

## **Aplicación de pieles verdes modulares para potenciales casos de la Ciudad de Resistencia. De la escala residencial a la urbana**

### **Application of modular green skins for potential cases of the City of Resistance. From the residential to the urban scale**

*Florencia Belén Galizzi, Claudia Pilar, Daniel Vedoya*

*Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano*

florenciagalizzi@hotmail.com, claudiapilar2014@gmail.com, devevoya@gmail.com

#### **RESUMEN**

El presente trabajo aborda y analiza la factibilidad de aplicaciones de pieles verdes modulares para control solar, mejora ambiental general de edificaciones existentes y rehabilitaciones energéticas en las condiciones de la Región Nordeste Argentina (NEA), en la Ciudad de Resistencia, Chaco.

Para demostrar su factibilidad y promoverlas como estrategias pasivas, se desarrolla un prototipo de sistema modular verde, con diseño propio de autor por parte del equipo interdisciplinario de la Universidad Nacional del Nordeste, en el ITDAHu (Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano) y su consecuente aplicación en potenciales obras de la ciudad, teniendo en cuenta los lineamientos de las infraestructuras verdes.

A partir de la incorporación del verde, se recalifica el espacio urbano, absorbiéndose la mayor parte de la radiación solar recibida utilizándola luego como mecanismos de evapotranspiración y fotosíntesis por las plantas, reduciendo la concentración de partículas en suspensión en el aire.

#### **ABSTRACT**

The present work addresses and analyzes the feasibility of applications of modular green skins for solar control, general environmental improvement of existing buildings and energy rehabilitation in the conditions of the Northeast Region of Argentina (NEA), in the City of Resistencia, Chaco.

To demonstrate their feasibility and promote them as passive strategies, a prototype of a green modular system is developed, with its own design by the interdisciplinary team of the Universidad Nacional del Nordeste, at the ITDAHu (Institute of Technological Research for the Environmental Design of the Habitat). Humano) and its consequent application in potential works of the city, taking into account the guidelines of green infrastructures.

From the incorporation of green, the urban space is requalified, absorbing most of the solar radiation received and then using it as mechanisms of evapotranspiration and photosynthesis by plants, reducing the concentration of particles in suspension in the air.

**PALABRAS CLAVES:** envolventes naturadas, prefabricación, sustentabilidad

**KEY WORDS:** natural envelopes, prefabrication, sustainability

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 10/4/2022 | **FECHA DE ACEPTACIÓN:** 14/6/2022

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.30972/arq.0195965>

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo aborda y analiza la factibilidad de aplicaciones de pieles modulares verdes para control solar, mejora ambiental general de edificaciones existentes y rehabilitaciones energéticas en las condiciones de la Región Nordeste Argentina (NEA), precisamente en la Ciudad de Resistencia, Chaco.

Ante el aumento de densidad de urbanización, en gran medida por ausencia de suelo vacante, cuya expansión avanza con mínima y precaria infraestructura, mayoritariamente en áreas bajas e inundables por precipitaciones y el cambio climático, como ser desde el agotamiento de los recursos naturales, la destrucción de la biodiversidad hasta las frecuentes inundaciones, la ciudad se enfrenta a un escenario en donde su infraestructura resulta insuficiente y deficiente, requiriéndose nuevas estrategias de diseño y planificación a nivel urbano.

Se desarrolla un prototipo de sistema modular verde, con diseño propio de autor por parte del equipo interdisciplinario de la Universidad Nacional del Nordeste, en el ITDAHu (Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano) y su consecuente aplicación en potenciales obras de la ciudad, teniendo en cuenta los lineamientos de las infraestructuras verdes.

### Infraestructura Verde

Dada la necesidad de brindar soluciones integrales y efectivas a las problemáticas urbanas existentes mencionadas con anterioridad y con el desafío de cumplir el “Objetivo N° 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles” (ONU, 2015, a), se propone tratar la estrategia de las Infraestructuras Verdes en la ciudad.

Las Infraestructuras Verdes toman como eje de diseño e implementación a los sistemas de vegetación para incorporarlos a los elementos urbanísticos y paisajísticos. Se definen como el conjunto de sistemas vegetativos naturales y tecnologías verdes que colectivamente proveen una multitud de beneficios ambientales, sociales y económicos (Friends of the Greenbelt, 2017). Permiten el diseño y gestión de una red en el territorio que proporciona un amplio abanico de servicios, mejorando así la salud y resiliencia del ecosistema (Naumann y Coronel, 2008).

Si bien es cierto que la ciudad posee su infraestructura verde autóctona, como ser sus parques, árboles y espacios recreativos, resultan insuficientes ante el avance de la urbanización. El lugar tradicional que ocupaba el espacio urbano como sitio de encuentro y foro social para los habitantes de las ciudades se ha ido reduciendo y en algunos casos se ha llegado gradualmente a eliminarlo (Clos, 2014).

Este tipo de estrategia de planificación, esta basado en soluciones que toman como base, elementos y principios a los mecanismos de la naturaleza, produciendo un capital natural lo que permite generar soluciones más económicas, duraderas, innovadoras y sostenibles. Esto demuestra la estrecha relación con la Arquitectura Bio-inspirada, haciendo referencia a la manera en la cual los recursos brindados por el entorno le permiten al profesional (en este caso los arquitectos urbanistas), resolver las necesidades de cobijo y protección complejizándolas con los requerimientos del confort. El enfoque biomimético puede ser un camino inexplorado hacia una nueva forma de diseño arquitectónico, tanto para edificios existentes como para nuevas construcciones, basado en el aprendizaje de la naturaleza por sobre la imitación (Benyus, 2012). De esta manera, la incorporación del verde no solo forma parte de las infraestructuras verdes sino también recibe una amplia influencia por parte de la biomimética. La Arquitectura Biomimética toma en cuenta las estrategias y soluciones que utiliza la naturaleza para acercarnos a un diseño más natural, ahorrando y haciendo más eficientes los recursos (Vedoya y Prat, 2018).

## Pieles verdes modulares

Como estrategia de aprovechamiento pasivo y formando parte de las infraestructuras verdes, se plantea la incorporación de envolventes naturadas como revestimientos verticales y horizontales, dado que constituyen la piel a través de la cual los edificios realizan su intercambio energético entre el ambiente interior y exterior. Las envolventes verdes son cambiantes como la naturaleza misma y transforman a los edificios en parte del paisaje que cambia de color con las estaciones, mejorando el microclima urbano, combatiendo la isla de calor, con los mecanismos evapotranspirativos de las plantas y aumentan la biodiversidad en el ámbito urbano.

A partir de las diversas experiencias con muros y techos verdes, se destacan las pieles verdes modulares, las cuales son sistemas exteriores adosados al edificio, modulares, preelaborados o prefabricados, que permiten celeridad constructiva, mínima intervención e inconvenientes de obra y posibles reducciones en los costos.

Las pieles verdes modulares, son sistemas tridimensionales, formados por contenedores, enrejados o paneles con su respectiva estructura portante, permitiendo que se acoplen a las tipologías de las fachadas, pudiendo sus maceteros encontrarse de manera horizontal, vertical o bien inclinados.

Admiten todo tipo de especies vegetales debido a que al poseer un recipiente que contenga su sustrato, se puede disponer de variedades con raíces y flores. Además de las enredaderas y trepadoras que se utilizan comúnmente en los sistemas.

Están diseñados para ser montados directamente sobre el paramento, o bien en grandes alturas dispuestos mediante un sistema de pasarelas permitiendo el ingreso del personal para su mantenimiento. Su estructura consiste en lo siguiente:

- Estructura portante.
- Contenedores: alojan la capa impermeable, con el sustrato y el follaje vegetal.
- Sistemas de monitoreo remoto de riego y fertilización: incorpora sensores de temperatura para usar sólo el agua necesaria permitiendo una alta eficacia.
- Sistemas de recogida de agua: no siempre se encuentran presentes.

La producción industrial de las pieles verdes modulares, interesa ya que al lograr la creación de prototipos, se minimizan los costos, reducen los plazos al concebirse a sus partes de manera inteligente, con el propósito de que al final de la vida útil, reingrese a la naturaleza como nutriente biológico, o se reinserte en la tecnosfera como nutriente técnico, en el paradigma circular “De la cuna a la cuna” (Braungart y McDonough, 2005) y optimizan la calidad del producto al tener que pasar por procesos de verificación y control.

Como afirma Vedoya (2019, a), responden a orden cíclico, de mutua retroalimentación, donde cada situación implica un riguroso control de los resultados obtenidos, con el objeto de verificar si se han cumplido las condiciones propuestas en cada etapa anterior.

## DESARROLLO

Con el objetivo de profundizar en las pieles verdes modulares y su factibilidad de mejorar cuestiones ambientales, higrotérmicas, de diseño bioclimático pasivo y estéticas de las construcciones existentes de la Ciudad de Resistencia, se desarrolla a continuación la presentación del proceso de diseño y construcción de un prototipo de sistema modular verde, con diseño propio de autor por parte del equipo interdisciplinario de la Universidad Nacional del Nordeste, en el ITDAHu (Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano) y su consecuente aplicación en potenciales obras de la ciudad, teniendo en cuenta los lineamientos de las infraestructuras verdes.

La innovación reflejada en el presente trabajo, busca recuperar la oportunidad de cambio de percepción de la sociedad sobre la cuestión ambiental y el conocimiento nuevo referido a las

energías renovables (Pilar, Kennedy y Vera, 2020) encontrándose ampliamente relacionada con las infraestructuras verdes.

### Sistema plantAR

El prototipo “plantAR”, constituye una piel verde modular de diseño propio de autor, factible de ser empleado como revestimiento vertical (paredes) y horizontal (cubiertas), recomendado especialmente para exteriores con asoleamiento medido (ver figura 1). Su denominación parte de la idea de identificarse intuitivamente, con un vocablo fácil de comprender y que refiera inmediatamente a la vegetación. Por otro lado, se enfatiza el sufijo “AR” para reforzar el patrimonio nacional de los ciudadanos.



Figura 1: Sistema plantAR y su coordinación modular. Fuente: Elaboración propia.

Su paquete constructivo posee lo siguiente:

- Bastidor modular: listones de 1x1” de madera virgen, tratada y curada en autoclave, vinculados mediante clavos de 1”. El mismo adopta la medida del módulo verde de 0,30 x 0,40 m, admitiendo la replica del mismo en ambos sentidos. En este caso, se presenta al módulo replicado tres veces en sentido vertical, por lo que toma una medida de 0,53 x 1,30 m.
- Modulo verde: de 0,30 x 0,40 m con tablas de ½”, el cual contiene la capa impermeable (policloruro de vinilo, PVC de 10 mm), seguido de la capa de separación (membrana asfáltica), capa de plantación con sustrato (bandejas de plástico P5 recuperadas de fiambrerías y carnicerías), especies vegetales y contención del sustrato (fieltro de 3 mm). Este modulo se encastra en el bastidor mediante clavos de 2”.
- Especies vegetales: se opta por utilizar crasas, también conocidas como suculentas. Sus raíces, tallo u hojas se han engrosado para permitir el almacenamiento de agua en cantidades mayores. Esta adaptación les permite mantener reservas de líquido durante períodos prolongados, prescindiendo del riego y tolerando el mínimo espesor de sustrato presente en las bandejas de plantación.

Todos sus componentes implican traslados mínimos de poco volumen y bajo peso (ver figura 2), conformando un proceso de prefabricación liviana ya que de la fábrica fija son distribuidos directamente a los puntos de montaje. Son materiales de construcción de fabricación local (500 km), ya que se encuentran dentro de la Ciudad de Resistencia y la distancia de traslado es mínima por lo que se disminuye también la huella de carbono, incentivando la economía local de los viveros, ferreterías y corralones. A partir de la organización y racionalización del sistema, como afirma Vedoya (2019, b) se logra un balance de los recursos para una óptima realización y un eficaz rendimiento.

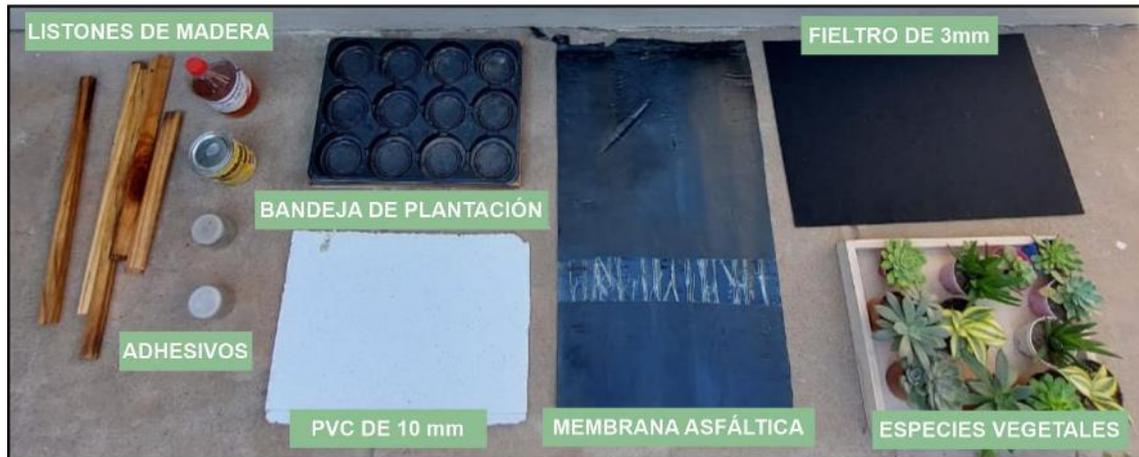


Figura 2: Componentes del Sistema plantAR. Fuente: Elaboración propia.

El diseño innovador del sistema permite adaptarlo a obras nuevas como así también en remodelaciones y rehabilitaciones energéticas de edificios existentes, otorgándole versatilidad y flexibilidad funcional.

### Construcción y costo del sistema

Se fabricó el prototipo en escala real y con todas las prestaciones finales (ver figura 3). Se realizó el estudio costo-costo, dando un valor final del prototipo construido, con un módulo verde de \$7.058,51. En el caso de dos módulos verdes sería \$9.769,81 y para tres, completándose de esta manera el bastidor, \$12.481,10.



Figura 3: Proceso de fabricación. Fuente: Elaboración propia.

### Aplicación en obras

Si bien a nivel local se están dando los primeros pasos en el implemento del verde y el incremento sostenido del mismo se presenta principalmente en refacciones y refuncionalizaciones del sector comercial y gastronómico, continúa siendo mínimo a niveles de infraestructura verde. En este contexto, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) recomienda plantar al menos, un árbol por cada tres habitantes para respirar un mejor aire en las ciudades y contar con un mínimo de 9 m<sup>2</sup> de zona verde por habitante.

Para demostrar su factibilidad y promover a las pieles verdes modulares como estrategias de planificación pasiva, se presenta a continuación una simulación del prototipo diseñado, en

programas arquitectónicos de grandes complejidades de la Ciudad de Resistencia. Los criterios detrás de la elección de las obras comprenden, en primer lugar, a que no cumplen con el porcentaje de verde estimado para la cantidad de personas que albergan. Por otro lado, constituyen sitios icónicos de la ciudad, que forman parte del patrimonio de la misma y su promoción de las pieles verdes significaría un gran avance en su implementación.

**Caso 1: Casa de las Culturas**



Figura 4: Aplicación de piel verde en la Casa de las Culturas. Fuente: Elaboración propia.

La primera obra seleccionada (ver figura 4), se encuentra en el casco histórico de la ciudad, en Marcelo T. de Alvear 90, frente a la Plaza 25 de Mayo y próxima a Casa de Gobierno de la Provincia del Chaco.

Su particular partido curvo deja localizado al acceso con la orientación noroeste, perjudicada por la incidencia solar, por lo que se propone la envolvente verde en dicha cara, articulando el acceso y jerarquizandolo. La combinación del prototipo sobre el paramento existente de ladrillo común a la vista, conforma un paquete constructivo con eficientes características higro-térmicas que beneficiarían al acristalamiento continuo.

Cabe destacar, que contiguo a la obra, se localiza La Petite Patisserie (cafetería) que cuenta con un jardín vertical hidropónico, permitiendo la articulación y la propuesta de infraestructuras verdes que vinculen dichas obras en cuestión, junto con la plaza y por ende revaloricen el casco céntrico.

**Caso 2: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional del Nordeste**

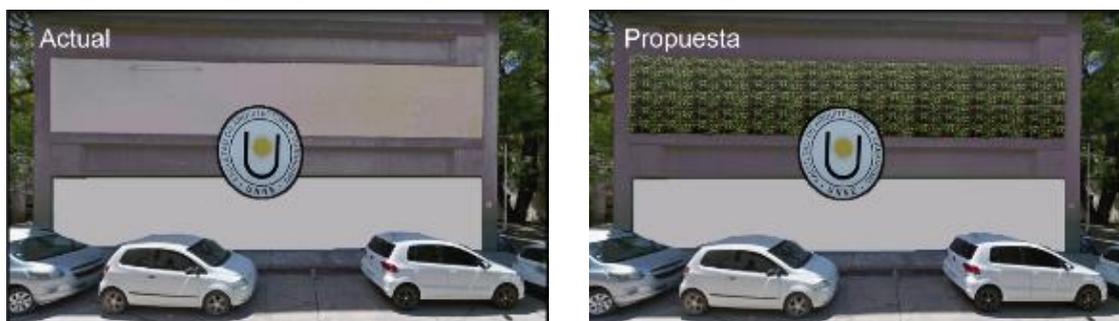


Figura 5: Aplicación de piel verde en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Fuente: Elaboración propia.

Galizzi

Otro caso tomado para la simulación es la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (ver figura 5), situada en Av. Las Heras 727.

En este caso, la cara más perjudicada por la incidencia solar (noroeste) corresponde al Salón Auditorio y la primera edificación que se visualiza al ingresar por el acceso vehicular. La aplicación de la piel verde no solo responde a requerimientos higo-térmicos, sino que transmite visual y estéticamente la “calidad de sustentabilidad” del edificio, siendo capaz de comunicar la responsabilidad ambiental (Evans, 2010).

### Caso 3: Caja Municipal



Figura 6: Aplicación de piel verde en Caja Municipal. Fuente: Elaboración propia.

La siguiente obra es la Caja Municipal de la ciudad (ver figura 6), por Av. Italia 102 y contigua a la municipalidad.

Aquí nuevamente es el acceso el que queda expuesto a la incidencia solar proveniente del noroeste, por lo que se propone al sistema modular en la cara que acompaña el desarrollo de la rampa.

La propuesta podría extenderse también hacia la municipalidad y hasta el acceso, ya que esa cara también se orienta hacia el noreste, inclusive aquí las especies vegetales se encontrarían mas protegidas al poseer la obra una reja de seguridad que bordea el perímetro.

### Caso 4: Sarmiento Shopping



Figura 7: Aplicación de piel verde en Sarmiento Shopping. Fuente: Elaboración propia.

La ultima obra corresponde a Sarmiento Shopping (ver figura 7), ubicado en uno de los principales accesos de la Ciudad de Resistencia, por Av. Sarmiento 2610.

Se procede a simular el implemento del prototipo diseñado, en la cara noroeste que corresponde con el acceso peatonal. La combinación del sistema modular verde dota a la obra de mayor jerarquía, siendo la envolvente percibida ya desde antes del ingreso por la avenida.

Por otro lado, cercano al shopping se encuentra el Parque de la Democracia, un escenario que posibilita la articulación de nuevas infraestructuras verdes, que complementen a las existentes y revaloricen el acceso a la ciudad como un portal turístico.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir del diseño de un prototipo estandarizado y su posterior simulación en obras de la Ciudad de Resistencia, se plasman las siguientes conclusiones.

Abordando el proceso de diseño desde el Design Thinking de la Universidad de Standford, el mismo se encuentra pautado en instancias (ver figura 8), para lograr una perspectiva interdisciplinaria y colaborativa (Toledo, Garber y Madeira, 2017).

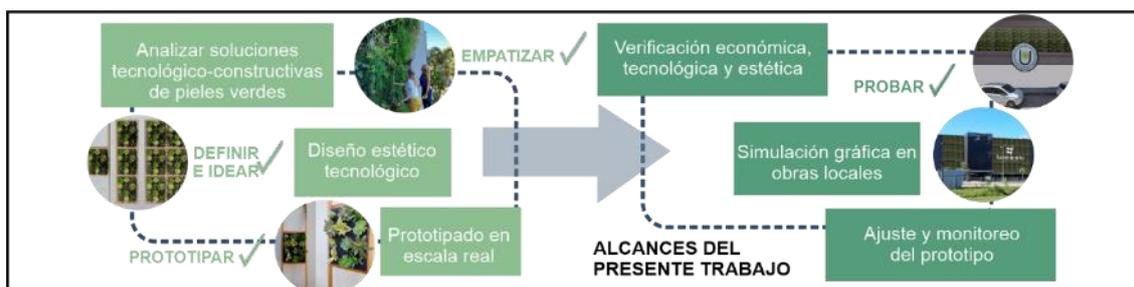


Figura 8: Esquematización sintética de las instancias del presente trabajo. Fuente: Elaboración propia.

Posterior a la detección de la problemática que trae consigo la necesidad del implemento de infraestructuras verdes, se analizaron experiencias que permitieron empatizar e idear el prototipo modular, para luego realizar la simulación en potenciales obras de la ciudad. El hecho de pautar el proceso lógico de diseño asegura arribar a condiciones optimas y esenciales de calidad, ya que se somete al producto a verificaciones y controles. De esta manera, el desafío de proponer algo innovador se desenvuelve cumpliendo parámetros de deseabilidad, viabilidad y factibilidad.

### Prototipo piel verde modular

- El Sistema plantAR puede adaptarse a obras nuevas como edificios existentes, ya que su bandeja de plantación permite ser apilada para lograr una mayor capa de sustrato. Por otro lado, posee un bajo peso incidente en la estructura, lo que lo hace factible de ser aplicado en obras existentes.
- Su estructura portante genera lo convierte en un sistema independiente, sin comprometer de esta manera al paramento de la obra.
- La efectividad del aislamiento higo-termo-acústico se debe a la capa sustrato, ya que por su baja conductividad térmica aumenta la Resistencia Total del cerramiento, obteniendo un menor Coeficiente K. En el caso acústico, aumenta el Peso Superficial del divisorio, por su alta densidad, traduciéndose en mayores decibeles (Db). Esto quiere decir que cuanto mayor sea el espesor del sustrato, mayor será el efecto aislante.
- Prescinde del sistema de riego, al utilizar las suculentas y se promueve la economía circular de la materia al reinsertarse las bandejas plásticas desechadas por los comercios. También se emplea la madera, material natural, renovable, reutilizable y reciclable de bajo gasto energético.
- Fortalece la producción local, al utilizarse proveedores de la ciudad (aserraderos, viveros y ferreterías). Se pretende fomentar el cultivo masivo de suculentas y crasas, al ser

especies de rápida y fácil reproducción, acompañadas de temperaturas calidad viables en la región, que permiten su desarrollo de manera óptima.

### Factibilidad en obras

- Mediante el uso del verde en obras de grandes complejidades, se recalifica el espacio urbano gracias a los conceptos de sustentabilidad, al igual que absorben la mayor parte de la radiación solar recibida utilizándola luego como mecanismos de evapotranspiración y fotosíntesis y reducen la concentración de partículas en suspensión en el aire.
- Prolongan la vida útil de las impermeabilizaciones de las obras en las cuales se aplican, lo que las vuelve opciones ideales para refacciones patrimoniales.
- Les otorgan un mayor valor inmobiliario a las obras, en especial en el nuevo escenario post-pandemia. En múltiples experiencias, se ha comprobado que en hoteles, las habitaciones con vistas a cubiertas verdes poseen un valor adicional.
- Las cubiertas y paredes verdes contribuyen como beneficios y aportes para la Certificación LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), particularmente en aquellos casos de remodelaciones y rehabilitaciones.

### CONCLUSIONES

Los escenarios climáticos que se avecinan en un futuro no muy lejano, junto con el avance de la urbanización por la creciente demanda de suelos vacantes, entre otras problemáticas igual de importantes, impactan de manera directa en las infraestructuras verdes autóctonas de la Ciudad de Resistencia, donde sus parques, arbolado y espacios recreativos se tornan insuficientes y requieren de acción inmediata.

El espacio público pasara a ser un lujo, por lo que es menester comenzar a rehabilitar el patrimonio edilicio existente por medio de estrategias de diseño y planificación, donde la infraestructura verde se presenta como uno de los ejes primordiales a incorporar. Dentro de esta herramienta, las envolventes naturadas constituyen la piel a través de la cual los edificios realizan su intercambio energético entre el ambiente interior y exterior. Son cambiantes como la naturaleza misma y transforman a los edificios en parte del paisaje que cambia de color con las estaciones, mejorando el microclima urbano, combatiendo la isla de calor, con los mecanismos evapotranspirativos de las plantas y aumentando la biodiversidad en el ámbito urbano.

Las pieles verdes, de la mano de la construcción industrial y la coordinación modular, son una estrategia pasiva factible de ser aplicadas a proyectos nuevos como a edificios existentes. Aplicadas a potenciales casos de la Ciudad de Resistencia, los cuales obtienen amplia visibilización y constituyen un hito para la ciudad, lograrían la sistematización de los muros y techos verdes, transmitiendo no solo un ejemplo sustentable a nivel urbano, sino como mecanismos de mejora ambiental y aislamiento térmico.

### BIBLIOGRAFÍA

- Benyus, Janine M. (2012). *Biomimesis. Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*. Barcelona: Tusquets Editores S.A.
- Braungart, M. y McDonough, W. (2005). *Cradle to cradle. Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. Madrid: McGraw Hill.
- Clos, J. (2014). Prologo. In J. Gehl, *Ciudades para la gente*. Buenos Aires: ONU Habitat - Edificaciones Infinito.

- Evans, J. (2010). *Sustentabilidad en Arquitectura*. Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo.
- Friends of the Greenbelt, F. (2017). *A Green Infrastructure Guide for Small Cities, Towns and Rural Communities*. Ontario.
- Naumann, C., & Coronel, M. (2008). *Atlas Ambiental del Paraguay*.
- Pilar, C., Vera, Luis y Kennedy, Erick (2020). *Innovación en el diseño de mobiliario urbano sustentable*. Polis. N° 18. Diciembre de 2020. ISSN 2362-3284. <https://www.fadu.unl.edu.ar/polis/innovacion-en-el-diseno-de-mobiliario-urbano-sustentable/>
- OMS, Organización Mundial de la Salud, (2018). *¿Cuántos árboles por habitante hacen falta en las ciudades?* El País. [https://elpais.com/elpais/2018/05/07/seres\\_urbanos/1525688899\\_487227.html](https://elpais.com/elpais/2018/05/07/seres_urbanos/1525688899_487227.html)
- ONU, Organización de las Naciones Unidas (2015, a). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/93/PDF/N1529193.pdf?OpenElement>
- ONU, Organización de las Naciones Unidas (2015, b). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/93/PDF/N1529193.pdf?OpenElement>
- Toledo, Luciano, Marcos Garber, y Adriana Madeira. «Consideraciones acerca del Design Thinking y Procesos.» *Revista Gestao & Tecnologia*, 2017: 312-332.
- Vedoya, D (2019, a). *Unidad temática 1: Antecedentes y condicionantes de la industrialización de la construcción*. Construcciones II, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional del Nordeste.
- Vedoya, D (2019, b). *Unidad temática 1: Antecedentes y condicionantes de la industrialización de la construcción*. Construcciones II, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional del Nordeste.
- Vedoya, D; Prat, S (2018). *Introducción a la biomímesis aplicada a la arquitectura*. <https://medium.com/@lulatotor/introduccion-a-la-biomimesis-aplicada-a-la-arquitectura-ae588898682c>