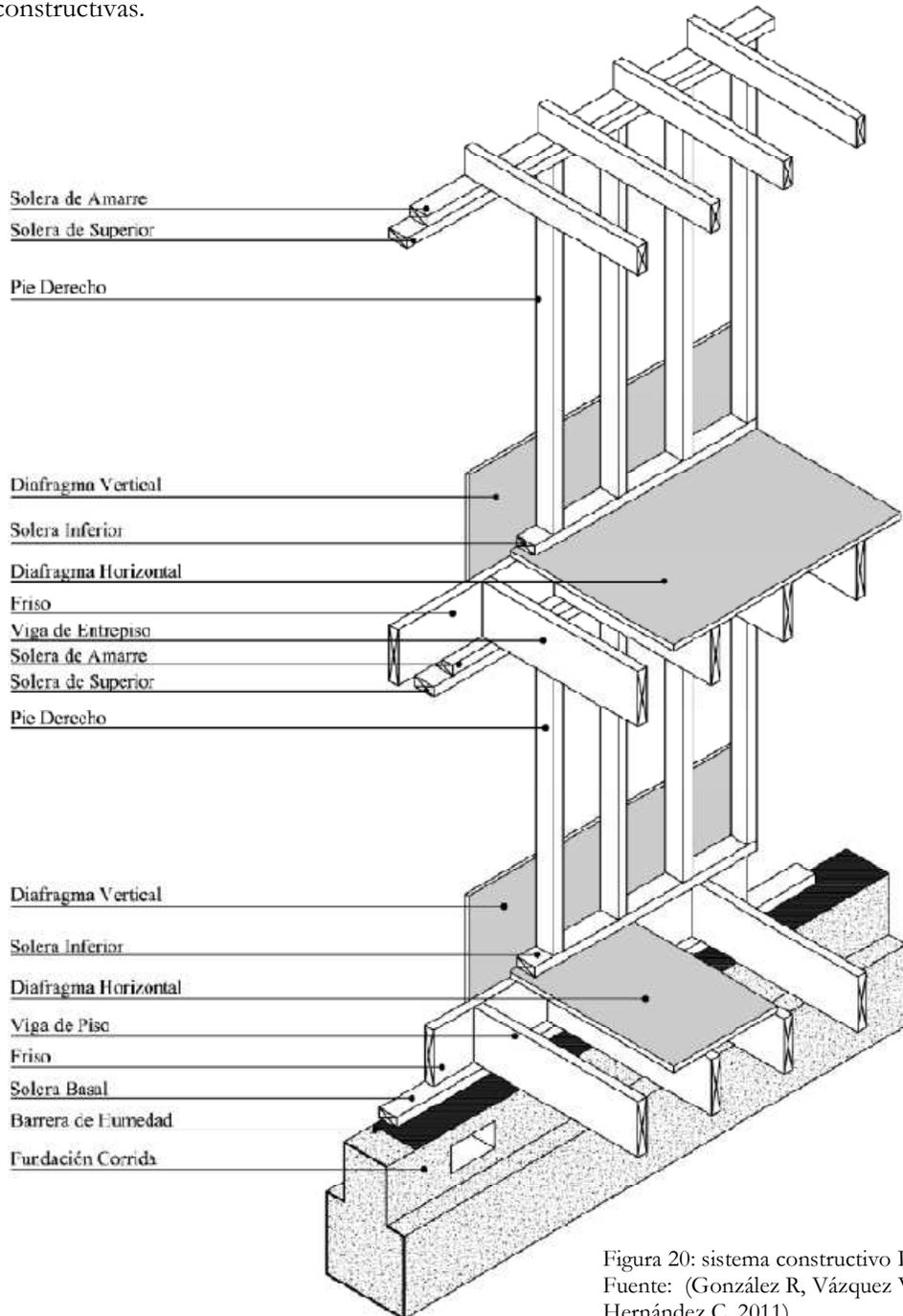


Figura 20: sistema constructivo Plataforma
Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Conjunto Constructivo	Elementos	Dimensiones
Fundaciones	Zapata corrida de H°A° con aplicación de barrera de humedad para aislar la madera.	El proyecto de cálculo estructural debe regirse por lo indicado en el Art. 5.1.7 de la OGU ³⁰ , debiendo ser desarrollado por un profesional competente.
	Solera basal	Sin datos
Envigado de Piso	Vigas de piso madera aserrada o cepillada grado estructural G1 o G2 Se debe verificar mediante cálculo estructural la conformación del entramado	2" x 6" c/40cm a 50cm 2" x 8" c/40cm a 50cm 2" x 10" c/50cm a 60cm 2" x 12" c/50cm a 60cm 45mm x 148mm c/40cm 45mm x 190mm c/50cm 42mm x 190mm c/40cm 70mm x 120mm c/50cm 50mm x 250mm c/90cm o 120mm
	Arriostramiento	Cadenetas de igual sección que las vigas. Cruz de San Andrés de 1"x3" o 2"x2" en envigados de mas de 140mm de altura.
	Friso	Sin datos
	Diafragma horizontal	Contrachapado 15mm u OSB 15,1mm separación de vigas de 40cm a 50cm Contrachapado 18mm u OSB 18,1mm separación de vigas de 60cm.
	Tabiques de muros	Solera inferior
	Pie derecho	70mm x 45mm c/60cm 2" x 3" c/60cm 1 ½" x 70mm c/40cm 45mm x 75mm c/40cm 45mm x 95mm c/55cm
	Vigas de cercha	25mm x 100mm c/75cm
	Solera superior	Sin datos
	Solera de amarre	Sin datos
	Diafragma vertical	Espesor 9,5mm, para una separación de pies derechos de 40mm Espesor 11mm, para una separación de pies derechos de 60mm
Techumbre	Vigas	2" x 6" 2" x 8"
	Costaneras	2" x 2"
	Diafragma Contrachapado u OSB®	Espesor 9,5mm mínimo, para una separación de vigas de 40mm a 60mm Espesor 15mm mínimo, para una separación de vigas de 100mm. Espesor 18mm mínimo, para una separación de vigas de 120mm

Tabla 7: Descripción elementos constitutivos. Elaboración propia. Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

³⁰ Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones de Chile.

El análisis del sistema Sipanel® sirvió de referencia para comparar secciones de algunos elementos estructurales, brindó información a cerca de las características y dimensiones de los paneles, así como también secuencias de montaje en obra.

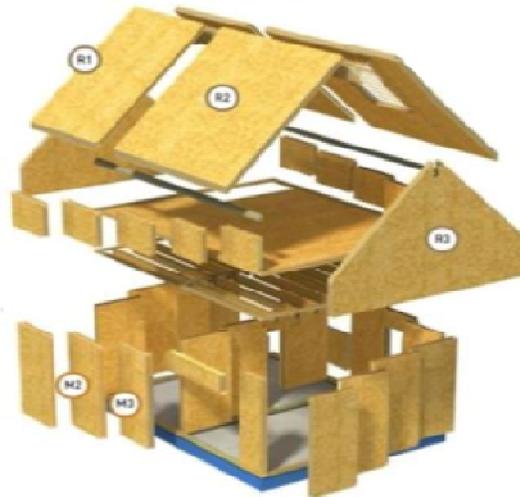


Figura 21: Despiece constructivo
Fuente: <http://www.sipanel.com>

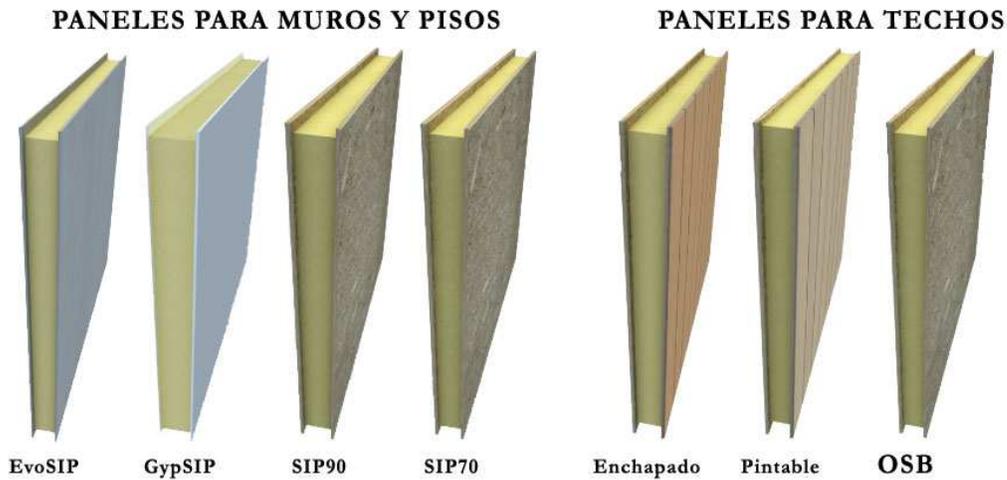


Figura 22: Tipos de paneles. Fuente: <http://www.sipanel.com>.

Placa	PUR	Espesor Placa + PUR	Dimension (mm)		Peso Kg	R* m ² °k/W	K* W/m ² °K
			Ancho	Alto			
Yeso	25mm	37,5	1200	2400	37,24	1,07	0,92
	93mm	105,5	1200	2400	46,05	3,90	0,26
OSB	25mm	36,1	1200	2400	26,04	1,13	0,87
	93mm	104,1	1200	2400	34,85	3,96	0,25
Fibrocemento	25mm	31,0	1200	2400	27,43	1,05	0,93
	93mm	99,0	1200	2400	36,24	3,89	0,26
MDF	25mm	34,0	604	2400	12,37	1,11	0,89
	93mm	102,0	604	2400	21,19	3,94	0,25

*Valores según IRAM 11601

Tabla 8: Características de los diferentes tipos de paneles. Fuente: <http://www.sipanel.com>.

Conjunto Constructivo	Elementos	Dimensiones	Fijaciones
Fundaciones	De H°A° con aplicación de pintura a base de goma y membrana asfáltica para aislar la madera.	Según cálculo estructural realizado por un profesional competente.	Broca Fisher FWA 12 x 150 cada 60 cm con refuerzos en esquinas
	Pie de solera	1" x 5"	
	Solera basal	2" x 4"	
Paneles verticales	Solera Superior	1" x 5"	Paneles en línea, clavos coil de 2 1/2" con una separación de 10cm a 15cm en tresbolillo.
	Viga de vinculación superior	2" x 4"	
	Columnas de vinculación para paneles con carga	2" x 4" intermedias 1" x 4" en esquinas	
	Fajas de OSB vinculación paneles con media carga	100mm x 11,1mm	Paneles en T y esquina, tornillos de 8mm x 160mm cada 30cm o 40cm.
	Premarco	1" x 4"	
	Clavadera	2" x 2"	

Tabla 9: Descripción de elementos constructivos. Elaboración propia. Fuente: <http://www.sipanel.com>

CONCLUSIONES

En los cuatro casos estudiados de construcciones con pallets, el panel brinda la modulación a partir de la cual se dimensionarán los ambientes y cerramientos a construir; esto hace que a la hora de diseñar se tenga como medida base los 0,80m y sus múltiplos a fin de evitar que haya desperdicios y recortes; en cambio en los sistemas constructivos industrializados modulados, si bien los paneles tienen una medida máxima de ancho, relacionada con la capacidad de ser manipulados de forma manual, se puede diseñar los ambientes y aberturas de cualquier medida ya que ambos sistemas son flexibles en ese aspecto.

En las construcciones de pallets y en Sipanel® el anclaje a los cimientos se realiza por medio de una solera inferior que se fija a la platea una vez terminada; en cambio en Cassaforma® deben dejarse previstos, en la platea, los hierros a los que se soldarán los paneles.

Las instalaciones en todos los sistemas se realizan dentro de los muros y techos antes del acabado y pintura, por lo que ante una pérdida o necesidad de ampliación de alguna instalación es necesario romper las paredes a igual que en el sistema tradicional de mampostería.

Las ventajas de trabajar con un sistema constructivo de madera son:

- La madera es un recurso renovable, que demanda menor energía que el resto de los materiales de construcción, además, mientras crece captura cantidades considerables de CO₂ siendo muy beneficioso para el medio ambiente, todo esto hace de la madera material insuperable.
- Es posible realizar diseños que cumplan cualquier tipo de requerimiento de

resistencia al fuego, aislación térmica y acústica, resistencia a la humedad y al ataque de insectos.

- ▶ La prefabricación permite realizar certificaciones con mayor facilidad, ya que los procesos son verificables, además de posibilitar la entrega y montaje de componentes con gran rapidez, lo que acorta los tiempos de ejecución, a la vez que optimizar los costos y eliminar los desperdicios en obra.
- ▶ Las construcciones de madera presentan un comportamiento sísmico sobresaliente, debido al bajo peso y rigidez de la estructura que permite disipar rápidamente los esfuerzos sísmicos soportados.

DISEÑO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

En la elaboración del producto se aplica una reelaboración del modelo de proceso de diseño del Arq. César Naselli realizada durante el workshop de proceso \square modelo. Se eligió esta herramienta debido a las posibilidades que brinda de hacer consciente aquellas instancias intuitivas del proceso de diseño y del pensamiento e incorporarlas junto con el conocimiento propio de la disciplina y la realidad contextual, abordando además el diseño del objeto desde un sus tres dimensiones, la ontológica, la kremática y la pragmática. En este trabajo la innovación se plantea y se concibe como lo define Cesar Naselli en su texto Introducción a los Procesos Innovativos, como verbo y como sustantivo-adjetivo.

Para la primera acepción hace tres distinciones que se relacionan con la instancia dónde se aplica o produce la innovación, estas son:

- al inicio - la acción o efecto de hacer algo absolutamente nuevo (creación)
- durante su fabricación - introducir lo nuevo en la naturaleza de algo interviniendo en su sistema constructivo (modificación)
- al fin de su vida útil - hacer nuevo algo viejo, obsoleto, anticuado, estereotipado, desechable (reutilización)

En la segunda significación, como sustantivo-adjetivo, también se producen tres distinciones que responden a las características intrínsecas del objeto innovador:

- cualidad de ser diverso en algún grado respecto de lo existente,
- diferente totalmente de lo existente.
- de aparición reciente.

PRODUCTO DE DESARROLLO

El sistema constructivo diseñado en el presente trabajo de tesis es desarrollado bajo los lineamientos de los Estándares Mínimos de Calidad para Viviendas de Interés Social, el Manual Técnico del uso de la Madera en la Construcción de Viviendas y las Directrices para la Construcción de Viviendas de Madera. Debe emplearse para la realización de viviendas unifamiliares típicas de un piso y es válido únicamente para los supuestos de productos, normativas vigentes y solicitudes contemplados en el presente trabajo. Cualquier proyecto que no se ajuste a las condiciones de uso, dimensiones o solicitudes estipuladas, deberá ser sometido al cálculo por un profesional estructuralista.

MATERIALES

Para la elección de los materiales necesarios para conformar los elementos constructivos que complementen a los materiales disponibles del descarte, se tuvieron en cuenta criterios de peso, disponibilidad, impacto ambiental y energético, procesos de transformación y aditivos necesarios, eficiencia energética y costo. Ver anexo 5.

Previo al ensamblado de los elementos se deberá realizar un control visual del estado de los materiales; detectar aquellos pallets que presenten rajaduras en la madera, controlar que las planchas de PP y de chapa no estén agujereadas, los materiales en mal estado no deben ser usados.

- ▶ Pallets de madera de pino descartados por la empresa Electropart S.A., según las dimensiones especificadas anteriormente y preservados por impregnación en autoclave con sales CCA según Normas IRAM 9600.
- ▶ OSB[®] de 9mm y 18mm tratados con retardante de fuego.
- ▶ Paneles de yeso-cartón Durlock[®] resistente a la humedad y resistente al fuego.
- ▶ PP en planchas.
- ▶ Chapa lisa con acabado de pintura aplicada en línea continua (imprimación epoxi y capa final de esmalte poliéster siliconado).
- ▶ Aislante celulósico insuflado con una densidad de 30kg/m³ en paneles para pisos y techo y 48kg/m³ en paneles laterales.
- ▶ Herrajes de hierro o conectores tipo StrongTie[®] y fijaciones según se indique en cada caso.
- ▶ Tornillos autorroscante de acero con punta aguja, con recubrimiento resistente a la corrosión.
- ▶ Clavos de acero resistentes a la corrosión.

REQUERIMIENTOS PARA CONSTRUIR CON ESTE SISTEMA

- ▶ Separación máxima³¹ medida a eje entre cerramientos verticales: 4,50m
- ▶ Altura máxima³² de cerramiento vertical: 4,10m.
- ▶ Cimientos realizados mediante zapatas corridas calculadas por un profesional estructuralista según la zona de implantación.
- ▶ Divisiones interiores livianas, se sugiere estructura de perfiles de chapa de acero cincada y paneles de yeso-cartón común o resistente a la humedad según la zona dónde se ubiquen las mismas.
- ▶ Utilizar las piezas provistas por el sistema u otras de calidad similar o mejor.
- ▶ A fin de asegurar la correcta aislación entre el interior y el exterior las uniones entre paneles y de estos con otros elementos debe sellarse con un cordón espuma de PU.

³¹ A fin de evitar los desperdicios de materiales, las dimensiones de los paneles verticales y horizontales deberían guardar relación con los módulos de los pallets, pudiendo usarse múltiplos y submúltiplos.

³² A fin de evitar los desperdicios de materiales, las dimensiones de los paneles verticales y horizontales deberían guardar relación con los módulos de los pallets, pudiendo usarse múltiplos y submúltiplos.

Solicitaciones (valores mínimos de sobrecargas para edificios de viviendas)	
Piso	2 kN/m ² - Según Cirsoc 101
Techo plano, horizontal o con pendiente	0,58kN/m ² < Sobrecarga < 0,96 kN/m ² Según Cirsoc 101 Expresado en el plano de la proyección horizontal del techo
Viento zona más desfavorable de Argentina: Ushuaia 40 m/s	0,59 kPa - Solicitaciones de viento según Cirsoc 102
Nieve: nevadas frecuentes durante todo el año.	3,2 kN/m ² - Solicitaciones de nieve según Cirsoc104
Tabla10: Solicitaciones para vivienda. Elaboración propia. Fuente: Normas Cirsoc.	

Peso Propio de los elementos	Kg por metro lineal
Panel estructural vertical (ancho 1m)	60,50
División interior de Durlock [®] (ancho 1m, esp. 12,5mm)	29,72
Panel de piso (ancho 0,90m)	54,30
Panel sanitario de piso (ancho 0,90m)	98,36
Panel de techo (ancho 0,90m)	59,40

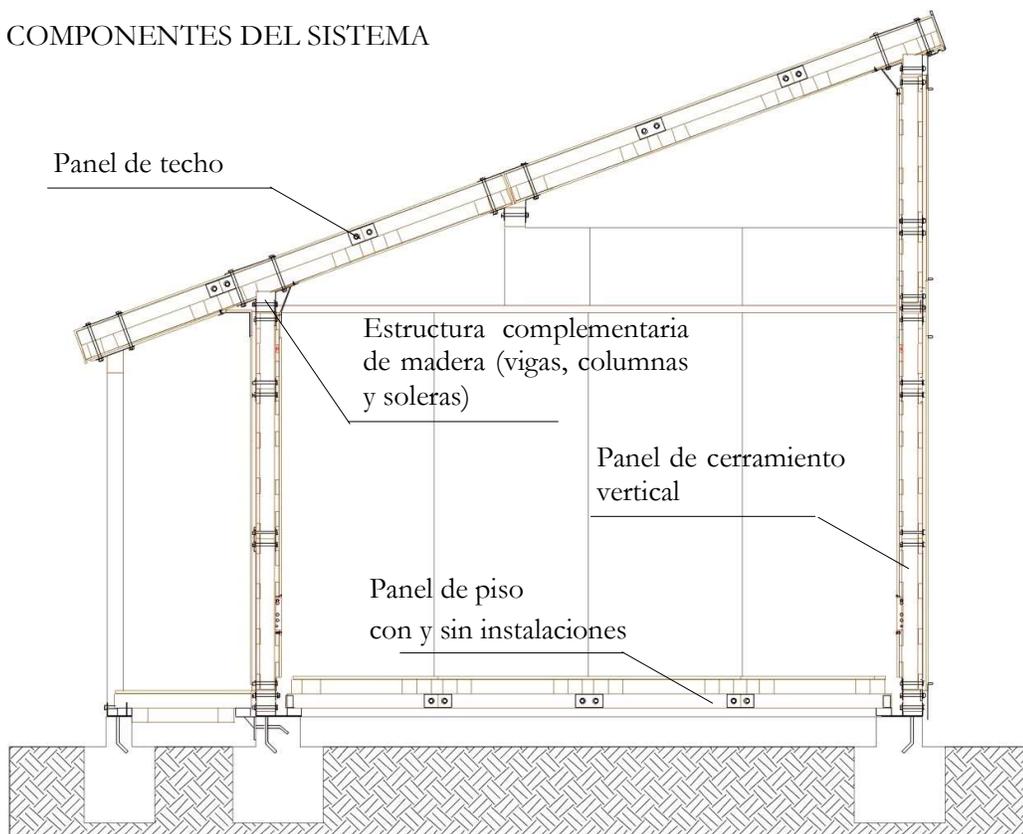
Tabla 11: Peso propio de los elementos. Elaboración propia. Fuente: Normas Cirsoc.

SECUENCIAS CONSTRUCTIVAS

Características y especificaciones:

- ▶ Placas de OSB® (clavadas como mínimo a 10mm del borde). Tipos empleados:
 - 18mm: cerramiento exterior en la cara externa del panel vertical, fijándose a las clavaderas y pallets con clavos de 3 ½” cada 100mm en el perímetro y cada 200mm en el centro.
 - 18mm como tablero de piso, se fijan a los pallets con clavos de 2 ½” cada 150mm en el perímetro y 300mm en el interior.
 - 9mm cerramiento de los paneles para evitar que se salga el aislante celulósico. Se fija con clavos de 2” a las caras de los pallets.
- ▶ Placas de Durlock® de 12,5mm se emplean como cerramiento interior de paneles verticales. Deben amurarse con tornillos autorroscante de acero de punta aguja (doble entrada) o mecha de cabeza trompeta ranura en cruz y recubrimiento resistente a la corrosión; las fijaciones deben colocarse a 50mm del borde de placa.
- ▶ EL PP alveolar se emplea como barrera de vapor por el lado interno del panel y en el externo como protección contra la intemperie. Las uniones del PP entre paneles deben sellarse con espuma de PU a fin de asegurar la continuidad de las barreras
- ▶ Todas las uniones de paneles con otros elementos estructurales deben quedar selladas por un cordón de espuma de PU

COMPONENTES DEL SISTEMA

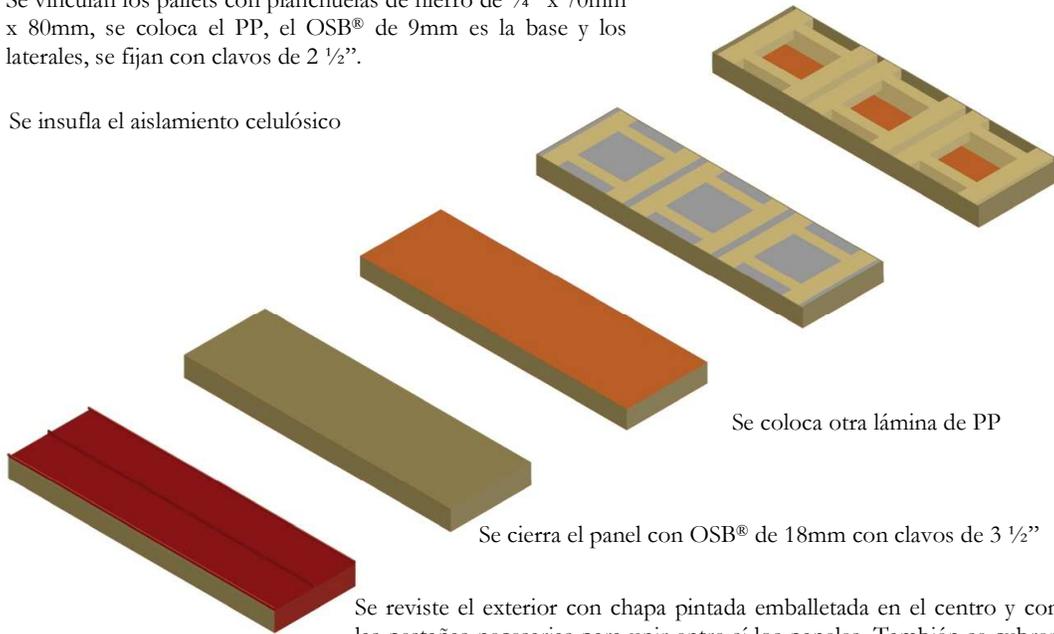


SECUENCIAS CONSTRUCTIVAS DEL ARMADO DE LOS PANELES.

PANEL DE TECHO

Se vinculan los pallets con planchuelas de hierro de ¼" x 70mm x 80mm, se coloca el PP, el OSB® de 9mm es la base y los laterales, se fijan con clavos de 2 ½".

Se insufla el aislamiento celulósico



Se coloca otra lámina de PP

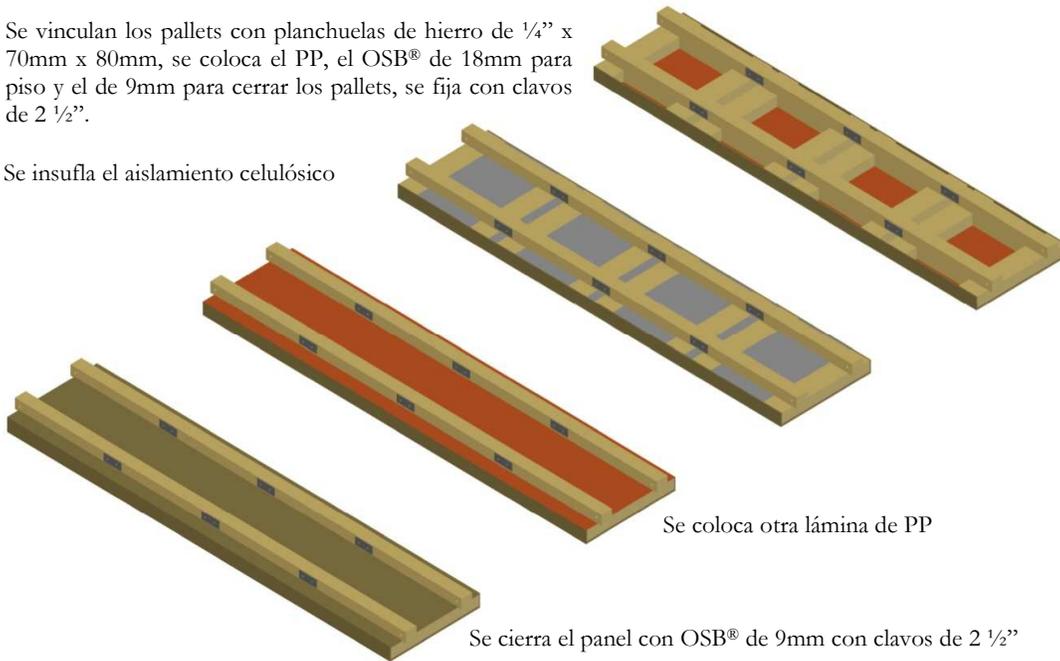
Se cierra el panel con OSB® de 18mm con clavos de 3 ½"

Se reviste el exterior con chapa pintada emballetada en el centro y con las pestañas necesarias para unir entre sí los paneles. También se cubren con chapa el resto de las superficies expuestas a la intemperie

PANEL DE PISO SIN INSTALACIONES

Se vinculan los pallets con planchuelas de hierro de ¼" x 70mm x 80mm, se coloca el PP, el OSB® de 18mm para piso y el de 9mm para cerrar los pallets, se fija con clavos de 2 ½".

Se insufla el aislamiento celulósico



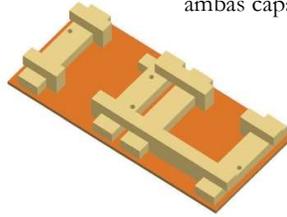
Se coloca otra lámina de PP

Se cierra el panel con OSB® de 9mm con clavos de 2 ½"

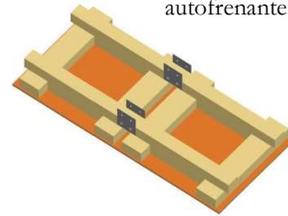
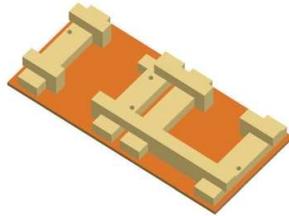
PANEL DE PISO CON INSTALACIONES

Se colocan dos placas de OSB® una de 18mm en la parte superior para el piso y una de 9mm en la parte inferior para la base, luego se coloca sobre ambas capas el PP alveolar y se fija a los pallets con clavos de 2 1/2".

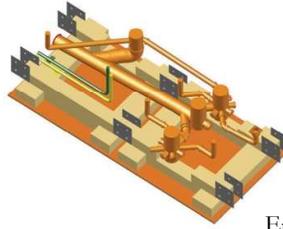
Los pallets superiores se calan a fin de tener lugar para todas las instalaciones.



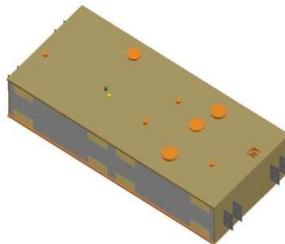
Se unen los pallets de base con planchuelas de hierro de 1/4" x 70mm x 180mm y se fijan con bulones de 3/4" con tuercas autofrenante,



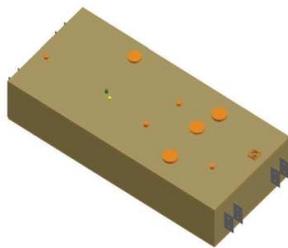
Se arman las instalaciones de cloacas, gas y agua fría y se adosan a la base del panel



En los extremos se colocan otras planchuelas de hierro de 1/4" x 70mm x 180mm y se fijan con bulones de 3/4" con tuercas autofrenante que permitirán la vinculación con los otros paneles de piso

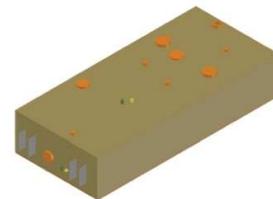


Se montan los paneles superiores y se fijan a las planchuelas con bulones de 3/4" con tuercas autofrenante, se cubren los laterales con OSB® de 9mm y se insufla la aislación celulósica, al revestir el panel se deben dejar las futuras conexiones fuera del panel.



Por último se cierra el frente con OSB® 9mm

En una vista del otro lado del panel se puede observar cómo quedan las conexiones horizontales para las instalaciones que entran y salen de la vivienda.

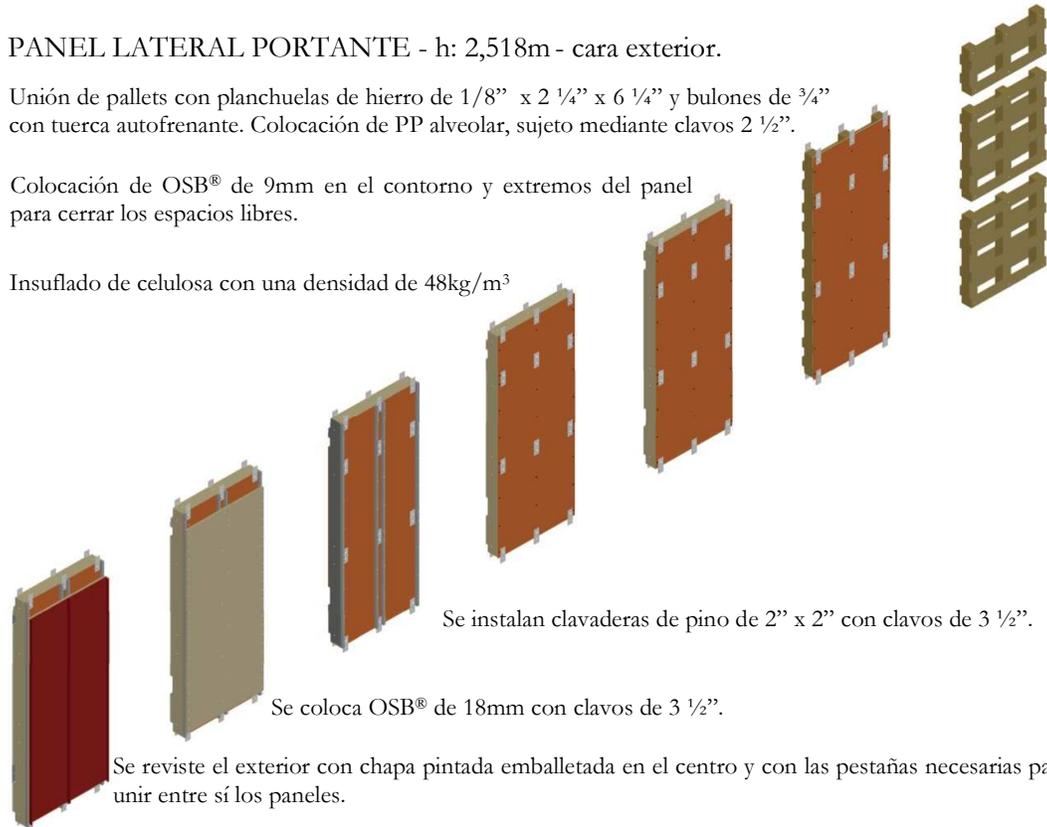


PANEL LATERAL PORTANTE - h: 2,518m - cara exterior.

Unión de pallets con planchuelas de hierro de 1/8" x 2 1/4" x 6 1/4" y bulones de 3/4" con tuerca autofrenante. Colocación de PP alveolar, sujeto mediante clavos 2 1/2".

Colocación de OSB® de 9mm en el contorno y extremos del panel para cerrar los espacios libres.

Insuflado de celulosa con una densidad de 48kg/m³



Se instalan clavaderas de pino de 2" x 2" con clavos de 3 1/2".

Se coloca OSB® de 18mm con clavos de 3 1/2".

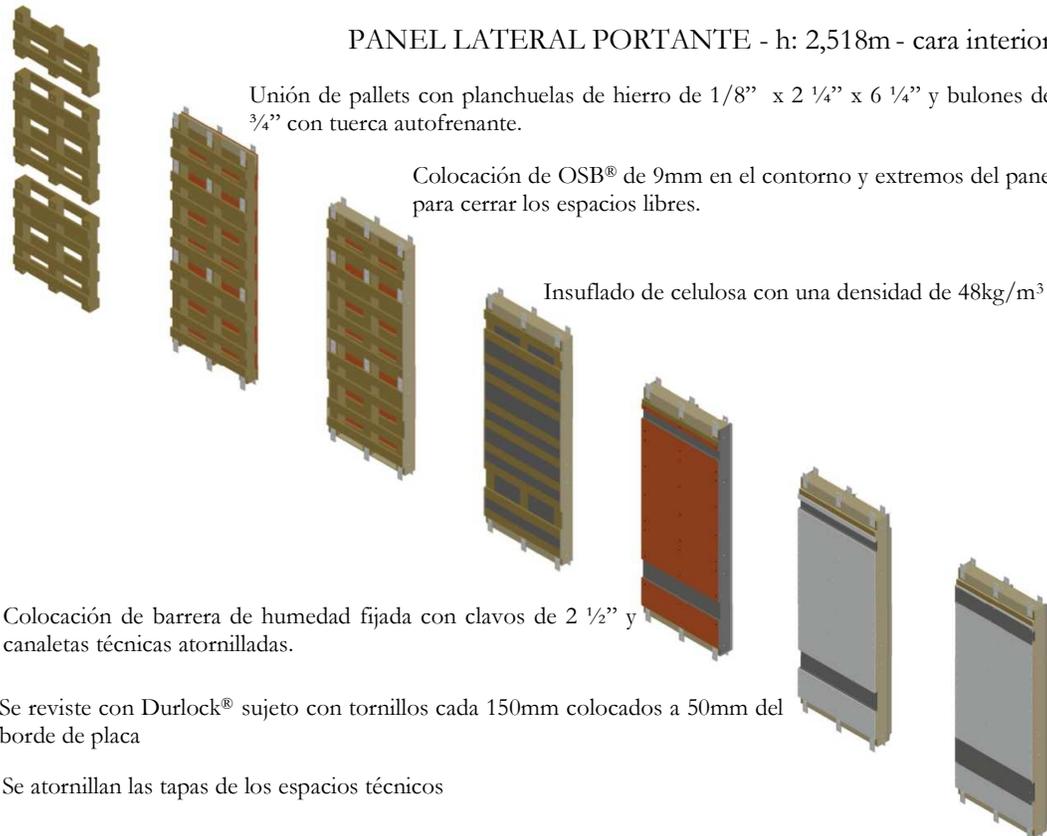
Se reviste el exterior con chapa pintada emballetada en el centro y con las pestañas necesarias para unir entre sí los paneles.

PANEL LATERAL PORTANTE - h: 2,518m - cara interior.

Unión de pallets con planchuelas de hierro de 1/8" x 2 1/4" x 6 1/4" y bulones de 3/4" con tuerca autofrenante.

Colocación de OSB® de 9mm en el contorno y extremos del panel para cerrar los espacios libres.

Insuflado de celulosa con una densidad de 48kg/m³



Colocación de barrera de humedad fijada con clavos de 2 1/2" y canaletas técnicas atornilladas.

Se reviste con Durlock® sujeto con tornillos cada 150mm colocados a 50mm del borde de placa

Se atornillan las tapas de los espacios técnicos

SECUENCIA DE ENSAMBLADO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA.

ETAPA 1:

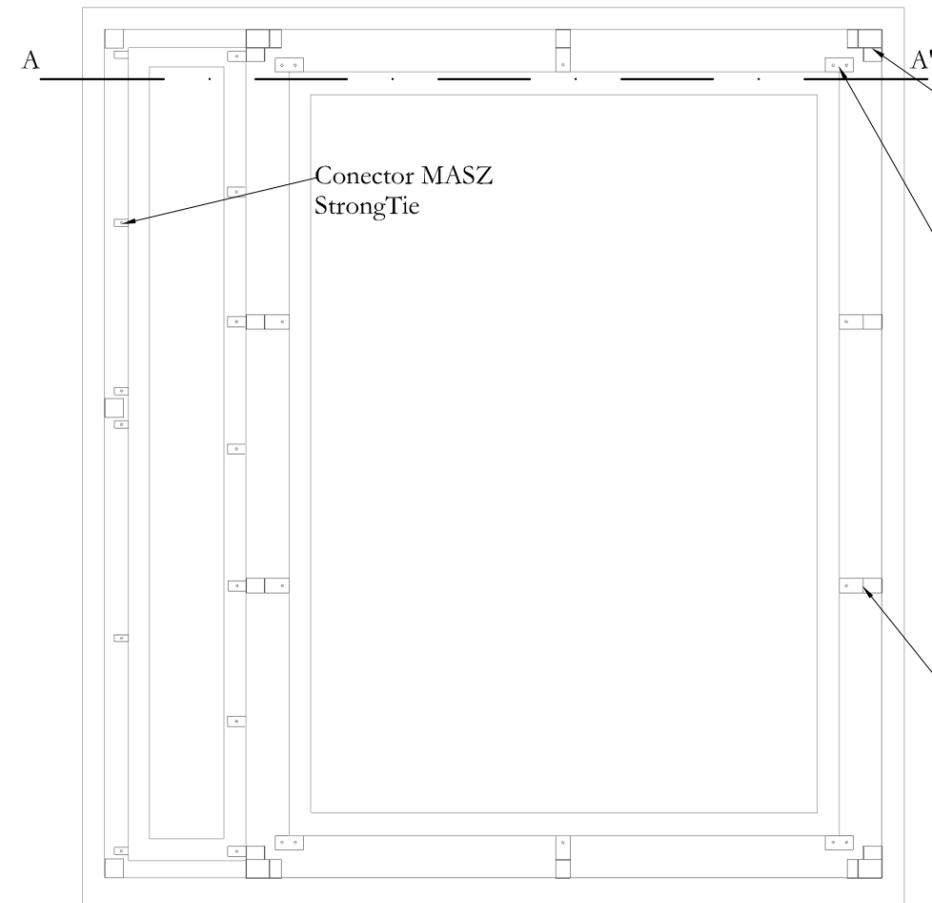
Se realizan las fundaciones según cálculo para cada zona dejando previstas 7 troneras de 10cm x 20cm, una en cada cara y el paso de las instalaciones sanitarias.

Sobre la fundación se coloca una capa de pintura a base de goma y membrana asfáltica para proteger las soleras.

Se insertan las bases metálicas y conectores.

ETAPA 2:

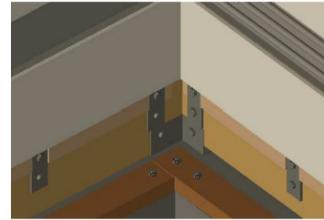
Antes de que fragüe el H°A° se fijan soleras inferiores con pernos y tuercas autofrenante de 3/4", estas soleras son las que alinean y distancian los elementos según la medida exacta de los muros y pisos, evitando errores de medición en obra.



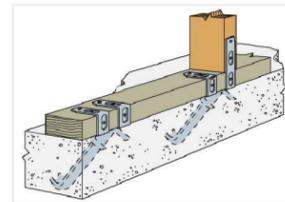
ETAPA 1

PLANTA - Esc: 1:50

DETALLES TÉCNICO-CONSTRUCTIVOS



Encuentro de elementos en esquina inferior interna

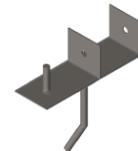


Conector MASZ StrongTie

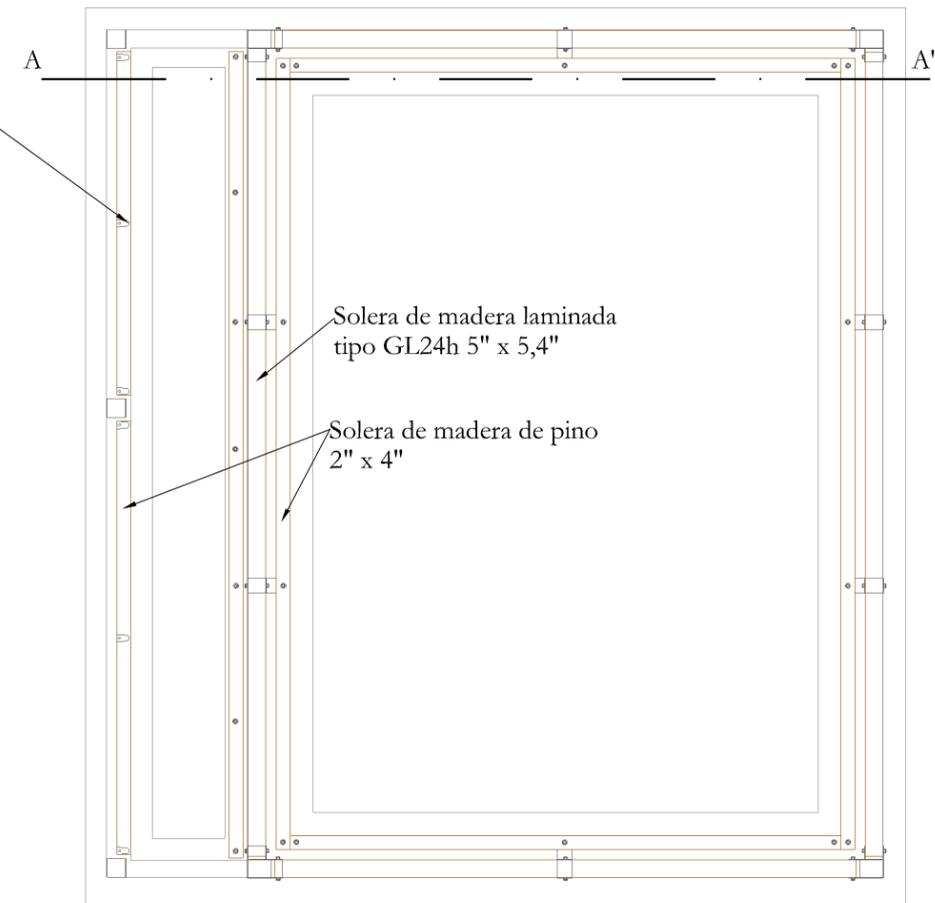
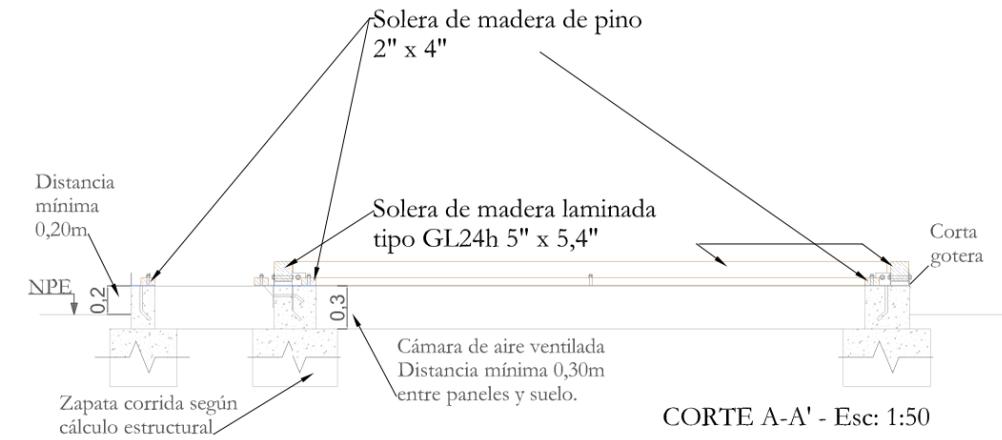
Base de esquina, anclaje de columna y soleras con pernos y tuercas autofrenante de 3/4"



Base de esquina, anclaje de soleras con tuercas autofrenante de 3/4"



Base intermedia, anclaje de soleras con pernos y tuercas autofrenante de 3/4"

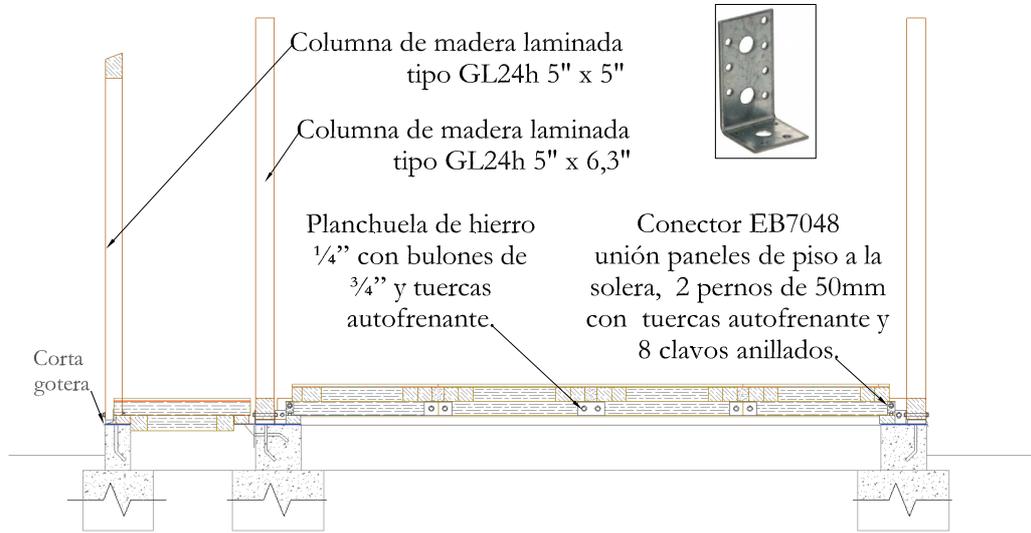


ETAPA 2

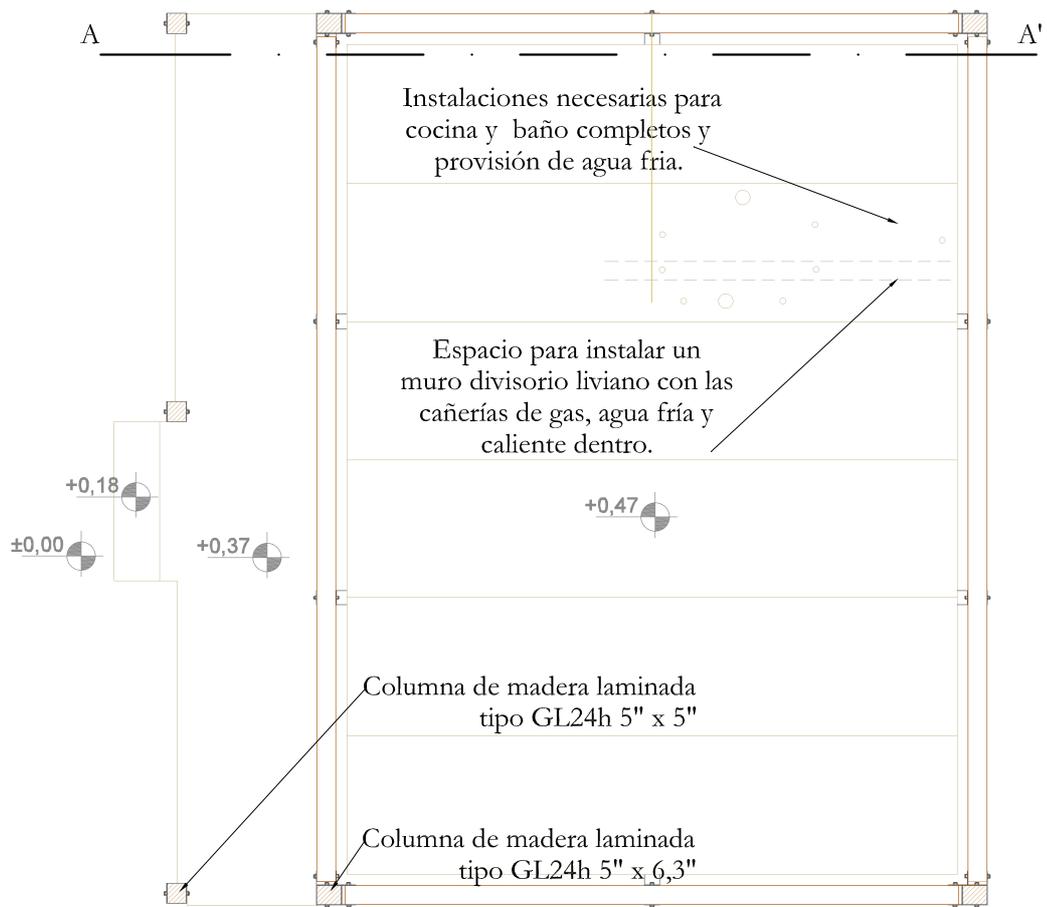
PLANTA - Esc: 1:50

ETAPA 3:

Se instalan los paneles de piso y el panel sanitario que preve las conexiones de agua y la instalación de un baño y una cocinas completos (entre ambos espacios está previsto un divisorio de Durloc®). A continuación se fijan las columnas en las bases.



CORTE A-A' - Esc: 1:50



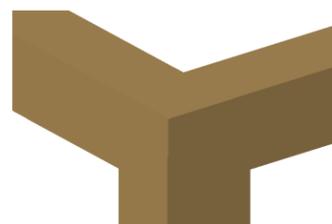
ETAPA 3

PLANTA - Esc: 1:50

ETAPA 4:

Se realizan instalan los paneles autoportantes verticales con un cordón de espuma de poliuretano entre ellos y uniendo la chapa del exterior mediante balleado. También se colocan las vigas de vinculación superior para rigidizar el sistema, todos los elementos estructurales son fijados mediante planchuelas de 1/8", pernos y tuercas autofrenante de 3/4".
 Deben reforzarse los vanos con dintel, alféizar y parante de 10" x 2".
 En esta etapa ya pueden realizarse las divisiones interiores con Durlock® RH, se pasan cañerías y se conectan las instalaciones de agua y cloacas.
 Para la instalación de gas y electricidad existe un espacio técnico previsto dentro de los paneles verticales, el cual una vez concluida la tarea se cubre con una cenefa de chapa atornillada.
 Estos sistemas permiten el futuro acceso a todas las instalaciones.

DETALLES TÉCNICO-CONSTRUCTIVOS



Vinculación de columna con soleras superiores mediante planchuelas de 1/8" y clavos espiralados.



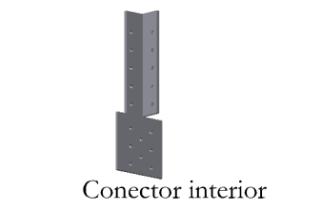
Instalaciones embutidas en el espacio técnico de los paneles verticales

Exterior
 Interior
 Vinculación entre pallets dentro del panel autoportante vertical, planchuelas de 1/8" con bulones 3/4" de y tuercas autofrenantes.

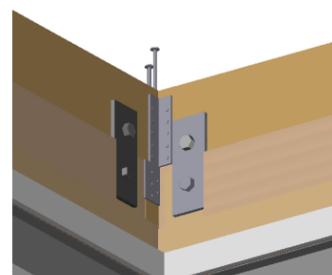


ETAPA 4

PLANTA - Esc: 1:50



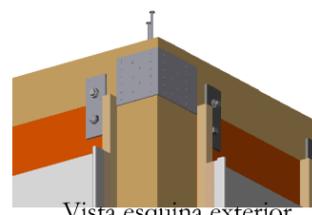
Conector interior



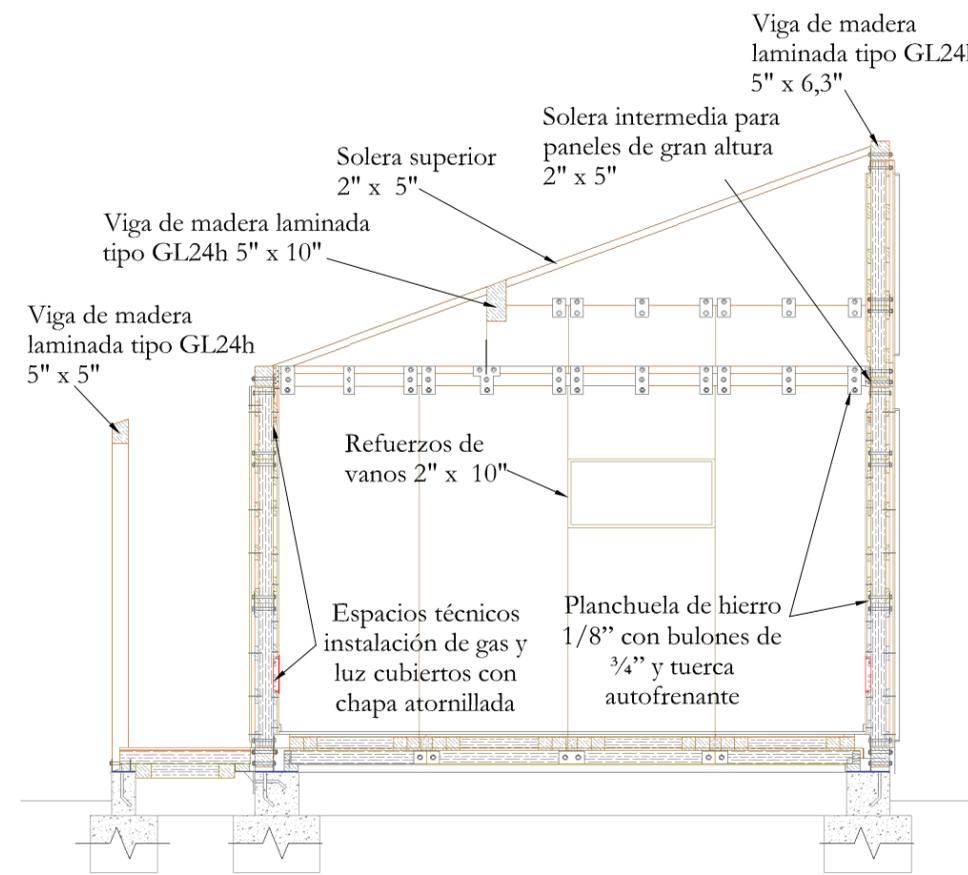
Vista esquina interior



Conector exterior



Vista esquina exterior



ETAPA 4

CORTE A-A' - Esc: 1:50

ETAPA 5:

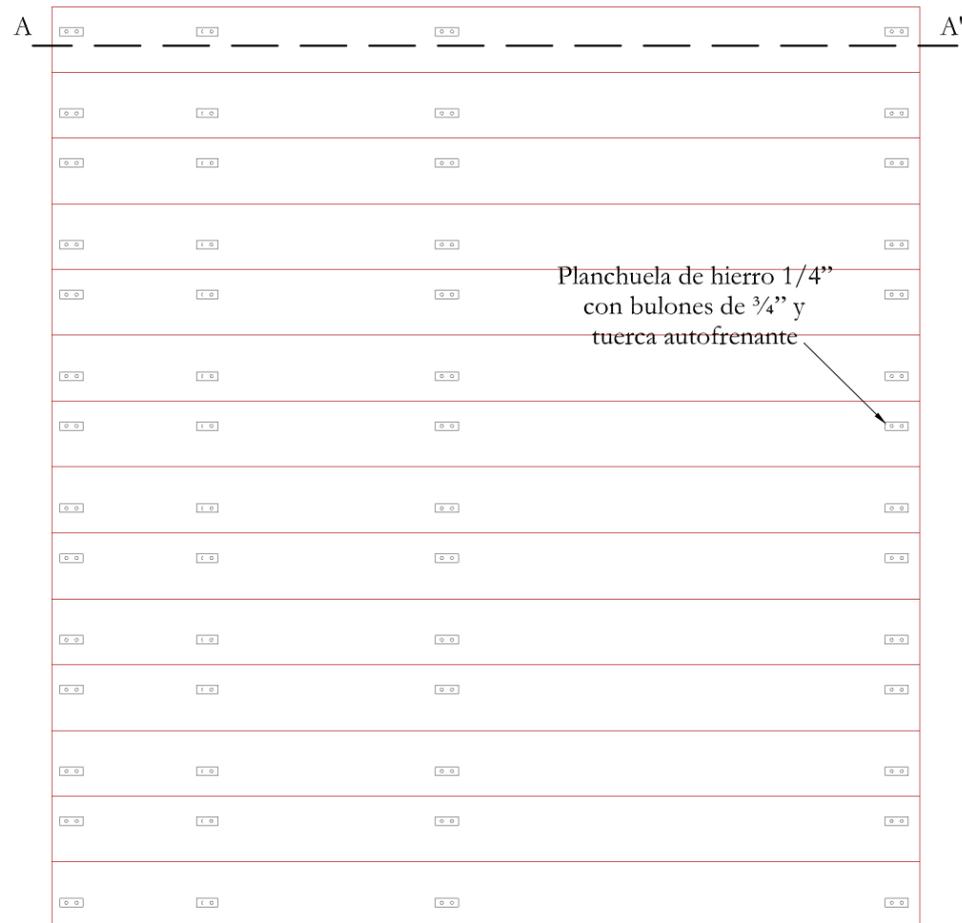
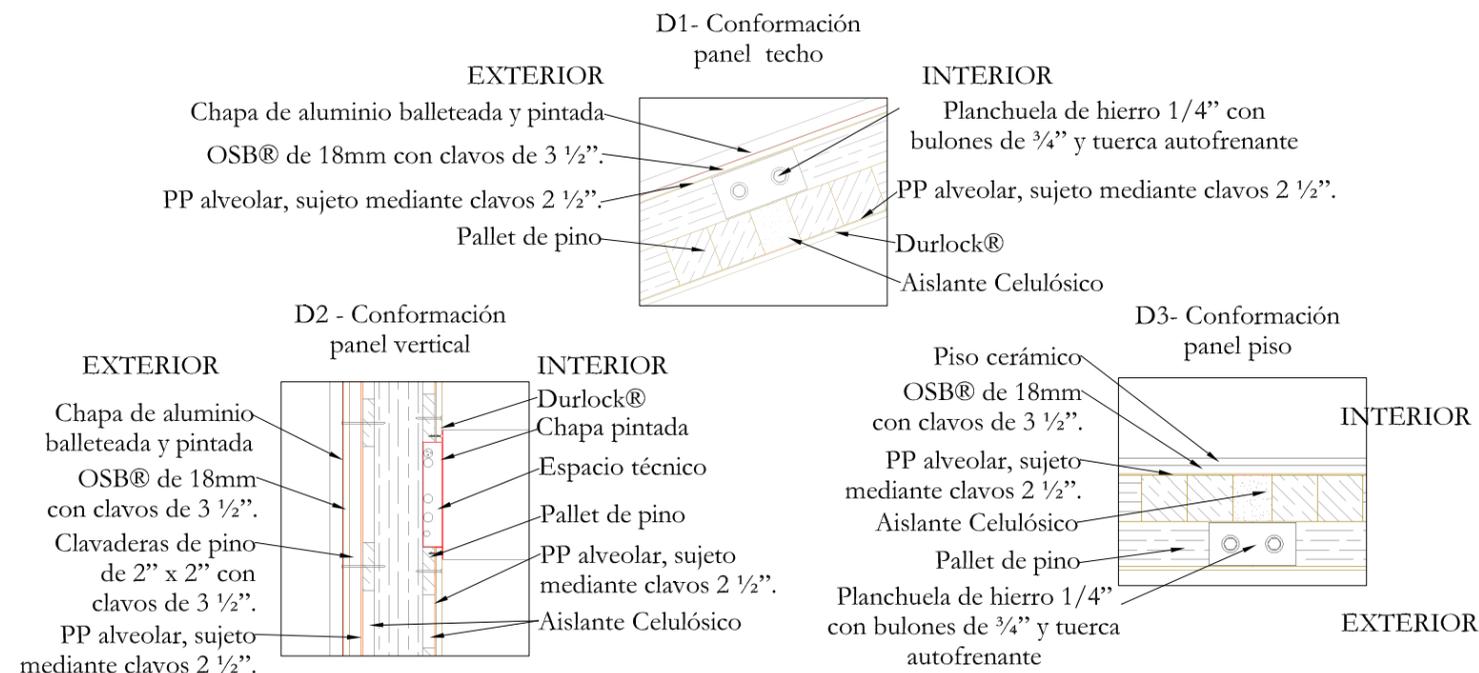
Por último se instalan los paneles autoportantes de techo fijándolos a las vigas de vinculación superior de los cerramientos verticales, a la viga central y a la viga exterior para conformar un alero que protege el ingreso. Las fijaciones se realizan mediante planchuelas de 1/4" x 60mm x 160mm por el lado exterior y con ángulos de iguales dimensiones en el interior, sujetos con bulones y tuercas autofrenante de 3/4".

Entre los paneles de techo se coloca un cordón de espuma de poliuretano para garantizar la aislación y se realiza el balleado de las chapas en el exterior.

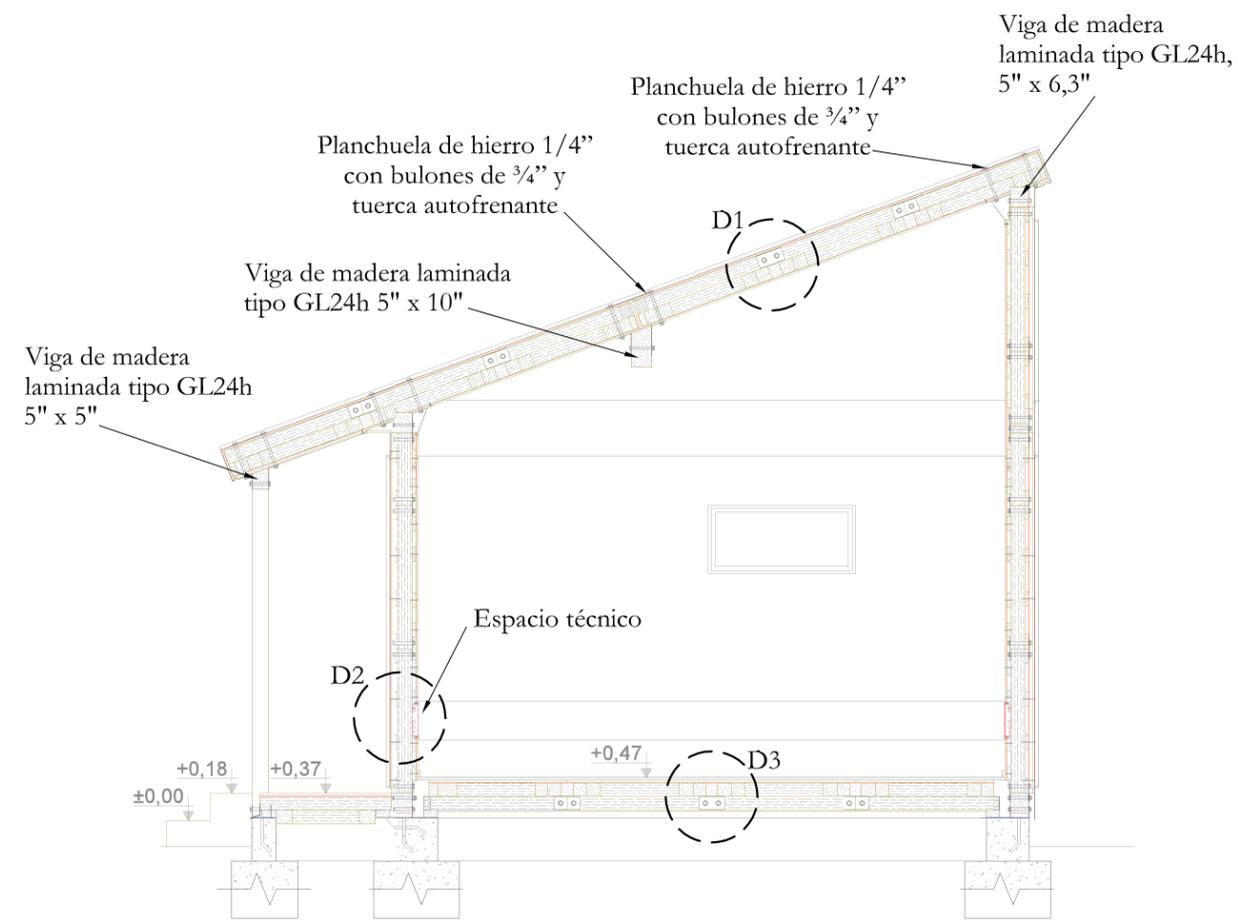
Todas las uniones entre paneles y vigas se cubren con cenefas de OSB® y chapa para aislarlas y darle un acabado más estético, en el interior se colocan cenefas de chapa solamente.

Para la terminación interior, se encintan y masillan las uniones entre paneles y se aplica pintura látex.

DETALLES TÉCNICO-CONSTRUCTIVOS



PLANTA DE TECHO - Esc: 1:50

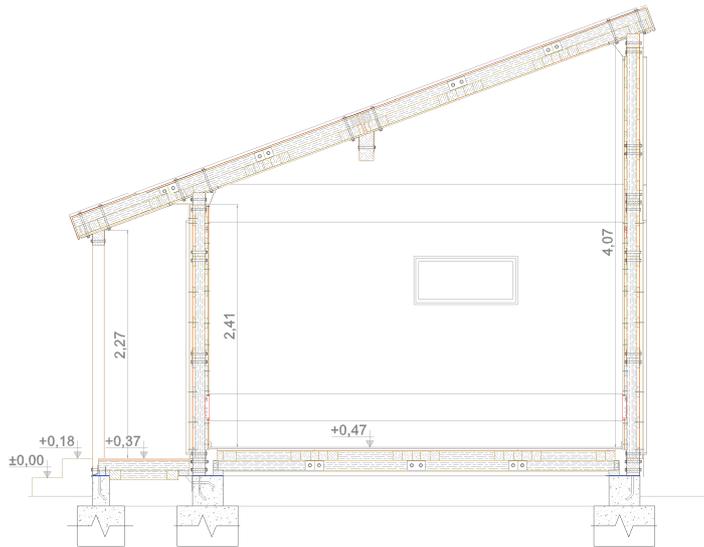


ETAPA 5

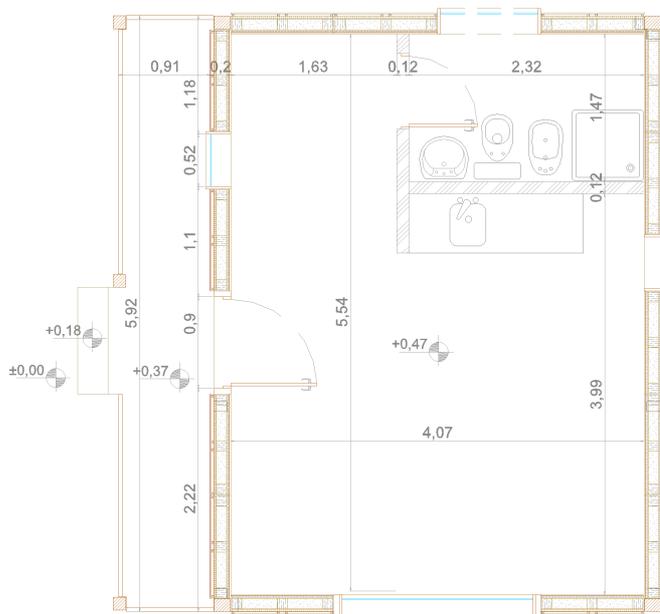
CORTE A-A' - Esc: 1:50

ESTUDIO CUANTITATIVO Y PROSPECTIVAS

Si bien no es propósito de este trabajo desarrollar una tipología habitacional específica, sino un sistema constructivo, se realiza un estudio sobre una planta de dimensiones mínimas y su elevación*, a fin de poder realizar un cálculo estimativo de la cantidad de embalajes necesarios para realizar una vivienda de estas características y por medio de la extrapolación de datos cuantificar las unidades que podrían construirse con los descartes de Electropart Córdoba S.A.



CORTE A-A' - Esc: 1:50



PLANTA - Esc: 1:50

DATOS CUANTITATIVOS

propuesta habitacional

**22,55m² cubiertos
5,39m² semicubiertos.**



se requieren
115 PALLETS

PROSPECTIVA

en relación al caso de estudio

descarte aproximado
100 PALLETS POR MES



se podrían construir
10 UNIDADES HABITACIONALES POR AÑO.

* Se toma como referencia las dimensiones de las viviendas realizadas por Un Techo para mi Hermano, cada unidad habitacional cuenta con baño completo y un ambiente único con cocina. Las dimensiones interiores son: 3m x 6,45m =19,35m²

COMPARACIONES

A fin de poder establecer que el sistema constructivo diseñado cumple con los requisitos estructurales, de habitabilidad y durabilidad exigidos por las normas de Argentina³³ y de otros países con características climatológicas y sísmicas parecidas, se lo somete a comparación con dos sistemas aprobados que cumplen las normativas y estándares de Argentina y Chile.

El primer sistema de referencia es el Sipanel[®], que se comercializa en Argentina y fue estudiado en el capítulo anterior; el otro es el Sistema Constructivo Plataforma[®] de origen chileno y que cumple con todas las normativas correspondientes a su país (ver anexo IV).

Conjunto Constructivo	Elementos	PLATAFORMA	SIPANEL	PROYECTO
Fundación H°A°	Fundación	Lineal o puntual	Superficial	Lineal
	Solera basal	Sin datos	2"x4"	2"x4"
Piso	Vigas de piso	2"x10" c/50cm a 60cm 2"x12" c/50cm a 60cm 45mm x 190mm c/50cm 70mm x 120mm c/50cm	No permite la ejecución de pisos.	El pallet forma un conjunto de 190mm de espesor que soporta 5Tn – la continuidad está dada por las uniones metálicas cada 1m.
	Diafragma horizontal	Contrachapado 15mm u OSB 15,1mm separación longitudinal de vigas de 40cm a 50cm.		OSB 18mm separación 46cm en una dirección y 50 cm en la otra
Tabiques de muros	Solera inferior	Sin datos	2"x4"	2"x4"
	Pie derecho	2"x3" c/60cm 45mm x 95mm c/55cm	Columnas 2"x4" c/1,20m	3 columnas de 4"x4" c/1m ² 1 columna de 4"x5,4" en cada extremo
	Vigas de cercha	25mm x 100mm c/75cm	No requiere	No requiere
	Solera superior	Sin datos	2"x4"	4"x5,4"
	Diafragma vertical	Espesor 9,5mm (sep. de pies derechos de 40mm)	No requiere	Espesor 12mm (sep. 47mm)
Techumbre	Vigas	2" x 8"	Seg. cálculo	Ídem piso.
	Costaneras	2" x 2"	2" x 2"	2" x 2"
	Diafragma Contrachapado u OSB [®]	Espesor 9,5mm mínimo, para una separación de vigas de 40mm a 60mm	No requiere	OSB 18mm sep. vigas 46cm en un eje y 50 cm en la otra

Tabla 12: Comparaciones de los principales elementos constructivos de cada sistema. Elaboración propia.

³³ Directrices para la Construcción de viviendas de Madera (Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios - Secretaría de Obras Públicas., 2003).
Estándares mínimos de calidad para viviendas de interés social. (Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios - Secretaría de Obras Públicas, 2006)

Los materiales y secciones escogidos y propuestos en el diseño son similares o superiores a los estudiados, por lo tanto se infiere que el sistema constructivo respeta las normativas exigidas y es posible su materialización.

Se verifican así las hipótesis planteadas al comienzo de este trabajo de tesis siendo posible aprovechar todos los descartes de esta industria, dándoles una solución de reciclado y reuso en la construcción de espacios habitables.

CERTIFICACIÓN

Previo a hacer efectiva la producción y comercialización del sistema constructivo, se deberán realizar las comprobaciones, verificaciones y ajustes necesarios a fin de obtener los sellos que certifiquen que se cumplen con las normativas argentinas vigentes en ese momento y con otras certificaciones ambientales complementarias que se deseen.

CONCLUSIONES

La fabricación de los elementos conformantes del sistema constructivo desarrollado, así como también de la edificación de los espacios habitables resultantes, son coherentes con el enfoque de diseño sustentable que se persigue con este trabajo (calidades ecológicas del proceso de producción y montaje, comportamiento del material producido y el impacto sociocultural del producto), debido a:

- empleo de materiales de descarte frecuentes, abundante y disponibles.
- rudimentarias técnicas, herramientas y mano de obra empleadas.
- característica energética del proceso.

Por la regularidad de las materias empleadas y la sencillez con que se plantea la fabricación, es posible suponer que replicar un sistema constructivo como el desarrollado aquí, es factible en otras localizaciones.

Para la construcción de una vivienda mínima de 22,55m² cubiertos³⁴ se emplean 115 pallets, esto equivale al packaging de 575tn de acero bobinado que es el consumo aproximado de la empresa en 35 días. Por lo tanto al año se podrían fabricar 10 viviendas con los residuos de Electropart Córdoba S.A.

Si bien inicialmente y como parte del compromiso propio con el desarrollo social este sistema se plantea para la construcción del espacio socio-habitacional, el resultado puede ser aplicado para la construcción de cualquier tipo de espacio habitable siempre que el diseño se ajuste a las dimensiones y solicitudes establecidas.

³⁴ Similares dimensiones a las construidas por Un Techo para mi Hermano 19,35m².

CAPÍTULO 6.

CONCLUSIONES FINALES

El marco teórico permitió rever las teorías y conceptos, para así poder encuadrar la investigación delimitando el alcance y los temas que se trataron; fue necesaria su construcción a fin de realizar un recorte apropiado de la información recabada que permitiera la realización del T.F. dentro de la extensión, recursos y tiempos previstos. Brinda la información cualitativa y cuantitativa necesaria para comprender la amplitud y complejidad del tema de los residuos; sus repercusiones medioambientales, así como las relaciones que existen con cuestiones sociales y económicas.

Al ser esta una investigación orientada al diseño, el diagnóstico del estado del arte se realizó por medio del análisis de antecedentes constructivos, para ello se seleccionaron diversas construcciones, algunas realizadas con pallets, otras con sistemas constructivos modulares y también un par realizadas con madera. Esto permitió la posterior validación del producto de desarrollo obtenido.

Por medio del estudio del caso, la empresa Electropart S.A. y más precisamente de sus descartes, se pudo cualificar y cuantificar el material disponible para la realización del proyecto; allí se pudieron estimar los usos que estos tendrían, así como la necesidad de otros materiales que debían ser requeridos para completar el diseño.

La culminación del presente trabajo permitió verificar la hipótesis planteada al comienzo del trabajo y arribar a una serie de conclusiones que son expuestas a continuación.

HIPÓTESIS: Ciertos materiales productivos e inocuos provenientes del descarte de las industrias siderúrgicas pueden ser reutilizados en la construcción de espacios habitables; confiriéndoles un valor agregado, al mismo tiempo que ofrece una solución al problema de la acumulación de los mismos.

CONCLUSIONES

- ▶ El aprovechamiento de los residuos industriales, por medio de la incorporación en nuevos procesos productivos, disminuye los enormes volúmenes destinados a disposición final (incineración, relleno sanitario o basural a cielo abierto) a la vez que permite la recuperación de materia prima y energía, cerrando los ciclos de producción, consumo, reutilización.
- ▶ El empleo de desechos en la fabricación de nuevos productos de desarrollo, no

solo disminuye los costos empresariales, sino que otorga un valor agregado a los mismos, aumentando su demanda y generando ingresos extras.

- ▶ Ciertos descartes industriales pueden ser empleados en el desarrollo de un sistema constructivo que permita la concreción de espacios habitables.
- ▶ Es posible aplicar la totalidad de los materiales descartados del packaging de las bobinas de acero industrial como principales materiales para conformar los elementos de un sistema constructivo para espacios domésticos o de similar escala.
- ▶ El empleo de materiales de descarte comunes y abundantes, junto con técnicas sencillas en la fabricación seriada de los componentes del sistema constructivo y la baja inversión, permitiría la replicación de la experiencia en otras regiones.
- ▶ Considerando que los materiales de descarte de este tipo se encuentra disponible en todo el mundo³⁵, en A.L. solamente se consumieron 69 millones de toneladas de acero laminado en 2014 y extrapolarlo datos se podrían construir aproximadamente 120.000 viviendas³⁶ en un año.
- ▶ El armado artesanal, la sencillez de la técnica y la baja tecnología con la que se pensó la fabricación de los paneles constitutivos del sistema, permitirían el empleo intensivo de mano de obra sin experiencia y sin calificación, lo que posibilitaría su inserción en el mercado laboral y un desarrollo social más equitativo.
- ▶ La simplicidad de montaje del sistema posibilita la autoconstrucción comunitaria de viviendas y con ello la creación de hábitat a través de la participación, generando y fortaleciendo las relaciones entre los actores.
- ▶ La participación de los beneficiarios en el proceso favorece el sentido de pertenencia, el desarrollo de capacidades, el auto-reconocimiento y el reconocimiento del resto de la sociedad como actores y protagonistas de la comunidad.

³⁵ Anexo I Datos estadísticos pg 81.

³⁶ Estimando que cada unidad habitacional mínima requiere aproximadamente del packaging de 575 Tn de acero laminado (ref. análisis pg73)

TABLAS

SITUACIÓN DE LOS PAÍSES LATINOAMERICANOS EN RELACIÓN A LOS AVANCES REGISTRADOS EN LA REDUCCIÓN O REVERSIÓN DE LAS TASAS DE CRECIMIENTO (FÍSICO Y POBLACIONAL) DE LOS TUGURIOS.

Reducción o reversión del crecimiento de los tugurios.	País	Nivel de ingreso*	Tasa de crecimiento anual de los tugurios	% tugurios 2005	% tugurios 1990	Población tugurios 1990 (000s)	Población tugurios 2005 (000s)
Avanzando	Uruguay	medio alto	-10,3	6,9	1,3	191	41
	Cuba	medio bajo	0,7	2	2	156	174
Estabilizando	Brasil	medio alto	0,3	45	34	49,806	52,374
	México	medio alto	0,5	23,1	18,5	13,923	14,983
	Colombia	medio bajo	1,1	26	20,5	6,239	7,381
	R.Dominicana	medio bajo	-0,9	56,4	32,4	2,327	2,038
	El Salvador	medio bajo	1,9	44,7	32,3	1,126	1,495
	Paraguay	medio bajo	0,5	36,8	21,7	756	812
En Riesgo	Argentina	medio alto	2,2	30,5	34,1	8,597	11,978
	Costa Rica	medio alto	4,3	11,9	13,1	195	372
	Panamá	medio alto	2,2	30,8	30,8	397	552
	Ecuador	medio bajo	2,5	28,1	24,8	1,588	2,317
	Honduras	medio bajo	2,4	24	16,3	488	703
	Jamaica	medio bajo	3,5	29,2	38,4	356	604
Alto Riesgo	Venezuela	medio alto	2,5	40,7	40,7	6,664	9,642
	Bolivia	medio bajo	2,3	70	58,4	2,555	3,597
	Guatemala	medio bajo	2,5	65,8	60,4	2,192	3,186
	Perú	medio bajo	3,4	60,4	71,1	8,979	14,862
	Haití	bajo	3,6	84,9	86	1,728	2,976
	Nicaragua	bajo	3,4	80,7	81	1,638	2,730

*Grupo de Ingreso del Banco Mundial

Fuente: UN-Habitat 2005, Urban Indicators Programme, Phase III.

Tabla 13. Fuente: (ONU-Hábitat Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos., 2012)

AGRUPACIÓN DE PAÍSES POR REGIONES

África (AFR)	Asia Oriental y Pacífico (EAP)	Asia Central y Occidental (ECA)	América Latina y Caribe (LAC)	Medio Oriente y África Septentrional (MENA)	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD)	Asia Meridional (SAR)
Angola	Vietnam	Albania	Argentina	Argelia	Andorra	Bangladesh
Benín	Camboya	Armenia	Uruguay	Bahréin	Australia	Bután
Botsuana	China	Bielorrusia	Bahamas	Egipto, Árabe Republica	Austria	India
Burkina Faso	Fiyi	Bulgaria	Barbados		Bélgica	Maldivas
Burundi	Hong Kong	Croacia	Belice	Iraq	Canadá	Nepal
Camerón	Indonesia	Chipre	Bolivia	Israel	Republica Checa	Pakistán
Cape Verde	RDP de Lao	Estonia	Brasil	Jordán	Dinamarca	Sri Lanka
Rep. Centro-africana	Macao, China	Georgia	Republica Dominicana	Kuwait	Finlandia	
Chad	Malaysia	Letonia	Colombia	Lebanon	France	
Comoras	Tonga	Lituania	Costa Rica	Malta	Alemania	
Gambia	Mongolia	Macedonia	Cuba	Marruecos	Grecia	
Congo, Rep.	Myanmar	Polonia	Dominica	Omán	Hungria	
Costa de Marfil	Filipinas	Romania	Chile	Qatar	Islandia	
Eritrea	Singapur	Fed. Rusia	Ecuador	Arabia Saudita	Irlanda	
Etiopía	Is. Salomón	Serbia	El Salvador	Rep. Árabe Siria	Italia	
Gabón	Tailandia	Eslovenia	Granada	Túnez	Japón	
Rep. Dem. Congo	Is. Marshall	Tayikistán	St. Vicente y las Granadinas	Emiratos Árabes Unidos	Corea, South	
Ghana	Vanuatu	Turquía	Guyana	West Bank and Gaza	Luxemburgo	
Guinea			Haití		Mónaco	
Kenia			Honduras	Rep. Islámica de Irán	Países Bajos	
Lesoto			Jamaica		Nueva Zelanda	
Liberia			México		Noruega	
Madagascar			Nicaragua		Portugal	
Malawi			Panamá		Rep. Eslovaca	
Mali			Paraguay		España	
Mauritania			Perú		Suecia	
Rep. Mauricio			St. Kitts y Nevis		Suiza	
Mozambique			St. Lucia		Reino Unido	
Namibia			Guatemala		Estados Unidos	
Níger			Surinam			
Nigeria			Venezuela, RB			
Ruanda			Trinidad y Tobago			
Santo Tomé y Príncipe						
Senegal						
Seychelles						
Sierra Leone						
Sudáfrica						
Sudan						
Suazilandia						
Tanzania						
Togo						
Uganda						
Zambia						
Zimbabue						

Tabla 14. Fuente: (Hoorweg & Bhada-Tata, 2012)

DATOS SOBRE PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE ACERO EN EL MUNDO

MUNDO	AMÉRICA LATINA	
PRODUCCIÓN	PRODUCCIÓN	
1.066 Millones de toneladas anuales de acero crudo	66 Millones de toneladas anuales de acero crudo	112 Plantas de planos
48% Del acero crudo fue producido en China (790 millones de toneladas)	4,1% De la producción mundial	36 Plantas de largos
570 Millones de sobrecapacidad instalada (50% en China)	222.000 Puestos de trabajo	14 Plantas de tubos sin costura
CONSUMO	CONSUMO	
1.562 Millones de toneladas anuales de acero laminado	69 Millones de toneladas de acero laminado	129 Kilos de consumo de acero anual per capita
221 Kilos de acero laminado por año per capita	4,5% Millones de toneladas de acero laminado	

Tabla 15. Datos: diciembre de 2014 - Fuente: <http://www.alacero.org/es/page/en-cifras/datos-claves>

DATOS SOBRE CONSUMO* APARENTE DE ACERO LAMINADO

	Noviembre '14	Diciembre '14	Total 2014	Enero '15	Febrero '15	Total 2015
A. Latina	5.496	5.293	69.293	5.976	5.831	11.806

5 principales consumidores de América Latina:

Brasil	1.889	1.673	24.638	2.056	1.868	3.924
México	1.835	1.848	22.486	1.950	1.919	3.868
Perú	243	222	3.284	396	559	995
Argentina	372	416	5.011	376	338	714
Colombia	312	294	4.184	366	339	705

Tabla 16: *Miles de toneladas a abril de 2015. - Fuente: <http://www.alacero.org/es/page/en-cifras/consumo-aparente-de-acero-laminado>.

PALLET HOUSE

Diseñadores	I-Beam Design
Ubicación - año	London, RU. 2010
Propósito	Albergar refugiados; con los pallets que se descartan anualmente en EE.UU. se puede dar habitación a 33 millones de personas.
Descripción	Dimensiones aproximadamente 250 ft ² (23m ²) consta de un estar, un dormitorio, comedor, cocina.
Cualidades	Gran flexibilidad en términos de configuración, permitiendo que cada familia la adapte a sus necesidades.
Características	Clavado y levantado en su lugar en menos de una semana, se pueden usar materiales de la zona para rellenar las cavidades de las paredes y el techo para aislarlos y protegerlos climatológicamente.
Componentes	100 pallets reciclados que se emplean en pisos, paredes y techos; columnas y vigas de madera; materiales para cerramiento y aislamiento disponibles en la zona (lonas, chapas translúcidas, etc.), tornillos y clavos.
Cimientos	No prevé cimentación ni vinculación a los tipos tradicionales
Estructura	Columnas y vigas de madera a las que se sujetan los pallets.
Instalaciones	Por el interior de los paneles, sin especificar el modo.
Herramientas	Herramientas de mano simples.
Mano de obra	No calificada con manejo básico de herramientas simples.
Producción y montaje	No existe una producción seriada; los planos cortes, alzados e instrucciones pueden ser comprados on-line. 4 o 5 operarios en una semana pueden construir la casa.

Tabla 17. Elaboración propia.

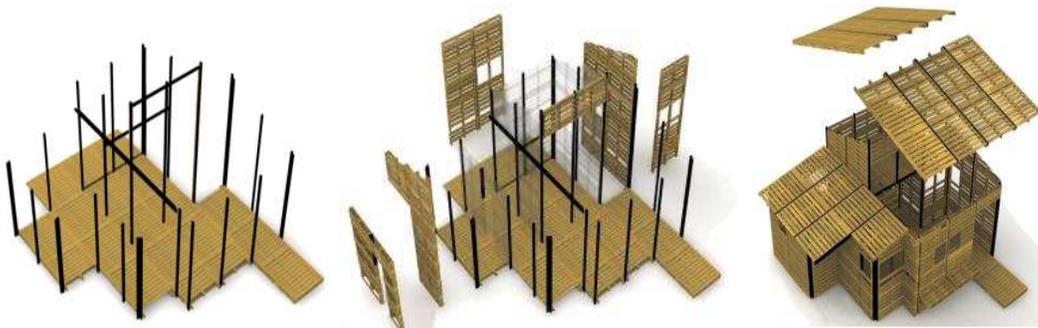


Figura 23: ENSAMBLADO del prototipo. <http://i-beamdesign.com/projects/refugee/refugee.html>



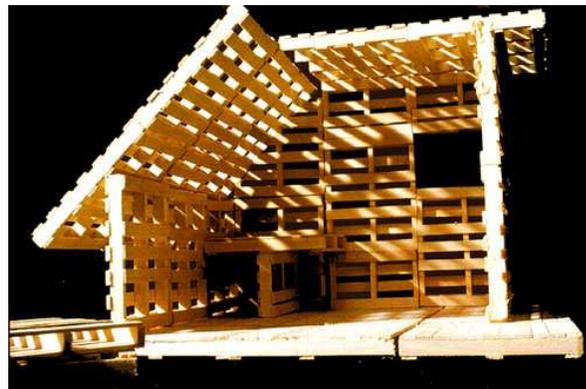
Interior del prototipo - ingreso



Interior del prototipo - estar



Prototipo construido para Prince Charles' Royal Gardens



Presentación para AFH, Kosovo 1999



Workshop en la Universidad de Ball State, Muncie, Indiana



Campo de refugiados, Somalia 2010

Figura 24: Fuente: <http://i-beamdesign.com/projects/refugee/refugee.html>

PALLET HOUSE

Diseñadores	SP a(r)
Ubicación - año	Austria. 2008
Propósito	Reemplazar los refugios en barrios pobres o ser un edificio temporario en un campo de refugiados
Descripción	Dimensiones aproximada del prototipo 60m ² , los pallets son usados como fachadas desmontables, cerramientos horizontales y verticales, ya sean ciegos o transparentes.
Cualidades	De acuerdo con la localización geográfica se pueden elegir diferentes tipos de materiales aislantes, que son complementados por un sistema de ventilación y calentamiento. El agua de lluvia se colecta de los techos y se almacena en una cisterna para ser usada en el sanitario. El costo fue de 11 dólares por pie ² .
Características	Interior de planta libre.
Componentes	800 pallets reciclados y reacondicionados que son atornillados entre sí para configurar pisos, paredes y techos; aislaciones (de arena o celulosa); cerramientos de vidrio o plástico en los extremos.
Cimientos	No prevé cimentación ni vinculación a los tipos tradicionales
Estructura	Columnas y vigas de madera integradas dentro de los pallets
Instalaciones	Por el interior de los paneles de piso y de cerramiento
Herramientas	Sencillas de mano
Mano de obra	No calificada, solo con conocimientos básicos de construcción.
Producción y montaje	En pocos días 4 o 5 personas pueden montar la estructura sin requerimientos de maquinaria especializada.

Tabla 18. Elaboración propia



Figura 25: Prototipo itinerante. <http://www.palottenhaus.com/#>

H ANÁLISIS DE CONSTRUCCIONES REALIZADAS CON PALLETS

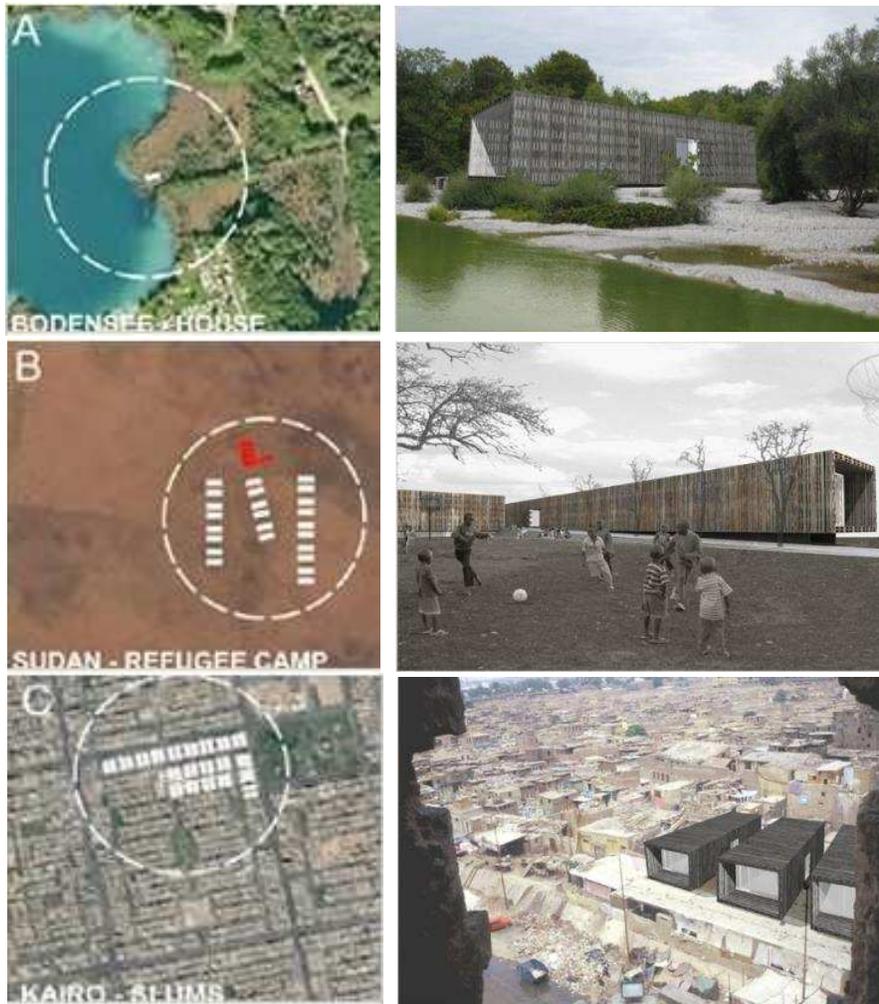


Figura 26: posibles inserciones del prototipo. <http://www.palettenhaus.com/#>



Figura 27: Estación de primeros auxilios iluminada distintivamente. <http://www.palettenhaus.com/#>

PROYECTO CASAS ECOLÓGICAS

Diseñador	Ing. forestal Mario Alberto Tapia Retana
Ubicación - año	México
Propósito	Mejorar la situación de vivienda de las comunidades marginales e indígenas y al mismo tiempo preservar el medio ambiente.
Descripción	No existe un estudio tipológico, ni técnico, simplemente se construye cada vivienda con las necesidades de las familias y los recursos de la zona.
Cualidades	Se utilizan técnicas sencillas basadas en las empleadas por la Unión Americana.
Características	Se realiza una base de concreto pobre, se levanta la estructura de madera, el cerramiento se realiza con palletes anclados al piso mediante soleras inferiores el lado externo se protege con cartón reciclado (aislante) luego se coloca malla de gallinero, para después ser enjarrado con una mezcla de cemento, cal y arena (hidrófugo e ignífugo), por último se pinta con una mezcla de cal, agua, sal, pencas de nopal o sábila (sellador), se puede recubrir con cualquier tipo de pintura o acabado texturizado. El interior se termina con placas de yeso, enjarre de mortero y pintura. El techo se realiza con chapa galvanizada
Componentes	Pallets reciclados para conformar los cerramientos verticales; estructura de madera; cemento; cal; arena; alambre de gallinero; cartón; placas de yeso; chapa galvanizada e instalaciones.
Cimientos	Base de concreto pobre.
Estructura	Vigas, tirantes y columnas de madera.
Instalaciones	Colocadas en el interior de techos y paredes.
Herramientas	Básicas de mano y andamios.
Mano de obra	Con conocimientos básicos de albañilería.
Producción y montaje	En pocos días 4 o 5 personas pueden montar la estructura sin requerimientos de maquinaria especializada.

Tabla 19. Elaboración propia

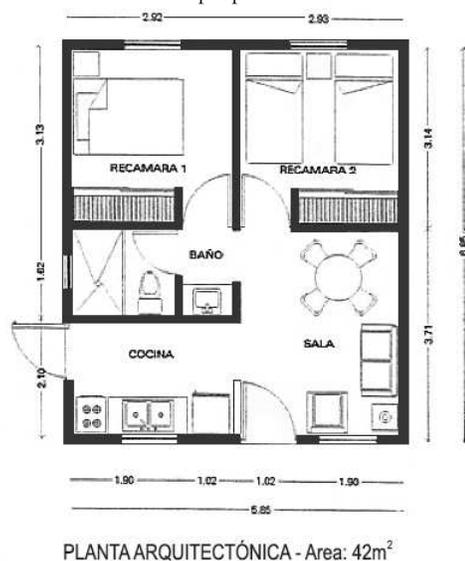


Figura 28.

Fuente: <http://issuu.com/basurillas/docs/casas>

H ANÁLISIS DE CONSTRUCCIONES REALIZADAS CON PALLET'S



Figura 29: Secuencia constructiva. Fuente: <http://issuu.com/basurillas/docs/casas>

VIVIENDA GERTOPAN

Diseñadores	Arq. Javier Corvalán + Laboratorio de Arquitectura
Ubicación - año	Asunción – Paraguay – 2007
Propósito	Crear un gran techo que de cobijo a la casa y proporcione un espacio intermedio, cualificación del espacio con bajo presupuesto.
Descripción	Si bien no constituye un cerramiento completo, se rescata la forma de bóveda realizada.
Cualidades	Estructura autoportante que forma una bóveda de cañón corrido
Características	Se conforman los arcos de medio punto con vigas y pallets, luego se los monta sobre los estructuras laterales.
Componentes	Vigas de madera, pallets y pernos roscados con tuercas.
Cimientos	De la vivienda existente
Estructuras	Se ancla a las paredes y columnas de la casa
Instalaciones	No requiere.
Herramientas	Herramientas sencillas de mano y una grúa.
Mano de obra	Con conocimientos básicos de albañilería y carpintería.
Producción y montaje	El armado de los arcos se realiza en el suelo, para luego por medio de una grúa posicionarlos en su lugar y fijarlos a la estructura vertical.

Tabla 20. Elaboración propia.

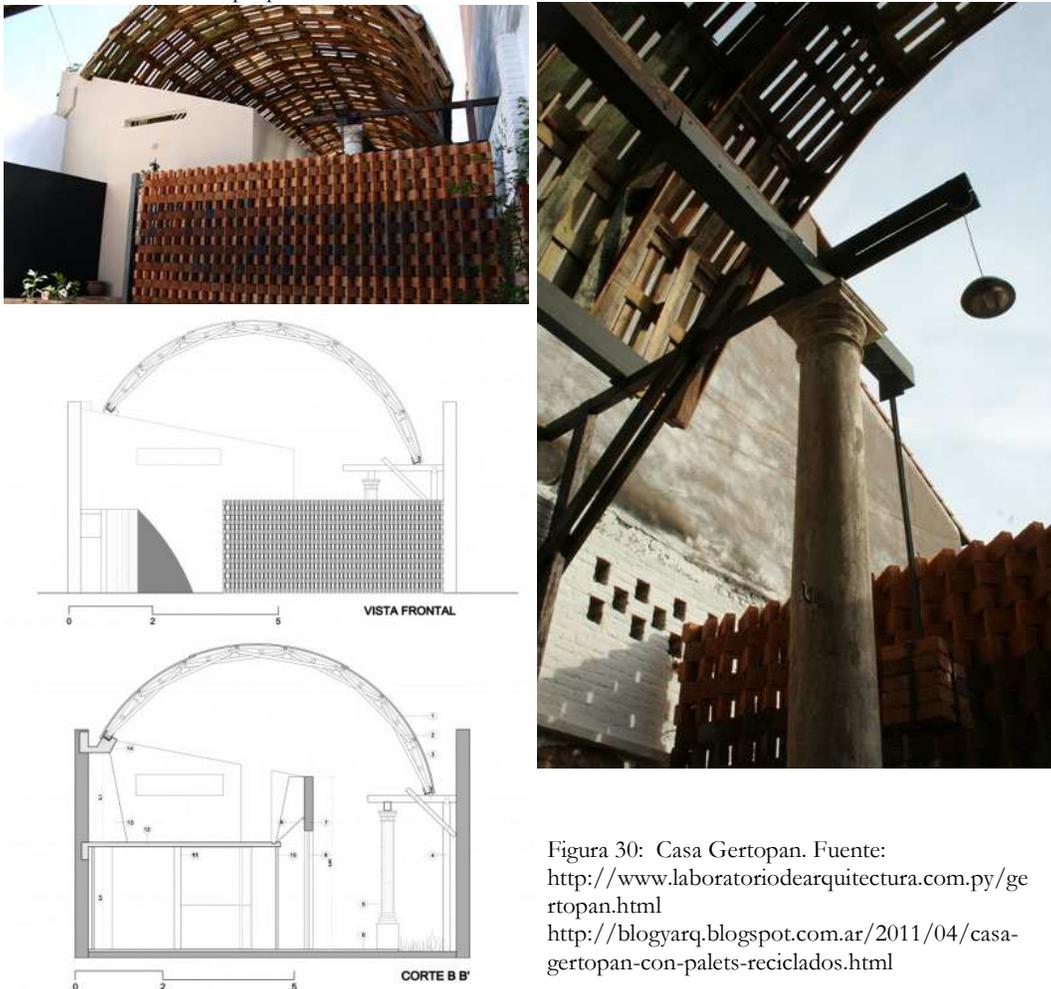


Figura 30: Casa Gertopan. Fuente:
<http://www.laboratoriodearquitectura.com.py/gertopan.html>
<http://blogyarq.blogspot.com.ar/2011/04/casa-gertopan-con-palets-recicladados.html>

H ANÁLISIS DE CONSTRUCCIONES REALIZADAS CON PALLETS

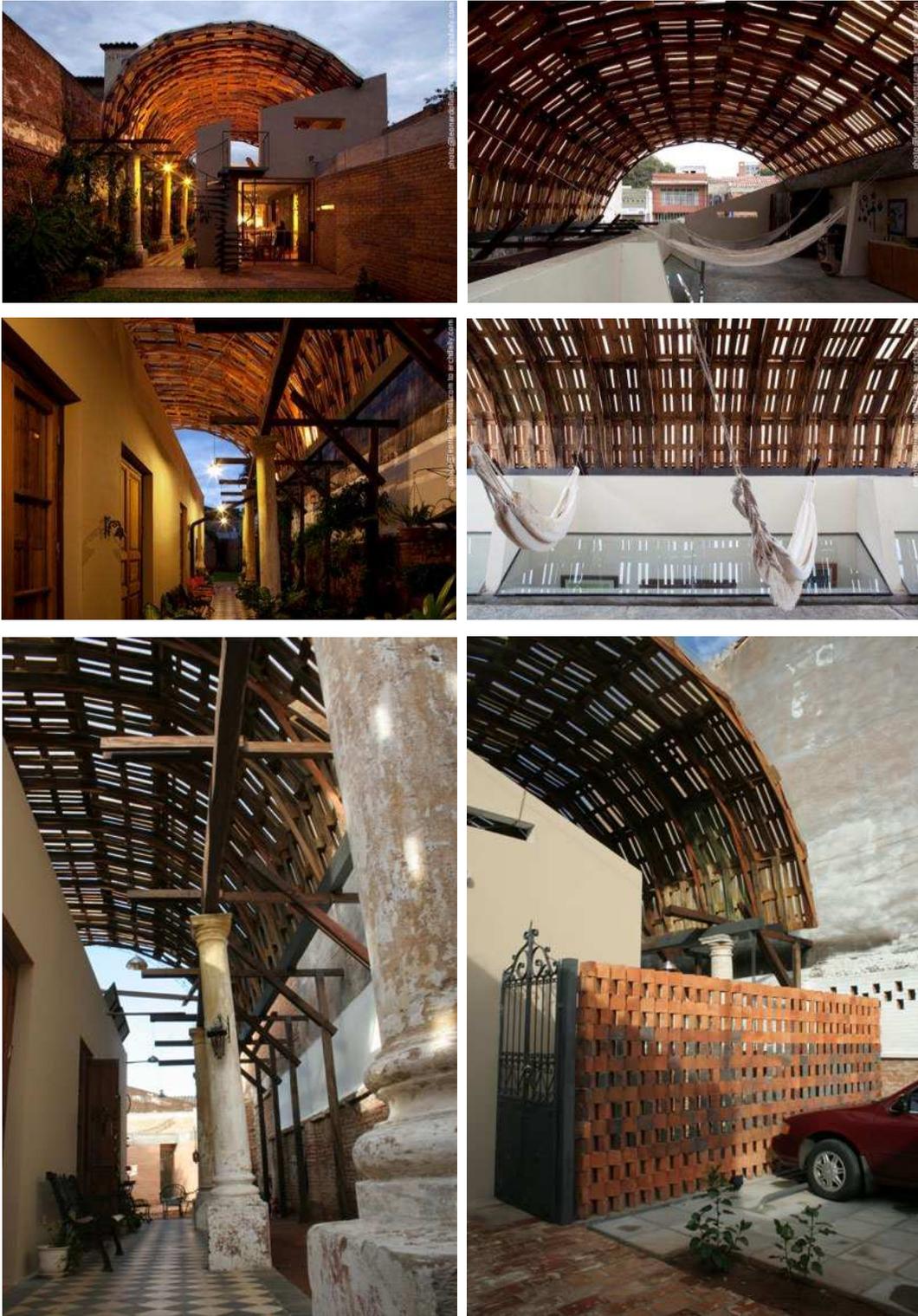


Figura 30: Casa Gertopan. Fuente: <http://www.laboratoriodearquitectura.com.py/gertopan.html>
<http://blogyarq.blogspot.com.ar/2011/04/casa-gertopan-con-palets-reciclad.html>

Anexo III. ANÁLISIS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS MODULARES.

CASSAFORMA®

Diseñadores	CASSAFORMA® - EMMEDUE®
Ubicación - año	Argentina 1997
Propósito	Realización de todo tipo de construcciones.
Descripción	Sistema modular, integral, sismo resistente y aislante termo acústico
Cualidades	Facilita el proceso integral de construcción y trae aparejada una importante economía por la reducción de costos directos e indirectos. Flexibilidad arquitectónica y estructural. Combinable con cualquier otro sistema constructivo.
Características	Los paneles de fácil traslado a mano y sencilla ejecución, se convierten en elementos estructurales sismo resistentes de muy alta capacidad de carga; monolíticamente vinculados entre sí, sin interposición de juntas de ninguna clase.
Componentes	Paneles compuestos por dos mallas de acero de alta resistencia (barras de diámetro variable entre 2,5mm y 5mm.) vinculadas por conectores, con un alma ondulada de poliestireno expandido, con un peso de entre 3,5kg y 5kg. Tipos de paneles disponibles: simple, doble, escalera, losa, descanso y arco. Mallas para uniones de paneles o refuerzos de losas
Cimientos	Plata de H°A°, el anclaje se realiza por medio de hierros Ø6 cada 0.30m que son previstos en el momento de armar el cimiento, para ser atados a la malla exterior luego.
Estructuras	No requiere estructura ya que los paneles son portantes.
Instalaciones	El tendido de cañerías se realiza hundiendo el poliestireno con una pistola de aire caliente.
Herramientas	No se requiere equipamiento sofisticado, ni maquinarias de carga.
Mano de obra	No se requieren habilidades especiales para su montaje.
Producción y montaje	Luego del montaje de la totalidad de los paneles e instalaciones, se aplica una capa de concreto proyectado que le confiere estabilidad y resistencia al sistema.

Tabla 21. Elaboración propia



Panel Simple



Panel Losa



Panel Escalera



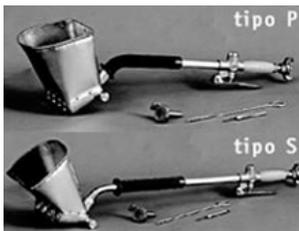
Panel Doble



Panel Rellano



Panel Arco



Revocadoras de techo y pared



Engrampadora



Pistola de calor

Figura 31: Componentes y accesorios. <http://www.cassaforma.com>



Figura 32: Secuencia constructiva. <http://www.cassaforma.com>



Figura 33: Compatibilidad con otros sistemas constructivos. <http://www.cassaforma.com/index.html>



Figura 34: Construcciones realizadas. <http://www.cassaforma.com/index.html>

Diseñadores	Sipanel®
Ubicación - año	Argentina, 2005
Propósito	Construcción de cualquier tipo de proyecto.
Descripción	Paneles industrializados de núcleo de poliuretano de alta densidad y placas de OSB®, con altísimas prestaciones, tanto estructurales como térmicas y acústicas. Emplean los mismos sistemas de cimientos de la construcción tradicional según las normas y requerimientos de la zona
Cualidades	Paneles auto-portantes y sismo-resistentes de composición SIPs, pueden compararse con un perfil de acero “I” en el que las placas de OSB® actúan como las bridas, y el núcleo de espuma PUR de alta densidad, actúa como el conector que da la fuerza cohesiva asegurando la integridad estructural. Permite adecuar el espacio interior a los más diversos usos. Máxima aislación térmica, bloquea la humedad y resistencia a la contaminación sonora. Auto extinguidos, mantienen la estabilidad estructural hasta los 750°C. No usa maderas de bosques nativos. No produce desperdicios de obra, con muy bajos nivel de generación de residuos. En todo el proceso de fabricación de los paneles no se emiten gases de efecto invernadero ni otros efluentes.
Características Técnicas	Poliuretano de alta densidad 45Kg/m ³ Placa exterior es de OSB® de 11,5mm
Componentes	Panel para techos placa exterior es de OSB® y la placa interior puede tener diversos acabados según lo requiera su proyecto. Panel para muros dos placas de OSB® unidas a un núcleo de poliuretano. Paneles para entrepisos, de composición similar al de los muros, cubren luces hasta 4,88 metros. Soleras superiores 1”x5” e inferiores 2”x4”. Vigas, cabios y cumbrera según cálculo estructural. Tornillos 8mm x 160mm, Clavos de ½” Acabados interiores y exteriores elegidos de acuerdo al proyecto.
Cimientos	No provistos por el sistema, se puede adaptar a cualquier tipo de fundación. Para platea de H°A° o zapata corrida los paneles se unen mediante solera basal con pernos de anclaje cada 0,60m.
Estructuras	Si bien los paneles son estructurales, requiere una estructura complementaria de madera soleras, clavaderas, tirantes y pies derechos.
Instalaciones	Se realiza el tendido cortando el OSB® y el poliuretano de los paneles y luego se cubre con el acabado interior elegido.
Herramientas	No requiere maquinarias especiales, salvo para descargar los paneles cuando llegan embalados.
Mano de obra	Con conocimientos básicos de construcción.
Producción y montaje	Los paneles llegan cortados de acuerdo a los planos de la obra, numerados y en orden para su ubicación según la secuencia constructiva establecida, luego son montados por un par de operarios sin mayores dificultades.

Tabla 22. Elaboración propia.



Figura 35: secuencia constructiva y terminaciones.
<http://www.sipanel.com/empresa>



Figura 36: proyectos realizados. Fuente: <http://www.sipanel.com/empresa>

Anexo IV. **ANÁLISIS DE SISTEMAS
CONSTRUCTIVOS PARA VERIFICACIONES**

PLATAFORMA

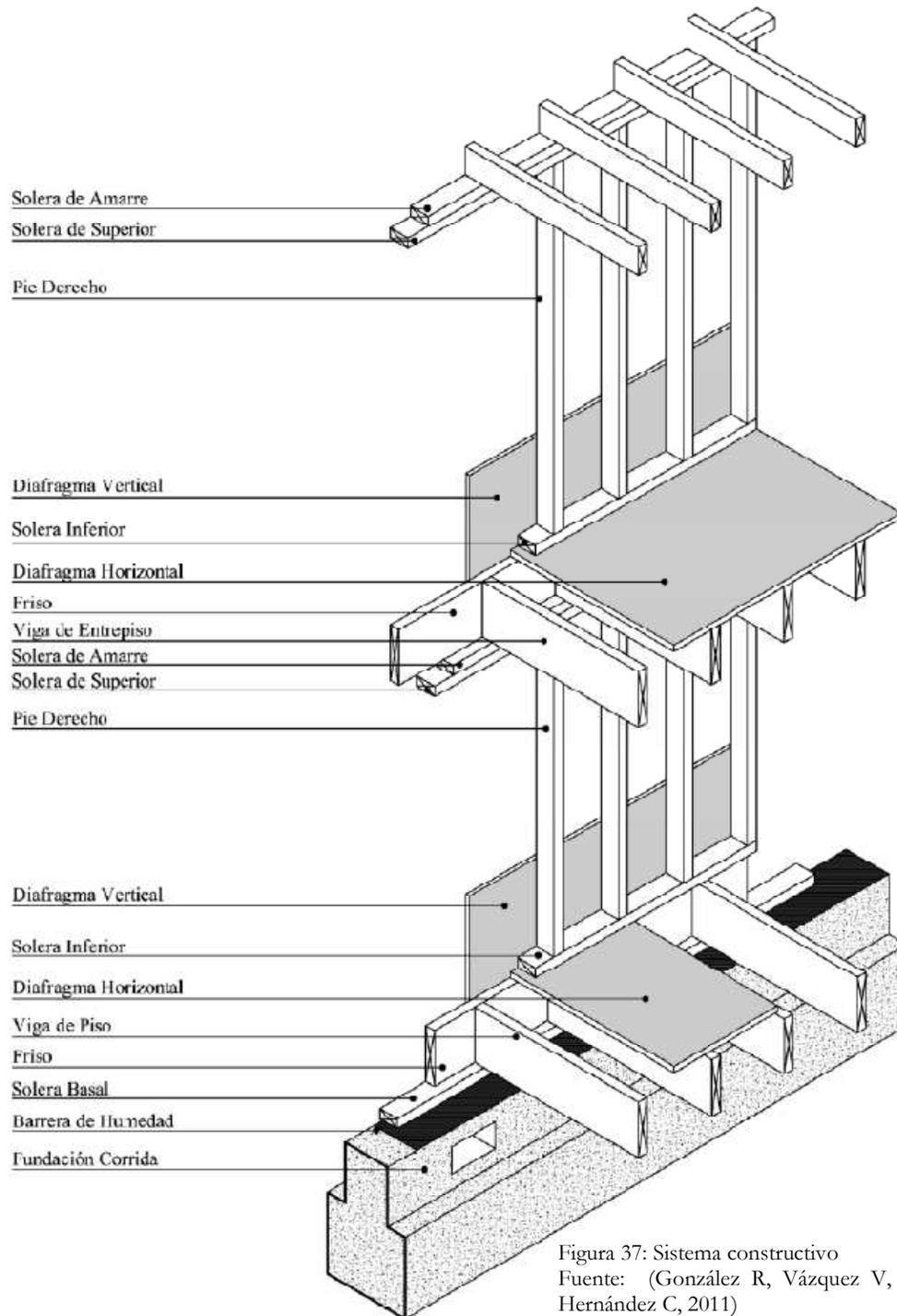


Figura 37: Sistema constructivo
Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Conjunto Constructivo	Elementos	Dimensiones
Fundaciones	Zapata corrida de H°A° con aplicación de barrera de humedad para aislar la madera.	El proyecto de cálculo estructural debe regirse por lo indicado en el Art. 5.1.7 de la OGU ³⁷ , debiendo ser desarrollado por un profesional competente.
	Solera basal	Sin datos
Envigado de Piso	Vigas de piso madera aserrada o cepillada grado estructural G1 o G2 Se debe verificar mediante cálculo estructural la conformación del entramado	2" x 6" c/40cm a 50cm 2" x 8" c/40cm a 50cm 2" x 10" c/50cm a 60cm 2" x 12" c/50cm a 60cm 45mm x 148mm c/40cm 45mm x 190mm c/50cm 42mm x 190mm c/40cm 70mm x 120mm c/50cm 50mm x 250mm c/90cm o 120mm
	Arriostramiento	Cadenetas de igual sección que las vigas. Cruz de San Andrés de 1"x3" o 2"x2" en envigados de mas de 140mm de altura.
	Friso	Sin datos
	Diafragma horizontal	Contrachapado 15mm u OSB 15,1mm separación de vigas de 40cm a 50cm Contrachapado 18mm u OSB 18,1mm separación de vigas de 60cm.
Tabiques de muros	Solera inferior	Sin datos
	Pie derecho	70mm x 45mm c/60cm 2" x 3" c/60cm 1 ½" x 70mm c/40cm 45mm x 75mm c/40cm 45mm x 95mm c/55cm
	Vigas de cercha	25mm x 100mm c/75cm
	Solera superior	Sin datos
	Solera de amarre	Sin datos
	Diafragma vertical	Espesor 9,5mm, para una separación de pies derechos de 40mm Espesor 11mm, para una separación de pies derechos de 60mm
	Techumbre	Vigas
	Costaneras	2" x 2"
	Diafragma Contrachapado u OSB®	Espesor 9,5mm mínimo, para una separación de vigas de 40mm a 60mm Espesor 15mm mínimo, para una separación de vigas de 100mm. Espesor 18mm mínimo, para una separación de vigas de 120mm

Tabla 23. Elaboración propia. Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

³⁷ Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones de Chile.

Tabla de valores de transmitancia térmica máxima exigidas para la vivienda según zonas geográficas.

Zona	Techumbre		Muros		Pisos ventilados	
	U	Rt	U	Rt	U	Rt
	W/m ² K	m ² K/W	W/m ² K	m ² K/W	W/m ² K	m ² K/W
1	0,84	1,19	4,0	0,25	3,60	0,28
2	0,60	1,67	3,0	0,33	0,87	1,15
3	0,47	2,13	1,9	0,53	0,70	1,43
4	0,38	2,63	1,7	0,59	0,60	1,67
5	0,33	3,03	1,6	0,63	0,50	2,00
6	0,28	3,57	1,1	0,91	0,39	2,56
7	0,25	4,00	0,6	1,67	0,32	3,13

Tabla 24. Fuente: OGUC (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Tabla resistencia al fuego requerida por lo elementos de construcción de la vivienda

Tipo	Muros divisorios entre unidades (hasta la cubierta)	Elementos soportantes verticales	Muros no soportantes y Escaleras tabiques	Elementos soportantes horizontales	Techumbre incluido cielo falso
Vivienda de 3 pisos	F- 60	F- 60	-	F- 15	F- 60
Vivienda de 1 ó 2 pisos	F- 60	F- 30	-	-	F- 30
Vivienda de hasta 140 m ² - 1 ó 2 pisos	F- 60	F- 15			F- 15

Tabla 25. Fuente: OGUC (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Condiciones acústicas que deben poseer los elementos divisorios o separadores.

Elementos constructivos	Índice de reducción acústica mínima	Nivel de presión acústica de impacto normalizado máximo
Horizontales o inclinados	45 dB(A)	75 dB
Verticales o inclinados que sirvan de muros divisorios o medianeros	45 dB(A)	-----

Tabla 26. Fuente: OGUC (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Clasificación de las maderas comerciales según su durabilidad.

Categoría	Clasificación	Vida útil esperada	Especies
1	Muy durables	≥ 20 años	Roble, Ciprés de las guaitecas, Alerce.
2	Durables	≥ 15 años	Raulí, Lengua, Lingue.
3	Moderadamente durables	≥ 10 años	Canelo, Coigüe, Tineo, Ulmo.
4	Poco durables	≥ 5 años	Araucaria, Eucalipto, Laurel, Mañío.
5	No durables	≤ 5 años	Álamo, Olivillo, Pino radiata, Tapa.

Tabla 27. Fuente: NCh 789/1: Maderas – Parte 1: Clasificación de maderas comerciales por su durabilidad natural. (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Clasificación del riesgo según su uso y agente biológico de deterioro

Nivel de riesgo de deterioro	Condición de uso	Agente biológico de deterioro
Riesgo 1 (R1)	Uso en interiores, sobre el nivel del suelo y ambientes secos	Insectos, incluida termita subterránea
Riesgo 2 (R2)	Uso en interiores, sobre el nivel del suelo, con posibilidad de adquirir humedad, ambientes mal ventilados	Hongos de pudrición e insectos, incluida la termita subterránea
Riesgo 3 (R3)	Uso en exteriores o interiores, exposición a las condiciones climáticas	Hongos de pudrición e insectos, incluida la termita subterránea
Riesgo 4 (R4)	Uso en exteriores o interiores, en contacto con el suelo, con posibilidades de contacto esporádico con agua dulce	Hongos de pudrición e insectos, incluida la termita subterránea
Riesgo 5 (R5)	Uso en exteriores o interiores, en contacto con el suelo, componentes estructurales críticos, contacto con agua dulce	Hongos de pudrición e insectos, incluida la termita subterránea
Riesgo 6 (R6)	Uso en contacto con agua marina	Horadores marinos, hongos de pudrición e insectos, incluida la termita subterránea

Tabla 28. Fuente: NCh 819: Madera preservada – Pino radiata – Clasificación según uso y riesgo en servicio de muestreo. (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Retención mínima de ingrediente activo según nivel de riesgo de la madera

Riesgo	ACQ kg/m ³	B ₂ O ₃ (SBX) kg/m ³	BS kg/m ³	CCA kg/m ³	LFF kg/m ³	LOSP (Permetrina+ azoles) kg/m ³	CA-B kg/m ³	MCAz kg/m ³
1	4,0	4,4	11,2	4,0	34	0,086	1,7	1,0
2	4,0	4,4	11,2	4,0	34	0,086/0,2	1,7	1,0
3	4,0	No se debe usar	11,2	4,0	42	0,086/0,26	1,7	1,0
4	6,4	No se debe usar	No se debe usar	6,4	51	No se debe usar	3,3	2,4
5	9,6	No se debe usar	No se debe usar	9,6	55	No se debe usar	5,5	3,7
6 ^a) Zona de ensayo exterior	No se debe usar	No se debe usar	No se debe usar	24 ó 40	No se debe usar	No se debe usar	No se debe usar	No se debe usar
6 ^b) Zona de ensayo interior	No se debe usar	No se debe usar	No se debe usar	14 ó 24	No se debe usar	No se debe usar	No se debe usar	No se debe usar

a) La retención mayor se debe usar cuando existe riesgo de ataque de *Teredo* y *Limnoria Tripunctata*.

b) Densidad básica utilizada para madera de Pino radiata: 429 kg/m³.

Tabla 29. Fuente: NCh 819: Madera preservada – Pino radiata – Clasificación según uso y riesgo en servicio de muestreo. (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

DETALLES CONSTRUCTIVOS

ENTRAMADOS HORIZONTALES

Consideraciones:

- ▶ Piezas de grado estructural G1 o G2 dependiendo del cálculo estructural.
- ▶ Escudriñas de los entramados corresponden a piezas de 2" de espesor, y 6", 8", 10" y 12" de altura.
- ▶ Espaciamientos entre vigas varían entre 40 cm y 60 cm.
- ▶ Verificar mediante cálculo estructural la configuración del entramado horizontal.
- ▶ Como diafragma se pueden utilizar tableros de contrachapado u OSB.
- ▶ En toda unión de tope se deben utilizar al menos tres clavos o conectores metálicos.

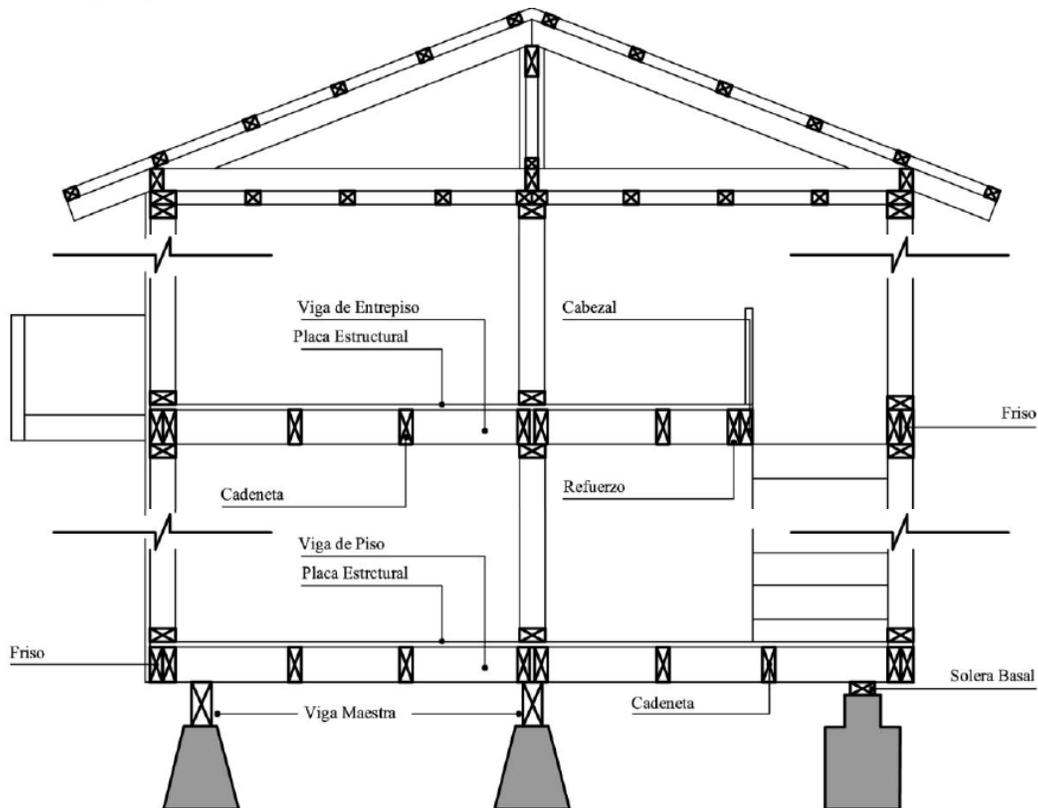


Figura 38. Componentes de entramados horizontales.

Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Anclaje de la solera basal

- ▶ Debe estar nivelada, si es colocada directamente sobre la fundación debe llevar un material sellante de por medio (barrera de humedad) para evitar problemas de pudrición.
- ▶ La cara inferior de la solera basal debe estar por lo menos a 300mm sobre el nivel del terreno.

- ▶ Debe estar anclada en toda su extensión a la fundación con pernos de anclaje u otro tipo de anclaje aceptable. Usualmente se utilizan pernos de $\varnothing 3/8''$ o $\varnothing 1/2''$ con un distanciamiento acorde al diseño.

Fijación de las vigas de piso a la fundación y de los frisos

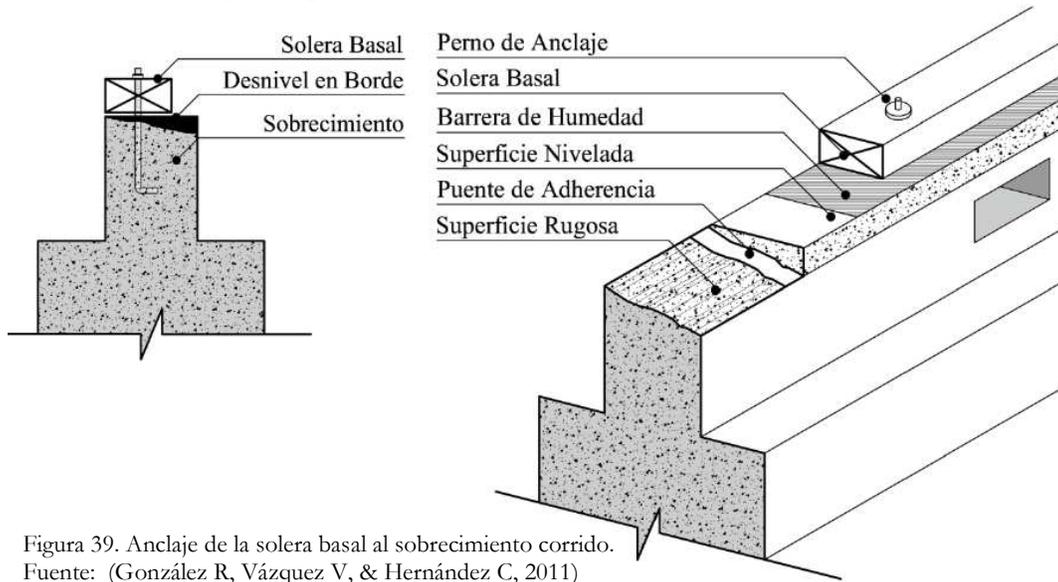


Figura 39. Anclaje de la solera basal al sobrecimiento corrido.
Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

- ▶ Las vigas se instalarán luego de que la solera haya sido nivelada y anclada a la fundación, en ningún caso se deben apoyar las vigas directamente sobre la fundación.
- ▶ La unión de las vigas y frisos a la solera basal debe realizarse mediante clavos lanceros de $3 \frac{1}{2}''$ colocados en ángulo de 30° .
- ▶ Cada friso debe clavarse en forma perpendicular a los extremos de las vigas de piso con tres clavos de $4''$.

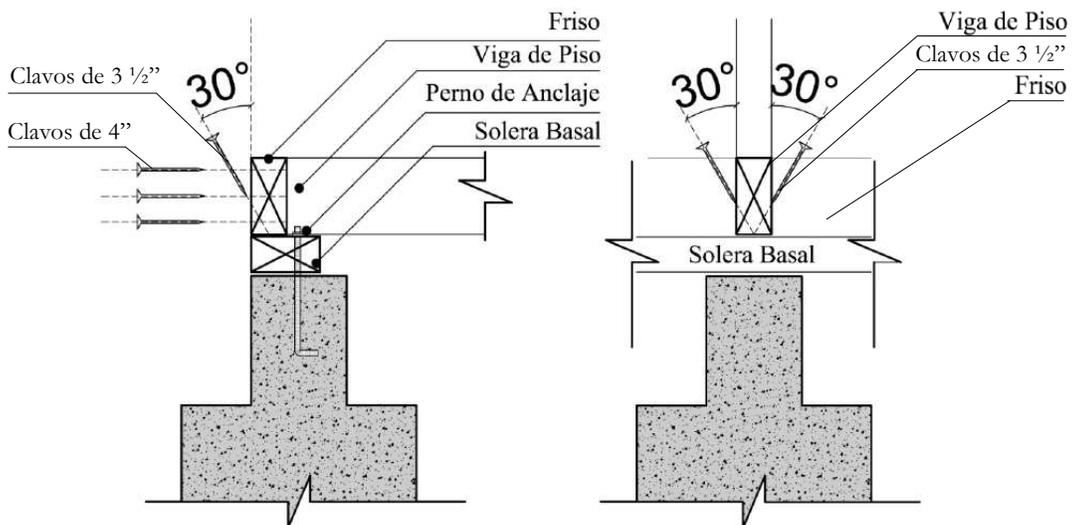


Figura 40. Fijación de las vigas de piso a la fundación corrida.
Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Arriostramiento de las vigas para impedir su vuelco, técnicas constructivas:

- ▶ Cruz de San Andrés, piezas con una sección de 1"x3" o 2"x2", solo se utilizan en envigados con un altura mayor a 140mm.
- ▶ Reforzamiento de las vigas por medio de cadenetras de similar sección a la de las vigas que unen, se pueden colocar en línea o traslapadas.
- ▶ Listonado en el borde inferior del envigado.

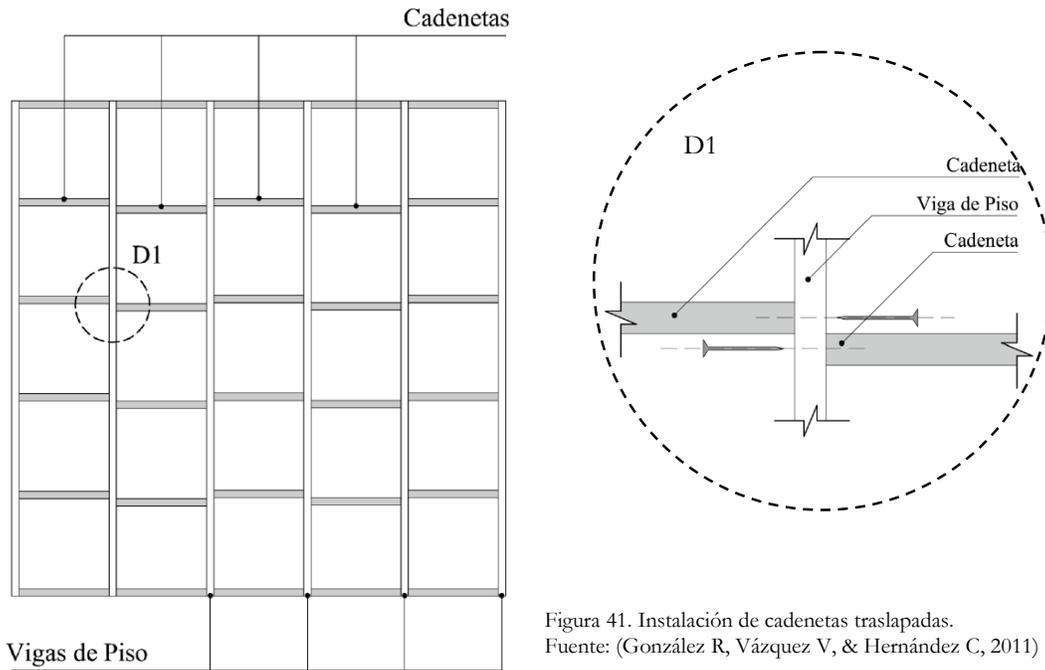


Figura 41. Instalación de cadenetras traslapadas.
Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

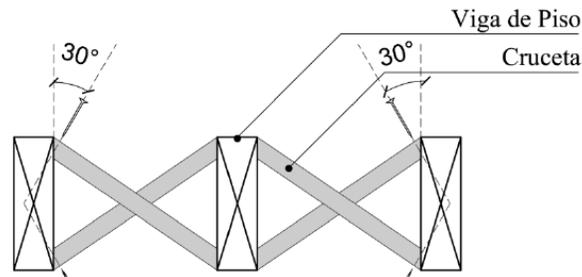


Figura 42. Instalación de arriostramiento cruzado.
Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Diafragma:

- ▶ Puede estar materializado con madera contrachapada u OSB®, cuyos espesores dependerán del distanciamiento de las vigas de apoyo y del cálculo de cargas de uso, la elección del mismo siempre debe ajustarse a las especificaciones del fabricante.
- ▶ Las placas deben instalarse con su dimensión principal perpendicular a la dirección

de las vigas y con las uniones alternadas; deben ser clavadas o atornilladas. En casos especiales el esquema de fijación debe ser verificado mediante cálculo estructural.

- ▶ Los tableros deben tener una separación de 5mm para absorber las deformaciones, se deben fijar como mínimo a 10mm del borde de la placa, cada 150mm en los bordes y cada 300mm en el interior, mediante clavos helicoidales de 2" o tornillos cincados de 6" x 1/4".
- ▶ Las uniones entre tableros deben estar apoyadas en cadenetas o elemento ubicado entre vigas a tal fin, excepto si los bordes se encuentran machihembrados.

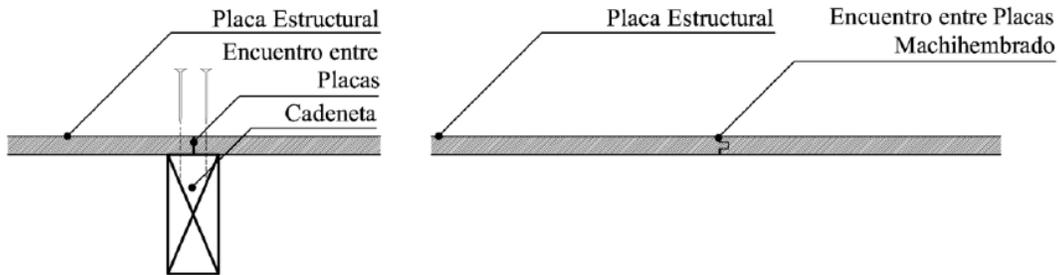


Figura 43. Unión entre placas estructurales para piso. Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Tipo de placa	Distanciamiento de envigado [cm]		
	40	50	60
Contrachapado	15 mm	15 mm	18 mm
OSB	15,1 mm	15,1 mm	18,3 mm

Tabla 30. Espesor de tableros empleados como diafragma horizontal, según el distanciamiento entre vigas. Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

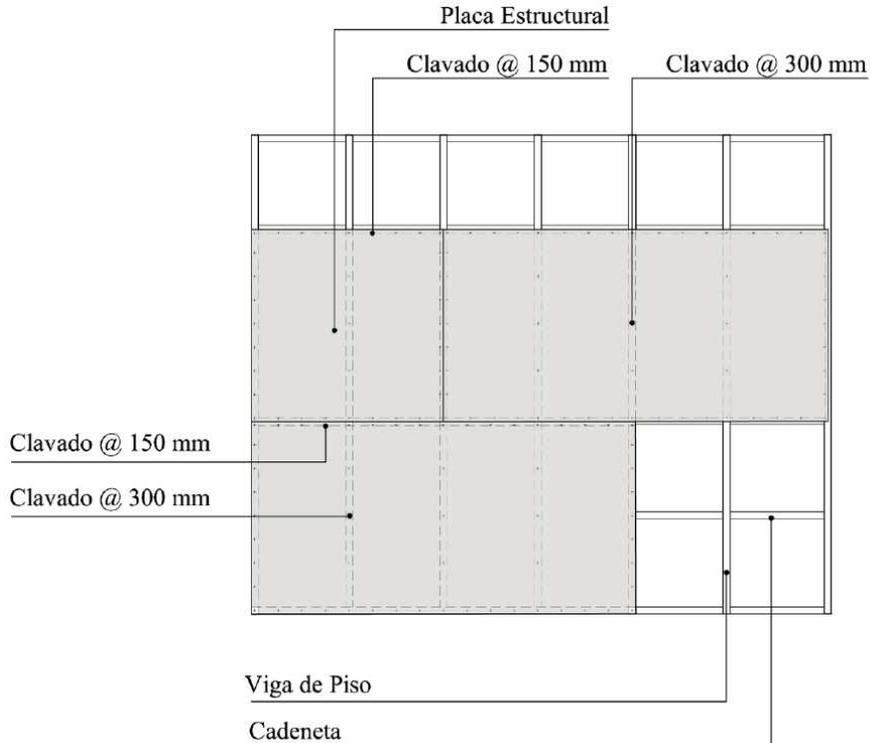


Figura 44. Instalación de placas estructurales como diafragma de piso. Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Consideraciones:

- ▶ Se debe usar madera aserrada o cepillada de pino radiata grado estructural G2, seca e impregnada.
- ▶ Escudrías generalmente empleadas en viviendas de hasta dos pisos, piezas de 2"x3" y 2"x4".
- ▶ Espaciamiento entre pies derechos entre 400mm y 600mm, relacionado con la carga soportada y el tipo y espesor del diafragma estructural.
- ▶ Se pueden emplear diafragmas de tablero contrachapado u OSB®, cuyos espesores se relacionan con el distanciamiento de los pie derechos, debiendo respetarse las especificaciones del fabricante para determinar el espesor adecuado.

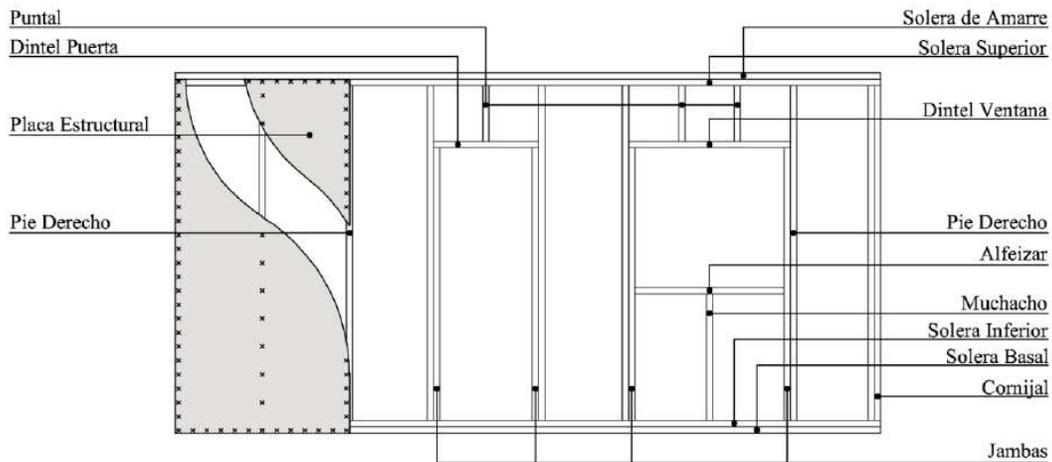


Figura 45. Componentes del entramado vertical. Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Unión de pies derechos y soleras

- ▶ Se deben ubicar con la sección menor hacia los revestimientos para resistir mejor las sollicitaciones de sismo y viento.
- ▶ La unión debe materializarse mediante dos clavos de cabeza o dos clavos lanceros de 3 1/2" como mínimo de largo y colocados a 30° respecto de la vertical.

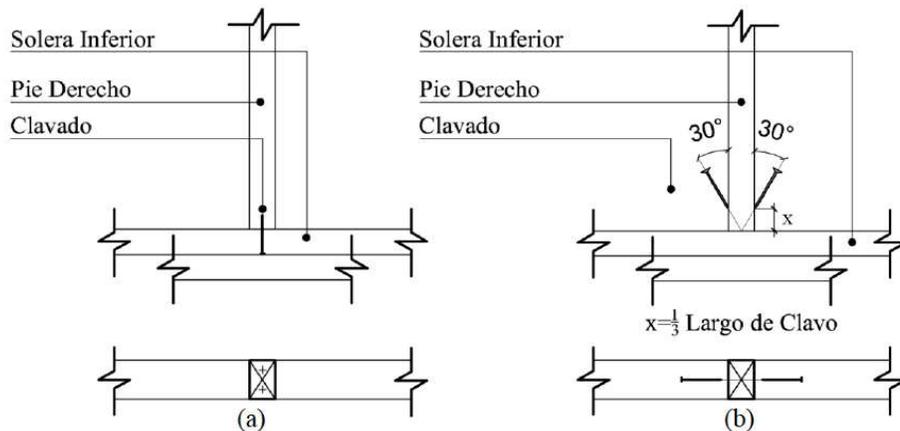


Figura 46. Clavado de pie derecho a soleras. Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Diafragma:

- Se emplean placas estructurales de OSB® o contrachapado; instaladas en forma vertical, también pueden colocarse en forma horizontal cuidando que las juntas verticales queden alternadas. Debe dejarse una separación de 2mm a 3mm entre placas para evitar problemas por deformación.

Tipo de placa	Distanciamiento entre apoyos	
	400mm	600mm
OSB o Contrachapado	9,5mm	11mm

Tabla 31. Tipo y dimensiones de diafragmas. Elaboración propia.
Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Elemento de fijación	Distancia de clavado a borde de placa	Distancia entre elementos de fijación	
		en borde de placa	en puntos intermedios
Clavos helicoidales 2"	Mínimo 10mm	100mm	200mm
Tornillos zincados de 6" x 1¼"			

Tabla 32. Elementos de fijación de los diafragmas. Elaboración propia.
Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

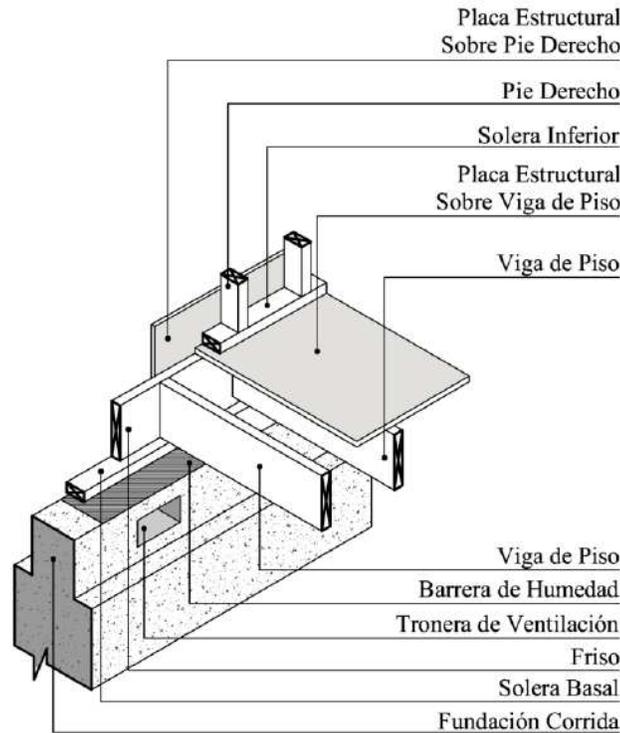


Figura 47: Encuentro de sobrecimiento corrido y envigado de piso
Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

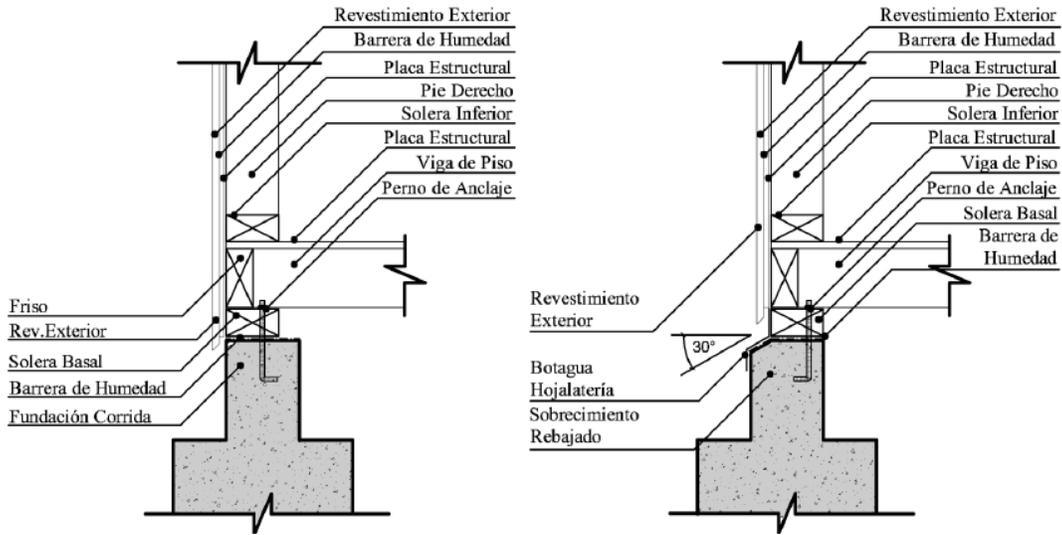


Figura 48. Protección contra la penetración del agua de lluvia de la solera base.

Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Encuentro de envigado y muro estructural

- ▶ La solera inferior del muro debe ser clavada al friso con el entramado horizontal en medio, se deben emplear clavos de 3½” distanciados cada 400mm.

Amarre superior del tabique

- ▶ Para que la solera superior y la solera de amarre formen un sistema estructural unitario colaborando conjunta y eficientemente, es necesario que donde haya que realizar uniones, estas se encuentren superpuestas como mínimo 30cm y que estén clavadas entre sí, con clavos de al menos 3” de largo colocados en tresbolillo cada 15cm.
- ▶ En los encuentros de tabiques hay que prestar especial atención al solape para que no se pierda la continuidad estructural.

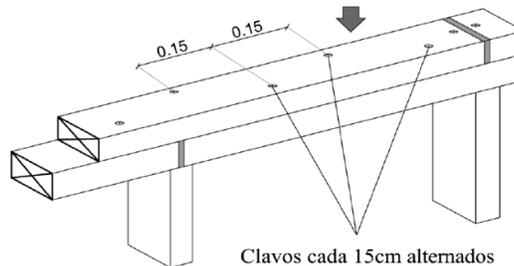


Figura 49. Instalación de solera de amarre.

Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

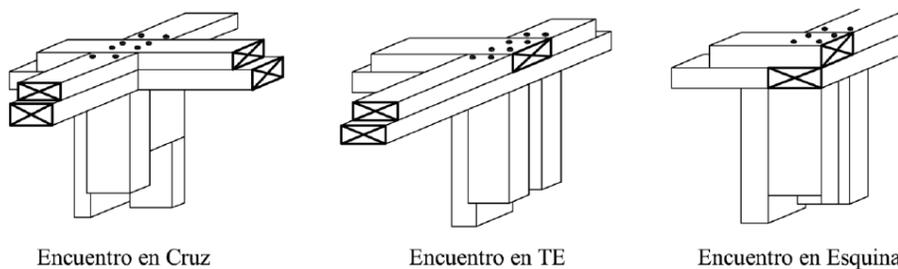


Figura 50. Traslape de soleras en encuentros. Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Formación de vanos

Dinteles:

- ▶ Los vanos deben guardar relación con la modulación de los tabiques portantes.
- ▶ En vanos que superen los 80cm se debe reforzar la solera superior con puntales y los dinteles con jambas; también puede realizarse un dintel macizo.

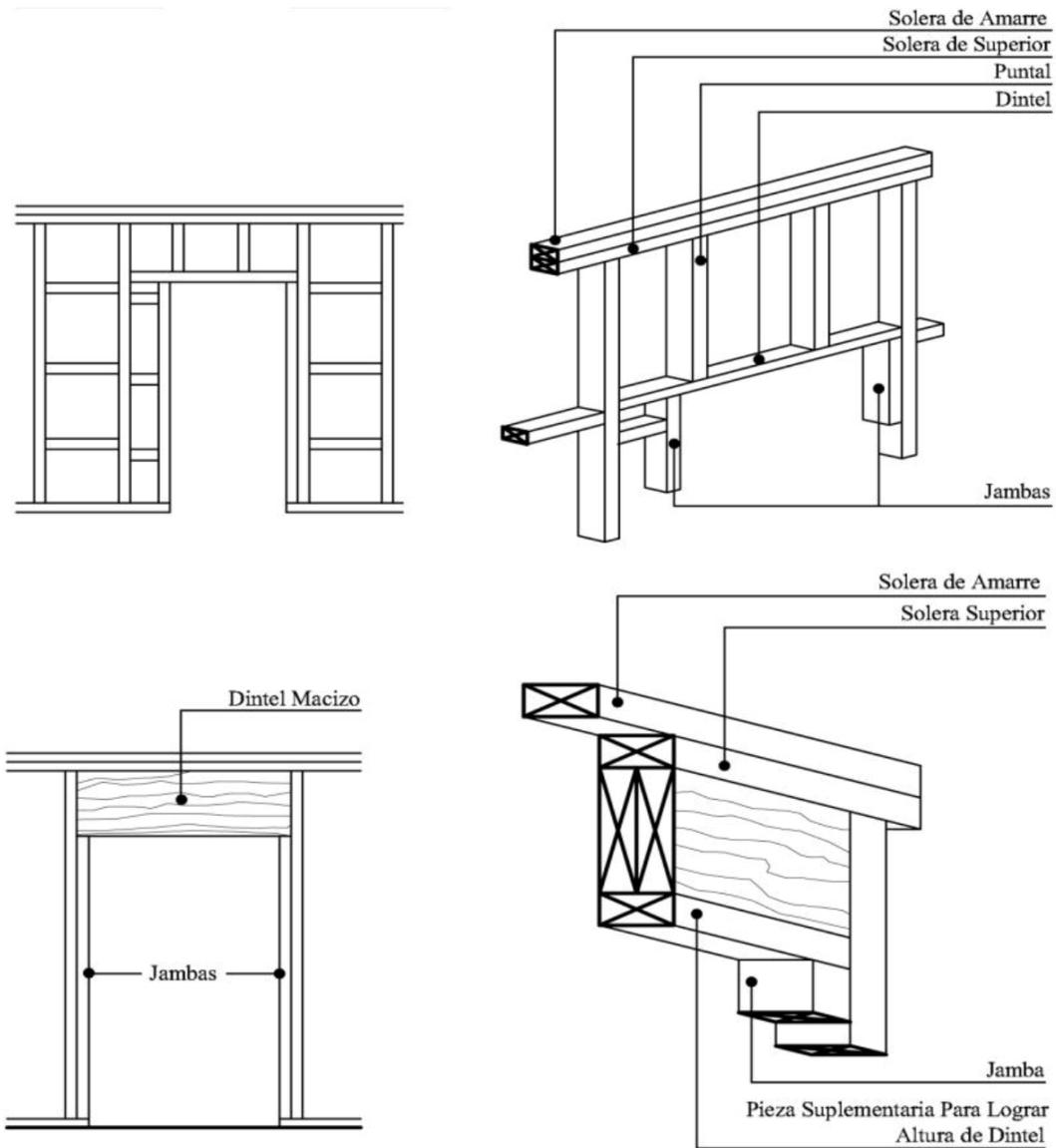


Figura 51. Refuerzos y apoyos para dinteles. Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Alfeizares:

- ▶ Las jambas que soportan los dinteles deben ser de una sola pieza y llegar a la solera inferior.
- ▶ Si el vano es de 80cm o más, deben reforzarse mediante la colocación de muchachos.

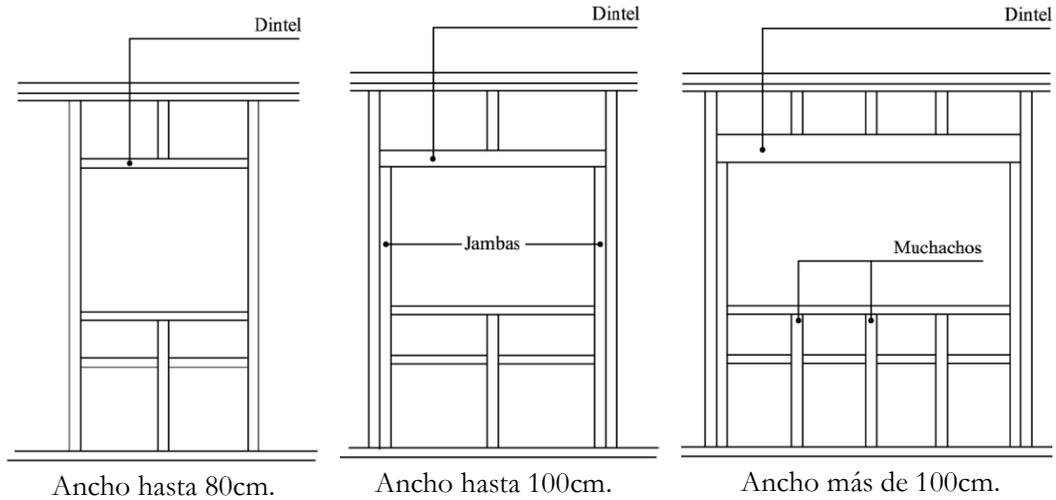


Figura 52. Refuerzos de alfeizar. Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Techumbre

Armado e instalación de tijerales

- ▶ Se emplean en luces menores a 6m con escuadrías de 2"x6" y 2"x8".
- ▶ La fijación a la cumbrera de 2"x6" de escuadría, se realiza con clavos de cabeza de 4" de largo.
- ▶ El encuentro con el cerramiento vertical se realiza por medio de un rebaje de 90° tomando la forma del muro y sin que llegue al eje de la viga, se fija con clavos lanceros de 4".
- ▶ El conjunto se arriostra con placas estructurales de OSB® o contrachapado, evitando la instalación de diagonales en el plano de los tijerales.

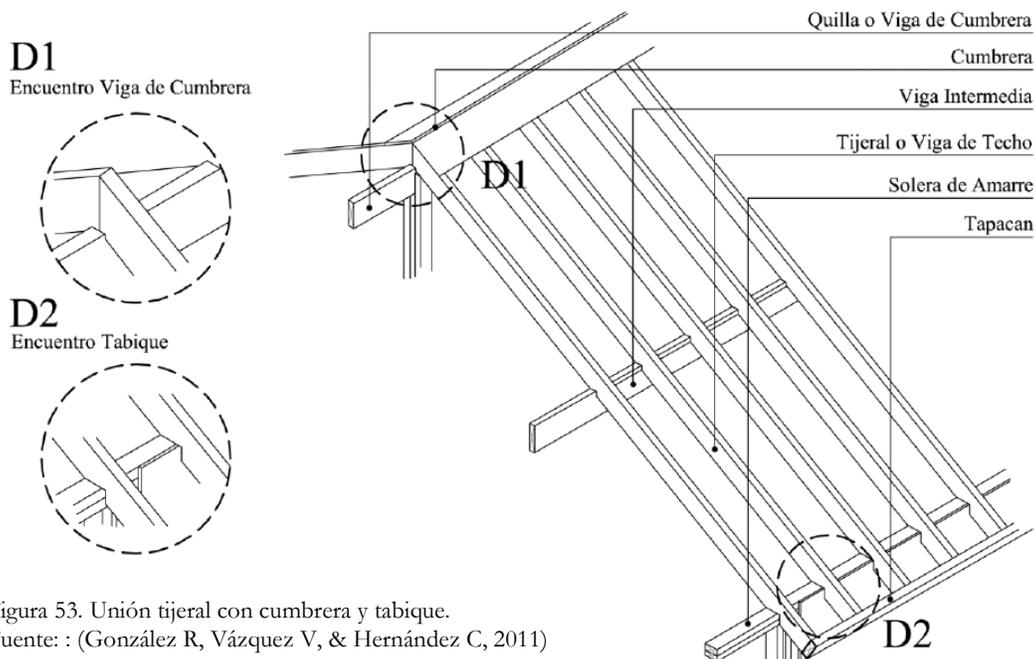


Figura 53. Unión tijeral con cumbrera y tabique. Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Diafragma:

- ▶ Las placas deben ser instaladas con su dimensión principal perpendicular a los tijerales y con las uniones alternadas, con una separación entre placas de 2 a 3mm para evitar problemas por deformación, apoyadas y fijadas a las cadenetas.

Tipo de placa	Distanciamiento entre apoyos [cm]			
	40	60	100	120
Contrachapado	11 mm	11 mm	15 mm	15 mm
OSB	11 mm	11 mm	15 mm	18 mm

Tabla 32 Tipo y dimensiones de diafragmas. Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Elemento de fijación	Distancia de clavado a borde de placa	Distancia entre elementos de fijación	
		en borde de placa	en puntos intermedios
Clavos helicoidales 2"	Mínimo 10mm	150mm	300mm
Tornillos zincados de 6" x 1/4"			

Tabla 33 Elementos de fijación de los diafragmas. Elaboración propia. Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

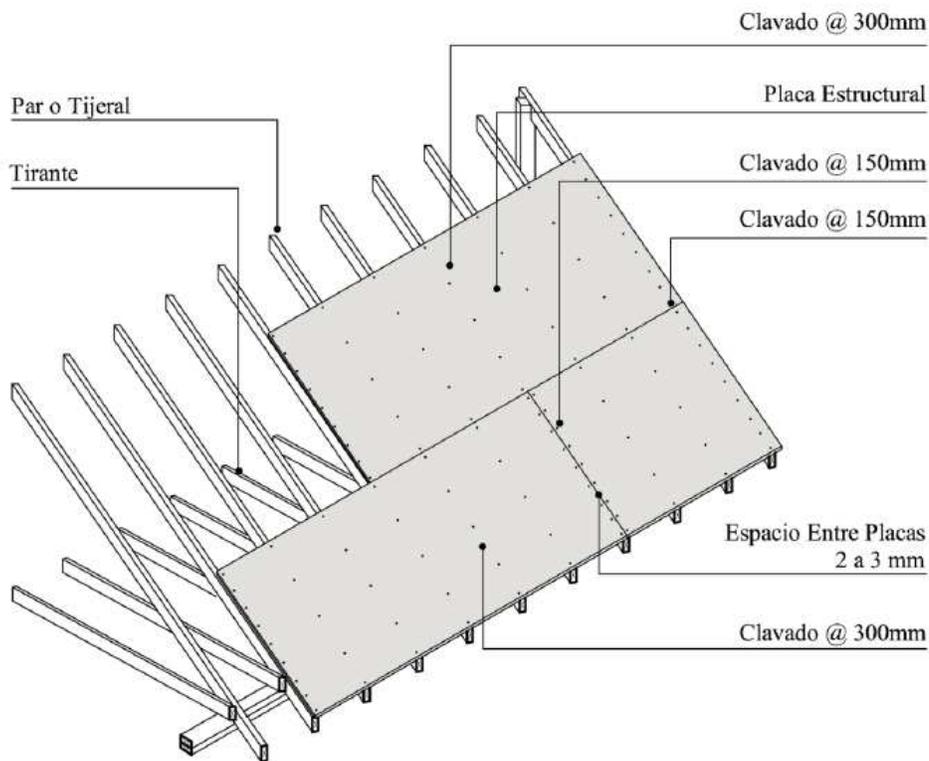


Figura 54. Colocación del diafragma de techumbre. Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Aleros estructuralmente se pueden resolver de la siguientes formas:

- ▶ Se proyecta el tijeral fuera del perímetro para formar aleros de hasta 60cm.
- ▶ Para aleros de entre 60cm y 120cm se debe realizar una estructura secundaria, para soportar la proyección del tijeral fuera del muro.

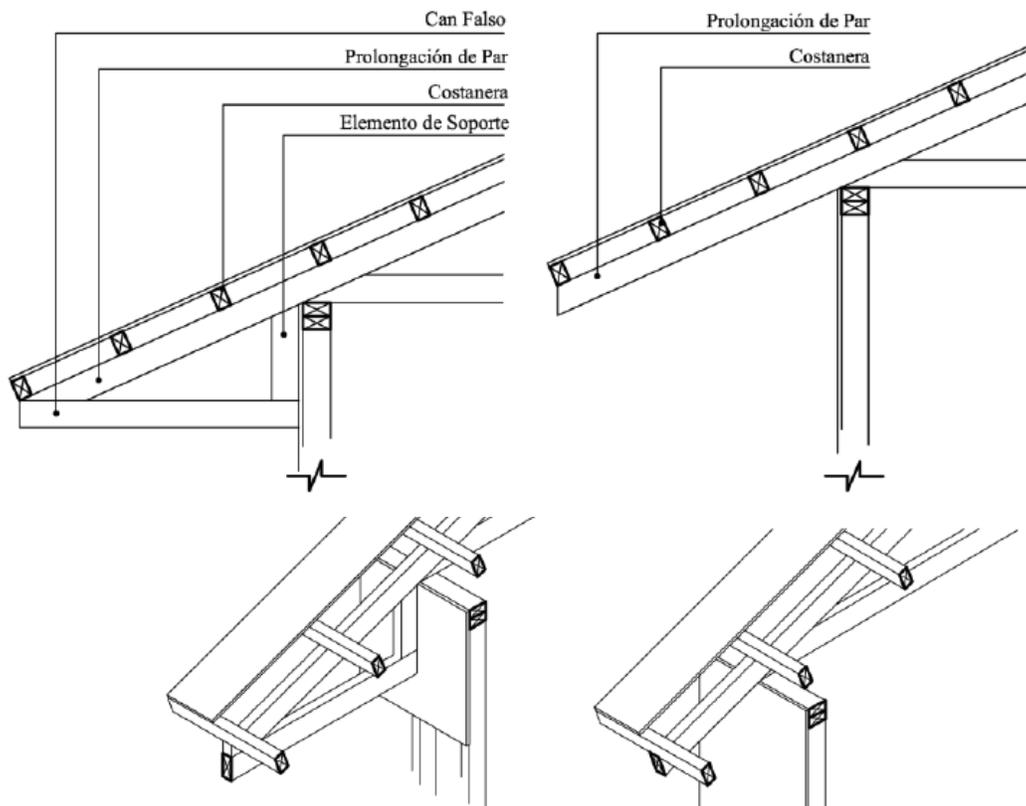


Figura 55. Detalle resolución de alero.
Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Ventilación de techos

- ▶ Deben preverse aberturas para evitar problemas de humedad en la estructura
- ▶ La circulación del aire depende del viento, por lo que es mejor dejar aberturas en la parte alta del techo y en los aleros.

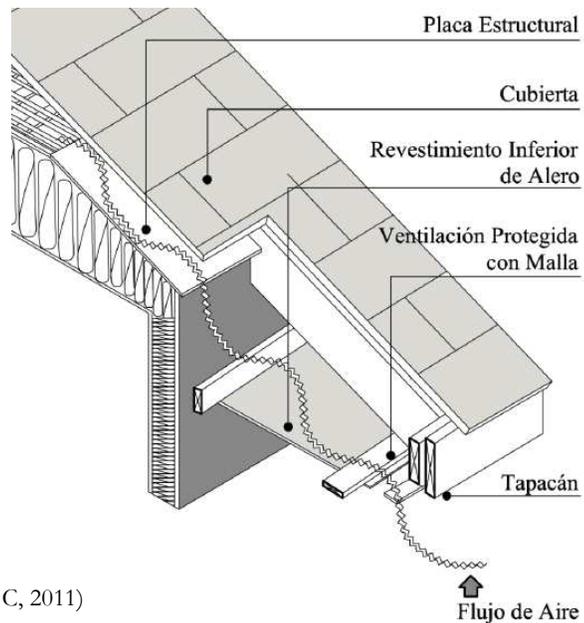


Figura 56. Detalle de ventilación de alero.
Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Sistema compuesto únicamente por paneles laterales, de entepiso y de techo. Los cimientos deben realizarse según los sistemas tradicionales de madera u H°A°. y resolver el piso convenientemente. En los detalles se analizarán este último tipo de fundaciones por coincidir con el elegido para el prototipo diseñado.

Todas las uniones de paneles entre sí y a otros elementos deben ser selladas con cordón de espuma PU y cola PUR.

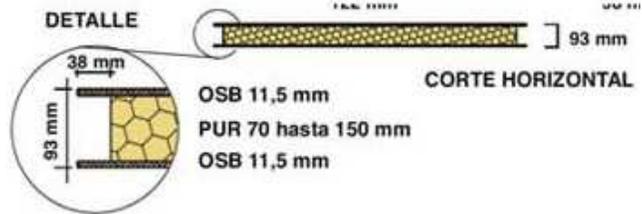


Figura 57. Detalles de conformación de aleros. Fuente: (González R, Vázquez V, & Hernández C, 2011)

Conjunto Constructivo	Elementos	Dimensiones	Fijaciones
Fundaciones	De H°A° con aplicación de pintura a base de goma y membrana asfáltica para aislar la madera.	Según cálculo estructural realizado por un profesional competente.	Broca Fisher FWA 12 x 150 cada 60 cm con refuerzos en esquinas
	Pie de solera	1" x 5"	
	Solera basal	2" x 4"	
Paneles verticales	Solera Superior	1" x 5"	Paneles en línea, clavos coil de 2 1/2" con una separación de 10cm a 15cm en tresbolillo.
	Viga de vinculación superior	2" x 4"	
	Columnas de vinculación para paneles con carga	2" x 4" intermedias 1" x 4" en esquinas	
	Fajas de OSB vinculación paneles con media carga	100mm x 11,1mm	Paneles en T y esquina, tornillos de 8mm x 160mm cada 30cm o 40cm.
	Premarco	1" x 4"	
	Clavadera	2" x 2"	

Tabla 34. Elaboración propia.

Paneles para paredes y pisos

Sistema	Espesor OSB + PUR + OSB	Dimension (mm)		Peso Kg	R* m² °k/W	K* W/m² °k
		Ancho	Alto			
SIP70	90	1200	2400	54,60	3,35	0,28
SIP90	115	1200	2400	57,52	4,31	0,22

* Valores según IRAM 11601

Tabla 35: características paneles SIP con terminación OSB. Fuente: <http://www.sipanel.com>.

Sistema	Espesor Placa + PUR + Placa	Dimension (mm)		Peso Kg	R* m² °K/W	K* W/m² °K
		Ancho	Alto			
SIP70	725	1200	2400	78,12	2,96	0,34
SIP90	955	1200	2400	81,04	3,92	0,25

*Valores según IRAM 11601

Tabla 36: características paneles GypSIP terminación placa yeso. Fuente: <http://www.sipanel.com>

Panel	Espesor		Dimension (mm)		Peso Kg	R * m ² °k/W	K * W/m ² °k
	Placa de fibrocemento + PUR		Ancho	Alto			
EVO 70	68		1200	2400	40,04	2,66	0,35

* Valores según IRAM 11601

Tabla 37: características paneles EvoSIP con terminación fibrocemento. Fuente: <http://www.sipanel.com>

Placa	PUR	Espesor		Dimension (mm)		Peso Kg	R * m ² °k/W	K* W/m ² °K
		Placa + PUR		Ancho	Alto			
Yeso	25mm	37,5		1200	2400	37,24	1,07	0,92
	93mm	105,5		1200	2400	46,05	3,90	0,26
OSB	25mm	36,1		1200	2400	26,04	1,13	0,87
	93mm	104,1		1200	2400	34,85	3,96	0,25
Fibrocemento	25mm	31,0		1200	2400	27,43	1,05	0,93
	93mm	99,0		1200	2400	36,24	3,89	0,26
MDF	25mm	34,0		604	2400	12,37	1,11	0,89
	93mm	102,0		604	2400	21,19	3,94	0,25

*Valores según IRAM 11601

Tabla 38: características paneles terminación OSB y MDF. Fuente: <http://www.sipanel.com>

Paneles para techo

Sistema	Espesor		Dimension (mm)		Peso Kg	R * m ² °k/W	K * W/m ² °k
	Placa + PUR + Placa		Ancho	Alto			
SIP50 OSB	72,2		1200	2400	31,28	2,08	0,44
SIP50 MDF pintable	70,1		604	2400	21,50	2,08	0,44
SIP50 MDF enchapado	70,1		604	2400	21,50	2,08	0,44

* Valores según IRAM 11601

Tabla 39: características paneles de techo. Fuente: <http://www.sipanel.com/documentos/FT-00.pdf>

DETALLES CONSTRUCTIVOS

Instalación de pie de solera y solera inferior

- ▶ Se debe proteger de la humedad proveniente de la platea con pintura a base de goma y membrana asfáltica.
- ▶ Ambos elementos deben quedar perfectamente nivelados y alineados.
- ▶ Anclaje con brocas Fisher FWA12x150 cada 60cm y refuerzos en las esquinas.

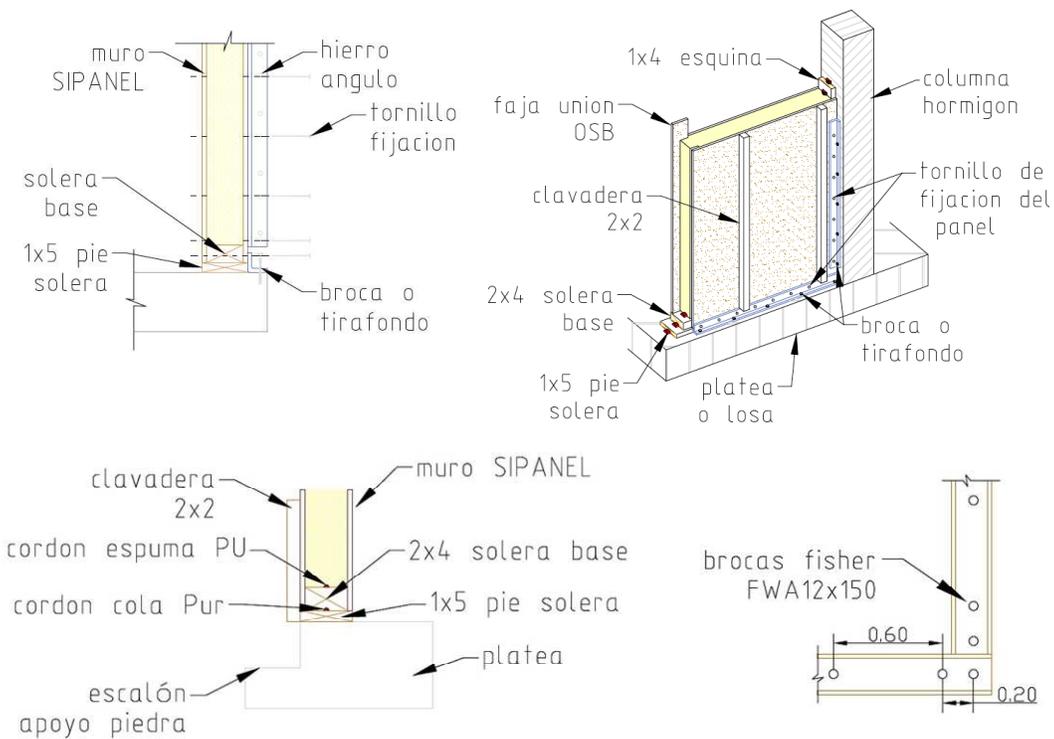
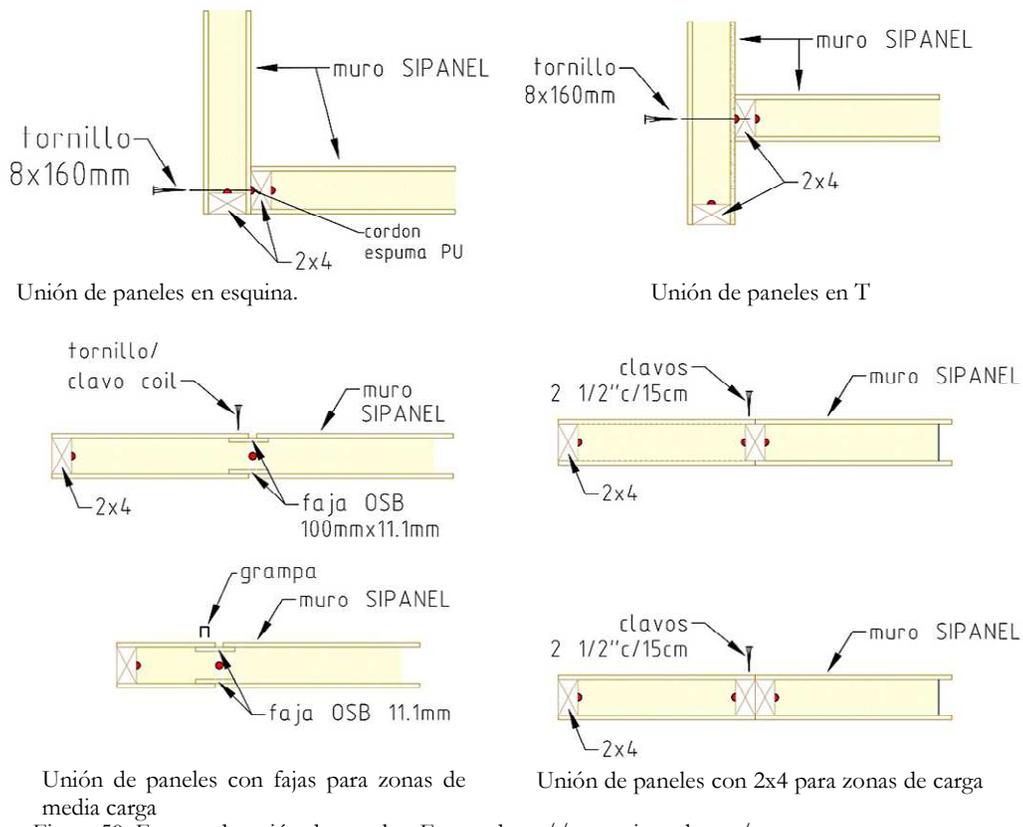
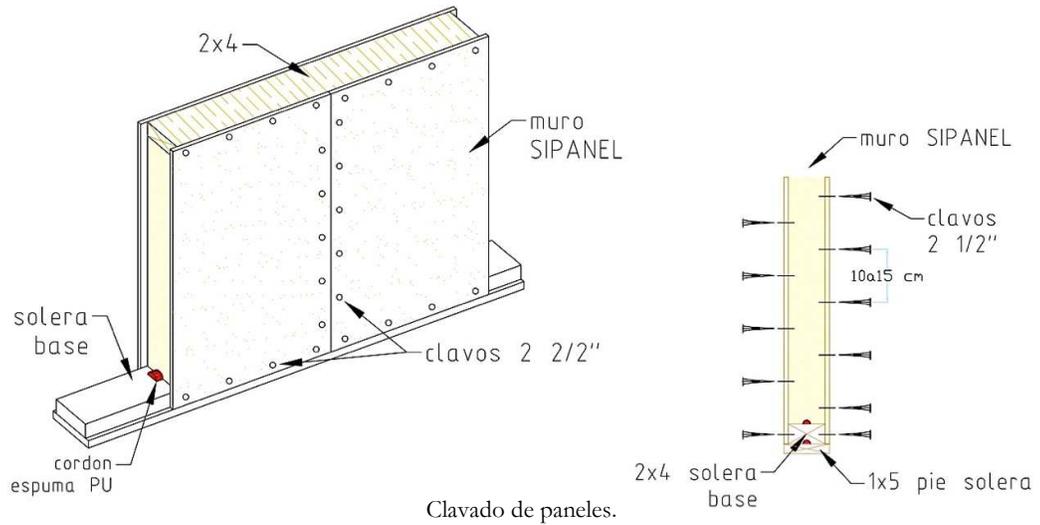


Figura 58: Instalación de pie de solera y solera. Fuente: <http://www.sipanel.com/>

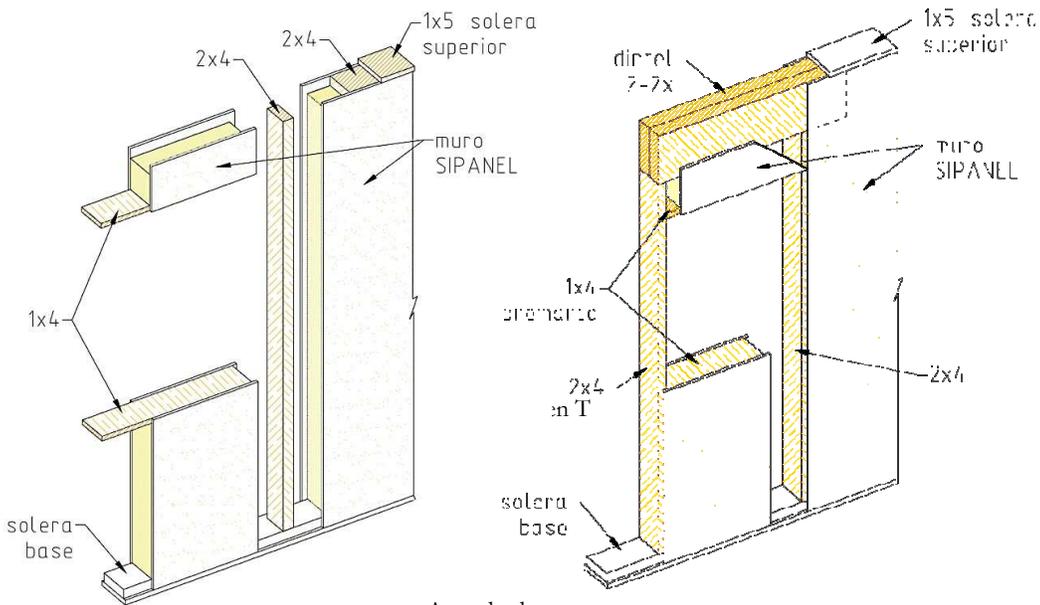


Unión de paneles con fajas para zonas de media carga

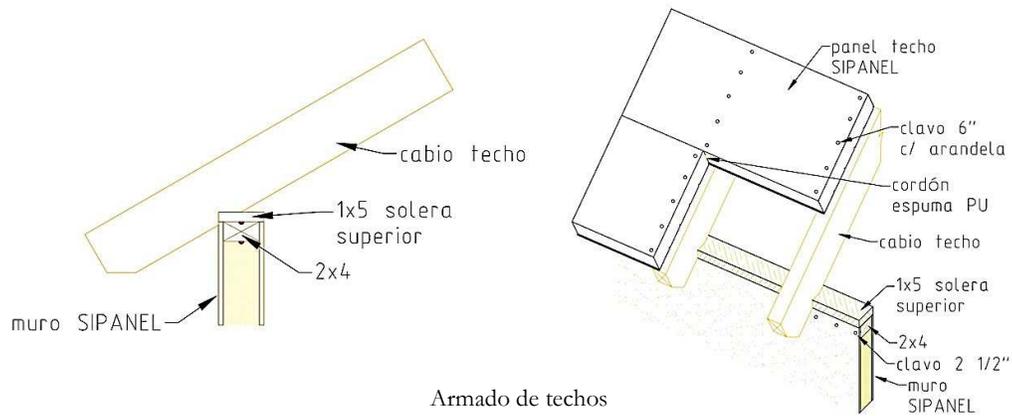
Figura 59: Formas de unión de paneles. Fuente: <http://www.sipanel.com/>



Clavado de paneles.



Armado de ventanas



Armado de techos

Figura 60. Conformación de conjuntos estructurales. Fuente: <http://www.sipanel.com/>

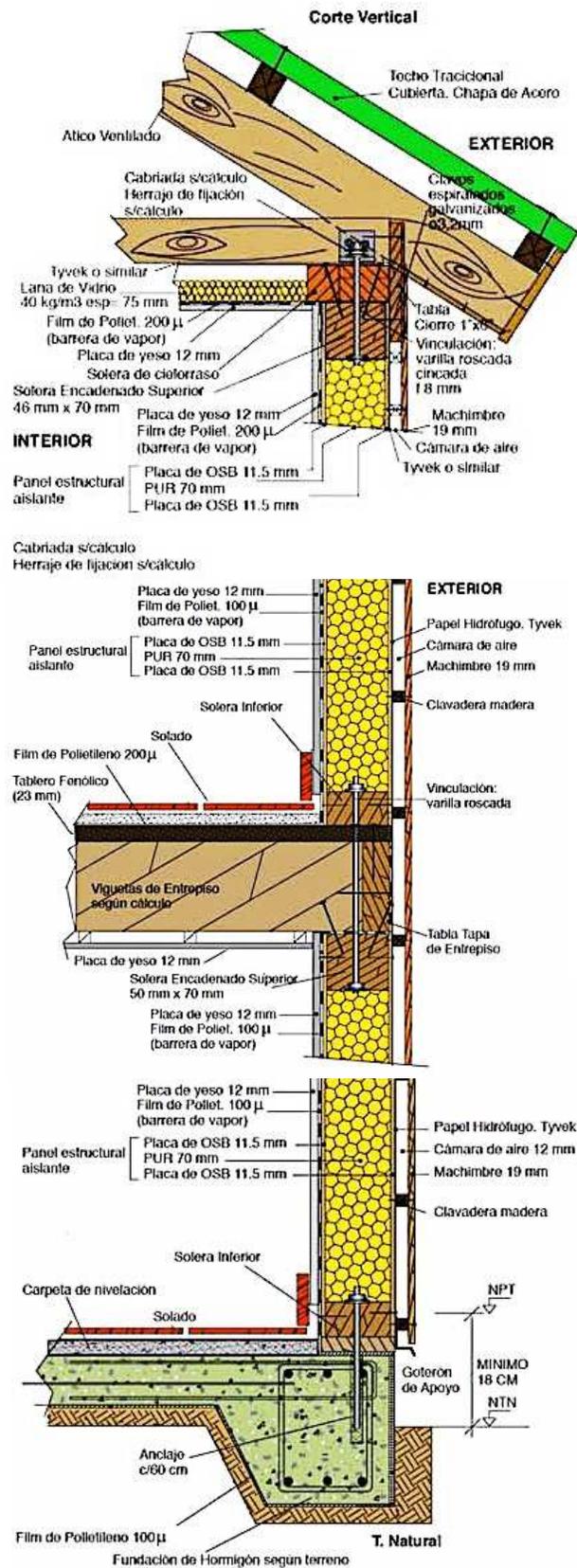


Figura 61. Detalles de encuentros
Fuente: <http://www.sipanel.com/>

Anexo V. ANÁLISIS DE MATERIALES

AISLANTES

Se elige el aislante celulósico insuflado ya que su materia prima se obtiene a partir del reciclado de papeles y cartón, por lo que es posible insertar los tubos de cartón disponibles en su proceso de fabricación y así aprovechar la totalidad de los materiales descartados por Electropart Córdoba S.A.; por otra parte este aislante al estar compuesto principalmente de materia de sencillo reciclado, requiere menos procesos de producción y energía para su fabricación, otro punto que se pondera a favor. Otras características positivas de este material son el gran potencial de suministro que posee, dada la abundancia de papel que se descarta diariamente y su balance de emisiones de CO₂ respecto de otras materias, para una misma resistencia térmica serán necesariamente inferiores las emisiones relativas, ya que las plantas durante su crecimiento absorben este gas de la atmósfera y liberan O₂.

Características:

- ▶ Compuesto aproximadamente por un 85% de celulosa y un 15% de bórax y ácido bórico que le confieren características fungicidas, ignífugas e insecticidas.
- ▶ Resuelve los problemas de aislación térmica y acústica, así como también controla la condensación y regula la humedad.
- ▶ Retardante del fuego, no promueve las llamas, no se derrite, ni emite gases tóxicos.
- ▶ Rellena todos los espacios formando un manto continuo que evita la infiltración de aire y aumenta la eficiencia aislante.
- ▶ Requiere un mayor tiempo de secado que otros aislantes
- ▶ Para obtener un valor de resistencia específico, la celulosa pesa aproximadamente 3 veces más que la lana de vidrio.
- ▶ No se compacta con el paso del tiempo.



Figura 62: Aislante celulósico. Fuente: <http://www.solucionesespeciales.net>

Propiedades físicas que debe tener:

- Densidad: entre 45 Kg/m³ y 50 Kg/m³ según distancia de proyección
- Conductividad térmica – Valor K 0.27 (BTU/ h.ft²/.°F/1”) = Valor R 3.8 por pulgada
- Características del quemado de la superficie – Propagación de la llama < 25, Desarrollo de humo < 25 – CLASE A y R2E según Norma IRAM 11910-1
- Fuerza adhesiva/ cohesiva – 37 veces el peso
- Combustión lenta – Pérdida de peso inferior al 1%
- Resistencia a los hongos – No hay crecimiento de hongos
- Corrosión – No se produce corrosión con cobre, aluminio ni acero
- Absorción del vapor de agua – 1.43%
- Olor – No produce olores desagradables
- Desviación del sustrato – No se produjeron agrietamientos ni desprendimientos de láminas
- Erosión por aire – Aprobado (levanta 0.14 g/pie cuadrado)

Normas que debe cumplir

- Prueba de resistencia al fuego: ASTM E-119, 1 hora
- Valor calórico bruto de combustible sólido: ASTM D-2015, 785
- Reducción de sonido: ASTM C-423, Coeficientes (NRC) .95 para 2”
- Corrosividad: ASTM C-739 y ASTM C-1149, No corrosivo
- Absorción de humedad: ASTM C-739 y ASTM C-1149
- Contenido de almidón: ASTM D-591, Nada
- Prueba de sonido: ASTM E-90, C-423
- Características de quemado de la superficie: ASTM E-84, Llama<25 Densidad de humo<25
- Prueba de eficiencia térmica: ASTM C-518
- Resistente a los insectos: Informe número 8499-3
- Listado UL: Número de referencia R-9408
- ASTM C1149-90, C 518, C 739, E 859, E 605, E 736, E 759, E 90, E 119, E 423, E 413, C 524 y E 1042
- Deberá cumplir con el Acta de Seguridad CPSC de 1978, P.L. 95-319, ASTM C-739, Boletín de Uso de Materiales HUD #80 (UMB-80), HH-1-515D, FHA, VA, y ASTM C-1149-90 TipoII-

Testeo Ensayos

- Underwriters laboratories Ref. N°9408
- Laboratorio INTI Norma IRAM 11910-1 Ref. 101/10570 = R2E – Muy baja Propagación de llama
- Laboratorio INTI Norma IRAM 11949 Tabique Doble Placa Standard x lado / Ref. 101/8353 = F90
- Laboratorio LAL-CIC Norma IRAM 4063-3 Tabique Doble Placa Standard 12.5 mm x lado / Ref. 62379/06 – 55 dB

Dada la gran cantidad de materiales aislantes que se encuentran en el mercado, se toman aquellos fabricados a partir de materiales naturales para realizar las comparaciones a fin de verificar la eficiencia de la elección, ya que se pretende con el diseño impactar lo menos posible el medioambiente. Como la resistencia térmica de las materias aislantes varía en función del material, la densidad, el espesor empleado y el porcentaje de humedad contenido, es que se encuentran tablas con diferentes valores, pero a pesar de ello es posible ver que no existen diferencias significativas en cuanto a los rendimientos respecto de los aislantes sintéticos, pero sí es mucho menor el impacto ecológico que causan respecto de estos.

Material	λ (W/mK)
Celulosa	0,038-0,040
	0,041-0,050
	0,040
	0,045
Paja	0,037
	0,045
	0,053-0,061
Lino	0,037
	0,035-0,075
	0,042
Cáñamo	0,040-0,094
Lana de oveja	0,040
	0,034-0,067

Tabla 41: Coeficientes de conductividad térmica.

Fuente: (Mercier, Dutil, Pronovost, Boudreau, Hudon, & Castonguay, 2011)

Espesores en mm	Lana de vidrio18kg/m	Lana de Roca60kg/m	Celulosa60kg/m
100	1	2	4
120	1	3	5
140	1	3	6
160	1	4	7
180	2	5	7
200	2	5	8
260	2	6	9
280	3	7	10
300	3	7	11

Tabla 42: Comparativa de desfase [media de tiempo (en horas) que tarda la temperatura exterior en atravesar la capa aislante].

Fuente: <http://www.socyr.com>

Propiedades	Celulosa	Poliuretano	Lana mineral	Lana de vidrio	Fibra poliester
Genera gases peligrosos en contacto con el fuego	NO	SI	NO	NO	NO
Monolítico sin uniones	SI	SI	NO	NO	NO
Se ajusta a la geometría del parámetro	SI	SI	NO	NO	NO
Higroscópico, toma y cede humedad del ambiente	SI	NO	NO	NO	NO
Propiedades acústicas y térmicas estables	SI	SI	NO	NO	NO
Se adhiere al sustrato	SI	SI	NO	NO	NO
Se compacta en el tiempo	NO	NO	SI	SI	NO
Alta eficiencia al aislamiento acústico	SI	NO	NO	NO	NO
Alta eficiencia al aislamiento térmico	SI	SI	NO	NO	NO
Instalado por personal especializado	SI	SI	NO	NO	NO
Precio	BAJO	ALTO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 43. Comparativa de materiales aislantes. Fuente: <http://www.socyr.com>

Material		Densidad aparente (kg/m ³)	Conductividad térmica (W/m·K)	
MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS				
Lana de vidrio		8 – 10	0,045	
		11 – 14	0,043	
		15 – 18	0,040	
		19 – 30	0,037	
		31 – 45	0,034	
		46 – 100	0,033	
Lana mineral		30 – 50	0,042	
		51 – 70	0,040	
		71 – 150	0,038	
Perlita	Suelta (granulado volcánico expandido)	30 a 130	0,054	
		Mortero de perlita con yeso	400	0,10
			500	0,12
			600	0,14
	700		0,18	
	Mortero de perlita con cemento	300	0,088	
		400	0,093	
		500	0,12	
		600	0,14	
		700	0,18	
Poliestireno expandido	En planchas	15	0,037	
		20	0,035	
		25	0,033	
		30	0,032	
Poliuretano (espumas rígidas)	Entre capas o placas que hacen de barrera de vapor, según el agente expansor utilizado	30 – 60	0,022 – 0,024	
	Placas aislantes sin protección	30 – 60	0,027	
	Proyectadas in situ, protegidas entre barreras de vapor	30 – 60	0,022	
	Proyectadas in situ, protegidas entre frenos de vapor	30 – 60	0,024	
Vermiculita	Suelta	80 a 130	0,070	
		Con cemento	400	0,11
			500	0,13
			600	0,17
			700	0,20
			800	0,24
	Con yeso (placas o revoques)	200	0,11	
		400	0,13	
		500	0,15	
		600	0,19	
		700	0,22	
		800	0,26	
		900	0,29	
		1000	0,34	

Tabla 44. Conductividad térmica de materiales de construcción. Fuente: IRAM 11601.2002

Tipos de aislantes			Características Aislantes		Características Técnicas				Impacto medioambiental	
Origen	Aislante	Presentacion	Lambda ENw/M.K	Espesor para R=5cm	Capacidad higroscópica	Resistencia al vapor de agua	Clasificacion fuego	Tiempo de desfase(horas)	Energa primaria para la fabricación	Efecto invernadero (kCO2/1UF)
Sintético	Poliuretano	Panel	0.032	16	No	60	C	6	100	12
	Polistirenoexpandido	Panel	0.037	19	No	60	E	6	84	10
	Polistirenoextruido	Panel	0.035	18	No	150	B	6	88	11
Lanas minerales	Fibra de vidrio	-	0.035	18	No	1	B	8	74	12
	Lana de roca	-	0.040	20	No	1	A	8	168	43
Aislantes vegetales	Celulosa	Insulado	0.038	19	Media	1<2	B	12	7	-10
	Fibra de madera	Panel	0.040	20	Débil	1<2	E	12	40	-4

Tabla 45. Comparativa de materiales aislantes. Fuente: <http://www.socyr.com>

	Lanas minerales			
	Celulosa	Perla poliestireno	Lana de roca	Lana de vidrio
				
Ecológico. Consumo de energía y emisión de CO2 en su fabricación	★★★★★	★★★	★★★	★★★
Capacidad de aislamiento del frío en invierno	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
Capacidad de aislamiento del calor en verano	★★★★★	★★★	★★★★	★★★★
Capacidad de relleno de cámaras más de 5cm	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
Capacidad de relleno de cámaras de menos de 5cm	★★★	★★★★★	★★★	★★★
Diámetro de perforación mínimo	★★★	★★★★	★★★★	★★★★
Número de perforaciones necesarias	★★★★	★★★★	★★★	★★★
Clasificación al fuego	★★★★	★★★	★★★★★	★★★★★
Transpirabilidad al vapor de agua	★★★★	★★★	★★★	★★★
Resistencia a filtraciones de agua	★★★	★★★★★	★★★★	★★★★
Precio	★★★★★	★★★	★★★	★★★★
Certificados de calidad	★★★	★★★	★★★	★★★

Tabla 46. Ponderación de aislantes. Fuente: <http://www.aislacontrol.com/es/productos-aislantes>

TABLEROS

OSB®

Tabiques portantes, cara exterior: se emplean tableros estructurales de 12mm según la separación existente entre las clavaderas y las placas disponibles en el mercado,

Entramados horizontales y techos: se emplean tableros estructurales de 18mm.

La densidad de los tableros se sitúa entre 600 y 680kg/m³.

Características para tableros con una densidad media de 650 kg/m³³⁸:

- ▶ Factor de resistencia al vapor de agua (m) es de 30 usando el método "wet cup" y 50 si se emplea el procedimiento de la "dry cup" (EN 12524).
- ▶ La conductividad térmica (λ) es 0,13 W/m.K.
- ▶ El tablero sin tratamiento retardante del fuego, con un espesor mayor a 10mm, se corresponde con la Euroclase D (sistema de clasificación Euroclases de reacción del fuego de los materiales).

Propiedad	Especificación				
	Método de ensayo	Unidad	Rango de espesores (nominal en mm)		
			6 to 10	> 10 and < 18	18 to 25
Resistencia a la flexión- en sentido longitudinal	EN 310	N/mm ³	22	20	18
Resistencia a la flexión- en sentido transversal	EN 310	N/mm ³	11	10	9
Módulo de elasticidad en flexión- en sentido longitudinal	EN 310	N/mm ³	3500	3500	3500
Módulo de elasticidad en flexión- en sentido transversal	EN 310	N/mm ³	1400	1400	1400
Resistencia a la tracción perpendicular a las caras	EN 319	N/mm ³	0.34	0.32	0.30
Hinchazón en espesor - 24h	EN 317	%	15	15	15
Especificaciones para la resistencia a la humedad					
Resistencia a la flexión después de ensayo cíclico — en sentido longitudinal	EN 321 + EN 310	N/mm ³	9	8	7
OPCIÓN 1 Resistencia a la tracción perpendicular a las caras después de ensayo cíclico	EN 321 + EN 319	N/mm ³	0.18	0.15	0.13
OPCIÓN 2 Resistencia a la tracción perpendicular a las caras después de cocción en agua	EN 1087-1 + EN 319	N/mm ³	0.15	0.13	0.12

Tabla 47: Especificaciones para los tableros OSB®. Fuente: <http://www.osb-info.org/Tecnica.html>

³⁸ Datos extraídos de <http://www.osb-info.org/Tecnica.html>

Durlock®

Cara interior: se emplean palcas resistente al fuego para la vivienda en general y resistentes a la humedad para baño y cocina; se elige este material por su bajo costo en relación al OSB® y su excelente nivel de acabado.

Características de las placas³⁹:

- ▶ Coeficiente de conductividad térmica: $\lambda=0.38$ kcal/(m.h.°C).
- ▶ Los ensayos de paredes comprenden pruebas de impacto sobre probeta vertical (Norma IRAM 11.596) y resistencia al impacto de bola de acero (norma IRAM 11.595), realizados en el I.N.T.I..
- ▶ Se clasifican como “Material de muy baja propagación de llama” (Clase RE2), según ensayos realizados bajo Normas IRAM 11.910-1-3 en el INTI.

PLACAS	BORDES LONGITUDINALES	ESPESOR	ANCHO	LARGO	PESO*
RESISTENTE A LA HUMEDAD	rebajados	12,5 mm	1,20 m	2,40 m	9,30 kg/m ²
	rebajados	15 mm	1,20 m	2,40 m	11,10 kg/m ²
RESISTENTE AL FUEGO	rebajados	12,5 mm	1,20 m	2,40 m	9,70 kg/m ²
	rebajados	15 mm	1,20 m	2,40 m	11,30 kg/m ²

Tabla 48: dimensiones y pesos de las placas de Durlock®. Fuente: <http://www.durlock.com>

³⁹ Datos extraídos de <http://www.durlock.com>

GLOSARIO

- AIDIS: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
- AL: América Latina.
- CABA: Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- CCA: Arseniato de cobre cromatado.
- CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CRED Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (en castellano Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres).
- ESS Environment Statistics Service (en castellano Servicio de Estadísticas Medioambientales)
- EU: European Union (en castellano Unión Europea).
- Hag: hectáreas globales de tierra y agua biológicamente productivas.
- INDEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo.
- INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial
- IRAM: Instituto Argentino de Normalización.
- ISO: International Organization for Standardization (en castellano Organización Internacional de Normalización)
- OECD: Organization for Economic Co-operation and Development (en castellano Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico).
- OGUC: Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones de Chile.
- ONU: Organización de las Naciones Unidas.
- OPS: Organización Panamericana de la Salud.
- OSB: Oriented Strand Board (en castellano tablero de partículas orientadas)
- PACKAGING: embalaje o envase que contiene productos de manera temporal principalmente para su manipulación, transporte y almacenaje.
- PNUD Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- P.P: polipropileno.
- RAE: Real Academia Española.
- RSU: residuos sólidos urbanos.
- UN: United Nations (en castellano Organización de las Naciones Unidas)
- UNEP: United Nations Environment Programme (en castellano Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente).
- WHO: World Health Organization (en castellano Organización Mundial de la Salud)
- WWF: World Wide Fund For Nature.

BIBLIOGRAFÍA

- Organización Panamericana de la Salud/ Organización Mundial de la Salud (1998). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Serie Ambiental No. 18. Acurio, G., Rossin, G., Teixeira, P. F., & Zepeda, F.
- AIDIS Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. (2010). *Evaluación Regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe 2010*. Obtenido en enero de 2014.
- Ariza, R., & Dorado, C. (2010). *Diseño Sustentable: Oportunidades de agregar valor a la cadena lanera*. Actas de Diseño. 8. Buenos Aires: Universidad de Palermo.
- Asociación Civil un Techo para mi Hermano - Hipperdinger, Adriana. (2006). *20 años construyendo hábitat, promoción y ciudadanía*. . General Roca, Río Negro: Publifadecs.
- Capello, M., & Galassi, G. (2011). Monitor Fiscal N° 19: *Problemas habitacionales e inversión en viviendas sociales en Argentina*. Fundación Medierránea, IERAL (Instituto de Estudios sobre la Realidad Argentina y Latinoamericana). Buenos Aires: Fundación Mediterránea.
- Carriedo Ule, G. A., & San José, D. M. (1995). *Curso de iniciación a la Química Organometálica*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo.
- Chambouleyron, M., Arena A, P., & Pattini, A. (2002). Consideraciones sobre ecodiseño para fábricas de muebles locales. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 6, N°2*, 12.01-12.06.
- Chambouleyron, M., & Pattini, A. (2007). *Estrategias de Ecodiseño para la revalorización de productos llegados al final de su ciclo de vida útil*. Mendoza, Mendoza, Argentina.
- Chamy Maggi, R., & Jeison, D. (2003). Biotecnología ambiental: tecnología de punta para un desarrollo sustentable. En Chamy Maggi, R. (Ed.), *Avances en Biotecnología ambiental: Tratamiento de Residuos Líquidos y Sólidos* (pp.13-26). Valparaíso: Ediciones Universitarias de Valparaíso - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. (1987). *Nuestro Futuro Común*. Organización de las Naciones Unidas.
- Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos. (28 de enero de 1988). *Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental de México*. México.
- Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos. (08 de octubre de 2003). *Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos*. México.
- Connett, P., & Sheehan, B. (octubre de 2001). *Agenda ciudadana hacia basura cero - Una perspectiva desde Estados Unidos / Canadá*. (I. A. GAIA, Trans.) Grass Roots & Global Video, GrassRoots Recycling Network .
- Echeverría Ramirez, M. C. (2003). *Hábitat versus vivienda: mirada crítica sobre el vivendismo*. Seminario-Foro Internacional "La construcción del hábitat popular: Experiencias de intervenciones urbanas, arquitectónicas, tecnológicas y pedagógicas (p. 31). Santafé de Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Edwards, B. (2001). *Rough guide to Sustainability*. (S. Gustavo Gill, Ed., & S. Sanmiguel Sousa, Trans.) Gran Bretaña: RIBA Publishing.
- Environment Statistics Service - Department for Environment, Food and Rural Affairs.

- (2011). *Waste Data Overview*. London.
- European Union. (2012). *Europe in figures. Eurostat yearbook 2012*. Belgium: Publications Office of the European Union.
- Evans, J. M. (2010). *Sustentabilidad en Arquitectura 1*. (E. CPAU, Ed.) Buenos Aires: Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo.
- Galle, R. E. (2002). *Los residuos industriales y el medio ambiente*. XXV Congreso del Instituto Argentino Universitario de Costos (p. 12). La Plata: Facultad de Ciencias Económicas - UNLP.
- Godoy, E. V. (2009). *Diccionario de ecología* (2ª ed.). Buenos Aires: Valletta Ediciones.
- González R, M., Vázquez V, L., & Hernández C, G. (2011). *Guía práctica para la construcción de viviendas de madera con sistema Plataforma*. Unidad de Tecnología e Industria de la Madera de INFOR, Sede Bío Bío. Instituto Forestal.
- Guimarães, R. P. (2002). La ética de la sustentabilidad y la formulación de políticas de desarrollo. In H. Alimonda, *Ecología política. Naturaleza, sociedad y utopía* (p. 352). Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.
- Guimarães, R. P. (2003). *Tierra de sombras: desafío de la sustentabilidad y del desarrollo territorial y local ante la globalización*. Santiago de Chile, Chile: Naciones Unidas.
- Hernández S, Beatriz. (1999). *Importancia del simbolismo en los programas de vivienda de bajo costo en Venezuela*. Tecnología y Construcción No 2 , 15.
- Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (marzo de 2012). *What a Waste. A Global Review of Solid Waste Management*. Washington, DC, Estados Unidos: World Bank's Urban Development and Local Government Unit of the Sustainable Development Network.
- Hoornweg, D., & Freire, M. (julio de 2013). *Building sustainability In an urbanizing world*. Washington, DC, Estados Unidos: World Bank, Urban Development & Resilience Unit.
- Iglesia, R. E. (2006). *El espacio doméstico*. 30-60 cuaderno latinoamericano de arquitectura , 9, p. 84.
- Instituto Argentino de Normalización. (2002). *IRAM 11601 - Acondicionamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario*. (Tercera ed.).
- Lasala, A. I. (2011). *Contribuciones para la comprensión del diseño sustentable y sus aplicaciones en el plano social, profesional y político*. BE10, Universidad Nacional de La Plata, Diseño Industrial, La Plata.
- Marchisio, M. (2008). *Sustentabilizar desde el diseño*. Actas de diseño. 4, pp. 183-185. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Argentina.
- Marchisio, M. (2009). *Recomendaciones para la implementación Programa de Construcción Sustentable*. Actas de Diseño. 7, pp. 132-136. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Argentina.
- Marchisio, M., & Buguña, P. (2010). *Diseño Sustentable. Aplicación de indicadores de sustentabilidad en el proceso de diseño*. Actas de Diseño. 8, pp. 42-47. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Argentina.
- Marchisio, M., & Buguña, P. (2012). *Investigación - Acción y Educación para la Sustentabilidad*. Actas de Diseño. 12, pp. 197-201. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Argentina.

- Mercier, D., Dutil, Y. R., Pronovost, F., Boudreau, D., Hudon, N., & Castonguay, M. (2011). Los aislamientos térmicos naturales: construcción ecológica y eficiencia energética. *Conferencia Internacional de Energía Renovable CUBA*, (p. 9).
- Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios - Secretaría de Obras Públicas. (2006). Estándares mínimos de calidad para viviendas de interés social.
- Naselli, Cesar. (n.d.). *Introducción a los Procesos Innovativos*. Material inédito aportado durante el seminario Innovación ¿desafío o provocación?
- Naselli, C. (1994). La construcción de la Arquitectura. *Seminario de Arquitectura Latinoamericana (SAL VI) Caracas*. Córdoba: Ingreso.
- Nicholson, J. W. (2012). *The Chemistry of Polymers*. Royal Society of Chemistry.
- Organización de las Naciones Unidas. (10 de Diciembre de 1948). *Declaración universal de los Derechos Humanos*.
- ONU-Hábitat. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (2012). *El estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012. Rumbo a una nueva transición urbana*. Informe.
- Organización Panamericana de la Salud. (2000). *La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible*. Washington, D.C., Estados Unidos.
- Ortiz Flores, E. (2007). *Integración de un sistema de instrumentos de apoyo a la producción social de vivienda*. 190. México D.F, México: Coalición Internacional para el Hábitat (HIC-AL) Oficina regional para América Latina.
- Pano, N., & Acuña, P. (2012). "Diseño sin fines de lucro": un espacio para promover la práctica del diseño en función social. *Actas de Diseño*. 13, pp. 101-104. Buenos Aires: Universidad de Palermo.
- Pérez Gómez, J. (2010). *Gestión de Residuos Industriales*. (A. y. ISTAS (Instituto Sindical de Trabajo, Ed.) Paralelo Edición S.A.
- Pérez Valdéz, F., & Gustavo, H. V. (2011). *México en la construcción de alternativas arquitectónicas sustentables*. In Ekotectura 2011 Consecuencias, Políticas, Desafíos y Propuestas de la Arquitectura frente al Cambio Climático. Bogotá, Colombia: Academia Colombiana de Arquitectura y Diseño.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos - UN Hábitat y el Centro de Estudios de la Construcción y el Desarrollo Urbano Regional. (2004). *Cuadernos PNUD-UN Hábitat - Hábitat y desarrollo humano*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2012). *Annuario del PNUMA 2012: Temas emergentes en nuestro medio ambiente mundial*. Nairobi, Kenya: División de Alerta Temprana y Evaluación del PNUMA.
- Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española*. 22.^a ed. Madrid
- Rapoport, A. (1974). *Aspectos de la calidad del entorno*. Barcelona: La Gaya Ciencia S.A.
- Rapoport, A. (1978). *Aspectos Humanos de la Forma Urbana. Hacia una confrontación de las Ciencias Sociales con el Diseño de la Forma Urbana*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Rennie, C., & MacLean, A. (1989). *Salvaging the Future: Waste-Based Production*. Indiana , Estados Unidos: Institute for Local Self-Reliance.

- Santa Cruz Chao, J. M. (2010). *Horizontal - Vertical una elección sustentable*. Actas de Diseño. 8, pp. 138-140. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Argentina.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (2008). *Primer compendio de estadísticas ambientales: República Argentina*. Buenos Aires, Argentina.
- Segurajáuregui Álvarez, L. (2012). *Medioambiente, contaminación y sustentabilidad. Reflexiones entorno al diseño en México para el S XXI*. Actas de Diseño. 13, pp. 209-213. Buenos Aires: Universidad de Palermo.
- Tello Espinoza, P., Martínez Arce, E., Daza, D., Soulier Faure, M., & Terraza, H. (2010). *Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en ALC 2010*.
- United Nations. (2013). *World Population Prospects: The 2012 Revision, Volume I: Comprehensive Tables ST/ESA/SER.A/336*. Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York.
- United Nations Environment Programme. (2005). *Inventarios nacionales de Emisiones de dioxinas y furanos*. Ginebra, Suiza: PNUMA Productos Químicos.
- Urbán Brotóns, P. (2013). *Construcción de estructuras de madera*. San Vicente, Alicante, España: Editorial Club Universitario.
- Wackernagel, M., & Rees, W. E. (2001). *Nuestra huella ecológica: reduciendo el impacto humano sobre la Tierra*. (E. Lom, Ed., & B. J. O., Trans.) Gabriole Island, Canadá: New Society Publishers.
- World Health Organization. (2000). *Air Quality Guidelines for Europe*. Copenhagen, Denmark: World Health Organization Regional Office for Europe.
- World Wide Fund for Nature. (2012). *PLANETA VIVO Informe 2012*. (W. España, Ed., & M. R. Valladares, Trans.) Gland, Suiza.: WWF - World Wide Fund for Nature.

- Australian Bureau of Statistics. (n.d.). Obtenido el 27 de Marzo de 2013 desde <http://www.abs.gov.au/websitedbs/D3310114.nsf/home/home?opendocument>
- Bundesarbeitsgemeinschaft Wohnungslosenhilfe eV. (n.d.). Desde <http://www.bagw.de/index2.html>
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. (n.d.). *The International Disaster Database*. Obtenido en octubre de 2013 desde <http://www.emdat.be/natural-disasters-trends>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (n.d.). Desde <http://www.cepal.org>
- Congreso de la Nación Argentina. (17 de diciembre de 1991). Obtenido en diciembre de 2012 desde <http://www.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/450/texact.htm>
- Congreso de la Nación Argentina. (15 de diciembre de 1994). Desde <http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/804/norma.htm>
- Congreso de la Nación Argentina. (3 de julio de 2002). Desde <http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/75000-79999/76349/norma.htm>
- Congreso de la Nación Argentina. (03 de septiembre de 2004). Obtenido en enero de 2013 desde <http://www.ambiente.gov.ar/?aplicacion=normativa&IdNorma=117&IdSeccion=0>
- Durlock. Obtenido el 02 de octubre de 2013 desde <http://www.durlock.com>
- Federal Statistical Office and the statistical Offices of the Länder. (2013). Desde <http://www.statistik-portal.de>
- Foster + Partners. (n.d.). Desde <http://www.fosterandpartners.com>
- Gordillo Bedoya, F. Hábitat transitorio y vivienda para emergencias [Versión electrónica]. *Tabula Rasa*, 2, 145-166.
- Argentina, Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. (n.d.). Censo 2001. Desde http://www.indec.gov.ar/censo2001s2/ampliada_index.asp?mode=01
- Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Industrial . (n.d.). Obtenido el 23 de Agosto de 2013 desde <http://www-biblio.inti.gob.ar/trabinti/pinos.pdf>
- Brasil, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (n.d.). Obtenido el 14 de marzo de 2013 desde <http://www.ibge.gov.br/home/>
- Chile, Instituto Nacional de Estadísticas. (2013). Obtenido el 28 de marzo de 2013 desde <http://www.ine.cl>
- México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (n.d.). Desde <http://www.inegi.org.mx>
- Perú, Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2013). Desde <http://www.inei.gob.pe>
- Uruguay, Instituto Nacional de Estadísticas. (10 de agosto de 2012). Obtenido el 14 de marzo de 2013 desde <http://www.ine.gub.uy/censos2011/index.html>
- International Organization for Standardization. (n.d.). Desde <http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso14000.htm>

- Legislatura de la Provincia del Neuquén. (27 de mayo de 2009). LEY 2648. Desde http://www.legislaturaneuquen.gov.ar/hln/documentos/leyesPDF/L002648_09.pdf
- Argentina, Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública Y Servicios - Secretaría de Obras Públicas. (2003). *Directrices para la Construcción de viviendas de madera*. Obtenido en diciembre de 2013 desde http://www.vivienda.gob.ar/legislacion_directrices.php
- Perú, Ministerio del Ambiente de Perú. (n.d.). Sistema Nacional de Información Ambiental. Obtenido el 14 de Marzo de 2013 desde <http://sinia.minam.gob.pe/index.php?accion=verIndicador&idElementoInformacion=1183&idformula=120>
- National Boureau of Statistics of China. (18 de enero de 2013). Obtenido el 14 de marzo de 2013 desde http://www.stats.gov.cn/english/pressrelease/t20130118_402867147.htm
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2012). *OECD Environmental Outlook to 2050. The Consequences of Inaction*. Obtenido el 15 de diciembre de 2013 desde OECD iLibrary: http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/environment/oecd-environmental-outlook-to-2050_9789264122246-en#page1
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2013). *Municipal waste, Generation and Treatment* □. Obtenido el 14 de marzo de 2013 desde OECD iLibrary: <http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=WASTE>
- Office for National Statistics. (n.d.). Desde <http://www.ons.gov.uk/ons/index.html>
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (n.d.). Desde <http://www.ambiente.gov.ar/>
- Statistics Bureau and the Director-General for Policy Planning of Japan. (2013). Desde <http://www.stat.go.jp/english/index.htm>
- The Aluminum Association. (n.d.). Obtenido el 8 de marzo de 2014 desde <http://www.aluminum.org>
- The International Aluminium Institute. (n.d.). Obtenido el 8 de marzo de 2014 desde <http://www.world-aluminium.org>
- The World Bank. (n.d.). Desde <http://www.worldbank.org>
- United Nations. (10 de Diciembre de 1948). Declaración universal de los Derechos Humanos. Desde <http://www.un.org/es/>
- United Nations. (2013). Desde <http://www.un.org/es/>
- United States Census Bureau. (n.d.). Desde <http://www.census.gov/2010census/data/>
- Universidad Nacional de Educación a Distancia. (n.d.). Gestión y tratamiento de los residuos urbanos. Obtenido en septiembre de 2012 desde: <http://www.uned.es/biblioteca/rsu/pagina1.htm>
- Worldstat Info. (2013). Desde <http://es.worldstat.info>
- World Wide Fund For Nature. (n.d.). Obtenido el 5 de marzo de 2013 desde <http://wwf.panda.org>