

Balcones resilientes. Introduciendo seguridad hídrica, energética y alimentaria en viviendas multifamiliares*

Resilient balconies. Introducing water, energy, and food safety in multifamily housings

Richard Valdivia**

Recibido: 10 de setiembre de 2017

Aceptado: 18 de octubre de 2017

RESUMEN

Las ciudades vienen experimentando un aumento de densidad urbana, lo cual favorece la eficiencia del suelo, la movilidad y brinda oportunidad para otros servicios medioambientales; por lo que se espera el incremento de viviendas en altura en las próximas décadas. De otro lado, la urgencia de iniciativas para la adaptación y mitigación al cambio climático en las urbes viene llevando a cuestionamientos y replanteos para el medio construido, así como propuestas alternativas y alejadas de convencionalismos. Teniendo en cuenta la gran cantidad de familias que viven y vivirán en multifamiliares de mediana y alta densidad en la mayor parte de las ciudades del mundo, el proyecto “balcones resilientes” propone un cambio en la concepción y diseño del espacio balcón, destinándolo a la seguridad hídrica, energética y alimentaria, pudiendo así crear una oportunidad de supervivencia frente a la incertidumbre de los impactos del cambio climático en las ciudades.

Palabras clave: balcón, resiliencia urbana, adaptación, mitigación, cambio climático.

ABSTRACT

The urban density in cities is growing, which could favor land use efficiency, mobility and provides an opportunity for other environmental services; for those reasons is expected the increase of homes in high buildings in the coming decades. On the other hand, the urgency of initiatives for adaptation and mitigation to climate change in the cities has led to questions and rethinking for the built environment, as well as alternative proposals moved away from conventions. Considering the large number of families living in medium and high density multifamily homes in most of the world's cities, the “resilient balconies” project proposes a change in the design and planning of the balcony space; destined to water, energy and food security to create an opportunity for survival face of the uncertain impacts of climate change on cities.

Keywords: balcony, urban resilience, adaptation, mitigation, climate change.

* **Antecedentes del documento.** La propuesta surge como idea desarrollada para el concurso ‘Premio internacional a la innovación cultural 2016-2017’ del Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona (CCCB) a inicios del año 2017. La propuesta “Balcones resilientes” cumplió con los requisitos solicitados, pero no llegó a la etapa de finalistas. De acuerdo con las bases del concurso, el autor mantiene los derechos de la idea presentada, la cual ha sido reeditada como proyecto de investigación. El presente texto constituye así mismo el marco teórico de una investigación aplicada y experimental, en proceso, llevada a cabo por el autor. Se expone el marco teórico y los objetivos del mismo.

** **Richard H. Valdivia Sisniegas.** Arquitecto por la Universidad Ricardo Palma y Master de la Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (Suiza) y la Université Catholique de Louvain-La-Neuve (Bélgica).

1. El aumento de la densidad urbana y los balcones

Si para mediados del siglo XX el crecimiento de las ciudades y la urbanización del mundo era una cuestión de asombro, en la actualidad y ya comenzado el siglo XXI, el crecimiento poblacional a nivel mundial presenta desafíos e incertidumbres notables. Este hecho viene forzando diversos procesos de urbanización, así como exigencias en recursos y facilidades cuya urgencia a futuro será necesario afrontar desde acciones presentes. La discusión sobre la densidad urbana basada en criterios de sostenibilidad actuales apuesta por la ciudad compacta de tendencia vertical, que debería estar impulsada por políticas de uso de suelo y de servicios que favorezcan este tipo de densidad, lo que se contrapone a la llamada ciudad difusa, de tendencia horizontal, propuesta por el modelo de progreso convencional, que produce el “*urban sprawl*” o dispersión urbana¹, llevado a cabo mayoritariamente con edificaciones de baja altura y en extensiones que generan un consumo de suelo, agua y energía considerables.

La idea de ciudad compacta considera al edificio vertical como solución de habitabilidad, el cual se ha convertido en la imagen principal de muchas urbes en transformación y crecimiento como Lima. Si bien es cierto que, durante los inicios de los primeros programas de vivienda (MIVIVIENDA²) o incluso del llamado ‘boom inmobiliario’ (2004-2014), la concepción del edificio multifamiliar ofrecía por lo general fachadas planas y simples como resultado para reducir los costos, a mediados de la primera década del siglo XXI la oferta de edificios multifamiliares fue aumentando su sofisticación gracias al crecimiento de créditos para la demanda, lo que trajo como consecuencia un crecimiento del mercado inmobiliario y por ende la competencia entre ofertantes. Debido a esto, las fachadas han dejado de ser solamente un simple plano con perforaciones, ahora proporcionan otros elementos de composición, buscando variantes necesarias para ofrecer mayores atractivos a los compradores. Uno de estos elementos es el balcón, cuyos diversos tipos ofrecen posibilidades de vistas con diferentes orientaciones, de acuerdo con su ubicación en el contexto y su configuración en el edificio.

Sin embargo, a pesar de conocer los posibles beneficios a nivel de recreación, psicología ambiental y confort, el uso de los balcones en Lima suele ser prácticamente decorativo, solo para recreación visual de tiempo limitado, sin considerar su potencial de uso productivo o para actividades de mayor duración. A pesar de que algunas ciudades como Lima ofrecen un clima benigno durante buena parte del año, su falta de uso se debe a varios problemas, como la contaminación acústica (ruido del tráfico), la contaminación (polvo), la inseguridad (acrofobia), vistas que no son atractivas o incluso los vientos acelerados. A ello podemos incluir la falta de tiempo disponible de las personas debido a exigencias del trabajo y la rutina, imposibilitando a estas de disfrutar los beneficios propios de este espacio pensado para pasar tiempo recreativo al exterior en los edificios multifamiliares. Cabe remarcar que las dimensiones propuestas para este espacio constituye también un aspecto para tomar en cuenta, puesto que una menor dimensión en la profundidad limitará el posible uso: balcones más profundos y amplios permiten la instalación de más equipamiento, aumentando las posibilidades para su habitabilidad.

2. La resiliencia para enfrentar el cambio climático

El término “resiliencia” es cada vez más usado como consecuencia de las denominadas “iniciativas de transición” y los retos planteados por el cambio climático. De un lado, el concepto se define como “la capacidad de un ecosistema de aguantar choques externos y reorganizarse mientras cambia, para poder retener esencialmente la misma función, estructura, identidad y mecanismos de retroalimentación.” (Hopkins, 2008).

De otro lado, la *Estrategia internacional para reducción de desastres* de la ONU afirma que resiliencia es la “capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de los efectos de una amenaza de manera oportuna y eficiente, incluso a través de la preservación y restauración de sus estructuras y funciones básicas” (según la Oficina de las Naciones Unidas para reducción del riesgo de desastres, UNISDR, de 2009).



Lima y su perfil urbano en crecimiento.

Alta y media densidad como fenómeno urbano en las ciudades más pobladas del mundo. Foto: R. Valdivia, 2014

La resiliencia implica cambios en nuestros modos de vida actual, pero sin perder las posibilidades del momento, por lo que requiere un proceso de adaptación de lo existente. La “adaptación al cambio climático” se refiere principalmente al impacto de este fenómeno en el mundo natural y humano y las acciones para enfrentarlo. En este punto existen dos definiciones de uso común referidos a la adaptación al cambio climático. La primera indica un “ajuste en los sistemas naturales o humanos como respuesta a estímulos climáticos actuales o esperados, o sus impactos, que reduce el daño causado y que potencia las oportunidades benéficas” (según la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, UNFCCC, de 1997). Esta es una de las definiciones más usadas, dejando en claro la capacidad de cambiar sobre una actualidad observable para prever consecuencias negativas, pero también positivas. Por otra parte, el *Panel intergubernamental para el cambio climático* postula que la adaptación trata de “iniciativas y medidas para reducir la vulnerabilidad de sistemas naturales y humanos contra los efectos climáticos actuales o previstos” (según el Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático o *Panel intergubernamental del cambio climático*, IPCC, de 2007).

Según datos de diversas organizaciones, se esperan los siguientes efectos negativos

en los próximos años, muchos de los cuales están asociados a ciudades que dependen de dichos recursos.

- Pérdida en la superficie de los glaciares en los últimos treinta años (riesgo hídrico, energético y alimentario).
- Pérdida de los cultivos más vulnerables al cambio de temperatura, como el maíz, la papa y el arroz, que forman gran parte del consumo alimenticio en ciudades (riesgo alimentario).
- Destrucción de la infraestructura vial terrestre debido a lluvias, avalanchas o inundaciones e incluso complicaciones en el transporte marítimo debido a oleajes anómalos. Se estima que la infraestructura vial de algunas ciudades es altamente vulnerable a los eventos climáticos (riesgo alimentario).
- Se estima que en cuarenta años no se tendrá la disponibilidad que se tiene del agua actualmente (riesgos hídricos, energéticos y alimentarios).
- El aumento de la temperatura intensificará los incendios forestales y la expansión de plagas que afectarán los cultivos (riesgo alimentario).

La intensificación de eventos como El Niño y La Niña, ocasionados por los efectos del calentamiento global y, en general, la variabilidad climática, puede afectar de manera sustancial diversas zonas del Perú³. Durante

el año 2017, la vulnerabilidad de las ciudades y sus modos de vida ha quedado en evidencia, debido a los impactos directos e indirectos de este tipo de fenómenos.

- Durante el Fenómeno de El Niño costero, se bloquearon las rutas que conectan con el norte y centro del país, haciendo que muchos productos, como el limón, escasearan y su precio aumente 10 veces.
- Durante el mismo fenómeno, se dio la restricción de agua potable en Lima debido a la turbiedad de las aguas del río Rímac, lo que provocó que los distritos dependientes de la planta de tratamiento de La Atarjea tuviesen que soportar al menos 5 días sin dicho recurso vital.
- Durante los oleajes anómalos, los barcos que transportan mercaderías no pueden atracar por lo que se incrementan los precios de productos que llegan vía marítima, como el gas licuado de petróleo.
- En los años 2015 y 2016, durante la alerta de un Fenómeno de El Niño que no se desarrolló en Sudamérica, los embalses y represas que abastecen agua para cosechas y energía estuvieron en riesgo de no llegar a sus niveles óptimos, debido a periodos de sequía y escasez de precipitaciones en la sierra.

3. La idea de los balcones resilientes

Desde mucho tiempo atrás los balcones han sido utilizados como elementos para adaptar los edificios, fundamentalmente, a climas tropicales y de desierto. (Agüero, 2009; Gil, 2011) Es así que edificios de muchas regiones del mundo han incorporado balcones de diversos tipos, sobre todo en aquellos lugares que evidencian la herencia de culturas ancestrales como Egipto, Mesopotamia y la India. En el medio oriente, la mayoría de las edificaciones antiguas poseían balcones en el perímetro, de allí que sirvieran para proteger las fachadas de las lluvias y del sol. Además protegían del contacto visual: el balcón proveía un espacio de estancia semiabierto, útil tanto para el trabajo como para almacenar productos agrícolas. (Pourvahidi y Ozdeniz, 2012)

Esta tradición constructiva se adaptó muy bien al clima de otros lugares, como Sudamérica, durante la colonización española a partir del siglo XVI. Numerosos estudios han sido enfocados sobre su influencia en la cultura y las tradi-

ciones de ciudades latinoamericanas. (Hurtado, 2005; Guardo Muñoz, 2011) Así como muchos elementos arquitectónicos han ido variando y adaptándose a las exigencias de la habitabilidad en las últimas décadas, evolucionando también su apreciación en la ciudad moderna y su influencia en la sociedad contemporánea. (Pérez y Pérez, 2008; Aronis, 2009)

Actualmente, los balcones contemporáneos son un sello característico del fenómeno inmobiliario de ciudades que disponen de un clima benigno, lo que evidencia un modelo que intenta vender una experiencia de contacto con el exterior. Los balcones se observan como plataformas alargadas y abiertas al exterior, con barandas de diferentes materiales (fierro, madera, concreto, ladrillo, vidrio, entre los más usados).

Existen estudios acerca de balcones por su influencia en fenómenos físicos y de seguridad, enfocando el comportamiento térmico y la ventilación en edificios de varios pisos en climas tropicales. (Mohamed, King, Behnia, Prasad, 2011; Ayokunle, 2015) Estudios sobre su incidencia en el valor del costo indican que también existen percepciones negativas, debido a factores diversos, como el ruido y la acrofobia. (Chau, Wong, Yiu, 2004) Otros estudios señalan que tanto la profundidad como la geometría afectan fuertemente el movimiento vertical del fuego durante incendios (Mammoser III y Battaglia, 2003). Uno de los temas más estudiados es su influencia en la reducción de ruido al interior, es decir como espacio atenuador de sonidos. (Li, Lui, Lau, Chan, 2003)

Los diversos hábitos que la gente desarrolla en los espacios forman parte de la contribución cultural de la arquitectura en la construcción del hábitat para el ser humano. La propuesta de balcones resilientes involucra el repensar la vida de las personas que viven en ciudades y en edificios de media y alta densidad frente al cambio climático. Muchas viviendas no disponen de patios o azoteas para aprovechar recursos como la lluvia, el sol, el aire o la tierra, que ayude al soporte de sus actividades cotidianas, ayudando a la generación de agua, energía y alimentos.

De esta manera, el proyecto considera que las personas que viven en departamentos y que disponen de balcones al exterior tienen la oportunidad de construir una cul-

tura de resiliencia frente al cambio climático, pero dependerá de las facilidades y adaptaciones que se integren a los espacios de la vivienda, además de la rutina cotidiana que pueda desarrollarse y evolucionar en ellos.

El proyecto *balcones resilientes* propone generar facilidades y readaptaciones de sistemas convencionales que puedan integrarse en el espacio de balcón, disponible en los departamentos de pisos intermedios o altos, lo que constituye el lugar donde vive la mayor parte de personas, en edificios residenciales de densidades media y alta.

Culturalmente, se trata de invitar a las personas a tener nuevos usos en sus balcones, como contenedores de producción de recursos e interacción familiar, mientras que socialmente intenta innovar la cultura constructiva en los edificios de departamentos. Se busca aprovechar las ventajas actuales de los balcones (sobre todo aquellos que dispongan de orientaciones, espacio y condiciones necesarias) así como también las ventajas proporcionadas por las condiciones climáticas en muchas ciudades del mundo, con el objetivo de transformar el comportamiento de sus habitantes a través de una nueva cultura constructiva y de diseño interior/exterior, para la adaptación y mitigación frente al cambio climático. Estos requerimientos podrían ser cumplidos mediante facilidades o aplicaciones constructivas integradas, opcionales, simples y accesibles.

La idea pretende, por un lado, la readaptación de balcones existentes; por otro, la generación de lineamientos constructivos para futuras edificaciones residenciales, proporcionando facilidades en la adaptación y mitigación del cambio climático.

La idea ha sido concebida para Lima, una ciudad situada en el borde costero, que ofrece oportunidades para afrontar este tipo de adversidades frente al cambio climático. Ubicada en un desierto húmedo con precipitaciones escasas, pero con neblinas y alta humedad de madrugada la mayor parte del año, posee un clima moderado que permite cultivar durante todas las estaciones, localizada en una latitud ecuatorial con una considerable radiación solar y gran cantidad de luz. Sin embargo, los *balcones resilientes* podrían ser aprovechados también en otras ciudades, de forma total o parcial, ya sea

para mitigar las causas o adaptarse a los efectos del cambio climático.

3.1. Objetivos de la propuesta

1) Proporcionar seguridad hídrica, debido a las sequías de corta y larga duración o salinización de fuentes de agua.

2) Proporcionar seguridad energética, ya que en muchas ciudades la generación eléctrica proviene de hidroeléctricas cuya producción será afectada por sequías (adaptación) o para reducir la energía derivada de fuentes fósiles o nucleares (mitigación).

3) Proporcionar seguridad alimentaria, ya que las regiones que producen alimentos para las ciudades estarán propensas a sufrir sequías intensas o lluvias extremas, lo que afectará no solo los cultivos sino también las vías de transporte, cuya interrupción afectará el suministro de alimentos en las ciudades.

3.2. Seguridad hídrica en balcones

En todo el mundo son conocidos los sistemas llamados *atrapanieblas*, o cosecha de agua, sobre todo en regiones con presencia de neblina, la cual simplemente hay que capturarla. Desde mediados del siglo XX, se tienen referencias de investigaciones sobre la cosecha del agua de la niebla y desde las décadas de 1980 y 1990 se realizan más investigaciones científicas en Sudamérica.

Ya existen experiencias en el medio rural pero también en zonas cercanas a las ciudades, donde carecen de conexión a la red pública de abastecimiento de agua. En Lima, el caso de la zona de Nueva Esperanza, ubicado en las alturas del distrito de Villa María del Triunfo, es remarcable ya que la comunidad se abastece, la mayor parte del año, del agua extraída de la niebla gracias a sistemas de fabricación artesanal. El movimiento “Peruanos sin agua”, con la ayuda de USAID y de la fundación holandesa *Nederlandse Creating Water Foundation*, han hecho posible la aplicación de este tipo de instalaciones en los últimos años en siete distritos de Lima. En este caso, las redes funcionan solamente cuando hay niebla, es decir, durante aproximadamente 9 meses al año⁴.

Actualmente estudiantes de diversas universidades exploran sus opciones de construcción en zonas de escasos recursos, lo que no impide posibles adaptaciones en zonas urbanas de mayores recursos⁵.

Para hacer viable este sistema existen las siguientes consideraciones a tomar en cuenta.

Partes	Estructura de soporte Elemento de captación Canaleta colectora Almacenamiento
Costos	La malla más usada es la denominada Raschel de 35% de sombra. Esta se puede instalar en un marco de madera o metal. Una canaleta de recolección (tubería de PVC) situada en el interior sirve para la recolección del agua. Finalmente, un recipiente es necesario para el almacenamiento y posterior disposición.
Experiencias	Experiencias exitosas en Villa María del Triunfo (sur de Lima) indican que pueden producir agua durante todo el año, pero definitivamente con mayor eficiencia en invierno (un panel de 8 x 4 metros puede producir entre 200 a 360 litros de agua al día), cubriendo el 80% de la demanda de una familia. Para la época de estiaje se pueden preparar reservorios.
Condiciones	Para que puedan funcionar en un área determinada es esencial evaluar: <ul style="list-style-type: none"> • Humedad y frecuencia de niebla • Altitud • Dirección del viento, especialmente por la noche, ya que se coloca en dirección perpendicular al viento dominante. Es más conveniente cuando los vientos persisten en una sola dirección. • Evitar que haya obstáculos antes del lugar de captación que afecten la dirección del viento.
Requerimientos	<ul style="list-style-type: none"> • No requiere de conocimientos técnicos especializados. • Existen opciones de materiales que flexibilizan su diseño. • Asegurar la estabilidad de la estructura de soporte y tensionar adecuadamente la malla, de tal modo que se eviten pérdidas de agua por la fuerza del viento o que la malla se quiebre por exceso de tensión. • Evitar la pérdida de agua en las canaletas colectoras.

3.2.1. Aplicación del sistema de seguridad hídrica en balcones

La gran ventaja de los departamentos situados en edificios de media y alta densidad en zonas de neblina, es la posibilidad de acceder a una fuente alternativa de agua, ya que cuentan con la altura necesaria para una mayor recolección. El proyecto consiste en readaptar esta tecnología con el rediseño específico de un *roller atrapaniebla* o *mampara atrapaniebla*, para ser colocado en balcones de edificios altos con orientaciones convenientes (sur o sur-oeste) para el caso de la ciudad de Lima, tratando así de obtener una captación favorable, que puede ser para uso básico de ingesta (previo filtrado o purificación necesaria), para la siembra de plantas o incluso como aporte a la higiene, si se obtiene un excedente considerable.

Existirían alternativas para su adaptación en balcones, con diversas opciones para una captación posible y aceptable. Esta aplicación tendría las siguientes especificaciones.

- 1) Ubicación de un sistema “roller externo” o mampara, instalado fuera de los cerramientos que dividen el departamento (interior) con el balcón (exterior).
- 2) Readaptación del sistema “roller” usado en decoración de interiores para la introducción de una malla atrapanieblas, e integrarla a las zonas disponibles, accesibles y fáciles de instalar en los balcones. Es necesario para ello fijarlos correctamente para evitar problemas con los vientos fuertes y no reducir el espacio utilizable del balcón.
- 3) Utilización de la malla más usada o más eficiente y accesible en el mercado para la captura de agua de niebla generando soluciones a los requerimientos específicos de enganche, tensión, orientación y exposición a los vientos de las zonas altas de los edificios y su congruencia con el sistema enrollable.
- 4) Readaptación de los topes inferiores de un sistema “roller” o mampara convencional

(como plásticos o tubos) utilizando canaletas, perfiles o tuberías con las características necesarias, para la captura del agua de niebla que cae por gravedad en las mallas. Esta deberá tener la pendiente necesaria para recolectar el agua en un punto extremo.

- 5) Integrar al final del largo de la tubería una conexión de agua o contenedor que acumule el recurso hídrico almacenado durante la noche o el día nublado. Se prevé que, si un panel de 24 m² puede capturar hasta 150 litros al día, dependiendo de la región, uno de 6 m², en teoría podría capturar 37.5 litros como máximo óptimo, aunque estas proyecciones deben ser comprobadas. La idea es contribuir al consumo diario para la hidratación de una familia, previamente filtrado o purificado, pudiendo utilizar el excedente a otros usos de cultivo o incluso higiene.
- 6) Lineamientos a futuro: concebir un sistema de bombeo para el agua recolectada a un caño interno, donde se pueda disponer de dicho elemento, fundamentalmente en la cocina de los departamentos.

3.2.2. Cambio cultural sobre la seguridad hídrica en los balcones

- Nuevas costumbres de guardar o desplegar el sistema de atrapanieblas en el balcón, después o antes de dormir, al igual

que se cierran o abren las cortinas de cualquier habitación.

- Integrar el sistema de atrapanieblas como protector solar en las estaciones más soleadas, pudiendo servir también como una cortina externa para resguardar la privacidad, permitiendo la ventilación natural.
- Reducir el ruido proveniente de la vía pública, que suele ser causa de molestia durante las noches, ya que constituye una especie de segunda capa a las mamparas o puertas de vidrio del balcón.
- A futuro se puede abrir un nuevo campo en el diseño de mallas de atrapaniebla con imágenes decorativas (sin descuidar su eficiencia), con la intención de masificar su uso.
- Cambio de hábitos en la construcción de balcones pensando en la seguridad hídrica a futuro.

3.3. Seguridad alimentaria en balcones

La permacultura, que se concibió originalmente como una “agricultura permanente” en la década de 1970, en los tiempos de la primera crisis mundial del petróleo, intenta alejarse del modelo convencional de cosechas anuales y monocultivos en agricultura, proponiendo un sistema de muchos niveles, que hace uso de árboles productivos y plantas vivaces (Hopkins, 2008). Uno de esos niveles se viene integrando en diversas comu-



La neblina de Lima

Durante las madrugadas del invierno e inicios de primavera la neblina es una fuente de agua aún no aprovechada. Sequías y nubosidad (por efectos de La Niña) es uno de los escenarios recurrentes en Lima a futuro con el cambio climático. Foto: R. Valdívía, 2017

nidades y colectivos urbanos, posibilitando su introducción en ciudades y edificios, considerados inaptos para dicho tipo de actividad. Diversos manuales se encuentran disponibles en internet, en los cuales se establece que el cultivo en balcones no es especialmente difícil, aunque sí hay que tener unos conocimientos mínimos en dónde, cómo y cuándo cultivar para obtener resultados aceptables⁷.

El crecimiento poblacional en las ciudades y la necesidad de densificación está generando el desarrollo de huertos urbanos en balcones y terrazas de edificios. Durante los últimos años en diferentes ciudades se viene promoviendo la “agricultura urbana” (huertos en espacios como colegios, zonas comunitarias y viviendas) por diversos municipios. La idea de cultivar en un balcón rompe con el mito de que solo se puede cultivar en viviendas a nivel de suelo e intenta mejorar los niveles de nutrición de las familias que viven en edificios multifamiliares de cualquier condición económica.

Fundamentalmente se debe tener en cuenta algunas consideraciones.

1. Horas y tipo de luz (directa o indirecta) en el balcón donde se implantará el huerto.
2. Espacio disponible para el huerto, que influirá en la selección de soportes y macetas como elementos que conforman el espacio.
3. Accesibilidad al agua y frecuencia de uso por tipo de cultivo.
4. Lugar para herramientas, bolsas, tierra y abono.
5. Posibilidad de incorporar una *compostera* que ayude a usar los desechos orgánicos de la cocina, para generar abono y nutrientes útiles a los cultivos.⁸

3.3.1. Aplicación del sistema de seguridad alimentaria

Teniendo en cuenta las condiciones del clima de la ciudad, la idea consiste en optimizar y diseñar sistemas de soporte para integración de recipientes o contenedores (macetas) cultivables en balcones bajo las siguientes exigencias:

- 1) Seleccionar tipos de especies cultivables en las ciudades dependiendo del clima, con un consumo mínimo de agua y que puedan contribuir con el mayor aporte nutricional a una familia de 3 ó 4 personas.

- 2) Generar opciones para diferentes tipos de cultivo en balcones, generando opciones de especialización y trueque entre vecinos de un mismo edificio.
- 3) Seleccionar o diseñar los tipos de contenedores (maceteros) que podrían ahorrar el máximo espacio en el balcón de acuerdo con la cantidad de tierra por tipo de cultivo.
- 4) Ordenamiento y optimización del espacio de acuerdo a las dimensiones del balcón, tanto para las macetas donde se va a cultivar como para la ubicación de la *compostera*, para una ventilación conveniente que reduzca olores al interior de la vivienda.
- 5) Sistemas para proteger el balcón de la intromisión de aves o insectos no deseados.
- 6) Lineamientos a futuro: concebir sistemas de baranda y superficies en balcones, para integrar accesorios que favorezcan la agricultura urbana en edificios multifamiliares, de manera segura y óptima.

3.3.2. Cambio cultural sobre la seguridad alimentaria en los balcones

- Aprovechamiento del clima benigno de climas tropicales o sub-tropicales o en otras regiones de manera estacional, para disponer de cultivos en estos espacios. Se puede acompañar la vista al exterior de los balcones con la observación del crecimiento de los cultivos, tomando consciencia de los ciclos estacionales para la cosecha y siembra.
- Integración a diversas actividades del hogar, del tipo culinario, para complementar la dieta nutricional de las familias.
- Tomar en cuenta los ciclos de cosecha, propiciando momentos para realizar actividades de siembra en familia o con los niños durante fines de semana, educando a las generaciones futuras y reeducándose para ser más resilientes.
- Reducción, mediante el compostaje, de los residuos orgánicos de la cocina, disponiendo ilimitadamente de compost y cerrando el ciclo en la reutilización de residuos cotidianos domésticos.
- El proyecto puede ser complementado con una guía para la cosecha y siembra en balcones, así como talleres de enseñanza a grupos de vecinos para compartir conocimientos y promoverlo a través de gobiernos locales (municipios).
- El proyecto estaría integrado a la cosecha de agua de los atrapanieblas, consolidan-



Agricultura urbana en balcones.

Lechugas y cultivos en macetas de plástico sujetadas a baranda de balcón en Lima. Foto: R. Valdivia, 2016

do una cultura integrada de lo hídrico y la agricultura urbana.

- Promoción para cambiar la reglamentación de edificaciones e incentivar el uso de producción alimentaria en los balcones de las ciudades de diversas regiones.

3.4. Seguridad energética en balcones

Desde la crisis de petróleo de 1973, el incremento en las tarifas de electricidad y la dependencia de los combustibles fósiles en muchas partes del mundo ha generado necesidades de ahorro, pero se espera que esto se agrave debido al impacto del cambio climático. El consumo de electricidad es uno de los mayores generadores de emisiones de CO₂ debido a que generar electricidad de fuentes renovables convencionales como las hidroeléctricas tiene ciertas desventajas a nivel de inversión, fuentes disponibles, tiempo de construcción y distribución. Buena parte de la energía eléctrica proviene de centrales térmicas de carbón o gas, mientras que en otros países provienen de centrales nucleares, con los riesgos latentes debido a su fuente de origen radioactivo.

En el caso del Perú, el 48.66% de la energía eléctrica proviene de centrales térmicas, que en su mayor parte utilizan gas natural, emisor de CO₂, aunque su emisión es menor que el carbón o el petróleo. Por ello, hay que reco-

nocer que la energía eléctrica que consumen los edificios ya no es del todo limpia y contribuye también al cambio climático. El otro porcentaje restante proviene de las centrales hidroeléctricas, cuya tendencia cada vez se reduce, debido a los factores mencionados. Se prevé que esta se reducirá debido al estrés hídrico favorecido por el cambio climático (sequías, huaycos o interrupciones del servicio). Las energías renovables aún son escasamente aprovechadas para el consumo nacional (1%), y aunque existen inversiones en camino, su aporte será aún escaso en el corto y mediano plazo. Al año 2013, Lima consumía el 46.6% de la energía eléctrica total nacional, representando el mayor consumo en todo el país y, por ende, responsable de la mayor parte de emisiones. (MINEM. Estadística Eléctrica por Regiones – 2013)

El concepto de generación distribuida y microrredes (*microgrids*) viene introduciéndose lentamente con éxito, debido a las ventajas en la mejora de la eficiencia del transporte de la energía eléctrica. (Trujillo, 2011) Así también, por la posibilidad de introducir fuentes renovables en el lugar de consumo, además de coexistir con el sistema convencional, propiciando una transición conveniente. Actualmente, existen sistemas fotovoltaicos que utilizan microinversores (este

consiste en un convertidor electrónico concebido para procesar la energía procedente de un panel fotovoltaico individual) tanto en modo aislado como interconectado con una red eléctrica. Normalmente, tales unidades operan en conexión a la red eléctrica, funcionando como una fuente de corriente. (Trujillo, 2011) Este tipo de sistema introduce energía solar fotovoltaica a las redes internas de una casa o departamento, reduciendo el consumo de energía que proviene de la red externa de acuerdo con la cantidad de paneles puestos. En todo caso, su aporte no es total sino parcial al consumo de una vivienda.

Los microinversores pueden combatir algunos problemas típicos de los sistemas fotovoltaicos, aportando una producción más eficiente de energía. Una de las principales causas de los problemas asociados a la generación fotovoltaica es la variabilidad del recurso debido a la intermitencia provocada por los ciclos de día y noche y por las nubes (Bravo, 2016). Del mismo modo, el efecto de las posibles sombras, debido a obstrucciones totales o parciales en cada una de las celdas reduce la generación de todo un panel, lo que afecta a un sistema de varios paneles. El microinversor ayuda a regular esta variabilidad e introduce la energía directamente a la red interna, sin necesidad de controlador, batería e inversor.

Gracias a esta tecnología, en la actualidad, se tienen a disposición kits de sistemas solares que fácilmente se integran a las viviendas. Existen opciones de 250 Wp, 500 Wp y hasta 1000 Wp. Teniendo en cuenta el espacio en los balcones, se trata de readaptar la tecnología accesible para la instalación de paneles fotovoltaicos de tipo *plug&play*, de dimensiones aceptables para las dimensiones del balcón, que insertan electricidad a las redes internas de cada departamento, para uso independiente como complemento a la red proveniente del exterior. En un principio se trata de no usar baterías (ya que es lo que eleva el precio de una instalación fotovoltaica), para luego estudiar sistemas que puedan incorporar el uso de estas para contar con energía para iluminar durante la noche o en momentos de corte del suministro. Por lo tanto, el sistema de microinversores ayudaría a mitigar las emisiones reduciendo el consumo de energía en los departamentos, mientras que un sistema de batería podría ayudar tanto a la mitigación como a la adaptación, sobre todo en momentos de corte del fluido eléctrico. En esta investigación se exploran las dos opciones de manera experimental.

3.4.1. Aplicación del sistema de seguridad energética en balcones

El sistema se compone de la siguiente manera.



*Sistemas de paneles con microinversores en un balcón de Lima.
Paneles solares con soportes adaptados para balcones en un edificio de Lima.
Se aprecia el microinversor fijado en la pared. Foto: R. Valdivia, 2017*

- 1) Se utilizarían sistemas de suspensión de paneles colgados al techo del balcón con dispositivos y cabezales readaptados para soportar y ajustar los paneles solares de una manera segura y sin riesgos de caídas. Los paneles solares en latitudes próximas al ecuador reciben más radiación estando expuestos horizontalmente a los rayos casi verticales durante el mediodía, por lo que se deben lograr ángulos no muy inclinados y más horizontales. En los lugares de latitudes alejadas de la línea ecuatorial los paneles pueden tener una mayor inclinación de hasta 45°.
- 2) El sistema de suspensión debe permitir la exposición a cielo abierto, para la captación de los rayos solares y un ajuste que mantenga firme los paneles que soportarán la intemperie (viento y lluvias). Así mismo, se requiere de flexibilidad y movimiento para realizar una limpieza segura y fácil de los paneles desde el interior del balcón. Ciudades húmedas (como Lima) por lo general contienen mucho polvo en el ambiente. La lluvia escasa y sobre todo las garúas, acumulan la suciedad de las superficies expuestas, en conjunto con la contaminación propia de la ciudad. Por ello, la limpieza de paneles situados en posición casi horizontal es un requerimiento obligatorio para la eficiencia del funcionamiento de esta tecnología.
- 3) Diseñar el sistema de cables que conecten los paneles y el microinversor, permitiendo en todo momento flexibilidad y movimiento para la limpieza del panel. De otro lado, los cables deben mantener un mínimo contacto visual con los usuarios y mejorar su seguridad a la intemperie.
- 4) Lineamientos a futuro: concebir el sistema de tubería inserta en los muros y techos del balcón para posibilitar el cableado desde los paneles hasta el tablero eléctrico y disponer de los anchos necesarios para el paso de los cables hasta el tablero principal de la vivienda.

3.4.2. Cambio cultural sobre la seguridad energética en los balcones

- Limpieza de los paneles solares de forma segura, pensando en los beneficios y el ahorro de energía e integrando hábitos de limpieza en el uso del balcón.
- Revisión constante de un medidor y una *app* con los que se pueda monitorear la

energía solar generada por los paneles, controlando el consumo de energía de los aparatos que están encendidos durante el día y su aprovechamiento.

- Revisión y monitoreo de la cuenta mensual de energía eléctrica para determinar el ahorro económico.
- Integrar los paneles fotovoltaicos como protectores del sol directo para reducir el sobrecalentamiento en las estaciones de calor o climas más cálidos.
- Cambio de hábitos en la construcción de balcones pensando en la seguridad energética y el aprovechamiento de orientaciones convenientes en las que el sol incida todo el año.

Conclusiones

Las posibilidades de integración de los sistemas expuestos van de la mano con un cambio cultural a nivel de la construcción y el habitar. Se hace necesario aceptar el cambio climático como un hecho y una posición de readaptación de los sistemas convencionales hacia sistemas más resilientes. Son muchas las preguntas acerca de los rendimientos y los posibles logros (litros/día, kW/día, alimentos), así como las dificultades técnicas y la aceptación social (sistemas constructivos y hábitos).

Sin embargo, la gran cantidad de viviendas disponibles para integrar estas tecnologías genera una gran expectativa en el mercado que puede contribuir a la expansión de la economía verde, así como la renaturalización de nuestras ciudades. Se aprovecha también el innegable fenómeno del crecimiento del parque inmobiliario, que se convierte en objeto de readaptación y renovación. Gracias a la aplicación integrada de la seguridad hídrica, energética y alimentaria, en uno de los ambientes más lúdicos de las viviendas en altura, se podría promover una cultura de resiliencia frente a los impactos del cambio climático, tanto al momento de construir y concebir los edificios multifamiliares, como de readaptar los balcones existentes.

Y, sobre todo, el cambio en el modo cotidiano de habitar los departamentos y edificios de una gran cantidad de personas que viven en ciudades. Finalmente, no se descarta el trabajo con otros profesionales o técnicos (sanitarios, electricistas, nutricionistas y agricultores, entre otros) para el logro de su puesta en obra y monitoreo. ■

Referencias bibliográficas

- Agüero León, R. (2009). *El balcón y la celosía. Elementos de confort lumínico y térmico en el clima de la ciudad de Lima*. Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Ayokunle, O. T. (2015). *The effect of balcony on thermal performance of high rise office building in tropical climate*. Kuala Lumpur, Malasia: Universiti Teknologi Malaysia.
- Bravo Arche, E. (2016). *Uso de microinversores en sistemas fotovoltaicos con radiación solar reflejada*. Sevilla, España: Universidad de Sevilla.
- Bustamante Parra, D. M. (2014). *La profundidad de la envolvente*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.
- Cereceda, P.; Hernández, P.; Leiva, J.; Rivera, J. de D. (2014). *Agua de niebla. Nuevas tecnologías para el desarrollo sustentable en zonas áridas y semiáridas*. Coquimbo, Chile: CORFO.
- Cereceda, P.; Scheimnauer, R.; Suit, M. (1993). *Producción de agua de nieblas costeras en Perú*. Lima, Perú: Alisios.
- Gil Crespo, I. J. (2010). Transferencia de elementos arquitectónicos entre España y el Nuevo Mundo: el caso de los balcones de madera de San Juan de Puerto Rico. *Anuario de Estudios Atlánticos*, 603-643.
- Guardo Muñoz, G. (2011). *Los balcones dobles en Cartagena de Indias*. Revista Méthodos.
- Hopkins, R. (2008). *The transition handbook: from oil dependency to local resilience*. Chelsea, Inglaterra: Green Books.
- Huertas Rodríguez, J. P.; Molina Torres, P. A. (2016). *Estudio de prefactibilidad para la posible implementación de atrapanieblas en el Municipio de Ráquira*. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Hurtado Valdez, P. (n.d.). *Entre torres y balcones: la imagen de Lima virreinal*. Lima, Perú.

- Kwong Wing Chau, Siu Kei Wong, Chung Yim Yiu. (2004). The value of the provision of a balcony in apartments in Hong Kong. *Property Management*, Vol. 22 Issue: 3, pp. 250-264.
- Lee, P.J.; Kim, Y.H.; Jeon, J.Y.; Song, K.D. (2007). Effects of apartment building façade and balcony design on the reduction of exterior noise. *Build Environment*, 3517-3528. Ansan: Hanyang University, Asan Campus.
- Li, K., Lui, W., Lau, K., & Chan, K. (2003). A simple formula for evaluating the acoustic effect of balconies in protecting dwellings against road traffic noise. *Applied Acoustics*, 633-653.
- Mammoser III, J. H.; Battaglia, F. (2004). A computational study on the use of balconies to reduce flame spread in high-rise apartment fires. *Fire Safety Journal*, Volume 39, Issue 4, pp. 277-296.
- Mohamed, M. F.; King, S.; Behnia, M. (2011). A study of single-sided ventilation and provision of balconies in the context of high-rise residential buildings. *World Renewable Energy Congress 2011 – Sweden, 1954-1961*. Linköping: Low Energy Architecture.
- Muñiz, I.; García, M. A. y Calatayud, D. (2006). *Sprawl: definición, causas y efectos*. Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Muñiz, I.; García, M. A.; Calatayud, D. (2006). *Sprawl: definición, causas y efectos*. Bellaterra, España: Departament d'Economia Aplicada.
- Pérez de Lanuza, P.; Pérez Moragón, F. (2008). Captando la luz. Miradores y balcones de Helsinki. *UCM*, 42-47.
- Pourvahidi, P.; Ozdeniz, M. B. (2013). Bioclimatic analysis of Iranian climate for energy conservation in architecture. *Academic Journals*, 6-16.
- Trujillo Rodríguez, C. L. (2011). *Concepción de controladores reconfigurables para microinversores fotovoltaicos operando como unidades autónomas de generación de energía en microrredes*. Valencia, España: Universitat Politècnica de Valencia.

Notas

- Iván Muñiz, Miguel Ángel García y Daniel Calatayud definen la dispersión urbana o “urban sprawl” como “un modelo de expansión caracterizado por al menos una de las siguientes pautas: a) una densidad de población decreciente acompañada de un mayor consumo de suelo, b) un peso creciente de las zonas periféricas respecto a las centrales, c) un mayor aislamiento (falta de proximidad) entre cada una de las partes de la ciudad, d) una menor concentración de la población en un número limitado de zonas densas y compactas, y e) una creciente fragmentación del territorio.” (Muñiz, I., García, M. A. y Calatayud, D., 2006).
- El Fondo Hipotecario de Promoción de la Vivienda – Fondo MIVIVIENDA S.A.- fue creado en 1998 mediante la Ley 26912 y desde aquel año tuvo por objeto dedicarse a la promoción y financiamiento de la adquisición, mejoramiento y construcción de viviendas, con mayor énfasis en las de interés social, a la realización de actividades relacionadas con el fomento del flujo de capitales hacia el mercado de financiamiento para vivienda, a la participación en el mercado primario y secundario de créditos hipotecarios, así como a la contribución al desarrollo del mercado de capitales.
- MINAM (2012) *Informe final sobre tecnologías en adaptación*. Lima, Perú: MINAM y UNEP. Documento elaborado por el Ministerio del Ambiente-Perú y el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente.
- Bakker, Stephanie (2016) Atrapar la niebla para tener agua en el desierto de Lima. *Diario El País*, 2 de agosto. Reportaje que forma parte del proyecto periodístico Future Cities, apoyado por el Programa de Becas innovación para el desarrollo del Centro Europeo de Periodismo (EJC, por sus siglas en inglés) que está financiado por la Fundación Bill y Melinda Gates.
- Una forma de medir el rendimiento de estos sistemas de captación del agua de la neblina consiste en usar neblinómetros o SFC (Standard Fog Collector), equipos diseñados para medir el rendimiento de los atrapanieblas de una zona, que se componen de un metro cuadrado de malla Raschel (35% de sombra) situado a 2 metros del suelo y de manera perpendicular al viento predominante. Con este tipo de instalación se han obtenido de 70 litros por metros cuadrado al día en Omán, Asia, hasta 1 litro por metro cuadrado al día en Namibia. Torres García, Cinthya (2016) Neblinómetro, una oportunidad ante la escasez de agua. *Diario La Prensa*. Managua. Recuperado el 19 de setiembre de 2017 de: <http://www.laprensa.com.ni/2016/12/29/nacionales/2156999-neblinometro-una-oportunidad-ante-la-escasez-agua>
- América Noticias. 11.06.2015. Los ‘atrapanieblas’ de Villa María del Triunfo benefician a 500 familias. Acceso el 08.11.2016 <http://www.americatv.com.pe/noticias/actualidad/atrapanieblas-villa-maria-triunfo-benefician-500-familias-n185057>
- Red de huertos en Alicante (2013) Huertos ecológicos en balcones y terrazas. Recuperado de <https://redhuertosalicante.files.wordpress.com/2014/08/cultivo-en-balcones-y-terrazas-2013.pdf>
- Actualmente, existen composteras visualmente amigables para departamentos como la “Whirlpool Zera Food Recycler”, que resulta adaptable para departamentos gracias a sus dimensiones. Podría ayudar al mantenimiento del abonado para los cultivos además de reducir los residuos orgánicos que constituyen la mayor parte de los residuos que generan las familias en países en vías de desarrollo. Sin embargo, es necesario remarcar que actualmente su costo es muy elevado por tratarse de una tecnología innovadora.