

## Caso de estudio: pequeña casa de madera sustentable, materialidad para una nueva arquitectura

### Case study: small sustainable wooden house, materiality for a new architecture

Díaz, Analía Verónica

 **Analía Verónica Díaz** anaverodiaz@gmail.com  
Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina

#### ARQUITECNO

Universidad Nacional del Nordeste, Argentina

ISSN: 0328-0896

ISSN-e: 2668-3988

Periodicidad: Semestral

núm. 21, 2023

arquitecto202@gmail.com

Recepción: 31 Julio 2022

Aprobación: 15 Octubre 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/674/6744157011/>

DOI: <https://doi.org/10.30972/arq.0216699>

**Resumen:** Con el fin de replantearnos las formas de habitar y difundir los sistemas constructivos en madera, presentamos un caso de estudio real construido en Mar del Plata; una pequeña casa de 21 m<sup>2</sup> de huella donde se materializaron 7 premisas relacionadas a la arquitectura sustentable: Diseño bioclimático, sistema constructivo de bajo impacto en madera y aislante de rastrojo de trigo y lana de vidrio reciclada; cumplimiento de valores de eficiencia energética; energía solar térmica y fotovoltaica, desagües por celdas botánicas; y reutilización de agua de lluvia. Sus dimensiones fueron estudiadas en base al concepto de tiny house con un sentido de cobijo y máxima relación con la naturaleza. El objetivo alcanzado fue conseguir el mayor confort en el menor espacio construido, poniendo en valor a la madera y a los sistemas prefabricados, bajo un proceso detallado de diseño, modelización y planificación para su exitosa materialización.

**Palabras clave:** innovación, tecnología, diseño, eficiencia, ambiente.

**Abstract:** With the aim of divulge and teaching the construction systems in wood, we present as an object of study a real case built in the south of Mar del Plata; a small house of 21 m<sup>2</sup> of footprint that materializes 7 premises related to sustainable architecture: Bioclimatic design, low-impact construction system in wood and insulation of straw bale and recycled glass wool; values of comfort and energy efficiency at low cost; solar thermal and photovoltaic energy, drains by botanical cells; and rainwater reuse. Its dimensions were studied based on the concept of tiny house with a sense of shelter and maximum relationship with nature. The objective was to achieve the greatest comfort and quality of life, in the smallest built space, putting in value the wood and the prefabricated systems, under a detailed process of design, modeling and planning for its successful materialization

**Keywords:** innovation, technology, design, efficiency, environment.

## INTRODUCCIÓN

La archi tiny o pequeña casa, es un proyecto realizado 100% en estructura de madera en el sistema llamado wood frame o platform frame, ubicado en la costa atlántica bonaerense, donde desde los inicios, se pensó como un proyecto que además de su materialidad incorpore premisas de diseño para cumplir con objetivos de sustentabilidad (Borthagaray, 2006) y eficiencia energética; los principales son:

- Diseño bioclimático
- Recursos materiales naturales, certificados y de bajo impacto
- Prefabricación en taller y sistema constructivo en seco
- Confort y eficiencia energética
- Energía solar para agua caliente y energía fotovoltaica electricidad
- Tratamiento de desagües por biodigestor y celdas botánicas
- Producción de alimentos y almacenamiento

Es un proyecto donde sus dimensiones y espacios fueron estudiados en base al concepto de tiny house o pequeña casa, con un sentido de cobijo y máxima relación con la naturaleza. El objetivo es conseguir el mayor confort y la mejor calidad de vida (Allen, 2010) en el menor espacio construido, con el menor impacto en el medio. Y además, reivindicar sistemas constructivos con materiales renovables, demostrando que se puede construir en madera de forma prefabricada, con diseño y calidad, siendo que en nuestro país existe desde el año 2018 la normativa que considera tanto al sistema de entramado ligero de madera como sistema “tradicional”, permitiendo construir proyectos en cumplimiento de las normativas en el territorio nacional sin que los organismos de control exijan un Certificado de Aptitud Técnica (CAT) para aprobar dichas obras en los municipios.

## METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto, se estableció una metodología de trabajo que permitiera optimizar cada una de las etapas a realizar, incluyendo los recursos humanos y materiales. Se conformó un equipo de trabajo que pudiera atender las diferentes demandas y necesidades.

En el inicio se analizaron las alternativas constructivas y los detalles tecnológicos más convenientes para que una vez puesta en funcionamiento la vivienda no tuviera altos requerimientos de mantenimiento, como así también la producción de la misma fuera optimizada en taller y posterior montaje en sitio, pre-fabricando la mayor cantidad de piezas y elementos posibles previamente al inicio de la obra in situ.

Una vez definido el proyecto arquitectónico y la materialidad definitiva, se procedió a la elaboración de la documentación gráfica de proyecto ejecutivo, el cómputo de materiales y el presupuesto, la modelización del proyecto general, los planos de las piezas de fabricación en taller, la documentación municipal, y se realizó la planificación de las compras, los acopios, el cronograma de obra dividido en tiempos de trabajo en taller, tiempos de montaje y terminaciones. Para la definición del proyecto se cumplieron con las normativas locales del Reglamento de Construcción y el Código de Ordenamiento Urbano local.

## DESARROLLO

La propuesta arquitectónica fue definida luego de analizar diferentes tipologías y formas funcionales de proyectos de casas similares realizadas con estos lineamientos en diferentes países. Si bien el concepto de “tiny house”, inicia con una tendencia de casas móviles que tienen como ancho máximo el que permite trasladar en rutas a los módulos (ancho máximo exterior 2.60m), en este caso se excedió el ancho para ganar cierta funcionalidad teniendo en cuenta que la vivienda no sería trasladada ni sería del tipo “móvil”.

La vivienda se trata de un espacio de vida compuesto por una planta baja de 21 m<sup>2</sup> (Fig. 1) donde se encuentra la cocina, el estar comedor, un estudio y un baño completo y la escalera fija que accede al entrespacio de media altura, donde se encuentran los espacios para dormir, y los gabinetes de guardado. Además, a modo de sótano bajo tierra la casa contempla un espacio de bodega para almacenamiento de alimentos, conservas y cava, realizado en mampostería de piedras de las canteras de la zona.

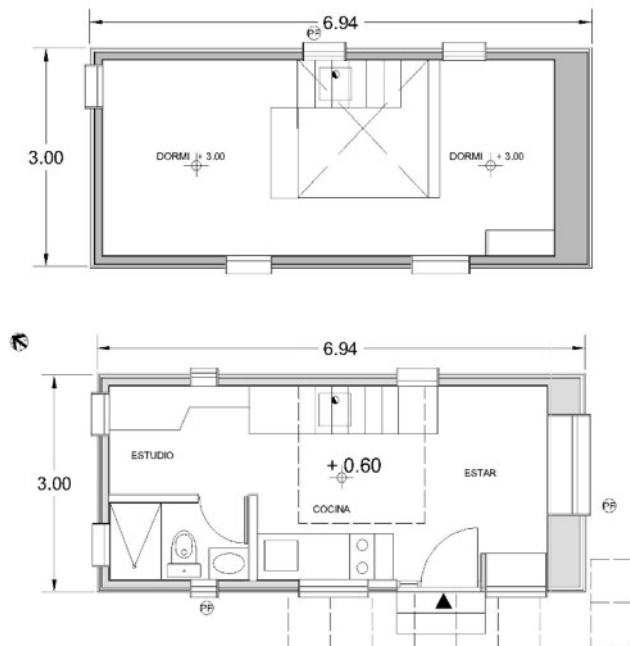


Fig. 1

Plantas arquitectónicas

Fuente propia

### Implantación

El proyecto se encuentra en la zona de la costa marplatense, en un predio de 15m de frente por 30m de fondo, donde la casa se ubica casi al frente del lote respetando los 5 mts reglamentarios de acuerdo a los indicadores establecidos en el Código de Ordenamiento Territorial (C.O.T) del Municipio de General Pueyrredón. Ubicando a la vivienda en esta posición de acuerdo al recorrido solar, se evita generar sombra sobre el propio terreno en la zona de producción de alimentos y además, ganando el sol del atardecer en el ambiente principal, en las épocas de otoño invierno, considerando que el clima en el lugar (excepto en verano) es en la mayor parte del año frío-templado, teniendo en cuenta las

recomendaciones que realizan las normas IRAM para la zona bioclimática que corresponde al proyecto.

Se ha contemplado el espacio exterior para la producción de huerta y alimentos libre de agrotóxicos, de esta forma y luego de realizar un relevamiento del clima, y de las diferentes situaciones a lo largo de las estaciones, se definieron las áreas convenientes para la ubicación de árboles frutales, como así también se han ubicado los espacios para el cultivo de huerta. Es importante destacar que se ha respetado las características del suelo en su totalidad, manteniendo la permeabilidad en toda la superficie más allá de la zona donde se ubica la vivienda, de manera de permitir el libre escurrimiento de agua de lluvia, respetando los beneficios de la flora y la fauna silvestre y nativa del lugar.

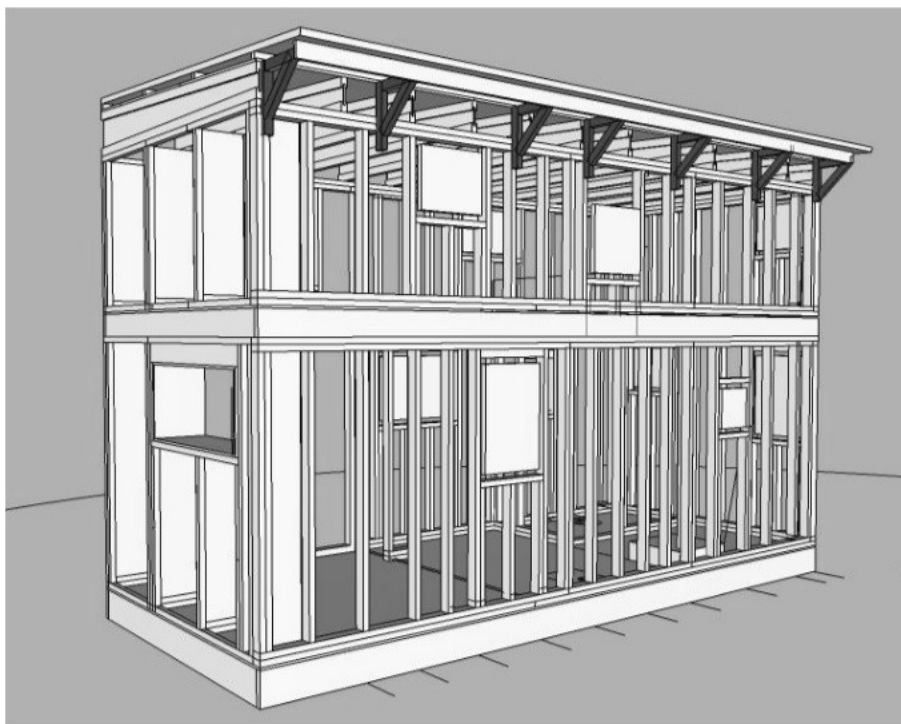
### **La materialidad**

Fundaciones: la primer decisión fue elevar la casa del nivel de suelo, por tal motivo la casa apoya sobre 2 tipos de fundaciones; por un lado con el objetivo de elevar la vivienda, y evitar contacto con el suelo, se construyeron 9 pilotes de hormigón de 25 cm de diámetro, y del otro lado apoya sobre los muros que se elevan del sótano de piedra de 35 cm de ancho; de esta manera el total de la planta baja se despega del nivel de suelo eliminando la posibilidad de que el sistema constructivo tome contacto con la humedad o anegamientos por lluvia. Estos elementos son los únicos que utilizaron agua o se construyeron en sistemas “húmedos” de toda la casa. Para vincular la construcción de madera con las fundaciones, se realizaron anclajes químicos para conectar la solera de nivelación con la fundación y la estructura de la casa.

El sistema constructivo de la caja arquitectónica se realizó 100% en madera de pino tratada en autoclave (Ministerio del Interior, obras públicas y vivienda, 2018), la producción de los bastidores, vigas y costillas para la pared sur (fardos de rastrojo de trigo) (Falabella y Díaz, 2016) (Castro, 2007) se realizó de manera prefabricada en taller de acuerdo al modelado del proyecto. (Fig. 2)

En cuanto al diseño, fue muy importante la etapa de planificación, cálculo y modelización, con el fin de estudiar las alternativas para la toma de decisiones más eficientes en cuanto a recursos y etapas y de esta manera disminuir los tiempos de obra.

El tiempo de fabricación en taller fue de 4 semanas incluida una prueba de armado 1:1 para verificar los últimos detalles.



**Fig. 2**  
Modelización  
Fuente propia

Se utilizó en 3 de las caras el sistema de wood frame o entramado ligero de madera con secciones de madera de 2" x 4", tal como indican las especificaciones del sistema, agregando como componente en el bastidor, 100 mm de aislación de lana de vidrio. En la cara sur se utilizó sistema de estructura de costillas de madera incorporando como aislante, fardos de rastrojo de trigo con un ancho de muro de aprox. 50 cm (Fig. 5).

Para el revestimiento exterior se especificó madera de eucalipto grandis de 1" x 5" "sin pintura adicional, conservando su coloración natural, lo que provocará el cambio de color en el tiempo que se mimetizará con los árboles circundantes (Fig. 3). Las aberturas son de PVC a batiente, considerando a este sistema de mayor eficiencia y hermeticidad que las ventanas corredizas, con vidrios DVH (doble vidriado hermético) 4+9+4mm, y en algunos sectores de la envolvente de consideraron paños fijos de madera con el mismo sistema de vidriado. El revestimiento interior de las paredes y cielorraso es de machihembrado con terminación de pintura de 1/2" x 5", con piso de pino de 1". Para construir la mesada de la cocina se han reciclado dos piedras de mármol.

**Fig. 3**

Prefabricación y Estructura montada PB

Fuente propia

**Confort y energías**

El proyecto plantea su funcionamiento con criterios sustentables, mayor confort y eficiencia térmica, aprovechamiento de la energía solar y tratamiento de efluentes para disminuir el impacto ambiental de los desagües.

Confort térmico: toda la envolvente cumple con la ley 13059 de eficiencia energética (IRAM 11600) y supera los valores para acondicionamiento térmico en condiciones de invierno para la zona (máx  $0.8 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}$ ), logrando un confort en temperaturas, con muy bajos gastos de energía. (K muro de fardo  $0.14 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}$  muro y techos  $100 \text{ mm}$  aislación lana de vidrio reciclada  $0.35 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}$ ).

Inicialmente se consideró colocar una estufa de 6000 KCAL de alto rendimiento en su interior, pero al verificar el funcionamiento térmico una vez cerrada la casa, se optó por ubicar la estufa afuera en el espacio de galería de invierno que da al sur, ya que la estufa supera ampliamente la demanda necesaria para lograr el confort y se decidió contar con una estufa eficiente de bajo consumo eléctrica como apoyo para ciertos días de invierno donde se requiera aumentar la temperatura del aire interior, sobre todo en las horas nocturnas.

Energía Eléctrica: el abastecimiento eléctrico funciona de manera mixta, por un lado con alimentación desde la red de servicios de electricidad, y por otro, se colecta la energía solar a través de un sistema OFF GRID para abastecer un circuito específico dentro de la casa de luminarias y contactos que funciona de manera paralela al de la red. Todos los ambientes de la casa tienen una luminaria y un contacto solar, incluso luces exteriores, indicados con colores diferenciados en los tableros de apagado y encendido (Fig. 4) (González, 2005)



**Fig. 4**

Tableros diferenciando energía solar de la energía de la red.

Fuente propia

Abastecimiento de Agua: el suministro de agua se realiza a través de una bomba sumergible a 45 mts que extrae el agua, la misma sube y se almacena en el tanque de 500lts que llega por gravedad a la vivienda. Complementariamente se acopia el agua de lluvia para riego y baño de mangrullo. El agua caliente se obtiene del termo solar de 150 lts, toda la cañería desde el mangrullo hasta la casa está aislada con poliuretano de alta densidad.

Tratamiento de efluentes por biodigestor: los desagües están separados en 2 tipos: aguas grises, desembocan primero en una celda botánica que realiza el saneamiento del agua a través de las raíces de las plantas y piedras, esta celda está realizada en un contenedor de 80 cm de profundidad cubierta por nylon de 400 micrones, arena media sombra piedras y tierra para albergar las plantas, para concluir en el lecho nitrificante donde el agua vuelve saneada al suelo.

Las aguas negras, previamente pasan por un biodigestor de 1700 lts donde para reducir la presencia de contaminantes, el biodigestor degrada la materia orgánica presente en las aguas residuales mediante un proceso denominado digestión anaeróbica, para luego continuar a la celda botánica, para finalmente concluir su proceso en un lecho nitrificante que devuelve las aguas residuales de manera saneada y tratada al suelo.

**Fig. 5**

Detalle de aislación de rastrojo, vista exterior e interior.

Fuente: Elaboración propia

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Luego de finalizar la obra, se comenzó a experimentar el uso de la vivienda en principio en la temporada de verano, con un desempeño favorable del confort interior regulando las altas temperaturas gracias a la vegetación existente y al diseño de toda su envolvente manteniendo un gran porcentaje de paños opacos versus los paños vidriados y aberturas (Braian Edwards, 2009).

En temporada invernal, es posible llegar a la temperatura de confort de manera muy accesible, por un lado por tratarse de un único espacio, concentrando la mayor calidez en la planta superior, siendo notable la capacidad de conservación del calor de toda la caja arquitectónica.

La compacidad, la hermeticidad, y el diseño racional de los espacios colaboran con el objetivo inicial de alcanzar el mayor confort al menor gasto.

## CONCLUSIONES

Si bien el concepto de prefabricación y la construcción con madera son ideas de proyectos que se encuentran estigmatizados por nuestra sociedad, relacionándolos con viviendas precarias de baja calidad; a medida que el desarrollo de la tecnología avanza en diferentes países y se enfoca cada vez más en la utilización de materiales renovables de bajo impacto (Gernot Minke, 2006) y en la innovación de los procesos constructivos apuntando a sistemas que consuman los menores recursos posibles y que no impacten durante el proceso de obra como los sistemas en seco, por lo tanto, ponemos como objetivo promover las buenas prácticas y el diseño de calidad en madera, como así también las estrategias proyectuales que nos hagan reflexionar sobre nuestra huella al momento de proyectar nuestras viviendas (Huw Heywood, 2017).

De esta forma, la experiencia de construir una pequeña casa de madera sustentable nos propone repensar la forma en la que construimos nuestros hogares, comenzando por la distribución y tamaños de los espacios, evaluando la decisión en cada una de las etapas del proyecto la opción más sustentable, incorporando opciones de sistemas constructivos de bajo impacto (González, Tognetti, Van Den Heede, 2011) y mayor eficiencia, incorporando el aprovechamiento de energías naturales, respetando el entorno en una relación armoniosa con la naturaleza; todas cuestiones que nos ayudarán a tener una mejor

calidad de vida y en conjunto disminuir los impactos que ocasionamos en la medida que crecen las ciudades y los lugares que habitamos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen A. (2010). Sustentabilidad y Desarrollo sustentable. Módulo Sustentabilidad Ambiental y Hábitat de la Maestría en Hábitat y Vivienda. Mar del Plata FAUD/ UNMDP
- Borthagaray, J. M. y Otros. (2006) Hacia la Gestión de un Hábitat Sostenible. Buenos Aires. Editorial Nobuko.
- Braian Edwards. (2009). Guía Básica de la sostenibilidad. Barcelona: Gustavo Gili, SL.
- Castro Francisco Javier (2007). Construcción con Balas de Paja. Proyecto fin de Carrera. Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de A. Coruña.
- Falabella M.T. y Díaz A.V.(2016) Estudio de un componente de cerramiento con estructura de madera, incorporando el rastrojo como elemento en Comunicaciones al I Encuentro Nacional sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable, La Plata 26 al 28 de mayo del 2016 Facultad de Arquitectura y Urbanismo UNLP.
- Gernot Minke(2006). Manual de Construcción con Fardos de Paja. Montevideo. Fin de Siglo.
- González A. D., Tognetti C., Van Den Heede, S. (2011) Beneficios ambientales del uso de paja de cereal para muros en edificios de la Patagonia andina, en Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol 15. (pp7.55-7.63).
- González Enrique. (2005). Taller Promoción de tecnologías de eficiencia energética y energías renovables. Uso eficiente de la energía en Argentina. Dirección Nacional de Promoción.
- Huw Heywood (2017) 101 Reglas Básicas para edificios y ciudades sostenibles.Barcelona: Gustavo Gili, SL.
- Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (1993) Normas IRAM 11600 Tercera Edición (2002) Aislamiento térmico de edificios Métodos de cálculo Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.
- Ministerio del Interior, obras públicas y vivienda (2018) Guía Introductoria para la construcción de viviendas bajo el sistema de entramado de madera.