



MÓDULO HABITACIONAL TRANSPORTABLE DE USOS MÚLTIPLES CONSTRUIDO EN MADERA

MULTI-PURPOSE TRANSPORTABLE HOUSING MODULE BUILT IN WOOD

Borghello_1, Jeremias_1 ^{(1)*}; Ricci_2, Luis Agustin_2 ⁽²⁾; Barsotelli_3, Francisca_3 ⁽³⁾;
Fortunato_4, German Ariel_4 ⁽⁴⁾; Gutierrez_5, Brenda_5 ⁽⁵⁾; Ortega_6, Nehuen_6 ⁽⁶⁾;

^{(1) (4) (6)} Sr. Grupo de Investigación en Viviendas – UTN FRLP. La Plata, Argentina

⁽²⁾ Mg. Ing. Civil Grupo de Investigación en Viviendas – UTN FRLP. La Plata, Argentina

^{(3) (5)} Srta. Grupo de Investigación en Viviendas – UTN FRLP. La Plata, Argentina

* Contacto: jeremiasborghello@hotmail.com

CÓDIGO: 4608596

Resumen

En Argentina existe un gran déficit relacionado a la rama de la Ingeniería Civil cuyo objetivo es brindarle un espacio al hombre. Personas con necesidad habitacional insatisfecha, obras temporales en caso de inundaciones, infraestructura hospitalaria y edificios educativos.

Para la solución de estas problemáticas el Grupo de Investigación en Viviendas (GIV) de la UTN Facultad Regional La Plata, recurrió a la implementación de un sistema canadiense denominado *Platform-frame*. Éste método constructivo propone viviendas sustentables, amigables con el medio ambiente, posee una mayor aislación que la construcción convencional y por ende contribuye al ahorro energético.

Se elige trabajar en madera debido a que es un material natural, renovable, reutilizable y reciclable. Las tres especies utilizadas en las diferentes edificaciones realizadas por el GIV en conjunto con el LIMAD de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP, han sido *Eucalyptus Grandis*, Pino Elliotti (*Pinus elliottii*) y Sauce (*Salix*), siendo el empleo de esta última especie una innovación desde el punto de vista de la construcción debido a que su uso se restringe principalmente al armado de cajones y mimbtería.

Se propuso la utilización del sistema para la creación de un módulo transportable de usos múltiples cuyas funciones serán:

- Viviendas unifamiliares: con alto aprovechamiento del espacio reducido,
- Habitación: para propiciar un servicio de alojamiento de los evacuados en catástrofes climáticas,
- Sala de emergencias transportable, y
- Aula escolar en zonas rurales de rápida realización.

Una vez cesada cualquiera de las actividades nombradas el módulo podrá transportarse nuevamente hasta una próxima zona de emplazamiento.

Palabras-clave: Modulo, Sauce, Platform-frame, Sustentable.



Abstract

There is a large deficit in the Civil Engineering branch whose objective is to provide space for people in Argentina. There are many people with unsatisfied housing needs, a lack of temporary shelters in case of floods, hospital infrastructure and educational buildings.

To solve these problems, the Housing Research Group (HRG) of the UTN La Plata Regional College employed a Canadian system called Platform-frame.

Work in wood is chosen because it is a natural, renewable, reusable and recyclable material. The three species used in the different buildings, carried out by the HRG together with the LIMAD of the College of Agricultural and Forestry Sciences of the UNLP, have been *Eucalyptus grandis*, Elliott Pine (*Pinus elliotii*) and Willow (*Salix*), being the use of this last species an innovation from the construction point of view because its use is mostly restricted to drawer assembly and wickerwork.

This building method provides sustainable housing, is environment friendly, supplies better insulation than conventional construction, and therefore, contributes to energy saving.

The use of the system for a portable multipurpose module was proposed, whose functions will be:

- Single-family homes: with high use of the reduced space,
- Room: to provide temporary lodging for evacuees in climatic catastrophes,
- Transportable emergency room, and
- A fast building school classroom in countrysides.

Once has ceased any of the named activities, the module can be transported again to a next location area.

Keywords: module, Willow, Platform-frame, sustainable.



1. INTRODUCCIÓN

En la Argentina existe un gran déficit relacionado a la rama de la Ingeniería Civil cuyo objetivo es brindarle un espacio al hombre. Al encontrarse la ciudad de La Plata dentro del territorio argentino no queda exento de estas problemáticas nacionales. Personas con necesidad habitacional insatisfecha, obras temporales en caso de inundaciones, infraestructura hospitalaria y edificios educativos, son los cuatro tópicos en los que incidirán el presente trabajo.

Del ensayo Escándalos Éticos (2011), de Bernardo Kliksberg se expone lo siguiente: “El 32% de los latinoamericanos habitan en viviendas precarias, con infraestructura y servicios inadecuados, tenencia de la tierra irregular y hacinamiento. En América Latina la población urbana significa el 75 % de la población total. [...] Se estima que 60 millones carecen de agua potable, 120 millones no tienen instalaciones sanitarias y los que tienen agua la encuentran altamente contaminada. En el párrafo 1 del artículo 25 de la Declaración Universal de Derechos Humanos se proclama que: “Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios (...)”. La cuestión de la vivienda es parte de un problema político y estructuralmente no tiene verdadera salida fuera de sus límites. Sin embargo, es válido seguir pensando la ciudad y sus componentes, polemizando y proponiendo soluciones directas a los problemas inmediatos de la mínima vivienda de interés social. Las soluciones habitacionales en la región exigen políticas públicas que consideren la correcta utilización del territorio urbano y suburbano; inversiones que jerarquicen la cohesión social ya generada en los grupos que los componen, e integración plena al sistema productivo de sus habitantes.

En el presente trabajo se procura abordar las condiciones del hábitat, mejorándolas y economizando los gastos de tiempo y dinero para la producción de módulos habitacionales con un alto aprovechamiento del espacio reducido.

El aumento de la densidad poblacional impacta fuertemente en el ambiente impermeabilizando el suelo y dificultando el escurrimiento del agua. El uso cada vez mayor de tierras marginales para cultivos inadecuados aumenta la erosión del suelo y genera inundaciones súbitas. La agricultura intensiva y el uso potente de maquinarias agrícolas que destruyen la protección vegetal del suelo junto a la deforestación de tierras con fuerte pendiente que también eliminan la cobertura vegetal que los protege; componen las principales causas de catástrofes hídricas. Según defensa civil las emergencias atendidas referidas a fenómenos hidro-meteorológicos en los últimos seis años se han quintuplicados respecto al promedio histórico. María Catalina Ramírez en Inundaciones expresa: "Las inundaciones son el mayor desastre natural que amenaza al país y representan el 60% de los desastres naturales y el 95% de los daños económicos. [...] el 80% de la población del país vive en la planicie del Paraná y del Paraguay, y el resto se ubica generalmente cerca de los cursos de agua". Este crecimiento urbano desorganizado, los factores antes mencionados y el volumen de lluvias que creció 20% entre 1961 y 2010 debido al cambio climático; contribuyen a un riesgo acrecentado de sufrir inundaciones ribereñas.

Los prototipos por desarrollar tendrán diseños en donde se propiciará un servicio para alojamiento de los evacuados y otro como sala de emergencias transportable.

La tercera rama por implementar dentro del proyecto está referida al sistema de salud. Según Mario Glanc: “Al hospital sólo deben llegar las patologías que no puedan ser resueltas en un nivel primario. Esto no está ocurriendo en la Argentina, porque al hospital se llega indiscriminadamente, [...] son al menos 14 millones los argentinos que no cuentan con ningún tipo de obra social o plan de salud y no tienen otra alternativa. En Chaco, Formosa y Santiago del Estero más de la mitad de la población no tiene cobertura de salud. En general, todo el norte



argentino es la región más desfavorecida”. Además de la falta de infraestructura, la existente realizada con el sistema tradicional de construcción conlleva a un mantenimiento que no se concreta por parte del estado provocando la precarización de las condiciones laborales del personal, derivación de pacientes que usualmente se hubiera tratado en la institución por carencia de insumos o imposibilidad de realizar prácticas de diagnóstico o cirugías que antes llevaban a cabo en la institución, entre otras falencias. Consecuentemente el objetivo de este módulo construido masivamente es descomprimir el trabajo a los hospitales generando centros simples, económicos, de fácil mantenimiento, que permitirían una acción muy eficaz en situaciones de emergencias o en lugares remotos.

Abordando la última cuestión de las cuatro planteadas en esta introducción, los datos provenientes de Infraestructura escolar 2016-2025 de Cecilia Cavado, expresan la siguiente demanda: Para el Nivel Inicial considerando la ampliación de la infraestructura para las salas de tres, cuatro y cinco años, el número de salas requeridas sería 4.952 al año 2020 y de 9.293 al 2025. En el nivel primario, la ampliación de la jornada escolar requeriría la construcción de 10.775 salas a 2020 y de 17.241 a 2025. Para cumplir con las exigencias de la Ley de Educación Nacional en el nivel secundario, se deberían construir 12.000 salas al año 2020 y 21.911 a 2025. Equivaldrían en promedio a 9.101 establecimientos: 3.098 en el nivel inicial, 2.873 en el primario, y 3.130 en el secundario. En la ciudad de la Plata faltan 71 nuevas aulas (38 para secundarias, 17 para el nivel inicial, 13 para primarias y 3 para escuelas especiales), además que el 80% de las escuelas en funcionamiento poseen graves deficiencias edilicias. Por otro lado, las escuelas de campo registran una menor tasa de promoción respecto del total nacional e índices mayores en lo que se refiere a abandono interanual y sobre - edad (ingreso tardío en la escuela). Esto se debe, entre otras razones y a la distancia que hay que vencer para llegar a muchas escuelas, a la escasa oferta educativa en el nivel inicial. Cerca del 40% de los chicos que viven en ámbitos rurales no tiene acceso a una educación secundaria, aunque es obligatoria. La propuesta del proyecto es la construcción de un prototipo, el cual será económico, de rápida construcción, cumpliendo con todos los estándares especificados en normas, reglamentos, etc. y que servirá de aula con la adición de sanitarios.

Como la solución de fondo es compleja y puede que demore demasiado tiempo hasta que impacte en forma acabada sobre cada familia, zona de desastre natural, paciente o niño, el grupo de trabajo a partir de este proyecto pretende simplificar la manera de abordar estas problemáticas con un único prototipo de fácil realización y con la diferenciación en el diseño de los tabiques internos abordando la mejora de las condiciones de habitabilidad de los sistemas existentes, realizando una valoración de las condiciones actuales y proponiendo los cambios que de ella surgieren. Manteniendo la idea de menor costo, que involucre la autogestión del grupo afectado, la seguridad del sistema constructivo, el trabajo con tecnologías en madera, la seguridad en los sistema de calefacción y energía, la provisión de agua potable y el tratamiento de las aguas servidas, serán los conceptos principales para un mejor desempeño del prototipo realizado destinado a suplir las necesidades planteadas.

2. OBJETIVOS:

En el marco de un Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID), durante los años 2019, 2020 y 2021 el Grupo ha propuesto como objetivo general: proyectar, desarrollar y construir un módulo de usos múltiples, transportable, ejecutado en madera con el sistema denominado “*platform frame*”, empleando en la ejecución de éste, técnicas de autoconstrucción.

En particular el presente artículo aborda las instancias iniciales en las cuales el Grupo se encuentra trabajando.



El objetivo principal de este trabajo es dar a conocer las acciones que viene desarrollando el Grupo de Investigación en Viviendas (GIV) en el área de construcciones sustentables en madera, como así también el trabajo que se propone desarrollar durante los años venideros.

3. METODOLOGIA:

La metodología que se plantea para el desarrollo del Proyecto de Investigación y Desarrollo contempla los siguientes hitos principales:

- 1) Recopilación de antecedentes
- 2) Desarrollo del Marco Teórico
 1. Estudio de las características físico-mecánicas de la madera empleada
 2. Estudio del Sistema Constructivo
 3. Diseño del prototipo
 4. Planificación de la construcción
- 3) Ejecución del módulo de usos múltiples transportable
- 4) Medición de parámetros de confort habitacional
- 5) Análisis de los resultados obtenidos y conclusión

Como fuera mencionado, a la actualidad el Grupo se encuentra recorriendo el camino de la recopilación de antecedentes y el desarrollo del marco teórico haciendo un fuerte hincapié en el diseño prototípico de tal manera de desarrollar módulos transportables y fácilmente montables. El presente trabajo entonces abordará el diseño prototípico para cada una de las funciones que se desean cubrir:

- Viviendas unifamiliares,
- Habitáculo temporal para evacuados en situaciones de catástrofes climáticas
- Sala de emergencias transportable, y
- Aula escolar transitoria en zonas rurales de rápida realización.

4. GRADO DE AVANCE:

4.1: Recopilación bibliográfica

Dentro de éste ítem, además de la recapitulación bibliográfica, se ha definido:

4.1.1. Destino de los módulos a proyectar:

- Viviendas unifamiliares: con alto aprovechamiento del espacio reducido, que contemple los servicios mínimos como cocina, baño, sala de estar-comedor y dormitorio.
- Habitáculo temporal: Espacio de dormitorio compartido con baño.
- Sala de emergencias transportable: Unidad básica destinado a consultorio médico cumpliendo los estándares mínimos requeridos por los reglamentos.
- Aula escolar en zonas rurales de rápida realización: Cumpliendo los requisitos mínimos establecido por reglamentos para una capacidad de 20 alumnos.

4.1.2. Superficies a cubrir:

Estarán en función del análisis obtenido para cada una de las soluciones brindadas en su respectiva problemática. La superficie final tendrá la virtud de saciar todas las necesidades al mismo tiempo ofreciendo los servicios requeridos en cada caso (sanitarios, pupitres, camilla, etc.) con las menores dimensiones posibles.



4.2: Desarrollo del marco teórico.

4.2.1: Estudio del Sistema Constructivo:

Los diseños prototípicos se han basado en el método constructivo conocido como Platform-frame o Sistema de Entramado de Madera. Se basa en la utilización de una estructura de tablas de escuadrías pequeñas (p.e. 2,54 cm x 7,62 cm ó 5,08 cm x 10,16 cm) las cuales se unen mediante clavos o tornillos confeccionando entramados horizontales o verticales (en función de la ubicación en la estructura) logrando de este modo que el elemento trabaje en forma conjunta distribuyendo los esfuerzos de una manera menos concentrada y se sustituye el empleo de grandes vigas y columnas utilizadas en la construcción tradicional.

Como ventaja primordial de este sistema se encuentra la utilización de madera proveniente de bosques implantados y manejados sosteniblemente por el hombre, lo que frena la deforestación de bosques nativos y aumenta los sumideros de carbono colaborando a reducir la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) en la atmosfera, uno de los principales gases a tratar por el “Acuerdo de París” sobre el cambio climático.

También es de los materiales empleados en la construcción que menos energía demanda para su fabricación, siendo esto una ventaja primordial a la hora de hablar de construcciones sostenibles.



Figura 1. Sistema constructivo Platform-frame

4.2.2: Diseño del prototipo:

El sistema modular de paneles consistirá en el armado de tres “especies” de paneles que se realizarán en taller donde cada uno tendrá una función, características, modo de anclaje tanto intra-específico como inter-específico. En principio se planteó medidas estimativas según su peso para el montaje y atendiendo las especificaciones del sistema constructivo empleado.



Panel piso: Paneles de 1,20 m x 1,20 m ó 0,60 m x 1,20 m. Compuesto por barrera panel fenólico, listones 1,27 cm x 5,08 cm, lámina de polietileno, piso flotante. Todos estos elementos estarán unidos a una estructura conformada con escuadrías de 5,08 cm x 10,16 cm.

Panel muro: Paneles de 1,20 m x 2,44 m. Desde el interior hacia el exterior estarán compuestos por: Placa de yeso, lámina de polietileno, listones de 1,27 cm x 5,08 cm, lana de vidrio, barrera gas permeable, revestimiento exterior. Todos estos elementos estarán unidos a una estructura conformada con escuadrías de 5,08 cm x 10,16 cm.

Panel techo: Paneles de 0,60 m x Menor luz del ambiente. Su composición estará definida desde el interior hacia el exterior por placa de yeso, lamina de polietileno, listones de 1,27 cm x 5,08 cm, vigas de 5,08 cm x 15,24 cm, lana de vidrio, paneles fenólicos, barrera gas permeable, clavadera de 5,08 cm x 7,62 cm, aislante hidrófugo, chapa galvanizada.

La determinación de sus medidas está en función del ensamblado, para lo cual se tomó en base al peso y tamaño que pueden movilizar dos operarios. Las uniones entre paneles serán con fijaciones que permitan el desmantelamiento del módulo y su nuevo ensamblaje, impidiendo el desgaste de la estructura, aislación térmica eficiente, buena terminación estética y facilidad constructiva.

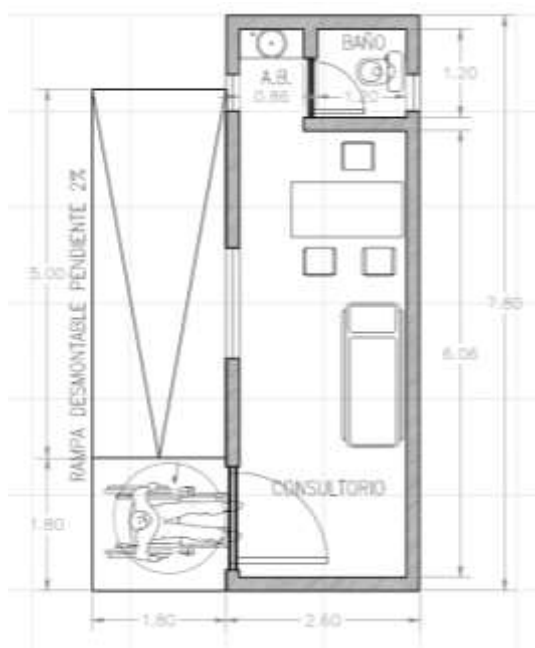


Figura 2. Modulo, sala primeros auxilios.

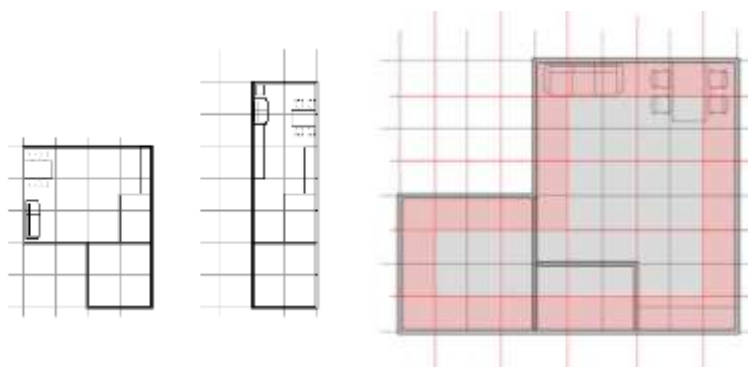


Figura 3. Diseños modulo vivienda en función de los paneles de piso.



Figura 4. Modulo vivienda, planta.



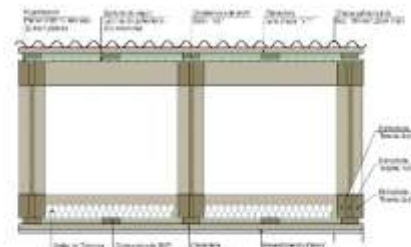
Figura 5. Modulo vivienda, corte.



ZONIFICACIÓN POR USOS



DETALLE CONSTRUCTIVO



ORIENTACIÓN

Una orientación adecuada contribuye en:

- Aprovechar ganancias de calor en invierno
- Control solar en verano si es necesario.
- Iluminación natural apropiada según el uso.
- Aprovechamiento de las corrientes de aire según vientos predominantes.

En este caso suponiendo una implantación en la provincia de Buenos Aires, proponemos esta orientación. Teniendo en cuenta que la habitación recibirá luz natural por la mañana, mientras que el estar/comedor recibirán iluminación por la tarde.

Los servicios se ubican al sur de la vivienda para generar una mayor aislación frente a los vientos de sudestada. Y optamos por una galería que genera control solar al norte.



Además la vivienda cuenta con ventilación cruzada que puede usarse de forma selectiva nocturna en casos de climas muy cálidos.

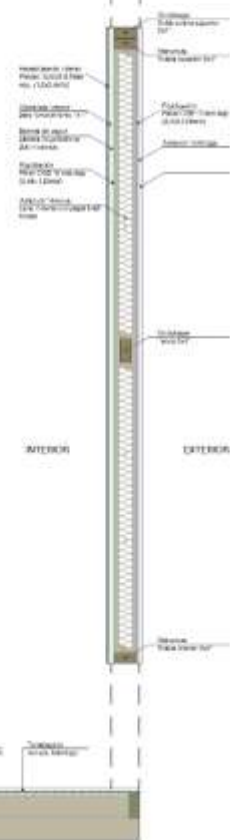
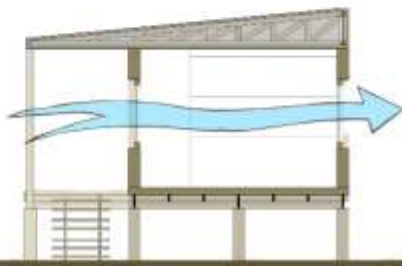


Figura 6. Funcionamiento vivienda unifamiliar y piezas partes de paneles.



4.3: Sistema de fundaciones:

Para las fundaciones se dispondrá de varios artefactos transportables como se esquematiza en la Figura 4, los mismos estarán compuestos por una pirámide cuadrangular complementada por un vástago regulable que será de utilidad para la nivelación de la vivienda. Sobre estos irán una serie de vigas reticuladas de madera generando la unión de filas paralelas de las bases aisladas.

Por último se colocará los paneles de piso que rigidizaran el conjunto de vigas dando mayor solidez al conjunto de fundación.

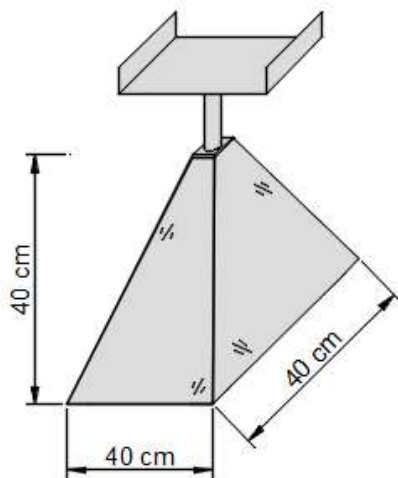


Figura 7. Base aislada transportable.

5. CONCLUSIONES:

El presente trabajo demuestra el camino recorrido en las instancias iniciales para el proyecto y desarrollo de módulos habitacionales transportables construidos en madera.

Destacándose algunas conclusiones de los beneficios del empleo de la madera y del sistema constructivo como las siguientes:

- La construcción en seco y en particular el sistema constructivo Platform-frame, son adecuados para brindar soluciones a situaciones de emergencias que requieren una rápida acción por ser sistemas de ejecución veloz, que no requieren un terreno con alta capacidad de carga por ser livianos, y por ser desarmables no dejando rastros o huellas en el ambiente luego de su desmonte.
- Los sistemas constructivos en madera que están compuestos por paneles de varias capas y aislantes poseen menores coeficientes de conductividad térmica que otros sistemas constructivos tradicionales, de tal manera que logran resultados óptimos ante las inclemencias del tiempo.



- Por otro lado, se hace sumamente interesante emplear materiales como la madera ya que la misma proviene de bosques cultivados siendo una materia prima responsable, renovable y sostenible a largo plazo. Además, estos bosques implantados en su proceso de crecimiento por cada metro cúbico de madera, retiene una tonelada de dióxido de carbono y libera a razón de 0,7 toneladas de oxígeno a la atmósfera.

En un futuro próximo las tareas a realizar serán:

- Definir las medidas últimas a utilizar en las distintas “especies” de paneles cumpliendo, además de lo mencionado anteriormente, con la facilidad de ensamblado en serie y montaje en obra.
- Realizar ensayos mecánicos en la madera a emplear. Con ello se tendrán los valores de resistencias a insertar en un software de cálculo estructural y así definir la viabilidad de las medidas últimas adoptadas en el punto anterior para maderas que no se encuentren en el reglamento argentino de construcción en madera (CIRSOC 601)
- Definir uniones mecánicas y en base al punto anterior siguiendo la metodología de pruebas en un software, definir sus dimensiones y cantidad de fijaciones.

Por último se seguirá lo planificado en la metodología cumpliendo los objetivos planteados en el PID y mejorando la situación actual de las distintas problemáticas que aborda este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la UNIVERISDA TECNOLÓGICA NACIONAL, Facultad Regional La Plata y a su Departamento Ingeniería Civil por el apoyo brindado al trabajo del GIV; a todos los integrantes del GIV que han colaborado en la presente publicación y brindan su trabajo cotidiano en post del desarrollo grupal, y al Laboratorio de Investigaciones en Maderas (LIMAD) de la facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP por el trabajo en conjunto que venimos desarrollando hace varios años.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros:

Cavedo, C. (2016). Infraestructura escolar 2016-2025. Buenos Aires: Cámara Argentina de la Construcción.

Kliksberg, B. (2011). Escándalos éticos. Buenos Aires: Temas Grupo Editorial SRL.

Ramírez, M. C. (2016). “Inundaciones”. Buenos Aires: World Bank Group

Revistas:

Mario Glanc (2015). Artículo periodístico “Salud enferma: la crisis de los hospitales públicos argentinos”. Buenos Aires: La Nación

Tesis o disertaciones:

Borghello, J. (2017). ¿Por qué no en madera? Exposición oral Expo UTN 2. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata (UTN FRLP). La Plata, Argentina.